

Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы – 2023

**Материалы X Международной молодежной
научно-технической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов
13-15 апреля 2023 г., Казань, Россия**

Казань 2023

Министерство науки и высшего образования РФ
ФБГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
ФБГОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
ФГОБУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
ФГБУН Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН
SPIE – The International Society for Optical Engineering
Optica – The Optical Society
Оптическое общество им. Д.С. Рождественского
ООО «НПФ «МФС»
ООО «Микрофарм-КАИ»

Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы – 2023

**Материалы X Международной молодежной
научно-технической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов
13-15 апреля 2023 г., Казань, Россия**

Под технической редакцией Т.А. Аглиуллина, А.А. Иванова, Т.М. Ишкаева

Электронное издание

Казань 2023

© Оформление.
Изд-во ИП Сагиев А.Р., 2023
ISBN 978-5-6048850-5-5

УДК 53

ББК 22.3

П 75

Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы – 2023: материалы X Международной молодежной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, 13-15 апреля 2023 г., Казань, Россия / под технической редакцией Т.А. Аглиуллина, А.А. Иванова, Т.М. Иш-каева. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-5-6048850-5-5. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/ Vista/10; дисковод CD-ROM; Adobe Reader.

ISBN 978-5-6048850-5-5

© Оформление.

Изд-во ИП Сагиев А.Р., 2023

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели: Алибаев Т.Л. (и.о. ректора КНИТУ-КАИ, г. Казань), Гортышов Ю.Ф. (президент КНИТУ-КАИ, г. Казань), Михайлов С.А. (проректор по научной и инновационной деятельности КНИТУ-КАИ, г. Казань), Морозов Г.А. (директор НОЦ НИЦ ПРЭ КНИТУ-КАИ, г. Казань), Морозов О.Г. (заведующий кафедрой РФМТ КНИТУ-КАИ, г. Казань), Нуреев И.И. (директор НИИ ПРЭФЖС КНИТУ-КАИ, г. Казань).

Члены программного комитета: Абелкалнс И. – зав. каф. педагогического образования Университета Латвии (Рига, Латвия), Андреев В.В. – доцент ЧГУ (Чебоксары, Россия), Бурдин А.В. – советник генерального директора по инновациям АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова» (Санкт-Петербург, Россия), Дашков М.В. – доцент ПГУТИ (Самара, Россия), Иванов А.А. – доцент КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Кутлюяров Р.В. – и.о. зав. каф. телекоммуникационных систем УУНиТ (Уфа, Россия), Лебеденко О.В. – начальник управления подготовки и аттестации научно-педагогических кадров КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Любопытов В.С. – с.н.с. УУНиТ (Уфа, Россия), Моисеев С.А. – директор квантового центра КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Муслимов Э.Р. – доцент КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Надеев А.Ф. – директор ИРЭФ-ЦТ КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Раевский А.С. – зав. каф. физики и техники оптической связи НГТУ (Нижний Новгород, Россия), Рябова Н.В. – зав. каф. радиотехники и связи ПГТУ (Йошкар-Ола, Россия), Самигуллин Д.В. – зав. лаб. КИББ ФИЦ КазНЦ РАН (Казань, Россия), Сахабутдинов А.Ж. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Седельников Ю.Е. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Султанов А.Х. – профессор УУНиТ (Уфа, Россия), Тивари М. – зав. каф. электроники и связи НТИ Малави (Джайпур, Индия), Шипулин А.В. – заместитель директора Центра фотоники и инженерной физики СИНиТ (Москва, Россия), Юсупов Р.А. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Юсупов Ш.Р. – зав. каф. физической культуры и спорта КНИТУ-КАИ (Казань, Россия).

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 53.083

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ ДВИЖЕНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

***Богданов Е.Н., Иконников В.Н., Козлов Г.А., Корнев Н.С.,
Назаров А.В., Седов А.А., Трегубенко Д.А.***

*(Федеральное государственное унитарное предприятие
«Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский
научно-исследовательский институт
экспериментальной физики», г. Саров)*

DEVICES AND METHODS FOR REGISTRATION OF THE MOVEMENT OF FAST PROCESSES

***Bogdanov E.N., Ikonnikov V.N., Kozlov G.A., Kornev N.S.,
Nazarov A.V., Sedov A.A., Tregubenko D.A.***

*(FSUE RFNC Russian Scientific Research Institute
of Experimental Physics, Sarov)*

Аннотация

В статье описан принцип действия интерферометров оптического и микроволнового диапазонов для бесконтактного измерения параметров движения ударно-волновых и детонационных процессов. Приведены технические характеристики приборов и результаты газодинамического эксперимента.

Abstract

The article describes the principle of operation of optical and microwave interferometers for non-contact measurement of motion parameters of shock-wave and detonation processes. The technical characteristics of the devices and the results of the gas-dynamic experiment are presented.

1. Введение

Измерение параметров движения быстропротекающих процессов, в частности ударно-волновых и детонационных, является актуальной задачей экспериментальной газодинамики и имеет ряд характерных особенностей. Измерения приходится проводить за очень короткое время (порядка 0,1 мс), дистанционно, поскольку при взрыве и ударе нельзя избежать разрушения. При этом контакт датчика с образцом может приве-

сти к нежелательному возмущающему воздействию на исследуемый процесс [1].

В настоящее время в газодинамических экспериментах широко применяются интерферометрические методы, основанные на регистрации доплеровского сдвига частоты зондирующего монохроматического излучения оптического или микроволнового диапазона, отраженного от исследуемой поверхности. Различие на 3 порядка в длине волны зондирующего излучения λ приводит к качественным отличиям в возможностях методов и разному аппаратному обеспечению.

2. Лазерный интерферометр

Структурные схемы интерферометров, применяемых в газодинамических экспериментах РФЯЦ-ВНИИЭФ, приведены на рис. 1.

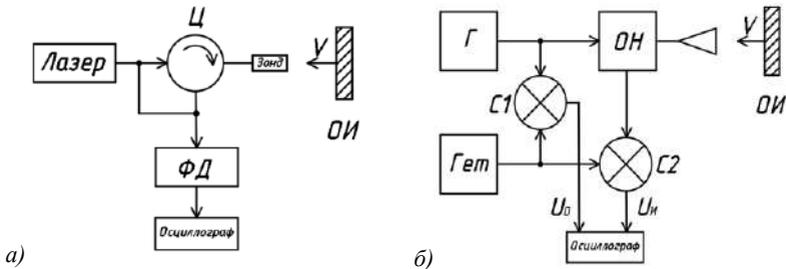


Рис. 1. Структурные схемы интерферометров:
(а) лазерного гомодинного, (б) микроволнового супергетеродинного.

Рассмотрим принцип действия лазерного интерферометра, известного также как Photonic Doppler Velocimeter (PDV) [1, 2] (рис. 1а).

Излучение узкополосного лазера частотой f_0 (длина волны $\lambda \approx 1550$ нм), по оптоволоконному каналу через циркулятор (Ц) передается к зонду-коллиматору. Отраженный от объекта исследования (ОИ), движущегося со скоростью V , свет с доплеровским сдвигом f_D направляется по оптоволокну к фотодетектору (ФД). Часть зондирующего излучения через оптический делитель передается от лазера к ФД и является опорным сигналом. В одномодовом оптоволокне происходит интерференция отраженного и опорного сигналов. Биения интерференционного сигнала регистрируются при помощи быстродействующего ФД. Сигнал радиочастотного диапазона с выхода ФД записывается с помощью широкополосного осциллографа.

Мгновенная частота зарегистрированного сигнала связана с мгновенной скоростью ОИ:

$$f_D(t) = |f(t) - f_0|, \quad V(t) = \frac{cf_D(t)}{2f_0}. \quad (1)$$

Обработка сигнала с помощью оконного преобразования Фурье

позволяет выделять спектры скоростей ОИ.

2. Микроволновый интерферометр

Обобщенная структурная схема микроволнового супергетеродинного интерферометра приведена на рис. 1б.

Генератор Г создает непрерывные гармонические колебания. Зондирующий сигнал излучается приемо-передающей антенной в направлении ОИ, при этом часть мощности поступает на смеситель С1. Отраженный от ОИ сигнал поступает в антенну и далее через направленный ответвитель (ОН) – на вход смесителя С2. Смесители, на входы которых также поступает сигнал гетеродина (Гет), формируют сигналы промежуточной частоты (ПЧ): опорный U_o на выходе С1 и информационный U_u на выходе С2. После регистрации сигналов ПЧ широкополосным осциллографом происходит цифровое фазовое детектирование сигналов ПЧ. В результате формируется комплексный сигнал интерферограммы, имеющий частоту доплеровского сдвига f_D (1). Изменение полной фазы интерферограммы $\Delta\psi$ между смежными отсчетами, несет информацию о перемещении объекта за время Δt :

$$\Delta x = \frac{\lambda}{4\pi\sqrt{\varepsilon}} \Delta\psi, \quad (2)$$

где ε – диэлектрическая проницаемость среды, в которой движется ОИ.

Построение интерферометра по супергетеродинной схеме с двухканальной квадратурной регистрацией сигналов позволяет определять направление движение ОИ и обеспечивает более высокое отношение сигнал-шум по сравнению с гомодинной схемой. В НИИИС им. Ю.Е. Седакова разработаны интерферометры с длиной волны зондирующего излучения $\lambda \approx 1, 2$ и 3 мм [3].

Сравнение характеристик интерферометров оптического и микроволнового диапазонов приведено в таблице 1.

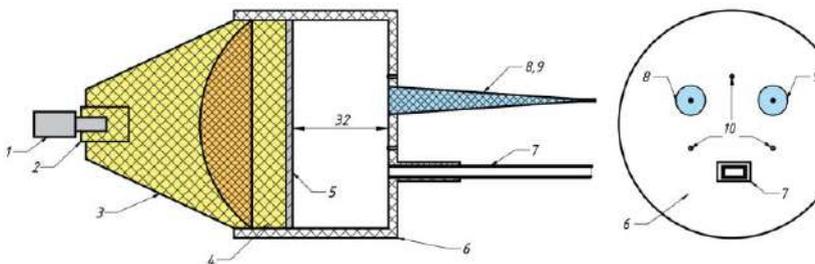
Таблица 1

Характеристика	Лазерный интерферометр	Микроволновые интерферометры
Длина волны зондирующего излучения λ	1550 нм	1, 2, 3 мм
Измеряемый параметр	Скорость	Перемещение
Диапазон регистрации скоростей	$20 - 9 \cdot 10^3$ м/с	$10^{-4} - 10^4$ м/с
Погрешность измерений	$\pm 1,5\%$ (по скорости)	± 200 мкм (по перемещению)
Различение направления движения	Нет	Да
Оптическая прозрачность среды	Требуется	Не требуется
Требования к качеству зеркально отражающих поверхностей ($\pm \lambda/16$)	Высокие	Низкие
Регистрация движения микрочастиц	Да	Нет
Влияние ионизации ударно-сжатого газа	Низкое	Высокое

3. Экспериментальные исследования

На рис. 2 представлена схема эксперимента по регистрации параметров движения стальной пластины, метаемой плоской детонационной волной. Измерение скорости пластины проводилось с помощью 4-канального лазерного интерферометра, а также трех микроволновых интерферометров с $\lambda \approx 1, 2$ и 3 мм.

Измерительная аппаратура находилась во взрывозащищенном помещении, зондирующее излучение подводилось к экспериментальной сборке при помощи уничтожаемых фидерных линий. В оптическом диапазоне для этой цели используется одномодовое кварцевое оптоволокно, в качестве облучателей применяются коллиматоры. В качестве фидерных линий 2 и 3-мм интерферометров служат гибкие диэлектрические волноводы из фторопласта Ф-4, оканчивающиеся коническими облучателями из полистирола. В 1-мм диапазоне длин волн потери в диэлектрическом волноводе оказываются неприемлемыми, поэтому для связи прибора с ОИ применяется сверхразмерный металлический волновод, открытый конец которого является облучателем.



1 – капсуль; 2 – промежуточный детонатор; 3 – генератор плоской волны; 4 – заряд ТНТ; 5 – стальная пластина $\varnothing 90 \times 3$ мм; 6 – корпус сборки; 7 – сверхразмерный волновод (1 мм); 8, 9 – конические облучатели из полистирола (2 мм, 3 мм); 10 – коллиматоры (1550 нм).

Рис. 2. Эскиз экспериментальной сборки.

Графики скорости метаемой пластины, зарегистрированные микроволновыми интерферометрами и одним из каналов лазерного интерферометра, представлены на рис. 3. Из рисунка видно, что значения скоростей, рассчитанные по данным приборов, на всех участках процесса согласуются между собой.

Разгон пластины до скорости 2090 м/с имеет ступенчатый характер вследствие сжимаемости металла. Данный процесс с большей детализацией регистрируется при помощи интерферометров оптического и 1-мм диапазонов, поскольку пространственное разрешение интерферометрических измерений тем выше, чем меньше λ .

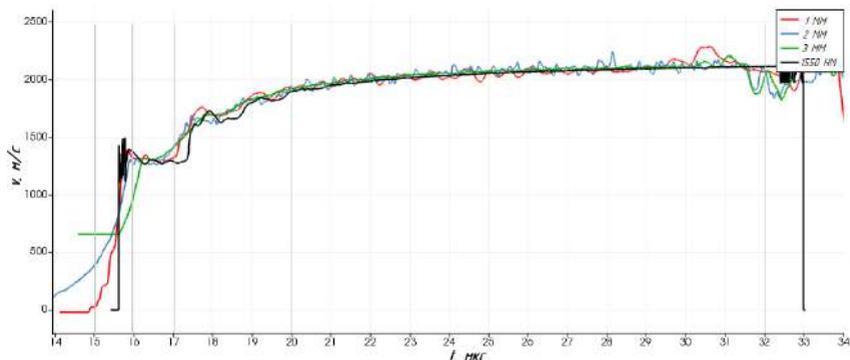


Рис. 3. Графики скорости метаемой пластины.

4. Заключение

Приборы для исследования быстропротекающих процессов, основанные на методе доплеровской интерферометрии в оптическом и микроволновом диапазонах, находят применение в разнообразных задачах экспериментальной газодинамики и баллистики. Выбор метода измерений зависит от специфики эксперимента. Регистрация движения ударных и детонационных волн в оптически непрозрачных материалах, к которым относится большинство взрывчатых веществ, производится в микроволновом диапазоне. В то же время лазерная интерферометрия позволяет регистрировать движение металлических пластин и оболочек сквозь возникающую при скоростях порядка нескольких км/с ударно-сжатую плазму, непрозрачную для микроволнового излучения.

Список литературы

1. Экспериментальные методы и средства в физике экстремальных состояний вещества: монография / Под ред. академика Р.И. Ильяева, д.т.н. А.Л. Михайлова, д.ф.-м.н. М.В. Жерноклетова. – М.: РАН, 2021. – 484 с.
2. Strand O.T., Goosman D.R., Martinez C. and Whitworth T.L. Compact System for High Speed Velocimetry Using Heterodyne Techniques // Rev. Sci. Instrum. 2006. Vol. 77. P. 083108-1–083108-8.
3. Канаков В.А., Катин С.В., Корнев Н.С., Михайлов А.Л., Назаров А.В., Орехов Ю.И., Родионов А.В., Хворостин В.Н. Состояние и перспективы развития микроволновой радиоинтерферометрии для диагностики газодинамических процессов // Антенны. – 2016. – Вып. 1 (221). – С. 49-54.

**КВАРЦЕВЫЕ КИРАЛЬНЫЕ МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ
ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА С ОПЦИОНАЛЬНЫМ
ВКЛЮЧЕНИЕМ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,
ЛЕГИРОВАННЫХ GeO₂**

*Бурдин А.В.^{1,2,3}, Дукельский К.В.^{1,3,4}, Демидов В.В.¹,
Тер-Нерсесянц Е.В.¹, Буреєв С.И.¹, Кашин А.И.¹,
Пчелкин Г.А.^{1,3}, Хохлов А.В.¹, Шурупов Д.Н.^{1,5}*

*(¹АО «НПО Государственный оптический институт
им. С.И. Вавилова», г. Санкт-Петербург;*

*²Поволжский государственный университет телекоммуникаций и
информатики (ПГУТИ), г. Самара;*

*³Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ),
г. Санкт-Петербург;*

*⁴Национальный исследовательский университет ИТМО,
г. Санкт-Петербург;*

*⁵Санкт-Петербургский политехнический университет им. Петра
Великого (СПбПУ), г. Санкт-Петербург)*

**SILICA CHIRAL MICROSTRUCTURED OPTICAL FIBERS WITH
OPTIONAL INCLUSION OF GeO₂-DOPED SUPPORTING
ELEMENTS**

*Bourdine A.V.^{1,2,3}, Dukelskii K.V.^{1,3,4}, Demidov V.V.¹,
Ter-Nersesyants E.V.¹, Bureev S.I.¹, Kashin A.I.¹, Pchelkin G.A.^{1,3},
Khokhlov A.V.¹, Shurupov D.N.¹*

*(¹JSC "Scientific Production Association State Optical Institute Named after
Vavilov S.I.", 36/1, Babushkin street, St. Petersburg;*

*²Povolzhskiy State University of Telecommunications
and Informatics, Samara;*

*³Saint Petersburg State University of Telecommunications named
after M.A. Bonch-Bruevich, St. Petersburg;*

⁴ITMO University, St. Petersburg;

⁵Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg)

Аннотация

В работе обсуждаются технологические аспекты фабрикации кварцевых киральных микроструктурированных оптических волокон с опциональным включением опорных элементов, легированных GeO₂ и наведенной закруткой.

Abstract

This work presents technological issues focused on fabrication of silica chiral microstructured optical fibers with optional inclusion of GeO₂-doped supporting elements and induced twisting.

1. Введение

Оптические волокна (ОВ) с наведенной киральностью (в данном случае, реализуемой путем закрутки вокруг собственной оси) известны еще с начала 1980-х годов. Оригинальная идея получения закрученного ОВ впервые была изложена в работе [1] и заключалась во вращении преформы с постоянной скоростью в процессе вытяжки ОВ на вытяжной башне. Применительно к одномодовым ОВ эта концепция декларировалась как способ снижения поляризационной модовой дисперсии [1]. В свою очередь, киральные микроструктурированные ОВ (МСОВ) в настоящее время рассматриваются как новые волоконно-оптические направляющие системы / элементы, актуальные для различных приложений телекоммуникационных систем и сенсорных сетей [2]. В докладе представлены результаты комплекса проведенных научно-технических / опытно-технологических работ и экспериментальных исследований по модификации технологического процесса и выявлению оптимальных режимов изготовления киральных МСОВ с наведением высоко интенсивной закрутки (более 100 об/м) без ухудшения параметров передачи световода.

2. Технологические аспекты фабрикации МСОВ с наведенной закруткой

Как было отмечено выше, за основу была выбрана базовая технология вытяжки ОВ с наведенной закруткой, которая достигается путем вращения преформы в процессе вытяжки длины световода. Однако применение последней, с учетом конструктивных особенностей МСОВ, потребовало проведения соответствующей модификации отдельных блоков вытяжной башни. При этом сам разработанный технологический процесс изготовления кварцевых киральных МСОВ, отличительной конструктивной особенностью которых (помимо задаваемой оригинальной геометрии / конфигурации периодической 2D-микроструктуры) является наведенная с заданным шагом скрутка, включает в себя выполнение следующих, хорошо известных и апробированных (отработанных и освоенных для серийной фабрикации) этапов от формирования сборки из подготовленных опорных элементов (микро-капилляров и микро-стержней, перетянутых на вытяжной башне из кварцевых опорных элементов – труб и стержней / штабиков) (Рис. 1(а),(б)) с внешним диаметром 22 мм до ее последующей перетяжки в предволоконно (преформы МСОВ – внешний диаметр 3 мм) (Рис. 1(в)).

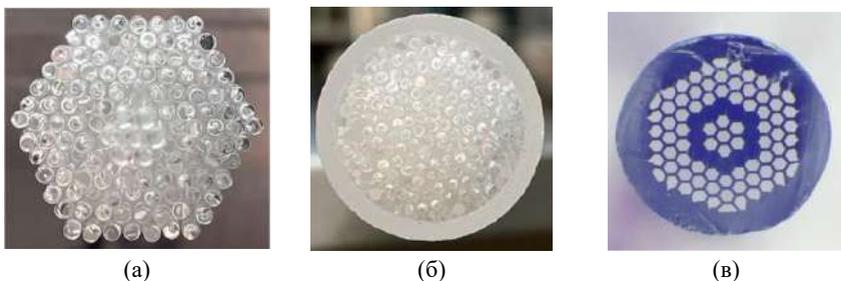


Рис. 1 – Этапы изготовления преформы МСОВ: (а) сборка; (б) сборка во внешней опорной трубе; (в) предволокно (преформа)

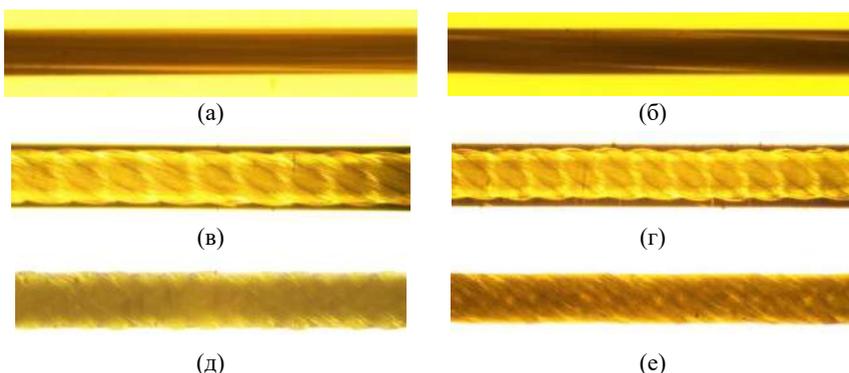


Рис. 2 – Фотографии фрагментов МСОВ с разной степенью наведенной закрутки: (а) 50 об/м; (б) 100 об/м; (в) 400 об/м; (г) 500 об/м; (д) 700 об/м; (е) 790 об/м

На третьем этапе из преформы также путем вытяжки на башне получают непосредственно МСОВ заданного диаметра в первичном защитном полимерном покрытии. Здесь принципиальным отличием является использование встроенной в блок подачи функции вращения, обеспечивающей непосредственно киральность вытягиваемого МСОВ. Для реализации последней была выполнена установка коллекторного двигателя, обеспечивающего увеличение скорости вращения предволокна в узле подачи преформ до 2000 об/мин.

При этом, если для ОВ типовой «телекоммуникационной» конструкции вытяжка с закруткой фактически может быть реализована уже непосредственно после подключения двигателя, то для МСОВ возникают определенные сложности. В первую очередь это связано с необходимостью контролирования и управления «диаметром» отверстий микроструктуры. Для этой цели на практике используется подача избыточного

давления внутрь предволокна в процессе вытяжки. Это потребовало создания нового адаптера подачи избыточного давления в каналы предволокна МСОВ, в результате чего обеспечивается искомое увеличение скорости вращения в узле подачи преформ до 2000 об/мин при одновременной подаче искомого избыточного давления в каналы предволокна, предотвращающего схлопывание каналов в процессе вытяжки МСОВ.

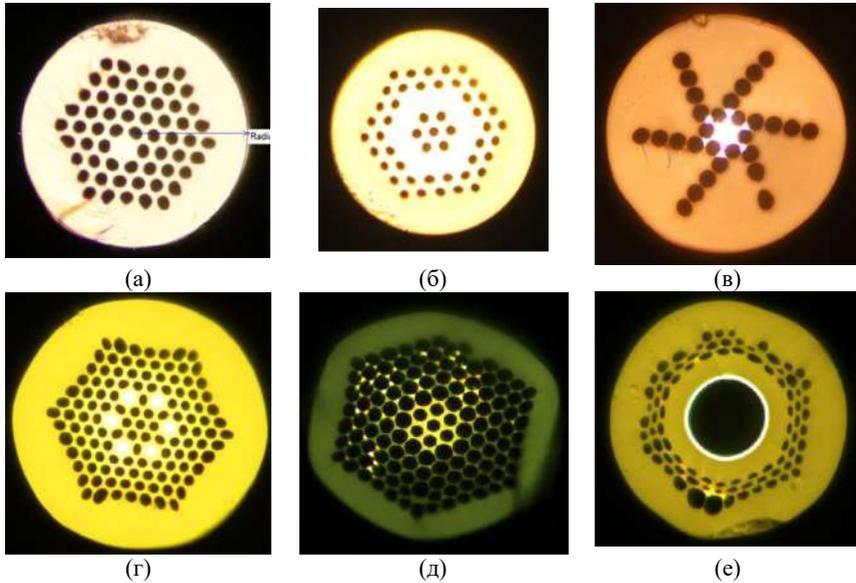


Рис. 3 – Линейка изготовленных кварцевых киральных МСОВ разной конфигурации и разной степенью наведенной закрутки: (а)...(в) 66 об/м – (а) МСОВ со смещенной сердцевинной; (б) МСОВ с квазиколецевым распределением поля основной моды; (в) МСОВ равноугольной спиральной 6-лучевой геометрии; (г) 500 об/м – 6-GeO₂-сердцевинное МСОА; (д) 700 об/м – МСОВ с 7 полыми GeO₂-колецевыми сердцевинами; (е) 790 об/м – МСОВ с габаритной поллой GeO₂-колецевой сердцевинной

Экспериментально подтверждена надежность конструкции адаптера и высокая воспроизводимость заданной структуры поперечного сечения МСОВ на длинах более 50 метров, закрученного с периодом скрутки 500 об/м. Впервые в РФ были изготовлены опытные образцы киральных МСОВ различной конфигурации с максимальной степенью наведенной скрутки 500 об/м, а также опытные образцы МСОВ, сохраняющие неизменность структуры на длинах менее 50 м с сильно наведенной киральностью до 790 об/м (Рис. 2, 3). Кроме того, также был разработан технологический процесс изготовления опорных конструктивных

элементов МСОВ на основе кварцевого стекла, легированного GeO_2 в достаточно высокой концентрации (16...20 мол. %) – заготовок-стержней со ступенчатым профилем показателя преломления и впервые – заготовок-труб с применением традиционных подходов газофазного легирования кварцевого стекла в MCVD (модифицированное внутреннее газофазное осаждение) методе синтеза преформ специальных ОВ. Предложены и экспериментально подтверждены оригинальные авторские технологические решения по устранению растрескивания описанных германосиликатных заготовок-труб и повышенной ломкости капилляров, вытягиваемых из этих заготовок-труб (Рис. 3(д), (е)).

3. Заключение

В результате проведенного комплекса научно-технических и опытно-технологических работ с применением оригинальных авторских технических решений впервые в РФ были изготовлены опытные образцы «стабильных» длин (более 50 м) киральных МСОВ различной конфигурации с максимальной степенью наведенной скрутки 500 об/м, а также опытные образцы МСОВ, сохраняющие неизменность структуры на длинах менее 50 м с сильно наведенной киральностью до 790 об/м.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, DST, NSFC и NRF в рамках научного проекта № 19-57-80016 БРИКС_Т

Список литературы

1. Barlow A.J., Ramskov-Hansen J.J., Payne D.N. Birefringence and polarization mode dispersion in spun single-mode fibers // Applied Optics. 1981, Vol. 20. P. 2962–2968.
2. Wong, G. K. L.; Beravat, R.; Russell P. St. J. Helically twisted photonic crystal fibres. Philosophical Transactions of The Royal Society A. Mathematical Physical and Engineering Sciences. 2017, vol. 375(2087), 20150440-1 – 20150440-18.

АКТИВНО-ПАССИВНЫЙ РАДИОСЕНСОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КВ СВЯЗИ

*Иванов Д.В., Иванов В.А., Рябова Н.В., Бельгибаев Р.Р., Елсуков А.А.,
Кислицын А.А., Овчинников В.В.*

*(Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола)*

ACTIVE-PASSIVE RADIO SENSOR FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF HF COMMUNICATION

*Ivanov D.V., Ivanov V.A., Ryabova N.V., Belgibaev R.R., Elsuikov A.A.,
Kislitsyn A.A., Ovchinnikov V.V.*

(Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola)

Аннотация

Представлен созданный на основе технологий SDR, DSA, ML интеллектуальный радиосенсор, позволяющий исследовать прикладные задачи ионосферного распространения волновых пакетов с полосой частот от 3 кГц до 1 МГц в интересах дальней КВ связи. Развита методика зондирования ионосферы на предельно малых мощностях и за минимальное время; оценки доступности парциальных КВ каналов; коррекции негативных эффектов внутримодовой дисперсии в КВ каналах с полосой 1 МГц.

Abstract

An intelligent radio sensor developed on the basis of modern SDR, DSA, ML technologies is presented. Methods have been developed: sounding the ionosphere at extremely low powers and in the minimum time; assessing the availability of partial HF channels; correction of the negative effects of intramode dispersion in HF channels with a bandwidth of 1 MHz.

1. Введение

Недавние исследования [1-4] показали, что текущая диагностика ионосферных радиоканалов является эффективным способом развития телекоммуникационных систем, работающих в сложных и изменяющихся условиях. С успехами вычислительной техники существенно изменились технологии создания новых систем связи и их интегрирование в одном устройстве с сенсорными системами. Создано большое количе-

ство универсальных аппаратных платформ на основе технологии программно-конфигурируемого радио - SDR, позволяющих создавать новые интеллектуальные сенсорные системы путем разработки сложных алгоритмов и их программной реализации [1-3]. Основные новые задачи направлены на повышение возможностей КВ связи и включают: существенное снижение излучаемой мощности [6, 7]; увеличение скорости передачи информации за счет увеличения в 8 – 16 раз параллельно работающих узкополосных каналов (3 кГц), приводящее к расширению полосы WBNF парциального канала до 24 – 48 кГц [1]; увеличение структурной скрытности и автономности КВ связи за счет расширения в сотни раз (до 1 МГц) полосы связного сигнала – СРС (предпочтительно с быстрой ППРЧ) с преодолением изменяющегося во времени негативного природного явления внутримодовой дисперсии среды, создающей дополнительное кодирование для широкополосного сигнала при его распространении в ионосфере [1].

Решение поставленных выше задач основано на преодолении негативного влияния КВ радиоканала на передачу информации, и может быть пояснено двумя фундаментальными положениями.

Первое указывает, что спектр принимаемого сигнала равен произведению спектра излучаемого сигнала на частотную характеристику (ЧХ) канала:

$$U_R(j\omega, t) = U_T(j\omega) \cdot H(j\omega, t) \quad (1)$$

Второе определяет связь между отношением сигнал-шум на приеме с энергией сигнала и спектральной плотностью мощности аддитивного шума (помех) в канале:

$$SNR = 2E / n_0 \quad (2)$$

Обращаясь к формуле (1), отметим, что для систем связи передаваемая (полезная) информация содержится в спектре излучаемого сигнала. При этом в принимаемом сигнале она мультипликативно искажается ЧХ канала. Из формулы (2) следует, что защитное отношение – SNR зависит от энергии сигнала, которую при ограничении на излучаемую мощность можно увеличить за счет длительности, применяя сложный сигнал. Кроме этого, защитное отношение может быть увеличено, благодаря выбору для работы парциальных каналов с минимальной спектральной плотностью шума (уменьшение знаменателя дроби).

Обе задачи относятся к проблеме когнитивности систем связи. Метод ее решения базируется на применении интеллектуального радиосенсора канала для оценки загруженности парциальных каналов путем спектрального анализа (в реальном времени) во всем КВ диапазоне помех с разрешением 3 кГц, и оценки ЧХ широкополосного канала и ее эквализирования.

2. Интеллектуальный радиосенсор для решения задач когнитивной КВ связи

Интеллектуальный радио сенсор реализован на алгоритмическом и программном уровне на базе универсальной приемопередающей SDR платформы, персонального компьютера (ПК) и программного обеспечения (ПО) GNU Radio. ПО позволяет реализовывать несколько режимов работы в одном устройстве: диагностика узкополосных каналов с полосами 3 кГц; оценка степени загруженности каналов и интеллектуальный выбор доступных парциальных каналов для работы системы связи; оценка ЧХ широкополосного канала и обучение SDR-эквалайзера. Блок-схема интеллектуального радио сенсора приведена на рисунке 1. В задаче определения доступности КВ радиоканала использовалась методика спектральной оценки. Принимаемый сигнал в полосе 25 МГц (в диапазоне 3-28 МГц) подвергается быстрому преобразованию Фурье с числом точек 65536. В результате получаем спектр сигнала с разрешением по частоте 381,47 Гц. Для получения спектральной плотности мощности (СПМ) сигнала в канале с полосой 3,051 кГц необходимо провести усреднение по 8 соседним отсчетам. СПМ сигнала в канале с базовой полосой 3 кГц получался путем линейного пересчета мощности из СПМ сигнала в канале с полосой 3,051 кГц. Затем эти данные пересчитывались на СПМ каналов с полосой до 48 кГц. Записанные из радиоэфира спектры носят случайный во времени характер. Чтобы получить статистически устойчивую выборку спектров для оценки СПМ использовалось усреднение спектров, полученных последовательно за 1 с (рис. 1).

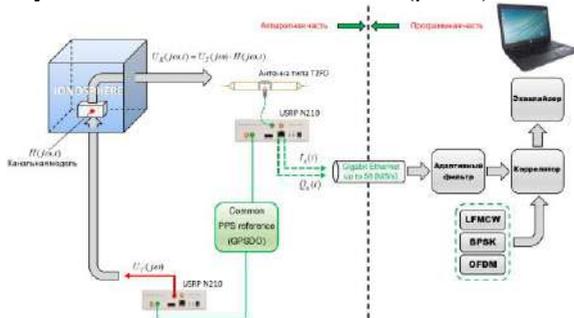


Рис. 1. Блок-схема интеллектуального радио сенсора с обратной связью

Для анализа доступности радиоканала усредненный спектр помех делился на поддиапазоны по 1 МГц. Для каждого поддиапазона строился вариационный ряд по возрастанию, бралось 3% отсчетов с наименьшей СПМ и вычислялось их среднее, чтобы определить минимальный уровень шума в каждом поддиапазоне [1-5]. Последнее необходимо для

определения нулевого уровня, от которого будем определять доступность радиоканала пороговым методом. Доступность канала определялась заданием уровня порога в 10 дБ от минимального уровня шума, превышение которого означало загруженность анализируемого канала. Для прогнозирования доступности нами использовалась метрика, названная СМА. Она соответствующей следующей гипотезе: если радиоканал свободен в течение 2-х минут, то он будет свободным и в 3-ю минуту [1-3].

Примеры данных пассивно-активного и канального зондирования интеллектуального радиосенсором приведены на рис. 2. Для ионосферных каналов возможно расширение полосы частот (до 1 МГц) путем применения предложенного метода инверсной фильтрации. В результате фильтрации, длительность ИХ уменьшалась до ~ 1 мкс, что характерно для случая отсутствия дисперсии в канале. Следовательно, при совмещении устройства эквализации с действующей системой связи полоса неискажённой передачи может быть увеличена в сотни раз.

Ионограммы НЗ зондирования: Временной ход ПЗМ и для него
 • Верхняя – пассивное - ФРК NVIS канала на частоте
 • Нижняя – активное - 5,8 МГц (Йошкар-Ола)

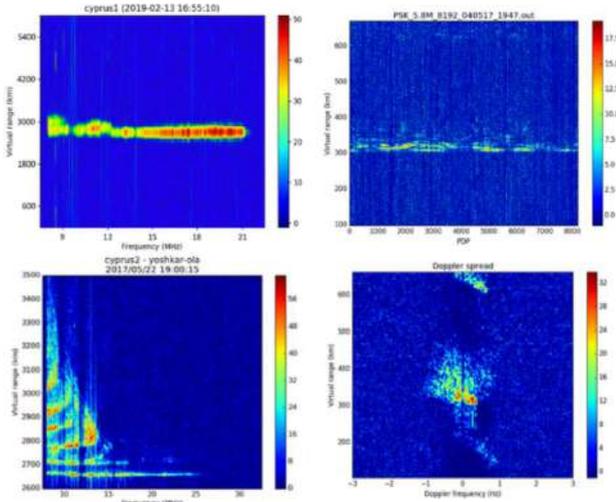


Рис. 2. Примеры полученных данных с сенсора сигналами типа LMCW, LMICW, BPSK, ФРК зондируемого канала

3. Заключение

Разработанный радиосенсор позволяет зондировать ионосферу на предельно малых мощностях и за минимальное время, что важно для геофизических исследований. Для систем КВ связи он позволяет оценивать основные характеристики упорядоченного по частоте множества каналов

с различной полосой частот, оценивать их доступность и дает возможность интегрировать данную систему в аппаратуру когнитивной СВ связи. Расширение функциональных возможностей сенсора для решения задачи существенного расширения полосы частот каналов связи путем преодоления негативного влияния частотной внутримодовой дисперсии (групповой задержки и поляризационной) достигнуто за счет применения сложных цифровых алгоритмов синтеза и обработки сигналов и применения современных ИТ технологий. Экспериментально установлено, что полоса неискажённой передачи в диспергирующих каналах ионосферной СВ связи может быть увеличена в сотни раз.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда, проект № 22-19-00073.

Список литературы

1. Иванов Д. В., Иванов В. А., Елсуков А. А. Разработка и испытание аппаратно-программного комплекса для наземного мониторинга ионосферы с применением SDR-технологии, сложных зондирующих фазокодо-манипулированных сигналов и квадратурной обработки // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2019. № 2 (42). С. 71-85. doi:10.25686/2306-2819.2019.2.71
2. Ryabova N.V., et al. Studying the algorithms of processing a FMICW signal for vertical incidence ionospheric sounding with the use of a single antenna (2018) 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 2018-January, pp. 1-4. DOI: 10.1109/SOSG.2018.8350631
3. Иванов Д.В. Оптимальные полосы частот сложных сигналов для декаметровых радиолиний // Радиотехника и электроника. – 2006. – Т. 51, № 4. – С. 389-396.
4. D. V. Ivanov, et al. Universal ionosonde for diagnostics of ionospheric HF radio channels and its application in estimation of channel availability // 12th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2018), London, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1049/cp.2018.0473.
R. R. Belgibaev, et al. Software-Defined Radio Ionosonde for Diagnostics of Wideband HF Channels with the Use of USRP Platform // 2019 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), Saint-Petersburg, Russia, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/WECONF.2019.8840637.

МЕТОД ИЛЬИНА-МОРОЗОВА: 40 ЛЕТ СПУСТЯ

Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е., Терновсков В.Т.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

IL'IN-MOROZOV METHOD: 40 YEARS LATER

Il'in G.I., Morozov O.G., Pol'sky Yu.E., Ternovskov V.T.
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В настоящем докладе рассмотрены основы амплитудно-фазовой модуляции, реализованной по методу Ильина-Морозова. Авторское свидетельство на данный метод было получено с приоритетом от 13 апреля 1983 года. Обзорно показаны основные моменты его применения в радиотехнических, оптико-электронных и волоконно-оптических системах, как метода, позволившего создать новые классы систем – двухчастотные и маломодовые. Исторически место этих систем определяется по выигрышу над одночастотными по чувствительности и полигармоническими по узкополосности при заданной разрешающей способности.

Abstract

This report discusses the basics of amplitude-phase modulation, implemented by the method of Ilyin-Morozov. Author's certificate for this method was obtained with priority dated April 13, 1983. An overview shows the main points of its application in radio engineering, optoelectronic and fiber optic systems, as a method that made it possible to create new classes of systems - two-frequency and low-mode. Historically, the place of these systems is determined by the gain over single-frequency in sensitivity and polyharmonic in narrow-band at a given resolution.

1. Метод Ильина-Морозова

Согласно представленному в [1] амплитудно-фазовому способу преобразования частоты, обеспечивающему сдвиг частоты лазерного излучения и манипуляцию его фазы, необходимо произвести операцию амплитудной модуляции (АМ), а затем коммутацию фазы полученного АМ-излучения на π при каждом прохождении его огибающей минимума.

Рассмотрен случай модуляции колебанием $S_1(t) = S_1 \cos(2\Omega t + \pi)$.
Получим $E_1=0,49E_0$, $E_3=0,007E_0$, $E_5=0,018E_0$.

Рассмотрен случай модуляции колебанием вида $S_1(t) = S_1 |\sin \Omega t|$.
Получим $E_1=0,56E_0$, $E_3=0,05E_0$.

Из анализа полученных результатов видно, что в спектре оптического излучения на выходе системы АЭМ-ФЭМ составляющая на частоте исходного колебания ω_0 подавлена, а основная доля мощности сосредоточена на боковых составляющих с частотами $\omega_0 \pm \Omega$. Нелинейность характеристик модуляторов приводит к появлению в спектре паразитных составляющих, однако их амплитуда значительно меньше амплитуды полезных составляющих и может быть уменьшена до заданного значения при уменьшении коэффициента амплитудной модуляции и увеличении скорости коммутации фазы.

2. Особенность амплитудного электрооптического модулятора

При анализе путей конструктивного упрощения устройств преобразования частоты, разработанных на основе амплитудно-фазового способа, было обращено внимание на особенности фазовой характеристики амплитудного электрооптического модулятора.

Рассмотрена работа АЭМ в «нулевой» точке ($\Gamma_{\pm} = 0$) при гармоническом воздействии $U(t) = U_m \sin \Omega t$. В этом случае, при переходе управляющего напряжения $U(t)$ через 0, произойдет скачкообразное изменение знака фазы Γ выходной оптической волны.

Анализ результатов показывает, что спектр выходного излучения модулятора в «нулевой» точке при гармоническом воздействии и углах $\alpha=45^\circ$ и $\beta=90^\circ$ содержит только нечетные гармоники на частотах $(2k+1)\Omega$. Их амплитуда определяется значением функции Бесселя $(2k+1)$ -го порядка. Фазы боковых составляющих одинаковы по величине и противоположны по знаку. Индекс j в данном выражении указывает на то, что полученные составляющие ортогональны вектору поляризации исходного одночастотного излучения. При $U_m = U_{\lambda/2}$ получим $Z=\pi/2$, $J_1(Z)=0,57$, $J_3(Z)=0,07$. Таким образом, основная доля энергии в спектре излучения содержится в первых гармониках, а сам спектр можно считать двухчастотным.

Экспериментальные исследования спектра проводились на установке со сканирующим интерферометром Фабри-Перо. АЭМ управлялся напряжением с частотой 60 МГц и амплитудой 90 В. Сканирующий интерферометр Фабри-Перо был выполнен на основе пьезокерамического цилиндра. Согласование с АЭМ осуществлялось с помощью линз.

На рис. 1, а-в представлены спектр исходного одночастотного излучения (а), спектр выходного излучения АЭМ при работе на линейном

участке (б) и в «нулевой» точке (в). Из рис. 1, в видно, что спектр выходного излучения АЭМ в «нулевой» точке является двухчастотным, его разностная частота в нашем случае равна 60 МГц.

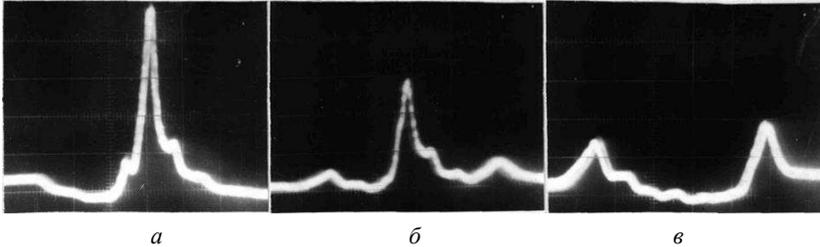


Рис. 1. Спектр исходного одночастотного излучения (а), спектр выходного излучения АЭМ при работе на линейном участке (б) и в «нулевой» точке (в).

Таким образом, результатом экспериментальных исследований явилось доказательство того, что спектр выходного излучения модулятора при работе в «нулевой» точке является двухчастотным, что было неизвестно ранее. Наличие «пичков» на спектрах объясняется возбуждением паразитных поперечных мод в интерферометре Фабри-Перо. Первые работы, использующие данную особенность за-рубежом, появились в 1988-89 гг.

3. Радиотехнические системы

Квазигармонические колебания находят широкое применение в практике радиотехнических систем. Их особенностью является соотношение узкополосности между шириной спектра ΔB и частотой несущего колебания f_C : $\Delta B \ll f_C$. К квазигармоническим относится большинство колебаний, применяемых в радиотехнике, поскольку для них практически всегда выполняется соотношение узкополосности. К указанным сигналам в первую очередь следует отнести:

- амплитудно-модулированные сигналы и их линейные преобразования, в том числе с частично или полностью подавленной несущей;
- сигналы биений, представляющие собой суперпозицию гармонических колебаний, расположенных в узкой полосе частот (необходимо отметить, что амплитудно-модулированное колебание с подавленной несущей также является сигналом биений двух боковых составляющих);
- узкополосные шумы на выходе приемных и усилительных устройств с узкой полосой пропускания.

Теория узкополосных шумов получила развитие в 60-ые годы прошлого столетия. Узкополосные шумы наиболее часто реализуются при прохождении белого шума через узкополосные фильтры. Исследованию узкополосных шумов на выходе таких фильтров посвящено достаточно

много работ. В классических работах показано, что узкополосным шумам присущ ряд особенностей. К ним, в первую очередь, следует отнести скачки фазы их высокочастотных составляющих на π . Однако, достаточно достоверного объяснения фактам изменения фазы высокочастотной составляющей на π и их временной локализации не было найдено до недавнего времени.

В настоящей работе представлены результаты систематизации уточненных положений теории квазигармонических колебаний и узкополосных шумов, представленных в работах Ильина Г.И., Ильина А.Г., Лернера И.М. и др.

4. Оптико-электронные системы

Использовании двухчастотных рефлектометрических систем позволяет решить ряд проблем гомодинных, таких как шумовые характеристики источников излучения и фотоприемников, низкочастотные шумы, характерные для структурных узлов, что значительно ухудшает их метрологические характеристики, а также функциональные возможности. В случае применения двухчастотного сигнала, системы преобразуются в гетеродинные, у которых частоты опорных и измерительных каналов не совпадают, а смещение частот достигается за счет использования устройств формирования двухчастотного лазерного излучения. При использовании двухчастотных излучений для мониторинга ВОСП со спектральным разделением каналов, а также для построения измерительных систем на основе ВБР актуальной становится проблема выбора устройства для обеспечения разноса частот порядка десятков гигагерц. В данной работе для решения данной проблемы предложено использовать модулятор Маха-Цендера, который широко применяется в современных сетях связи. Так же рассмотрены перспективные области применения двухчастотных систем, таких как измерение спектральных характеристик избирательных волоконно-оптических структур, системы измерения бриллюэновского рассеяния и ПМД, а также систем гетеродинирования в структуре ROF-сетей.

5. Адресные волоконные брэгговские структуры

Применение метода Ильина-Морозова для построения АВБС позволило получить структуры типа 2λ -АВБС с идентичными амплитудами и высокой узкополосностью при реализации амплитудно-фазовой модуляции коэффициента преломления по длине исходной ВБР. В докладе предложена теория и техника адресных волоконных брэгговских структур и нового класса радиофотонных сенсорных систем на их основе, отличающаяся от существующих тем, что в волоконной брэгговской структуре формируется две сверхузкополосные частотные составляющие, разнесенные на уникальную разностную адресную частоту. Определение смещения центральных частот брэгговских структур осуществляется по

результатам обработки сигнала биений адресных частот на фотоприемнике, по параметрам которого судят о приложенных физических полях. Поставлена и решена задача однозначного определения сдвига центральных (брэгговских) частот адресных волоконных брэгговских структур, с уникальными адресными частотами и одинаковой брэгговской частотой, объединенных в единую многосенсорную систему с приемом мультиплексированного отклика на одном фотодетекторе. Таким образом, появляется возможность избавиться от сверхдорогостоящих оптико-электронных интеррогаторов.

6. Сверхзкополосный пакет дискретных частот

Разработана концепция и создана теория и техника сверхзкополосного пакета дискретных частот, как зондирующего излучения нового типа; определена его спектральная структура для решения задач различного типа и выбраны величины разностных частот между его компонентами, исходя из компромисса между повышением чувствительности и отношения сигнал/шум измерений и уменьшением разрешающей способности измерений; дано теоретическое обоснование метрологических, технико-экономических и функциональных преимуществ использования сверхзкополосного пакета дискретных частот в радиофотонных векторных анализаторах.

Развита теория для нового класса радиофотонных векторных анализаторов на основе сверхзкополосного пакета дискретных частот, включая методы восстановления амплитудно- и фазово-частотных характеристик исследуемых фотонных устройств с произвольной спектральной характеристикой, как в общем случае при использовании n -частотного произвольного по структуре пакета, так и в частных случаях применения симметричных двух- и трехчастотных его реализаций, включая аналитическую модель для определения погрешности восстановления указанных характеристик и оценку ее основных источников.

Список литературы

1. Пат. А 1338647 SU МПК4 G02F 1/03. Способ преобразования одночастотного когерентного излучения в двухчастотное / Ильин Г.И., Морозов О.Г.; заявитель КАИ им. А.Н. Туполева; заявл. 13.04.83; опубл. 20.07.2004. – Бюлл. № 20.

УДК 681.586.5

40 ЛЕТ КАЗАНСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЕ РАДИОФОТОНИКИ – ДОСТИЖЕНИЯ И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ

*Кузнецов А.А., Морозов О.Г., Ильин Г.И., Нуреев И.И.,
Сахабутдинов А.Ж.*

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

40 YEARS OF THE KAZAN SCIENTIFIC SCHOOL OF MICROWAVE PHOTONICS – ACHIEVEMENTS AND NEW CHALLENGES

*Kuznetsov A.A., Morozov O.G., Ilyin G.I.,
Nureev I.I., Sakhabutdinov A.Zh.
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе представлен краткий экскурс в историю становления казанской научной школы радиофотоники, описание основных сформированных научных направлений и результатов, полученных в рамках их развития, включая опытную эксплуатацию оптических сенсорных систем различного назначения, спутник КАИ-1, программу дополнительного образования для подготовки кадров для предприятий ОПК. Определены векторы развития школы, исходя из стратегических направлений развития радиофотоники в РФ.

Abstract

The paper presents a brief excursion into the history of the formation of the Kazan scientific school of microwave photonics, a description of the main formed scientific areas and the results obtained as part of their development, including the trial operation of optical sensor systems for various purposes, the KAI-1 satellite, an additional education program for training personnel for defense industry enterprises. The school's development vectors are determined based on the strategic directions for the development of microwave photonics in the Russian Federation.

Радиофотоника как научное направление развивается несколько десятилетий и за это время разработана широкая база технических решений для различных задач. Одним из основных элементов любого радиофотонного устройства (см рис. 1) является модулирующий каскад. К нему предъявляется несколько требований: с одной стороны, перенос РЧ сигнала на оптическую несущую необходимо провести с минимальными искажениями, с другой стороны, для ряда применений требуется формировать оптическое излучение с особой спектральной структурой, в т.ч. и многочастотное (высоко нелинейный режим работы) [1].

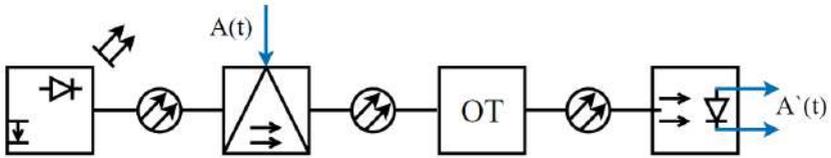


Рис. 1 – Структурная схема типового радиофотонного устройства

Указанными требованиям удовлетворяют электрооптические модуляторы на основе интерферометра Маха-Цандера (ММЦ), в зависимости от рабочей точки позволяют формировать как АМ излучение с низкими искажениями, так и двухчастотное излучение с подавлением несущей [2-5]. Последнее впервые было доказано проф. Морозовым О.Г. и Ильиным Г.И. и опубликовано в авторском свидетельстве 1338647 «Способ преобразования одночастотного когерентного излучения в двухчастотное» в 1983 году, в открытой печати оно было опубликовано в 2000 году [6]. Аналогичные выводы в зарубежных научных школах были опубликованы в 1992 году [7].

За 40 лет была сформирована казанская научная школа радиофотоники, в которой можно выделить следующие основные направления (см. рис. 2). Выполненные коллективом НИОКР по разработке волоконно-оптических измерительных систем различного назначения впитали в себя решения научной школы в части разработки систем: коммерческого учета нефтепродуктов в резервуарах (опытная эксплуатация на базе ПАО «Оргсинтез», г. Казань, август-сентябрь 2019 г.); индикации состояния контактных соединений распределительного устройства и трансформаторной подстанции (опытная эксплуатация на базе ПАО «Сетевая компания, объект РП51, г. Казань, сентябрь 2020 г.); мониторинга состояния несущих элементов конструкции здания (опытная эксплуатация на базе 5-го учебного здания КНИТУ-КАИ, г. Казань, начало: март 2022 г.); измерения температуры для наноспутника КАИ-1.



Рис. 2 – Структуры на основе ВБР

Накопленный научно-технический потенциал позволил в 2021 году по запросу АО «КРЭТ» разработать и запустить программу повышения квалификации «Радиофотонные технологии в задачах проектирования перспективных радиотехнических систем». Актуальность курса обусловлена следующим. Несмотря на относительно долгое развитие науки радиофотоники существует некоторый скепсис о ее возможностях, подкрепленный, отчасти, малой вовлеченностью целевых предприятий в исследования, и, как следствие, отсутствием широкого использования «боевых» образцов радиофотонных устройств и систем, а также отсутствием доступной отечественной элементной базы. Поэтому главная цель курса – это попытка сформировать у специалистов понимание о нише радиофотонных технологий в прикладных задачах реальных производств. Широкая география слушателей позволяет собрать на одной площадке как разработчиков элементной базы, так и их потенциальных заказчиков – разработчиков конечных устройств и систем. Образовательная компонента курса позволяет расширить кругозор слушателей, в том числе, в рамках решения практических задач по проектированию радиофотонных устройств. В реализацию программы, помимо КНИТУ-КАИ вовлечены предприятия ОПК, выступающие в качестве модераторов процесса обучения, помощь в оснащении материальной базой оказывает АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха». Первая группа слушателей в 21/22 году состояла из 19 человек, занимающихся разработкой РЭА для задач радиолокации и РЭБ. В 22/23 году набор слушателей осуществлялся более адресно и в приоритете были предприятия, в той или иной степени вовлеченные в разработку фотонных устройств и систем. Это позволило повысить уровень вовлеченности слушателей в образовательный процесс и

более осмысленно сформировать структуру курса, сделать ее более полезной с практической точки зрения.

Вектор развития радиофотоники в РФ в настоящее время формируется на уровне Правительства Российской Федерации в рамках заседания специализированной рабочей группы, которой, в частности, сформирована межведомственная комплексная целевая программа развития радиофотоники. Общую тенденцию развития прикладной науки в РФ можно определить как: опережающие прикладные научные исследования, направленные на получение продукта или технологии в ближайшей перспективе. Данный тезис всецело относится и к применению радиофотоники при проектировании перспективной РЭА и здесь научный и практический задел казанской школы радиофотоники может оказаться крайне востребованным.

Список литературы

1. Кузнецов, А.А. Сравнительная оценка способов формирования излучений в виде сверхузкополосного пакета дискретных частот / А.А. Кузнецов // Инженерный вестник Дона. – 2021. – №9. – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2021/7199, свободный (дата обращения 04.03.2023)
2. Петров В.М., Шамрай А.В., СВЧ интегрально-оптические модуляторы. Теория и практика – СПб: Университет ИТМО, 2021. – 225 с.
3. J. P. Yao Microwave photonics // J. Lightw. Technol. – 2009. – vol. 27, no. 3, pp. 314–335.
4. Il'in, G.I. Theory of symmetrical two-frequency signals and key aspects of its application / G.I. Il'in, O.G. Morozov, A.G. Il'in // Optical Technologies for Telecommunications 2013 Optical Technologies for Telecommunications 2013. – International Society for Optics and Photonics, 2014. – V. 9156. – P. 91560M.
5. Morozov, O.G. External amplitude-phase modulation of laser radiation for generation of microwave frequency carriers and optical poly-harmonic signals: an overview / O.G. Morozov [et. al.] // Optical Technologies for Telecommunications 2015. – International Society for Optics and Photonics, 2016. – V. 9807. – P. 980711.
6. Пат. А 1338647 Би МПК4 002Б 1/03. Способ преобразования одночастотного когерентного излучения в двухчастотное / Ильин Г.И., Морозов О.Г.; заявитель КАИ им. А.Н. Туполева; заявл. 13.04.83; опубл. 20.07.2004. - Бюлл. № 20.
7. O'Reilly J.J. Optical generation of very narrow line width millimeter wave signals // Electron. Lett. – 1992. – Vol. 28, No 25. – pp. 2309-2311.

ПЕРЕДАЧА СИГНАЛА В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД

Маломуж А.И.^{1,2}

*(¹Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН;
²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

SIGNAL TRANSMISSION IN THE NERVOUS SYSTEM: A MODERN VIEW

Malomouzh A.I.^{1,2}

*(¹Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific
Center, Russian Academy of Sciences, Kazan;
²Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе освещается классическая концепция передачи сигнала в нервной системе. При этом делается акцент на значительных дополнениях этой концепции в свете экспериментальных данных, полученных в последнее время.

Abstract

The report highlights the classical concept of signal transmission in the nervous system. At the same time, emphasis is placed on significant additions to this concept in the light of experimental data obtained recently.

Познание и понимание механизмов функционирования нервной системы человека является одной из центральных задач современной науки в целом, и медико-биологической, в частности. Это обусловлено не только проблемами профилактики, диагностики и лечения целого ряда неврологических и психических заболеваний, последствий травм, и т.д., но и попытками всего человечества понять: «Как работает наш мозг?». Во многом, именно на основе установленных принципов работы нервной системы базируются разработки технологий искусственного интеллекта, вследствие чего к ним часто применяется термин «нейронные сети». Однако как на самом деле работает нейронная сеть в организме? Что такое сигнал в нервной системе и как он передается? Как и зачем осуществляется регуляция передачи сигнала с нейрона на иннервируемую клетку?

Ответы на эти вопросы с позиции современной нейробиологии и легли в основу настоящего доклада.

Собственно, нервная система в организме представляет собой морфологически и функционально связанные структуры, обеспечивающие тонкую и достаточно быструю регуляцию деятельности всех систем организма в ответ на изменения как внешней, так и внутренней среды. Именно нервная система выполняет так называемую интегративную функцию в организме: она принимает сигналы, обрабатывает их и запускает ту ли иную реакцию, выражающуюся

(а) в двигательном акте;

(б) в инициации и/или регуляции работы других систем организма, включая регуляторные системы (эндокринную, иммунную);

(в) в реализации широкого спектра процессов высшей нервной деятельности (эмоции, мотивация, сон и т.д.), включая процессы когнитивного характера (обучение, память, мышление и т.д.).

Морфологическими элементами нервной системы являются непосредственно нервные клетки (нейроны), а также так называемые клетки глии. И если первые – это возбудимые клетки, то есть способные генерировать, распространять и передавать электрический импульс (потенциал действия), который и принято рассматривать в качестве сигнала в нервной системе, то вторые – не возбудимые. Глиальные клетки не способны генерировать потенциал действия, однако они представляют собой неотъемлемую часть нервной системы, поскольку выполняют опорную, трофическую, барьерную, секреторную и защитную функции для нейронов и контактов между ними.

Контакт между двумя нейронами или нейроном и ненейрональной иннервируемой клеткой называется синапсом (от греч. «соединение», «связь»). Именно в этих специализированных контактах и происходит передача нервного импульса. Различают синапсы электрические и химические.

В электрических синапсах мембраны соседних клеток плотно прилегают друг к другу и связаны между собой белковыми структурами коннексонами, которые представляют собой каналы. Через них происходит прямой перенос ионов и небольших молекул между клетками. Тесный контакт мембран и наличие коннексонов позволяет нервному импульсу быстро переходить от клетки к клетке без какой-либо задержки. При этом, на воспринимающей клетке сигнал по своим параметрам будет таким же или, что бывает чаще, слабее. Электрический синапс, как правило, является двунаправленный, т.е. нервный импульс способен проходить по нему в обоих направлениях. И если ещё недавно полагали, что передача сигнала в таких межклеточных контактах не регулируется, то в

настоящий момент уже имеются свидетельства так называемой «пластичности» электрических синапсов, т.е. связь между нейронами может усиливаться или ослабляться в зависимости от предшествующей активности синапса, как это имеет место в химических синапсах.

Химические синапсы в нервной системе млекопитающих и человека представлены в гораздо большей степени. В центральной нервной системе (головной и спинной мозг) на долю химических синапсов приходится около 99% связей между нейронами. Специфика таких контактов заключается в том, что нервный импульс передается на клетку-мишень посредством химического посредника (медиатора). В данном случае электрический сигнал передается с некоторой задержкой и только в одном направлении. При этом имеет место широкий арсенал механизмов для регуляции различных параметров сигнала. Поскольку химические синапсы значительно более распространены по сравнению с электрическими, то на их функционировании следует остановиться чуть подробнее.

В самом контакте выделяют области: пресинаптическую (окончание нейрона который передает сигнал), синаптическую щель (межклеточное пространство контакта) и постсинаптическую (область клетки-мишени, находящейся непосредственно около окончания иннервируемого нейрона). Нервный импульс, достигнув пресинаптической области приводит к открытию на мембране потенциал-чувствительных кальциевых каналов, через которые внутрь нервной терминали поступают ионы кальция и, связавшись с определенными белками, приводят к процессу выделения (экзоцитоза) синаптических везикул. Последние представляют собой многочисленные пузырьки, наполненные химическим посредником. Слияние этих пузырьков с пресинаптической мембраной приводит к выделению в синаптическую щель медиатора, который, диффундируя через межклеточное пространство, взаимодействует с особыми рецепторными белками на постсинаптической мембране иннервируемой клетки. В зависимости от природы рецепторного белка на постсинаптической мембране генерируется электрический сигнал и/или запускается сигнальный каскад реакций, приводящих к изменению метаболизма в иннервируемой клетке. Далее молекулы медиаторы или разрушаются в синаптической щели или захватываются специальными белками-транспортерами, расположенными на мембране нервной терминали и/или глиальной клетки.

Собственно, процесс передачи сигнала с нейрона на другую клетку часто называют «нейротрансмиссией» и дополнительно характеризуют определением «ергичности», т.е. обозначают химическую структуру медиатора, ответственного за передачу электрического сигнала. На настоящий момент установлено более двух десятков медиаторов, среди

которых наиболее распространенными являются ацетилхолин, норадреналин, глутамат, глицин, гамма-аминомасляная кислота, дофамин, серотонин, целый ряд пептидов, производных АТФ и т.д.

Необходимо отметить, что в синаптической везикуле, готовой к экзоцитозу, находится более-менее одинаковое количество молекул медиатора (ввиду определенной стабильности такую порцию назвали «квантом»). В ответ на потенциал действия из нервной терминали выделяется относительно синхронно от единиц до нескольких сотен (в зависимости от синапса) квантов медиатора. Количество квантов медиатора, освободившихся в ответ на нервный импульс, обозначают термином «квантовый состав», а собственно процесс нейротрансмиссии, вызванный электрическим стимулом, – «вызванным квантовым выделением». При этом установлено, что имеет место и самопроизвольное выделение квантов медиатора и такой процесс получил название «спонтанное квантовое выделение». И если до недавнего времени этому процессу не придавали значения, то сейчас он рассматривается как отдельный вид нейротрансмиссии.

В последние десятилетия был получен большой массив экспериментальных данных, значительно дополняющий традиционно сложившиеся взгляды на синаптическую передачу. Так, в частности, установлено, что:

(а) медиатор способен выделяется из нервного окончания не только порциями (квантами), но и невезикулярным (неквантовым) образом;

(б) молекулярные механизмы процессов спонтанного квантового и вызванного электрическим стимулом квантового выделения медиатора имеют свои особенности и могут регулироваться независимо друг от друга;

(в) из нервного окончания наряду с медиатором выделяется определенный набор синаптически активных молекул, модулирующих процессы выделения или рецепции основного медиатора;

(г) сигнальные молекулы, влияющие на процесс нейросекреции, могут выделяться не только из нервного окончания, но и из глиальной клетки и из клетки-мишени;

Как уже отмечалось, химическая передача сигнала предполагает широкий спектр механизмов регуляции. К настоящему моменту показаны следующие молекулярные механизмы регуляции синаптической передачи:

- Изменение квантового состава (как в сторону увеличения, так и уменьшения);

- Изменение размера кванта;

- Изменение синхронности выделения квантов медиатора;

- Изменение активности систем инактивации молекул медиатора в синаптической щели;

- Изменение чувствительности постсинаптической мембраны к медиатору.

Таким образом, на настоящий момент синапс необходимо рассматривать как достаточно сложный и пластичный межклеточный контакт, в котором имеет место целый ряд многоконтурных межклеточных сигнальных связей между пресинаптическим окончанием нейрона, клеткой-мишенью и клетками глии, что способствует увеличению надежности синаптической трансмиссии и повышает возможности ее тонкой регуляции. И это все на уровне одного синаптического контакта. Мозг же человека состоит из порядка 90 млрд. нейронов и каждый из них имеет связи с тысячами других нейронов так, что количество синапсов достигает сотен триллионов. Следовательно, биологическая нейросеть крайне широка и имеет на каждом синаптическом контакте несколько видов передачи сигнала, а также целый ряд механизмов регуляции работы контакта.

КВАНТОВЫЙ ИНТЕРФЕЙС МЕЖДУ ФАЗОВЫМ КОДИРОВАНИЕМ НА БОКОВЫХ ЧАСТОТАХ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ КОДИРОВАНИЕМ

Мельник К.С., Моисеев С.А., Моисеев Е.С.

(Казанский квантовый центр, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

QUANTUM INTERFACE BETWEEN SUBCARRIER WAVE AND POLARIZATION ENCODING

Melnik K.S., Moiseev S.A., Moiseev E.S.

(Kazan Quantum Center, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод для переноса квантового состояния фотонных кубитов с фазовым кодированием информации на боковых частотах когерентного излучения на фотонные кубиты с поляризационным кодированием информации одномодового излучения. Представлена принципиальная оптическая схема для реализации данного способа, получены экспериментальные результаты и обсуждаются перспективы его применения.

Abstract

The article discusses a method for transferring quantum states of photonic qubits with phase encoding of subcarrier wave coherent radiation information to photonic qubits with polarization encoding of single-mode radiation information. A principal optical scheme for implementing this method is presented, experimental results are obtained, and the prospects for its application are discussed.

1. Введение

Важной задачей, связанной с реализацией практических систем квантовых коммуникаций, является развитие и построение квантовых сетей [1]. Ключевое требование, предъявляемое к системам квантового распределения ключа (КРК) это возможность стабильной передачи квантовой информации на дальние расстояния [2]. Технология КРК с фазовым кодированием на боковых частотах обладает высокой стойкостью к

внешним воздействиям [3]. Для использования в квантовых коммуникациях на длинные дистанции необходима совместимость между кодированием информации на боковых частотах и квантовыми репитерами на квантовой запутанности, обычно использующих фотонные пары с поляризационным кодированием [4,5]. В работе обсуждается способ переноса квантового состояния фотонных кубитов из систем КРК на боковых частотах на фотонные кубиты с поляризационным кодированием.

2. Разработка оптической схемы квантового интерфейса и экспериментальная реализация

В начале нами была предложена линейная оптическая схема для реализации квантового интерфейса, с использованием оптических компонентов (см. рис.1) [6]. Теоретический расчет показал возможность осуществления однозначного преобразования квантового состояния фотонного кубита закодированного в фазовых соотношениях ослабленного до однофотонного уровня многочастотного когерентного излучения в квантовое состояние фотонного кубита с поляризационным кодированием.

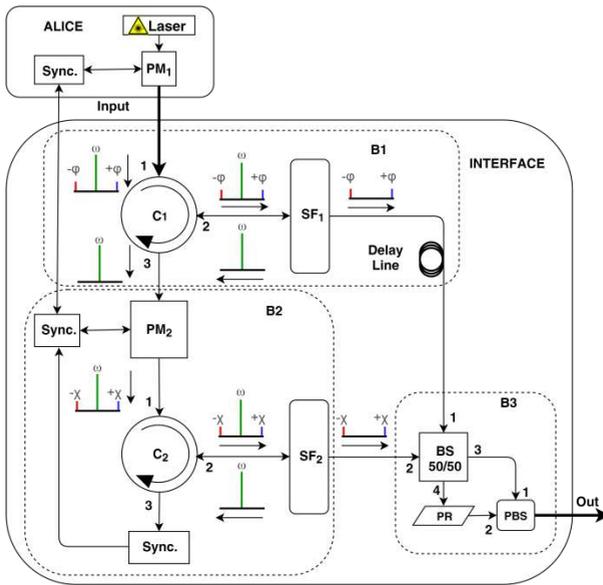


Рис. 1 – Принципиальная оптическая схема установки квантового интерфейса. Laser - когерентный источник излучения 1550нм, PM1 и PM2 - фазовые модуляторы, C1 и C2 - циркуляторы, SF1 и SF2 - спектральные фильтры, Sync. - синхронизационный детектор, BS 50/50 - бим-сплиттер, PR - вращатель поляризации, PBS - поляризационный бим-сплиттер, B1-B3 блоки установки.

Согласно предложенной оптической схеме был собран экспериментальный стенд для проверки принципиальной работоспособности предложенной схемы квантового интерфейса. Полученные на этом стенде экспериментальные результаты и их анализ с использованием оптической квантовой характеристики квантовых свойств излучения [7] показали высокую точность (96%) переноса информации между состояниями кодирования фотонных кубитов, задаваемыми фазами: 0π , $\pi/2$, π , $3\pi/2$ в поляризационные состояния: H; H+V;V; H-V (где H и V – горизонтальная и вертикальная поляризация фотона).

Важным направлением, обсуждаемым в данной работе, является разработка квантового интерфейса и иных элементов систем КРК на боковых частотах в оптических интегральных чипах [8]. Применение этого подхода должно повысить компактность и стабильность таких устройств, что повысит надежность защищаемой информации.

3. Заключение

В работе представлены теоретические и экспериментальные результаты, которые показывают возможность создания средствами линейной оптики высокоэффективного квантового интерфейса, позволяющего переводить квантовые состояния фотонных кубитов закодированных в фазовых соотношениях ослабленного до однофотонного уровня многочастотного когерентного излучения в поляризационное кодированные фотонные кубиты.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, рег.№ НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Elliott C. Building the quantum network //New Journal of Physics. – 2002. – Т. 4. – №. 1. – С. 46.
2. Pirandola S. et al. Fundamental limits of repeaterless quantum communications //Nature communications. – 2017. – Т. 8. – №. 1. – С. 15043.
3. Gleim A. V. et al. / Secure polarization-independent subcarrier quantum key distribution in optical fiber channel using BB84 protocol with a strong reference //Optics express. – 2016. – Т. 24. – №. 3. – С. 2619-2633.
4. Briegel H. J. et al. Quantum repeaters: the role of imperfect local operations in quantum communication //Physical Review Letters. – 1998. – Т. 81. – №. 26. – С. 5932.
5. Sangouard N. et al. / Quantum repeaters based on atomic ensembles and linear optics // Reviews of Modern Physics. – 2011. – Т. 83. – №. 1. – С. 33.
6. Моисеев С.А., Мельник К.С., Моисеев Е.С. “Способ для переноса фотонных кубитов с фазовым кодированием информации многочастотного когерентного излучения на фотонные кубиты с поляризационным кодированием информации одномодового излучения”, заявка на

изобретение. Рег. № 2021139217, Роспатент от 21.12.2021 г.

7. Melnik K. S., Moiseev E. S. Photonic interface between subcarrier wave and dual rail encodings //arXiv preprint arXiv:2209.11719. – 2022;

8. Sibson P. et al. Chip-based quantum key distribution //Nature communications. – 2017. – Т. 8. – №. 1. – С. 13984.

УДК 621.317.79: 621.372.85

ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА БРЭГГОВСКИХ СВЧ-СТРУКТУР В ЗАДАЧАХ ИЗМЕРЕНИЙ

Насыбуллин А.Р.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

THEORY AND TECHNOLOGY OF BRAGG MICROWAVE STRUCTURES IN MEASUREMENT PROBLEMS

Nasybullin A.R.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Доклад посвящен рассмотрению нового направления диэлектрических измерений, использующего в качестве измерительных преобразователей периодических СВЧ-структур брэгговского типа, позволяющие существенно увеличить чувствительность преобразования комплексной диэлектрической проницаемости и расширить функциональные возможности средств измерения на их основе.

Abstract

The report is devoted to the consideration of a new direction of dielectric measurements, which uses periodic Bragg-type microwave structures as measuring transducers, which make it possible to significantly increase the sensitivity of the conversion of the complex permittivity and expand the functionality of measuring instruments based on them.

Диэлектрические измерения в настоящее время играют неотъемлемую роль во многих областях науки и техники. Направление СВЧ измерений диэлектрических параметров с каждым годом получает большее

распространение в связи с внедрением новых материалов в радиоэлектронике, а достижения в СВЧ технике и микроэлектронике способствуют созданию не дорогих измерительных устройств для косвенного определения множества физических параметров сред через их взаимосвязь с диэлектрическими характеристиками в СВЧ диапазоне. Устройства оперативного контроля комплексной диэлектрической проницаемости (КДП), а также других физических и физико-химических свойств, можно объединить определением СВЧ средства диэлектрического контроля. Основные проблемы при переходе от лабораторных методов измерения к методам оперативного контроля видятся, во-первых, в трудности обеспечения требуемой точности и чувствительности, а во-вторых, в необходимости подбирать метод и используемый преобразовательный элемент для каждого варианта практического применения. В этой связи увеличение чувствительности и унификация методов и средств оперативного контроля представляются актуальными задачами.

В оптическом диапазоне структуры с брэгговским резонансом, такие как волоконные решетки Брэгга и фотонные кристаллы, получили широкое распространение в качестве датчиков физических величин. Принципы построения оптических сенсоров могут быть с успехом перенесены в радиочастотную область для осуществления диэлектрических измерений. Основное отличительное свойство брэгговских измерительных структур представляется как значительное увеличение чувствительности, впервые показанное именно в оптическом диапазоне. В периодических структурах благодаря стремлению к нулю групповой скорости при приближении к границам полосы заграждения, изменение фазовой постоянной на заданной частоте при малом приращении диэлектрической проницаемости будет больше, чем для случая однородной линии, этим объясняется повышение чувствительности [1]. Среди всего многообразия форм исполнения периодических структур в СВЧ-диапазоне следует выделить периодические структуры брэгговского типа. Определение для таких структур можно дать следующим образом: это резонансные периодические структуры, сформированные в СВЧ направляющей системе и состоящие из каскадного соединения продольно-однородных и регулярных отрезков линий. Такая конфигурация периодической структуры имеет преимущество перед оптическими аналогами в наличии большего количества параметров, способных влиять на частотные характеристики.

Рассмотрение преобразовательных свойств таких структур имеет смысл начать с обобщенной периодической СВЧ-структуры бесконечной длины, для которой наиболее проще получить выражения, описывающие основные характеристики. Модель элементарной ячейки бесконечной пе-

риодической структуры состоит из двух однородных отрезков линий передачи с длинами $k\Lambda$ и $(1-k)\Lambda$, соответственно, где Λ – длина ячейки, k – относительная длина первого отрезка. В общем случае отрезки отличаются диэлектрическим заполнением и формой поперечного сечения проводников. В местах сочленения отрезков в модели располагаются параллельные проводимости, описывающие накопление энергии при скачкообразном изменении сечения проводников или специально внедренные сосредоточенные элементы. Дисперсионные уравнения, определяемые через классическую матрицу передачи элементарной ячейки, позволяют определить чувствительность преобразования как частную производную от фазовой постоянной по диэлектрической проницаемости. График чувствительности имеет U-образную форму в пределах полосы пропускания и на границах полос заграждения стремится к бесконечности. Выяснено, что чувствительность увеличивается при уменьшении полосы пропускания, достигаемое изменением параметра k и увеличением контраста волнового сопротивления. Применение структур с одновременным периодическим изменением диэлектрического заполнения и поперечного сечения линии может оказаться удобнее для получения больших значений контраста, так как добиться их на практике только изменением поперечного сечения обычно сложно. При добавлении в модель реактивных проводимостей полосы смещаются влево по частотной оси.

Для конечной по длине периодической структуры определим функции чувствительности как частные производные от модуля и фазы коэффициента отражения (КО) и коэффициента передачи (КП) по вещественной части ϵ_r' и мнимой части ϵ_r'' КДП. Распределение функций чувствительности по частоте показывает, что преимущественно для всех справедливо утверждение, что максимумы приходятся на склоны полосы заграждения. Также можно показать, что частоты, на которых наблюдаются максимумы чувствительностей фазы по отношению к ϵ_r' и модуля к ϵ_r'' совпадают, следовательно, измерение можно проводить на одной частоте, что облегчает процесс контроля. С точки зрения подключения преобразователя к измерителю возможны два режима: отражения и передачи в зависимости от того какой коэффициент измеряется. На практике первый режим более предпочтительный, так как обеспечивает зондовый метод контроля и требует только один канал подключения к датчику. Анализируя графики зависимостей уровня чувствительности в области склонов полосы заграждения от таких параметров как количество периодов N , параметр k и контраст волнового сопротивления, можно сделать следующие выводы. В режиме отражения имеется оптимальное значение N , равное 5-10 периодов по критерию максимума чувствительности. В режиме передачи увеличение периодов приводит к улучшению чувствительности, но при этом уменьшается модуль коэффициента передачи, что

приводит к ухудшению погрешности. Поэтому наилучшим значением в обоих случаях представляется значение $N=10$. Параметр k также имеет оптимальное значение, но для правого и левого склонов полосы заграждения они отличаются. Увеличение контраста волнового сопротивления для режима отражения негативно сказывается на чувствительности, а в режиме передачи – наоборот. В целом чувствительность режима передачи оказывается выше в 2-3 раза. Если сравнить два метода измерения: в однородной линии и в периодической, то на определенных частотах чувствительность фазы коэффициента передачи по отношению к ε_r' будет выше в 6-10 раз, а модуля по отношению к ε_r'' в 2-5 раза.

Помимо структур со строго периодическим характером нерегулярностей можно предложить ряд вариантов квазипериодических структур, с помощью которых можно расширить функциональные возможности средств контроля на их основе. К таким можно отнести структуры с дефектом, заключающимся в изменении длины одной из ячеек. С их помощью можно реализовать резонансный метод контроля с локальным определением искомой величины. В структурах с линейно-изменяющимся вдоль линии периодом можно осуществить измерение в широкой полосе частот. В разупорядоченных структурах, в которых в каждой ячейке параметр k различен, реализуется многочастотное измерение.

При создании преобразовательных элементов важна их простота и эффективность, такими свойствами в СВЧ диапазоне обладают коаксиальные линии. Реализация таких структур в коаксиальном исполнении возможна в шести основных вариантах: 1) линия со ступенчатым изменением внутреннего проводника и воздушным заполнением; 2.) структура с чередующимися слоями диэлектрика и воздушного пространства; 3) комбинация первых двух вариантов; 4) диэлектрические слои и тонкие диафрагмы на внутреннем проводнике; 5) структура, объединяющая все ранее перечисленные; 6) структура с малоразмерными отверстиями в диэлектрическом заполнении линии. При измерении воздушные области линии заполняются исследуемой средой, поэтому такие структуры применяются преимущественно для контроля параметров жидкостей и порошков. Для обеспечения процесса проникновения и высвобождения среды из измерительного пространства используются малые отверстия в сплошном внешнем проводнике, либо полуоткрытые линии с особой формой экрана [2].

Опираясь на результаты моделирования различных вариантов коаксиальных периодических структур можно сформулировать рекомендации по выбору конфигурации преобразовательного элемента в зависимости от физических параметров исследуемой среды. Ранее перечисленные конструкции в совокупности позволяют охватить диапазон ε_r' до 100 еди-

ниц, а тангенс угла потерь до 0,5. Наибольшее значение чувствительности фазы от ε'_r характерно для комбинированных структур с одновременным периодическим изменением диэлектриков и проводников, для которых чувствительность изменения фазы при вариации ε'_r достигает значений 15-20 радиан на единицу ε'_r .

Преобразовательные элементы на основе полосковых линий позволяют проводить контроль параметров твердых диэлектриков с плоской поверхностью, полутвердых материалов, жидкостей с большой вязкостью и порошков. Метод контроля заключается в контактировании исследуемого слоя диэлектрика с поверхностью полосковой линии. Чувствительность фазы коэффициента передачи по сравнению с коаксиальными линиями у полосковых структур меньше из-за неоднородности в поперечном сечении линии, поэтому внедрение периодической структуры с целью увеличения чувствительности представляется оправданным. Конструктивно микрополосковые брэгговские структуры могут быть выполнены в следующих вариантах: проводник со ступенчатым изменением ширины на однородной подложке; регулярный проводник на составной подложке, образованной из двух чередующихся диэлектриков, и совместная комбинация первых двух. Применение в последней составной подложки позволяет без ухудшения общей чувствительности преобразования уменьшить величину скачкообразного перехода между проводниками, наличие которого приводит к побочному внешнему излучению. Аналогичные структуры могут быть выполнены в копланарных линиях, в которых добавление сосредоточенных управляющих элементов позволяет проводить настройку характеристик.

Список литературы

1. Насыбуллин, А.Р. Применение СВЧ брэгговских структур для измерения комплексной диэлектрической проницаемости / А. Р. Насыбуллин, Р. В. Фархутдинов, Т. М. Ишкаев, Р. Р. Самигуллин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 12-1(102). – С. 54-62.
2. Насыбуллин, А.Р. Сверхвысокочастотные брэгговские структуры в полукрытой коаксиальной линии / А.Р. Насыбуллин, О.Г. Морозов, Р.В. Фархутдинов и др. // Вопросы радиоэлектроники. – 2021. – № 1(50). – С. 4-12.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА САМОПОДОБИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ
РАЗЛИЧНЫХ ДАННЫХ: КАК ПОДОГНАТЬ ЛЮБУЮ
СЛУЧАЙНУЮ КРИВУЮ, ИМЕЮЩУЮ ЧЕТКО
ВЫРАЖЕННЫЙ ТРЕНД?**

Нигматуллин Р.Р.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**APPLICATION OF SELF-SIMILARITY PRINCIPLE IN
TREATMENT OF DIFFERENT DATA: HOW TO FIT ANY
RANDOM CURVE HAVING CLEARLY EXPRESSED TREND?**

Nigmatullin R.R.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Основываясь на процедуре редукции 3 инвариантных точек (Y_{max}, Y_{mn}, Y_{min}), можно доказать, что любая случайная кривая с четко выраженным трендом самоподобна. Это означает, что выбранная кривая, сжимаемая в ξ раз, остается инвариантной исходной кривой. Основываясь на этом, становится возможным вывести "универсальную" функцию подгонки, которая может быть применена для многих случайных кривых в различных прикладных науках, особенно связанных со сложными системами, где функция подгонки модели, полученная из простой модели, отсутствует. Автор вывел эту функцию из принципа самоподобия и продемонстрировал ее применение в доступных данных, связанных с шумами фотодиодов.

Abstract

Based on the procedure to reduction of 3 invariant points (Y_{mx}, Y_{mn}, Y_{min}) one can prove that *any* random curve with clearly expressed trend is self-similar. It means that the selected curve being compressed in ξ times is remained similar to the initial curve. Based on this it becomes possible to derive "a universal" fitting function that can be applied to fit many random curves in different applied sciences, especially related to complex systems, where a model fitting function derived from a simple model is absent. The author derived this function from the self-similarity principle and demonstrated its application in available data related to the photodiode noises.

1. The verification of the self-similar principle

Let us consider any "noisy" component that do not have clearly expressed trend. One can create a clearly expressed trend using integration procedure

$$\begin{aligned} Jy_j &= Jy_{j-1} + \frac{1}{2}(x_j - x_{j-1}) \cdot (Dy_j + Dy_{j-1}), \quad Dy_j = y_j - \text{mean}(y), \\ \text{mean}(y) &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_j, \quad j=1,2,\dots,N \end{aligned} \quad (1)$$

One can notice that reduction to 3 incident points (maximal, mean and minimal) explained in details in paper [1] in the given interval having N_b successive data points is equivalent to compression procedure. One can notice that distribution of these points inside the remaining points $[N/N_b]$ (where $[\dots]$ defined the operation of taking the integer value) is similar to the initial curve. In practice, if initial data curve has $5 \cdot 10^3 - 10^4$ data points then b is taken from the interval $[10-25]$. It is obvious that further distortions of b become useless because it can lead to the essential distortions of the initial random curve. This can be expressed as:

$$Jy(x\xi) \cong a \cdot Jy(x), \quad \xi = 1/b, \quad a \cong 1. \quad (2)$$

The solution of this functional equation can be expressed as:

$$Jy(x\xi) = Jy(\ln(x) \pm \ln \xi) = A_0 + \sum_{k=1}^{K \gg 1} \left[A c_k \cos\left(\frac{2\pi k \ln(x)}{\ln \xi}\right) + A s_k \sin\left(\frac{2\pi k \ln(x)}{\ln \xi}\right) \right] \quad (3)$$

One can notice also that the root $a=1$ is degenerated because the compression of the initial function in ξ^2 times can be proportional also to the couple of functions $Jy(x)$ and $Jy(x\xi)$. In this case we have

$$Jy(x\xi^2) = 2Jy(x\xi) - Jy(x) \quad (4)$$

Let us define the scaling operator by definition

$$D_\xi Jy(x) = Jy(x\xi) \quad (5)$$

Based on this definition one can rewrite (4) as

$$(D_\xi - 1)^2 Jy(x) = 0. \quad (6)$$

In general, if the root $a=1$ in (2) is the k -fold degenerated then one can write the following general relationship

$$(D_\xi - 1)^K Jy_k(x) = 0, \quad K=1,2,\dots, \text{ or } Jy(x\xi^K) = \sum_{l=0}^{K-1} w_l Jy(x\xi^l), \quad w_l = C_K^l = \frac{K!}{l!(K-l)!}, \quad \sum_{l=0}^{K-1} w_l = 1. \quad (7)$$

The solution of this functional equation can be expressed as

$$Jy_k(x) = \left(\sum_{k=0}^{K-1} \left(\frac{\ln(x)}{\ln(\xi)} \right)^k \right) \Pr \left(\frac{\ln(x)}{\ln(\xi)} \right). \quad (8)$$

In practice, verification of solution (8) on real data shows that the case $K=1$ does not provide the acceptable fit, while the case $K=2$ is proved to be completely satisfactory. Open the solution (8) for $K=2$ one can present the solution:

$$Jy_2(x) = A_0 + \text{Pr}_1\left(\frac{\ln x}{\ln \xi}\right) + \left(\frac{\ln x}{\ln \xi}\right) \text{Pr}_2\left(\frac{\ln x}{\ln \xi}\right), \quad (9)$$

$$\text{Pr}_s\left(\frac{\ln x}{\ln \xi}\right) = \sum_{p=1}^{p \gg 1} \left[A c_p^{(s)} \cos\left(2\pi p \frac{\ln x}{\ln \xi}\right) + A s_p^{(s)} \sin\left(2\pi p \frac{\ln x}{\ln \xi}\right) \right], \quad s=1,2.$$

If the integral curve can be expressed by (9) then the fitting parameters are expressed by parameters $\xi, A_0, A c_p^{(s)}, A s_p^{(s)}, p=1,2,\dots,P, s=1,2$. The parameter ξ accepts arbitrary value and can be located presumably inside the interval $Rg(\ln(x)) = \max(\ln x) - \min(\ln x)$, i.e. $\ln \xi < Rg(\ln x)$ or can exceed it. If the first condition is satisfied, then this case is determined as "internal fractality or self-similarity". In the opposite case $\ln \xi > Rg(\ln x)$, we have "external fractality". A possible interval for $\ln \xi$, where hidden optimal scaling can be located, is determined approximately from the inequality for $K=2$.

$$L \xi_{\min}^{\xi} \cong \left(\frac{1}{2}\right) Rg(\ln x) \leq \ln \xi \leq Rg(\ln x) \cong L \xi_{\max}^{\xi}. \quad (10)$$

How can the optimal values of $\ln \xi$ in the analysis of the available data be defined? The evaluation of the true value of $\ln \xi$ from the minimal fitting error value is explained based on the minimization of the fitting error.

Another question: is it linear functional equation (7) is optimal or not? Let us make the next step and consider the *nonlinear* functional equation of the type

$$\left[Jy(x \cdot \xi^K) \right]^s = \sum_{l=0}^{K-1} w_l \left[Jy(x \cdot \xi^l) \right]^s, \quad (11)$$

where the nonlinear parameter s is located presumably in the interval $|s| \leq 1$ and covers the well-known mean values for $s = -1$ (harmonic mean), $s = 0$ (geometric mean) and $s = 1$ (arithmetic mean). We also assume that all the functions figuring in (11) are *positive*. The case $s=0$ is considered as the limiting case

$$\begin{aligned} \left[Jy(x \xi^K) \right] &= \lim_{s \rightarrow 0} \left[\sum_{l=0}^{K-1} w_l Jy^s(x \xi^l) \right]^{1/s} \cong \lim_{s \rightarrow 0} \exp\left(\frac{1}{s}\right) \ln \left[\sum_{l=0}^{K-1} w_l \left(1 + s \cdot \ln(Jy(x \xi^l))\right) \right] = \\ &= \exp\left(\sum_{l=0}^{K-1} w_l \ln(Jy(x \xi^l))\right) = \prod_{l=0}^{K-1} \left[Jy(x \xi^l) \right]^{w_l}. \end{aligned} \quad (12)$$

Taking into account the Bellman's inequality [2] that is valid for any positive values and also including positive functions, located in the first and second quarters of the OXY axes one can conclude that

$$\prod_{l=0}^{K-1} [F(x\xi^l)]^{w_l} \leq \sum_{l=0}^{K-1} w_l F(x\xi^l), \text{ for all } F(x\xi^l) > 0. \quad (13)$$

It means that for the case $K=2$ the generalized geometric mean (GGM) being expressed in the form

$$Jy_2(x\xi^2) = [Jy_2(x\xi)]^2 [Jy_2(x)]^{-1}, \quad (14)$$

corresponds to the *global fitting minimum*. For the fitting purposes it is necessary to take the natural logarithm from (13) and consider the fitting function $LY_2(x) = \ln(y_2(x))$. Taking into account the Bellman's inequality (13) it is necessary to shift the initial function into the positive region

$$JY_2(x) = \frac{[Jy_2(x) - \min(Jy_2(x))] + 1}{\text{Range}[Jy_2(x) - \min(Jy_2(x))]}, \text{ Range}(F(x)) = \max(F(x)) - \min(F(x)). \quad (15)$$

Therefore, all fitting functions can be prepared in accordance with expressions (15) and (14) and simultaneous fitting functions as $Jy_2(x)$ and its natural logarithm

$$LJy_2(x\xi^2) = 2LJy_2(x\xi) - LJy_2(x). \quad (16)$$

For input variable x we choose a "universal" uniform and normalized to the unit value the following scale

$$x_j = \frac{j + 10^{-5}}{N}, \quad Lx_j = x_0 + x_j \cdot (x_N - x_0) \quad (17)$$

The presentation of input data vs. x_j is very convenient because it is easy to restore any required scale identifying the initial x_0 and final x_N parameters.

2. The verification on real data

The wide class of random curves are similar to each other, not only the Weierstrass-Mandelbrot function [3].

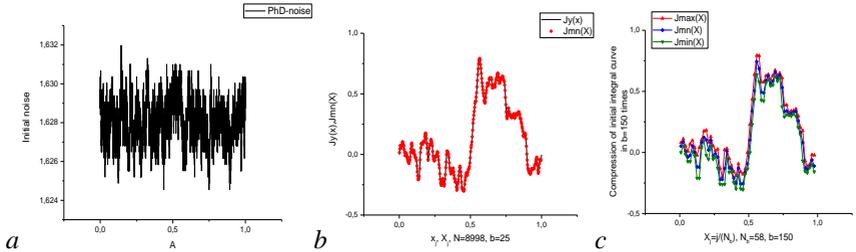


Fig.1. (a). Initial noise recorded from a photodiode. (b) Integrated noise performed with the help of expression (1). The red points form the same integral curve compressed in $b=25$ times. (c) The same curves are distorted at the value of compression $b=150$.

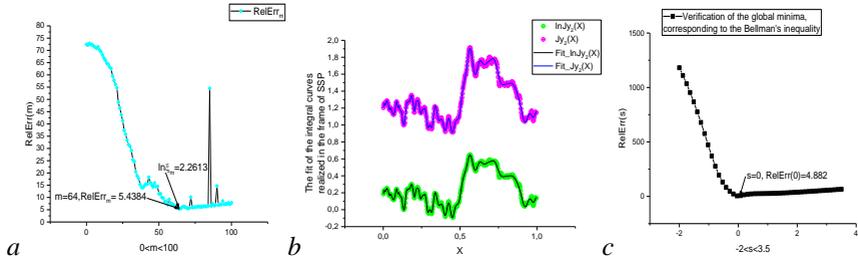


Fig.2. (a). The search of the optimal value for the $\ln(\xi_{opt}) = 2.2613$ from the minimization of the relative error value. (b) The final fit of the functions (15) and (16). (c). Figure confirms the validity of the Bellman's inequality (13) and importance of the GG mean.

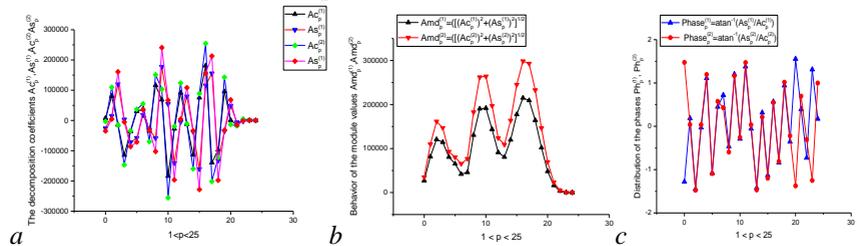


Fig.3. (a) Distribution of the decomposition coefficients $AC_p^{(1,2)}$, $AS_p^{(1,2)}$ in decompositions (9); the behaviors of the modulus values (b) and phases (c).

3. Results and discussions

Many random curves because of application the procedure as the reduction to three incident points are similar to initial curve containing large number of data points. The value of the compression parameter b depends on initial number of data points. In the considered case one initial number of data points equals $N_b=8998$. Compression of this curve in $b=25$ times leaves initial curve invariant to its compressed replica as one can see in Fig. 1(b). It facilitates the fitting procedure and allows to derive the fitting function (9) containing in total $2P+2$ fitting parameters. A specific spectrum relatively parameter p and Figs 3 (a,b,c) reflect the behavior of the fitting function (9) in a new space. This innovation based on the SSP will be applied in data transmission, cryptography and other data processing data areas where compression data is important procedure.

Список литературы

1. Nigmatullin, R.R., Lino, P., Maione, G. Manual. New Digital Signal Processing Methods Applications to Measurement and Diagnostics. ISBN 978-3-030-45359-6 (eBook). Springer -2020.
2. Beckenbach, E. F., & Bellman, R. Inequalities (Vol. 30). Springer Science & Business Media (2012).
3. J.Feder. Fractals. Plenum Press, New York and London, 1988.

ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЕ МОДУЛЯТОРЫ НА НИОБАТЕ ЛИТИЯ: ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОВЕДЕНИЯ И ИХ СВЯЗЬ СО СТРУКТУРОЙ КРИСТАЛЛА

Пономарёв Р.С.

(Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь)

INTEGRATED-OPTICAL MODULATORS BASED ON LITHIUM NIOBATE: PECULIARITIES OF THE TEMPERATURE BEHAVIOR AND THE CRYSTAL STRUCTURE

Ponomarev R.S.

(Perm State University, Perm)

Аннотация

Работа посвящена исследованию связи между состоянием исходного кристалла ниобата лития, методами и режимами формирования оптических канальных волноводов в ниобате лития, способам сборки и тестирования оптических модуляторов на их основе, температурной стабильности работы указанных устройств. Рассматривается влияние пьезоэлектрического и электрооптического эффектов в системе с подвижными заряженными дефектами на показатель преломления канальных волноводов, включая процессы прекращения каналирования излучения при нагреве и охлаждении образцов амплитудных и фазовых модуляторов.

Abstract

The work is devoted to the study of the relationship between the state of the lithium niobate crystal, methods and modes of formation of optical channel waveguides in lithium niobate, methods for assembling and testing optical modulators based on them, and the temperature stability of the operation of these devices. The influence of pyroelectric and electro-optical effects in a system with mobile charged defects on the refractive index of channel waveguides is considered, including the processes of termination of radiation channeling during heating and cooling of samples of amplitude and phase modulators.

1. Введение

Интегрально-оптические модуляторы света на основе ниобата лития являются основой современных волоконных магистральных систем

передачи данных. Несмотря на бурное развитие фотонных систем на альтернативных материальных платформах, таких как материалы типа A_3B_5 , InP, Si_3N_4 , SOI, стеклах и полимерах, интегрально-оптические схемы на ниобате лития являются единственным типом активных устройств, которые производятся крупными сериями с гарантированными паспортными характеристиками. Широкое применение ниобата лития связано с относительной простотой создания в нем оптических волноводов, согласующихся с одномодовыми оптическими волокнами без специальных переходных элементов – линзованных оптических волокон и волноводных тейперов.

Вторым важным направлением применения модуляторов на ниобате лития является производство волоконно-оптических гироскопов (ВОГ) для систем инерциальной навигации. В ВОГ модуляторы на ниобате лития используются для разделения и сведения оптических пучков, поляризации распространяющегося излучения и внесения фазовой задержки, необходимой для работы гироскопа в области максимальной чувствительности. При этом модулятор должен иметь стабильные оптические характеристики в широком диапазоне температуры, от минус 60 до плюс 80 °С.

В данный момент в гироскопических приложениях наиболее широко распространены модуляторы на основе протонообменных канальных волноводов. Это обусловлено тем, что в ходе замены ионов лития протонами, образуются волноводы, обладающие сильными поляризующими свойствами, чего нет в волноводах, создаваемых методом диффузии титана. Это позволяет избежать применения дополнительных поляризаторов в системе гироскопа, но требует строгого соблюдения направления осей в оптическом волокне, сохраняющем поляризацию излучения, относительно волновода, в котором распространяется только ТЕ-мода излучения.

Волноводы в объемных кристаллах ниобата лития формируются обычно с помощью ионного обмена, который начинается от поверхности кристалла, приводя к замещению ионов в приповерхностном слое кристалла глубиной до 10 мкм. Важно отметить, что первые 10 – 20 мкм толщины кристаллической пластины лежат приходится на поврежденный слой, образующийся в результате резки кристаллической були, шлифовки и полировки пластины. Этот слой по своему составу, структуре и свойствам весьма значительно отличается от недеформированной части кристалла [1].

Сам кристалл ниобата лития является полярным диэлектриком, принадлежит к пространственной группе $R3c$, обладает сильным пьезоэлектрическим, пьезоэлектрическим и электрооптическим эффектом, фо-

торефракцией и нелинейными свойствами. Таким образом, перед учеными и инженерами, занятыми в разработке и производстве модуляторов на ниобате лития стоит весьма нетривиальная задача: необходимо создать в поврежденном слое кристалла, обладающего множеством сильных физических эффектов оптические волноводы, стабильные в широком диапазоне температуры и прикладываемого напряжения, причем способ создания волноводов предполагает внесение в структуру кристалла множества подвижных заряженных дефектов – протонов. Обзору результатов решения данной задачи посвящена настоящая работа.

2. Реальная структура ниобата лития.

Кристаллы ниобата лития, применяемые в производстве интегрально-оптических схем, имеют конгруэнтный состав, содержащий 48,6 молекулярных процентов Li_2O . На первый взгляд это кажется странным, но в таких кристаллах волноводы получаются гораздо более стабильными во времени и с лучшей повторяемостью, по сравнению с кристаллами стехиометрического состава. Состав кристаллов существенно меняется по глубине при движении от поверхности, причем поврежденный приповерхностный слой содержит не только литиевые вакансии, но и дополнительно обогащен кислородом (рис.1.) Начиная с глубины 12 мкм от поверхности состав кристалла выравнивается и приближается к паспортному значению.

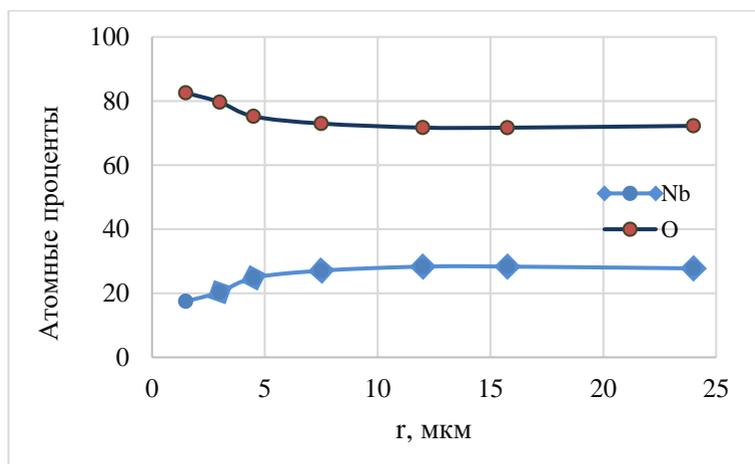


Рис. 1. Содержание ионов кислорода и ниобия в приповерхностном слое ниобата лития.

Электронные микрофотографии образца показывают наличие в припо-

верхностном слое нескольких подслоёв, отличающихся по механике разрушения, а значит и по своей структуре (рис.2).

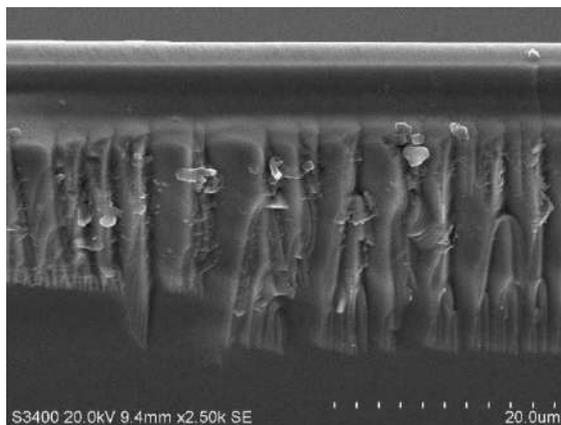


Рис. 2. Электронная микрофотография свежего скола образца ниобата лития X-среза производства Crystal Technology. Виден светлый слой толщиной около 2 мкм, лежащий под ним темный слой без следов излома и обширная область с множеством язычков скола и сложной структурой.

Следует отметить существенное отличие подобных электронных микрофотографий для образцов кристаллов разных производителей при номинально идентичных параметрах кристаллов (состав, шероховатость, содержание дефектов). Это отличие является, по-видимому, главной причиной плохой воспроизводимости результатов исследований и производства модуляторов при смене производителя кристаллов.

3. Результаты температурных испытаний модуляторов.

Для проведения температурных испытаний использовались модуляторы фазы, построенные по схеме Y-разветвителя и модуляторы интенсивности излучения, построенные по схеме интерферометра Маха-Цендера. Модуляторы были изготовлены в ПАО ПНППК (Пермь) по стандартному фотолитографическому процессу для протонного обмена с последующим отжигом, полярные грани кристалла не закорачивались. Для проведения температурных испытаний использовалась малоразмерная настольная термокамера на основе каскада элементов Пельтье, позволяющая проводить быстрый нагрев и охлаждение образцов в бескорпусном варианте исполнения. Оптические потери измерялись с помощью измерителя оптической мощности с возможностью записи сигнала и с помощью инфракрасной камеры Ophir Spiricon SP-503, которая фокусировалась на торце чипа интегрально-оптической схемы.

Наиболее интересные результаты были получены при охлаждении

чипа фазового модулятора со скоростью около $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ при съемке ИК-камерой. До начала охлаждения изображение камеры включало в себя два ярких пятна, соответствующих выходам двух волноводов Y-разветвителя (рис. 3А). Далее во время охлаждения последовательно наблюдалось перетекание оптической мощности из одного канала модулятора в соседний канал (рис. 3Б), прекращение каналирования излучения (рис. 3В) и его последующее восстановление для одного оптического канала (рис. 3Г).

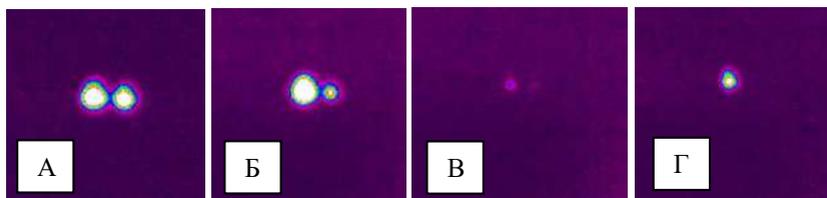


Рис. 3. Фотографии торца чипа фазового модулятора, полученные с помощью ИК-камеры. Расстояние между пятнами составляло 400 мкм. Показаны различные фазы изменения оптического сигнала при охлаждении образца. А) Исходное состояние модулятора. Б) Перетекание оптической мощности. В) «Выключение» обоих волноводов. Г) Восстановление работы волноводов.

Из рис.3 видно, что воздействие температуры на чип модулятора приводит к весьма значительному изменению оптических характеристик волноводов, вплоть до прекращения их функционирования. Это связано с тем, что изменение температуры ведет к возникновению электрического поля в кристалле, обусловленного действием пироэлектрического эффекта. Это поле приводит к перераспределению заряженных дефектов вблизи волновода и действию локального эффекта Поккельса, приводящего к снижению контраста волноводов вплоть до критических значений. Как видно из рисунка, эффект является частично обратимым, работоспособность волноводов восстанавливается.

4. Заключение

Применение интегрально-оптических схем на ниобате лития может быть расширено при условии всестороннего изучения процессов, протекающих в кристаллической решетке в ходе эксплуатации изделия и учета реальной структуры кристалла, образующейся в результате обработки кристаллической пластины и процесса формирования волноводов. Отсутствие учета этих параметров приводит к плохой воспроизводимости результатов производства и высокой конечной стоимости интегрально-оптических схем.

Список литературы

1. Sosunov, A. V., Ponomarev, R. S., Mushinsky, S. S., Minkin, A. M., & Volyntsev, A. B. Influence of lithium niobate sublayer structure to refractive index of optical waveguides // *Ferroelectrics*. – 2016. Vol. 494(1). – P. 131–137.

УДК 681.586.5

СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА РАДИОФОТОННЫМ МЕТОДОМ

*Соколов В.С., Морозов О.Г., Морозов Г.А., Ильин Г.И.,
Мисбахов Рус. Ш., Мисбахов Рин. Ш., Кузнецов А.А., Сарварова Л.М.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

MEASUREMENT INSTRUMENT FOR THE RELATIVE FREQUENCY RESPONSE OF AN ELECTRO-OPTIC MODULATOR USING THE RADIO-PHOTON METHOD

*Sokolov V.S., Morozov O.G., Morozov G.A., Ilyin G.I., Misbakhov Rus. S.,
Misbakhov Rin. Sh., Kuznetsov A.A., Sarvarova L.M.
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье представлены основные принципы концепции сверхузкополосного пакета дискретных частот (СПДЧ) для построения радиофотонного анализатора (РФА) спектральных характеристик амплитудного электрооптического модулятора Маха-Цендера (ММЦ), основанного на двойном преобразовании лазерной несущей в симметричное двухчастотное излучение по методу Ильина-Морозова, и характеризующегося высоким разрешением при низкой стоимости. Предложенная реализация отличается универсальной элементной базой и обоснованным выбором разностной частоты – разрешающей способности измерений в 50 МГц на принципах СПДЧ.

Abstract

This paper presents the basic principles of the concept of an ultra-narrowband discrete-frequency package (SPDF) for constructing a radio-photon analyzer of spectral characteristics of the amplitude electro-optical modulator Mach-Zender, based on the double conversion of laser carrier into symmetrical

two-frequency radiation according to the Ilyin-Morozov method, and characterized by high resolution at low cost. In this case, the proposed implementation is distinguished by a universal element base and a reasonable choice of the difference frequency - the resolution of measurements in 50 MHz on the principles of SPDF.

Недавно был предложен радиофотонный метод измерения частотной характеристики широкополосного ММЦ с самокалибровкой, основанный на модуляции в нем двух несущих и использовании калиброванного фотоприемника (КФП) с узкополосным фильтром на выходе [1]. По сравнению с методом гетеродинамирования требования к полосе пропускания КФП значительно снижены. По сравнению с методом двухчастотной модуляции требуется только один перестраиваемый СВЧ источник в виде электронного анализатора цепей. Однако, для его реализации используется дополнительный акустооптический модулятор и интерферометрическая схема для формирования двухчастотной несущей, выбор разностной частоты между ее компонентами в 100 МГц, определяющей разрешающую способность измерений, не обоснован, а их амплитуды, как правило, не одинаковы, что приводит к необходимости измерения информационного сигнала с учетом плавающей постоянной составляющей.

Решением может быть применение сверхузкополосного дискретного пакета частот (СПДЧ), как нового типа зондирующего излучения [2-4]. СПДЧ, содержащий две и более частотные компоненты с фиксированными разностными частотами, максимальная из которых подобрана таким образом, что при прохождении такого излучения через исследуемое устройство, изменение амплитуд всех гармоник происходит пропорционально одной и той же величине, а минимальная – превышает спектральную ширину лазера, при этом начальные фазы каждой из компонент строго детерминированы, а их разность известна. Реализованные выше требования к СПДЧ позволяют: исследовать модуляторы и фильтры с произвольными спектральными характеристиками; исключить необходимость обработки постоянной составляющей сигнала; анализировать сигнал на выходе фотоприемника на фиксированных и заранее известных разностных частотах. В общем случае число компонент, их начальные амплитуды, фазы и шаг частот могут быть произвольными (но известными). В данной статье будем использовать частный случай СПДЧ – двухчастотное зондирующее излучение, полученное по методу Ильина-Морозова [5] и его реализация на АЭО ММЦ [6].

На рис. 1,а представлена структурная схема РФАСХ для демонстрации метода контроля спектральных характеристик тестируемого АЭО ММЦ. Непрерывное лазерное излучение (рис. 1,б) с амплитудой E_C и несущей частотой f_C поступает с перестраиваемого лазерного диода

(ПЛД) на калиброванный АЭО ММЦ (АМ1), работающий в «нулевой» точке модуляционной характеристики для достижения двухполосной модуляции на разностной частоте f_B (генератор G1) с подавленной несущей. На выходе АМ1 генерируются нижняя боковая полоса на частоте $f_C - f_B/2$, несущая частота f_C , подавленная до уровня 25-30 дБ, и верхняя боковая полоса на частоте $f_C + f_B/2$ (рис. 1, в). Полученное практически двухчастотное излучение поступает на тестируемый АЭО ММЦ (АМ2), также работающий в «нулевой» точке, для достижения двухполосной модуляции на частотах зондирования модулятора f_P с подавленной несущей.

На выходе тестируемого АМ2 генерируются нижняя боковая полоса на двух частотах $f_C - f_P \pm f_B$, верхняя боковая полоса на двух частотах $f_C + f_P \pm f_B/2$, в состав которых также входят подавленные до уровня 25-30 дБ частоты $f_C \pm f_B/2$ (рис. 1, в). Несущая частота f_C также формирует две составляющие на частотах $f_C \pm f_P$, которые в силу малости амплитуды несущей и дополнительного влияния коэффициента модуляции, также как и саму несущую на выходе тестируемого АМ2, дополнительно подавленную на 25-30 дБ, можно не учитывать.

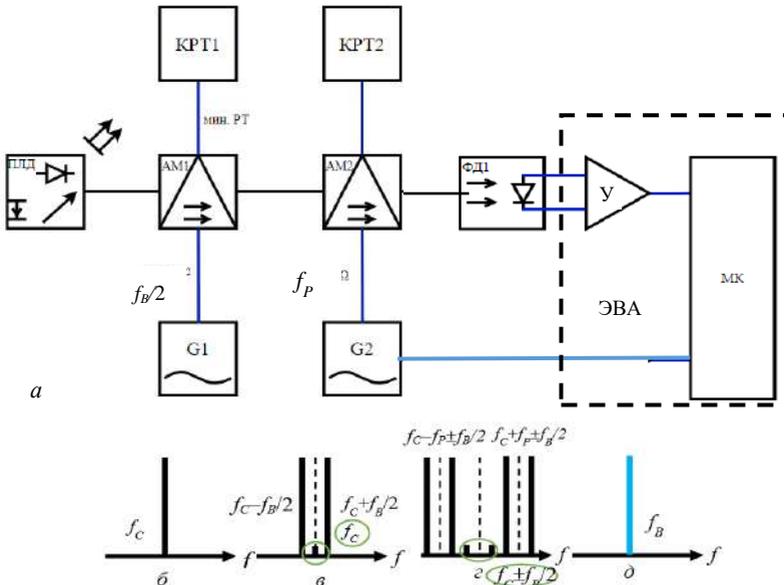


Рис. 1. Радиофотонный анализатор спектральных характеристик: структурная схема (а); выходное излучение ПЛД (б); выходное излучение АМ1 (в); выходное излучение АМ2 (з); выходной радиосигнал КФП (д)

Обе боковые полосы несут информацию о спектральной характеристике исследуемого модулятора в области частоты зондирования f_p . После фотосмещения на выходе КФП ФД1 генерируется составляющая на разностной частоте f_B (рис. 1, *з*), мощность которой является откликом тестируемого АМ2 на частоте f_p . Следовательно, сканируя частоту зондирования f_p с помощью генератора G2 можно получить спектральный отклик тестируемого АМ2 на фиксированной низкочастотной компоненте, равной разностной частоте f_B . Относительный частотный отклик тестируемого АМ2 может быть вычислен нормировкой мощности полученных сигналов к мощности сигнала на реперной частоте f_R , которая, как правило равна 1 ГГц [1].

Для проверки работоспособности метода проведен эксперимент в диапазоне до 8,5 ГГц. В макете использован ПЛД на С+L диапазон (Quantifi Photonics), настроенный на длину волны 1550,108 нм для генерации непрерывного излучения мощностью 10 дБм. В качестве калиброванного и тестируемого АЭО ММЦ использованы коммерческие амплитудные модуляторы с полосой до 10 ГГц (MXAN-LN-10), напряжение смещения постоянного тока которого регулировалось контроллером рабочей точки (KPT1 и KPT2, рис. 1, *а*) МВС-AN-LAB (iXBlue) для достижения двухполосной модуляции с подавленной несущей. Выходной модулированный оптический сигнал тестируемого АМ2 преобразовывался с помощью КФП ФД1 P40A (Apic). Калиброванный электронный векторный анализатор цепей FSH8 (R&S) генерировал одночастотный СВЧ сигнала с частотным сканированием, подаваемый на АМ2, и измерял мощность восстановленного сигнала на разностной частоте f_B .

Выбор значения разностной частоты f_B сводится к определению по рис. 2, *а* точки пересечения кривых шумовой характеристики ФД и разрешающей способности измерений (для симметричного двухчастотного зондирующего сигнала она равна разностной частоте СПДЧ) и составил 50 МГц.

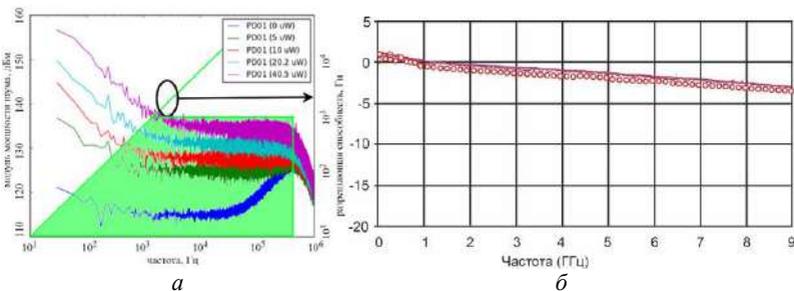


Рис. 2. К выбору разностной частоты зондирования РФАСХ (*а*), относительная частотная характеристика S_{21} тестируемого АЭО ММЦ (*б*)

На рис. 2,б представлена измеренная относительная частотная характеристика тестируемого АЭО ММЦ S_{21} (дБ), красная, фиолетовая линии и красные кружки – результаты измерений с использованием метода изготовителя, его фиттинга и предлагаемого метода соответственно в избранных точках. Таким образом, предложенный метод применим для определения частотной характеристики ММЦ с высоким разрешением.

Оптическая несущая не может быть полностью подавлена в АЭО ММЦ из-за ограниченного коэффициента ослабления (обычно 20-30 дБ), который может быть вызван несимметричной архитектурой интерферометра. Следовательно, уровень не до конца подавленной несущей вносит погрешность измерения в предлагаемый метод. При измерении коэффициент подавления несущей может еще больше уменьшиться по сравнению с показанным на рис. 1,в из-за дрейфа смещения постоянного тока и относительно низкого индекса модуляции. Однако при повторном преобразовании в АМ2 ее значение уменьшается еще на 20-30 дБ, что позволяет существенно снизить ее влияние на погрешность измерений. Кроме того, в отличие от [1] амплитуда составляющих зондирующего излучения одинакова, что позволяет обрабатывать его без постоянной составляющей сигнала биений, поскольку он всегда привязан к нулю.

Таким образом, предложен и экспериментально продемонстрирован новый подход измерения относительной частотной характеристики широкополосных АЭО ММЦ, основанный на модуляции двухполосным двухчастотным излучением с подавленной несущей и низкочастотной регистрацией, огибающей их биений на разностной частоте, обоснованный выбор которой составил 50 МГц, что и определило разрешающую способность.

Список литературы

1. Zhang Z.Y., Lyu W., Liu Y. et al. Relative frequency response measurement of Mach-Zehnder modulators utilizing dual-carrier modulation and low-frequency detection // Optics Express. 2022. V. 30. № 16. P. 285569-28576.
2. Кузнецов А.А. Концепция построения радиофотонных оптических векторных анализаторов нового типа // Электроника, фотоника и киберфизические системы. 2021. Т. 1. № 1. С. 47-55.
3. Кузнецов А.А. Сравнительная оценка способов формирования излучений в виде сверхзкополосного пакета дискретных частот // Инженерный вестник Дона. 2021. № 9. С. 8.
4. Kuznetsov A.A. Optical vector analyzers for multiplicative fiber optic sensors probing. formulation of the problem // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2021. P. 5.

5. Морозов О.Г., Ильин Г.И. Амплитудно-фазовая модуляция в системах радиофотоники // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2014. № 1 (20). С. 6-42.

6. Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е. А.С. СССР 1477130. Двухчастотный лазерный излучатель // Заявитель КАИ им. А.Н. Туполева; заявл. 03.03.86; опубл. 20.07.2004. Бюлл. 2004. № 20.

УДК 378.1, 378.096

СОЗДАНИЕ В КНИТУ-КАИ НАУЧНОЙ-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ СПОРТИВНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Юсупов Р.А., Морозов О.Г., Алибаев Т.Л.

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)

CREATING A SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL PLATFORM OF SPORTS ENGINEERING IN KNRTU-KAI

Yusupov R.A., Morozov O.G., Alibaev T.L.

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Приводится обоснование создания в КНИТУ-КАИ инновационной научно-образовательной платформы спортивной инженерии на базе НИИ «Медико-биологической и спортивной инженерии» (НИИ МБиСИ) и кафедр «Цифровой экономики» и «Радиофотоники и микроволновых технологий». Научно-образовательная платформа создается для проведения фундаментальных теоретических и прикладных экспериментальных исследований, а также подготовки специалистов в различных областях науки с акцентом на приложение полученных ими результатов и компетенций в спорте высоких достижений, профилактики заболеваний спортсменов и их реабилитации.

Abstract

Justification for the creation of an innovative scientific and educational platform for sports engineering at KNRTU-KAI on the basis of the R&D Institute "Medical Biological and Sports Engineering" (R&DI MBSE) and the departments of "Digital Economics" and "Radio Photonics and Microwave

Technologies" is given. The scientific and educational platform is being created to conduct fundamental theoretical and applied experimental research, as well as training specialists in various fields of science, with an emphasis on applying their results and competencies in sport of high achievements, preventing diseases of athletes and their rehabilitation.

История развития спорта как сферы деятельности человека неразрывно связана с развитием технологий во все исторические периоды развития человека, общества, государств. Если проследить истории развития спорта и технологий, то можно увидеть, что в этом параллельном развитии нет очевидных лидеров – развитие инженерных технологий рождает новые орудия, инструменты и снаряжение для спорта, говоря современным языком – спортивное оборудование и экипировку, которые дают толчки развитию спорта или рождают новые виды спорта. И наоборот, развитие того или иного вида спорта порождает необходимость появления новых видов оборудования, инвентаря, экипировки и новых спортивных сооружений.

Все это заставляет кроме развития традиционных подходов, тренировочных и методических методов искать все новые пути повышения результатов. И если на предыдущей стадии развития спорта большее внимание в этом направлении уделялось медико-биологическим методам, зачастую на грани допинга, то после выстраивания хотя и не бесспорной, но жесткой и эффективной системы противодействия допингу, работа в этом направлении перестает приводить к желаемым результатам и все чаще приводит к аннулированию побед, к манипуляциям и скандалам. Таким образом, имеются все основания говорить о соревновании инженеров и технологов в спорте или о спорте инженеров, которое сопровождает современное развитие спорта, а также сформировать понятие «технологический допинг».

Анализ этих аспектов позволяет сформулировать понятие «технологический допинг», как использование инновационных инженерных технологий для создания искусственных преимуществ спортсмену на соревнованиях, не связанных с функциональной, психологической и тактико-технической подготовкой спортсмена. Подчеркнем при этом, что использование инновационных инженерных технологий в тренировочных процессах не подпадает под прямое понятие допинга, не наносит вреда и будет лишь стимулировать развитие спорта.

В последнее десятилетие в связи с бурным развитием информационных технологий на уровне научно-технологических задач в спорте появился новый вид инновационных технологий, который можно отнести к сфере удаленного мониторинга различных параметров движений и функционального состояния спортсменов в режиме тренировок, в том числе и

в реальном времени. Появилась возможность получения огромного количества данных о спортсмене или командах, об их движениях и взаимодействии.

Интересно и показательно влияние спортивной инженерии и на паралимпийский спорт. Прогресс в области протезирования уже привел к нескольким скандалам с участием спортсменов-паралимпийцев, которые обвинялись в том, что победили за счет более совершенных технических средств. И если совсем недавно такие устройства разрабатывались в основном для того, чтобы восстанавливать или компенсировать недостающие возможности, то в последние годы устройства стали достаточно совершенными для того, чтобы предоставить преимущество любому атлету, который решит их использовать не только в параолимпийском спорте.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что с недавних пор, а тем более в будущем победить в соревнованиях без использования достижений технологов и инженеров будет почти невозможно. Те страны и федерации спорта, которые это поняли раньше, и в дальнейшем будут получать преимущества и победы.

Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года к числу основных вызовов на долгосрочный период относит глобальную конкуренцию в спорте, вызывающую в ведущих странах мира интенсификацию разработок высокотехнологических подходов к развитию спорта высших достижений. Как отмечено в Стратегии, в Российской Федерации все еще сохраняется отставание от ведущих спортивных держав в развитии и внедрении инновационных спортивных технологий.

Одной из причин недооценки роли технологических инноваций в спортивной сфере является консервативная позиция спортивных федераций, низкая техническая грамотность тренеров и менеджеров в спортивных федерациях, а также недостаток финансирования на проведение НИОКР по спортивному инвентарю, приборам и экипировке.

Следует отметить, что создание инновационных инженерных решений для спорта процесс длительный и непрерывный. И если в последние несколько лет уровень финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в спорте стал повышаться, то в области образования подготовка спортивных инженеров, технических специалистов (по подготовке и обслуживанию оружия, лыж, автоматотехники, трасс, бассейнов, полей и т.д) пока не ведется ни в одном ВУЗе Российской Федерации. Настало время для введения в учебные программы технических ВУЗов направления «Спортивная инженерия» с привлечением специалистов спорта. Необходимо также скорректировать в данном

направлении программы переподготовки и дополнительного образования тренеров и спортсменов.

Глобализация мировой экономики дает нам возможность использовать передовые зарубежные технологические компоненты для разработки и производства собственного инновационного спортивного оборудования и инвентаря, используя наш главный резерв – научный потенциал КНИТУ-КАИ. Таким образом, развитие инновационных инженерных технологий будет сопровождаться внедрением в спорт и оказывать все более сильное влияние на него. Назрела необходимость обратить внимание на использование «технологического допинга» в спорте, проанализировать и выработать общие «технологические регламенты» с одной стороны и использовать новые возможности образования в области спортивной инженерии для развития спорта с другой.

1. МИКРОВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 621.391

ОЦЕНКА ЗАГРУЗКИ СОТОВОЙ СЕТИ LTE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПО FALCON

Агеева Т.В.

Научный руководитель: Гайсин Артур Камилевич, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EVALUATION OF CELL LOAD OF THE LTE NETWORK USING FALCON

Ageeva T.V.

Supervisor: Arthur K. Gaysin, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается наиболее точный метод оценки загрузки ячейки сети LTE на основе декодирования управляющей информации при помощи программного обеспечения «FALCON» и программно-определяемого радио.

Abstract

The article discusses the most accurate method for assessing the load of an LTE network cell based on decoding control information using the FALCON software and a software-defined radio.

1. Введение

Данные, полученные измерениями нагрузки соты традиционными методами, например, драйв тесты, охватывают только определенную область сети и требуют много времени. Альтернативные методы, основанные на анализе физических показателей, требуют либо идеальных условий радиосвязи, либо длительных наблюдений для получения надежных данных. В данной работе рассматривается новый инструмент с открытым исходным кодом «FALCON» (Fast Analysis of LTE CONtrol channels) для

декодирования сообщений управляющей информации в нисходящей линии связи DCI (Downlink Control Information) [1]. Данное ПО совместно с платформой программно-определяемого радио USRP B-210 позволяет получить информацию о распределении ресурсных блоков LTE.

2. Декодирование управляющей информации LTE.

Назначение ресурсных блоков в сети LTE для каждого пользователя определяется в сообщении DCI, передаваемом в физическом канале управления нисходящей линии связи PDCCH (Physical Downlink Control Channel). Адресат данного сообщения определяется путём скремблирования идентификатора абонента (RNTI) с CRC битами данного сообщения.

После процедуры выбора соты происходит декодирование физического канала управления нисходящей линией связи (PDCCH). После извлечения ресурсных элементов, соответствующих каналу управления, следуют процедуры демультиплексирования и декодирования, объединение символов, их демодуляция и дескремблирование. Затем рассматриваются все форматы PDCCH в пространстве поиска, специфичном для пользователя, и для каждого формата PDCCH вычисляются все возможные кандидаты в области управления, которые могут содержать сообщение DCI.

В итоге, FALCON показывает количество активных в данный момент устройств, включая их временные идентификаторы (RNTI) и индивидуальные распределения ресурсов. На основе этих данных и назначенных MCS (Modulation and Coding Scheme) можно судить о фактической пропускной способности радиоканала и его загруженности. Кроме того, FALCON позволяет определить используемую при передаче схему MIMO. Такая оценка сети помогает операторам связи прийти к решению развертывания новых базовых станций или настройке параметров сети, а пользователям выбирать при необходимости самую быструю линию связи.

3. Заключение

Программное обеспечение FALCON помогает оценить фактическое использование канальных ресурсов и их спектральную эффективность. Анализ долговременной статистики использования канала в совокупности с машинным обучением можно применять для прогнозирования поведения абонентов в сети и классификации состояния соты.

Список литературы

1. Falkenberg, R. FALCON: An Accurate Real-Time Monitor for Client-Based Mobile Network Data Analytics / R. Falkenberg, C. Wietfeld // IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM). – 2019. – pp. 1-7. doi: 10.1109/GLOBECOM38437.2019.9014096.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ФЛУКТУАЦИЕЙ
К ВЫБОРУ ЛУЧШЕГО УСТРОЙСТВА ИЗ ПРЕДЛОЖЕННЫХ**

Александров В.С.

Научный руководитель: Нигматуллин Равиль Рашидович,
д.ф.-м.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**APPLICATION OF THE METHOD OF COMPARATIVE ANALYSIS
OF POSITIVE AND NEGATIVE FLUCTUATIONS TO THE CHOICE
OF THE BEST DEVICE FROM THE PROPOSED ONE**

Alexandrov V.S.

Supervisor: Raoul R. Nigmatullin, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе предложен новый уникальный метод описания экспериментальных данных, основанный на сравнении внутренних и внешних корреляций. На основе анализа десяти ключевых параметров выбирается устройство, которое наиболее близко к эталонному образцу.

Abstract

In this paper, a new unique method for describing experimental data based on a comparison of internal and external correlations is proposed. Based on the analysis of ten key parameters, the device that is closest to the reference sample is selected.

1. Введение

Существующие методы обработки данных позволяют с высокой степенью точности решить задачи обработки полезного сигнала, но по большей части оказываются слабыми в области шумовой обработки данных, поскольку зачастую имеют вероятностный подход к описанию данных и требуют наличия априорной информации о законе распределения данных, что вносит неконтролируемую ошибку в результаты измерения.

2. Применение метода CAPoNeF к описанию шумовых данных

Предлагаемый метод, основанный на сравнительном анализе положительных и отрицательных флуктуаций, позволяет на основе десяти параметров, оценивающих внутренние и внешние корреляции, описать любую последовательность данных и в дальнейшем сравнить ее с эталонным образцом. Существует три типа точек, которые остаются инвариантными в массивах данных – минимум, максимум и среднее значение. Исходная шумовая последовательность данных и распределение инвариантных точек приведены на рис. 1.

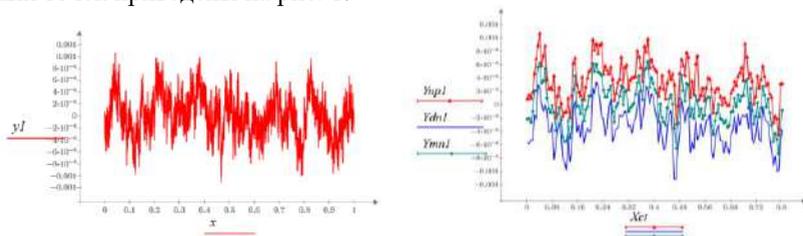


Рис. 1 (слева) Исходная шумовая последовательность данных и (справа) распределение инвариантных точек – минимум, максимум, среднее

Параметр Pr_1 определяет баланс между флуктуациями. Параметры Pr_2 и Pr_3 описывают размах значений и размах модулей соответственно и стремятся к \min . Параметр Pr_4 определяет суммарный вклад, а параметр Pr_5 – меру асимметрии, оба они стремятся к \min . Параметр Pr_6 показывает, каких амплитуд больше – положительных или отрицательных (для идеального случая, значение стремится к нулю). Параметр Pr_7 определяется как \max колокообразной кривой, полученной при упорядочивании амплитуд. Параметры Pr_8 – Pr_{10} минимум, максимум, среднее значение соответственно.

3. Заключение

Дифракционный метод применим только тогда, когда известно решение задачи дифракции плоской волны от тела правильной геометрической формы, которое аппроксимирует корпус ЛА. Следует отметить, что дифрагированное поле должно быть известно в той точке, где расположен вибратор, т.е. обычно в непосредственной близости от корпуса.

Список литературы

1. Nigmatullin, R.R. Differentiation of Different Sorts of Sugars by the CAPoNeF Method / R.R. Nigmatullin, A.V. Sidelnikov, E.I. Maksyutova, et al. // *Electroanalysis*. – 2021. – Vol. 12. – P 1-8.
2. Nigmatullin, R.R. Trendless Sequence as a New Source of Information: A Possibility to Present it in the Form of the Compact 3D-surface / R.R. Nigmatullin., et al. // *Acta Scientific Computer Sciences*. - 2023. - V. 5. - No. 4. -P. 23-38.

**РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
РАДИОДОСТУПА СТАНДАРТА LTE/5G NR НА ОСНОВЕ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ОТКРЫТЫМ
ИСХОДНЫМ КОДОМ SRSRAN**

Альгизов А.А.

Научный руководитель: Гайсин Артур Камилевич, ст. преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**DEVELOPMENT OF A MULTI-CHANNEL RADIO ACCESS SYS-
TEM OF THE LTE/5G NR STANDARD BASED ON SRSRAN OPEN
SOURCE SOFTWARE**

Algizov A.A.

Supervisor: Artur K. Gaysin, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассказывается о том, как с помощью программного пакета радиосвязи srsRAN представляется возможность создать мобильную беспроводную сеть LTE на базе операционной системы Ubuntu версии 20.04.

Abstract

The article describes how, using the srsRAN radio software package, it is possible to create an LTE mobile wireless network based on the Ubuntu version 20.04 operating system.

1. Введение

В настоящее время активно ведутся разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом, которые позволяют реализовать сегмент опорной сети мобильной связи как 4 поколения (4G, LTE), так и 5 поколения. В данной работе используется ПО srsRAN 4G для моделирования сегмента сети.

srsRAN — это библиотека с открытым исходным кодом для физического уровня LTE Release 8. Он разработан для максимальной модульности и кода повторное использование с минимальными межмодульными или внешними зависимостями. Код написан на ANSI C и широко

использует операции с (SIMD), когда доступно, для максимальной производительности. С точки зрения оборудования, библиотека работает с буферами сэмплов в системной памяти, таким образом, он может работать с любым РЧ интерфейсом. В настоящее время предоставляет интерфейсы для универсального драйвера оборудования (UHD), поддержка семейства устройств Ettus USRP. Целью библиотеки является предоставление инструментов для создания на основе LTE приложений, таких как полный eNodeB или UE, сниффер LTE или анализатор производительности сети.

2. Запуск сети LTE и подключение к ней

Для реализации сети использовалось программное обеспечение srsRAN, которое включает в себя опорную сеть оператора (EPC), базовую станцию в виде приемопередатчика USRP 210, а в качестве пользовательского терминала использовалось мобильное устройство с заранее запрограммированной USIM-картой.

В первую очередь, запустили опорную сеть оператора, создается виртуальный сетевой интерфейс IP-адресом 172.16.0.0/24, после уже запускается базовая станция с помощью USRP 210. Остается только подключиться с мобильного устройства.

Подключение происходит автоматически, т.к. все параметры уже прописаны как в конфигурации srsRAN, так и в USIM-карте.

В качестве результата подключения у нас получились такие параметры: IP мобильного устройства:172.16.0.3, Скорость скачивания данных 43,6 Мбит/с, Скорость загрузки 19,4 Мбит/с

3. Заключение

В ходе работы был реализован сегмент опорной сети 4G, которая имеет полноценный функционал. Данная сеть может быть использована как для личного пользования, так и для разработок или лабораторных работ.

Список литературы

1. Build a LTE Network with srsLTE and Program Your Own USIM Card. URL: <https://yaaspirant.ru/spisok-literatury/kak-v-spiske-literatury-oformlyat-internet-istochniki> (дата обращения 31.03.2023)
2. 'Software Radio Systems' srsRAN 4G Documentation Release 22.10 22.03.2023 (дата обращения 31.03.2023)

ФУНКЦИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ OFDM СИГНАЛА

Архипов М.В.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OFDM SIGNAL AMBIGUITY FUNCTION

Arkhipov M.V.

Supervisor: Sergei S. Loginov, Ph.D. (Engineering), professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev –KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье проводится исследование влияния различной размерности квадратурной модуляции на функцию неопределенности OFDM сигнала.

Abstract

In this article, a study of different dimensions quadrature modulations on the ambiguity function of an OFDM signal was carried out.

1. Введение

В современном мире, когда большинство людей живут в городах с плотной застройкой основным разрушающим фактором для цифрового канала являются помехи от многолучевого приема. Решением данной проблемы является применение технологии OFDM, которая была разработана для борьбы с помехами при многолучевом приеме.

2. В настоящее время сигналы с OFDM модуляцией очень востребованы: они включены во множество стандартов систем беспроводной связи. OFDM – это мультиплексирование с ортогональным частотным разделением.

Функция неопределённости (ФН) — двумерная функция, представляющая собой зависимость величины отклика согласованного фильтра на сигнал, сдвинутый по времени на τ и по частоте на Δf относительно сигнала $s(t)$, согласованного с этим фильтром.

Рассмотрим влияние QAM-64 и QAM-256 на ФН OFDM сигнала, при разделении на 64 поднесущие. На рис. 1 показаны оценки ФН для сигналов OFDM.

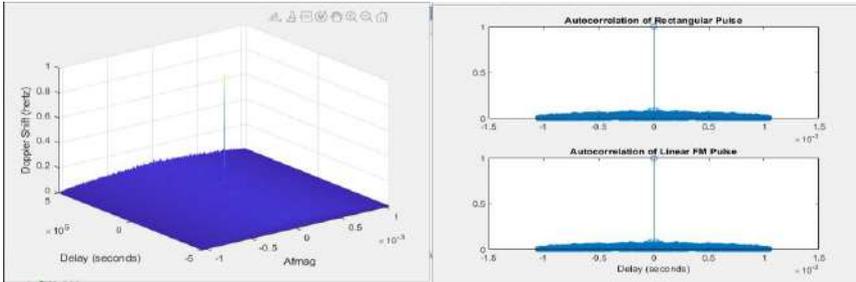


Рис. 1а. - Оценка ФН для сигналов OFDM для QAM-256

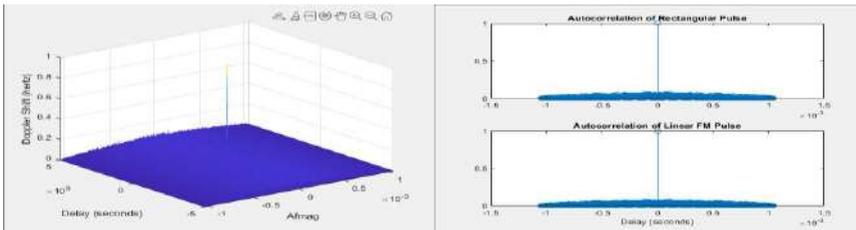


Рис. 1б. - Оценка ФН для сигналов OFDM для QAM-64

Так как QAM-256 является более высокоскоростной модуляцией, но при этом уровень боковых лепестков становится выше, поэтому вероятность ошибки становится больше, следовательно, применение подобных сигналов в системах радиолокации будет иметь худшие характеристики, чем для QAM-64.

3. Заключение

Благодаря функции неопределенности проводится анализ разрешающей способности сигналов по дальности и радиальной скорости, однако в зависимости от способа модуляции OFDM сигнала будет изменяться скорость передачи информации и вероятность ошибки.

Список литературы

1. Charan Langton, Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Tutorial, 2009. – 22 p.
2. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М: Мир, 1978.

СИНТЕЗ НИЗКОЧАСТОТНОГО ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА

Асхатулы Н., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)

LOW PASS FILTER SYNTHESIS

Askhatuly N., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev–KAI)

Аннотация

Статья посвящена изучению синтеза низкочастотного полосового фильтра. Представлена математическая модель амплитудно-частотной характеристики Баттерворса.

Abstract

The article is devoted to the study of low pass filter synthesis. A mathematical model of the amplitude-frequency characteristic of Butterworth is presented.

1. Введение

Электрический фильтр представляет собой линейный двухплечий узел, обладающий резко выраженной частотной избирательностью. По взаимному расположению полос пропускания и заграждения фильтры, как правило, делятся на четыре вида: фильтры нижних частот и верхних частот, полосовые и режекторные. Наибольшее распространение в технике свч получили полосовые фильтры.

2. Математическая модель амплитудно-частотной характеристики Баттерворса

Аналогом цепочки свч резонаторов служит многозвеньевый полосовой фильтр, состоящий из параллельных и последовательных резонансных контуров, настроенных на одинаковую частоту f_0 . Его частотная характеристика зависит от числа звеньев n и добротности каждого из резонаторов Q_m .

Наиболее распространенной амплитудно-частотной характеристикой фильтра является характеристика Баттерворса, максимально плоская в полосе пропускания, обеспечивающая удовлетворительную линейность фазо-частотной характеристики фильтра.

Характеристика Баттерворса описывается полиномом, в котором сохранено только слагаемое высшей степени:

$$a = a_{\Pi} \xi^n.$$

На границе полосы заграждения должно выполняться равенство $a = a_3$. Следовательно, $a_3 = a_{\Pi} \xi_3^n$.

Отсюда легко получить соотношение для выбора числа резонаторов в фильтрах:

$$n = \frac{\lg(\frac{a_3}{a_{\Pi}})}{\lg \xi_3}.$$

Полученное значение округляют до большего целого числа.

Определение добротностей:

$$Q_m = Q_0 S_m^n \sqrt[n]{a_{\Pi}}.$$

Здесь $S_m = \sin \frac{(2m-1)\pi}{2n}$; $m = 1, 2, \dots, n$;

Можно заметить, что распределение добротностей симметрично, то есть $Q_1 = Q_n$; $Q_2 = Q_{n-1}$.

3. Заключение

На резонансной частоте f_0 нормированное входное сопротивление \bar{r}_0 каждого резонатора должно быть равно характеристическому сопротивлению соединительных линий $\bar{z} = 1$. При этом отражение от резонатора полностью отсутствует: $|\Gamma| = |S_{11}| = 0$.

Итак, для каждого резонатора известны три основных параметра: f_0 , Q_m и $\bar{r}_0 = 1$.

Список литературы

1. Воробьев Н.Г. Проектирование слабонаправленных невыступающих антенн: учебное пособие/ Н.Г. Воробьев, А.А. Авксентьев, Н.Е. Стахова. - Казань: КАИ, 1984. - 80 с.
2. Ахметов И.И. Исследование кольцевого щелевого излучателя/ И.И. Ахметов/ Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы – 2020: Материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Под редакцией А.А. Иванова, Р.Р. Губайдуллина. – Казань: изд-во ИП Сагиева А.Р., 2020. С. 54-56.

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И СВОЙСТВ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Баранов А.В.

Научный руководитель: Сычёв А.С., инженер
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

STUDY OF THE MAIN PARAMETERS AND PROPERTIES OF A MIRROR ANTENNA

Baranov A.V.

Scientific supervisor: Sychev A.S., engineer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Данное исследование посвящено изучению особенностей электромагнитного поля в раскрытии зеркальной антенны. Зеркальная антенна представляет собой устройство, используемое для приема и передачи электромагнитных волн. Изучение ее поля имеет большое значение как для теоретических исследований, так и для практического применения, особенно в области связи и радиотехники.

Abstract

This study is devoted to the study of the features of the electromagnetic field in the opening of the mirror antenna. A mirror antenna is a device used to receive and transmit electromagnetic waves. The study of its field is of great importance both for theoretical research and for practical application, especially in the field of communications and radio engineering.

1. Введение

Зеркальная антенна представляет собой металлическую пластину, которая имеет форму параболоида образующая которого направлена вдоль основания параболы. В точке фокуса параболы располагается источник/приемник электромагнитных волн. Радиоволны, попадающие на антенну, отражаются от параболической поверхности и фокусируются в точке фокуса.

2. Структура статьи

Особенностью электромагнитного поля в раскрыве зеркальной антенны является его высокая направленность и узкая диаграмма направленности. Это означает, что антенна способна собирать или излучать электромагнитные волны только в определенном направлении. В связи с этим зеркальные антенны широко используются в радиосвязи для передачи и приема сигналов в конкретном направлении. Зеркальная антенна используется для приема и передачи электромагнитных волн. Она может работать с различными типами волн, такими как радиоволны, микроволны, инфракрасные и другие, в зависимости от ее конструкции и параметров. Таким образом, изучение особенностей электромагнитного поля в раскрыве зеркальной антенны имеет важное значение для понимания ее работы и использования в различных областях науки и техники. Зеркальные антенны являются одним из наиболее распространенных типов антенн, используемых в современных системах связи. Их высокая направленность позволяет значительно увеличить дальность передачи и снизить уровень помех.

Одним из основных преимуществ зеркальных антенн является их компактность и простота конструкции. Они могут быть изготовлены из различных материалов, таких как металлы, пластмассы или стекловолокно, что делает их универсальными для использования в различных условиях и средах. Кроме того, зеркальные антенны могут быть использованы как для передачи, так и для приема сигналов. Это делает их особенно полезными в системах связи, где необходимо контролировать направленность передачи и приема сигналов. Однако, недостатком зеркальных антенн является их высокая чувствительность к точному положению источника/приемника в точке фокуса.

3. Заключение

Изучение особенностей электромагнитного поля в раскрыве зеркальной антенны является важным направлением исследований в области радиотехники и связи. Оно позволяет улучшить производительность зеркальных антенн и расширить их область применения. Таким образом, выбор типа антенны зависит от конкретных условий использования и требований к характеристикам передачи/приема сигнала.

Список литературы

1. Сазонов Д.Н. Антенны и устройства СВЧ. – М.: Высш.школа, 1988.
2. Жук М.С., Молочков Ю.Б., Проектирование антенно-фидерных устройств. – М.: Энергия, 1966.
3. Устройства СВЧ и антенны: Метод. указания. Сост. Седельников Ю.Е. и др. – Казань КГТУ, 2000.

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СТРУКТУРА РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Баранов А.В.

Научный руководитель: Сычёв А.С., инженер
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

GENERAL CHARACTERISTICS AND STRUCTURE OF RADIO RECEIVERS

Baranov A.V.

Supervisor: Sychev A.S., engineer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Данное исследование посвящено изучению общих характеристик, параметров и структуры радиоприемных устройств. Радиоприемные устройства – это электронные приборы, способные принимать радиоволны, преобразовывать их в электрические сигналы и декодировать информацию, передаваемую по этим волнам.

Abstract

This study is devoted to the study of the general characteristics, parameters and structure of radio receivers. Radio receivers are electronic devices capable of receiving radio waves, converting them into electrical signals and decoding information transmitted over these waves.

1. Введение

С радиоприемниками мы сталкиваемся повсюду - в автомобилях, на кухонных приборах, в наушниках и телефонах. Они позволяют нам ловить различные радиоволны, которые передают сигналы на различные устройства: радиостанции, телевизоры, компьютеры и другие устройства связи. Радиоприемники являются важными компонентами в области коммуникаций и широко используются в современном мире. В этой статье мы рассмотрим основные принципы работы радиоприемных устройств и их варианты.

2. Структура статьи

Радиоприемное устройство - это электронное устройство, которое

способно принимать и демодулировать радиосигналы. Радиосигналы могут быть переданы в различных диапазонах частот (например, аудиодиапазон, ВЧ-диапазон, УКВ-диапазон, СВЧ-диапазон и др.).

Основным элементом радиоприемного устройства является настройка на радиочастоту, которую необходимо принимать, и демодуляция сигнала, т.е. преобразование модулированного высокочастотного сигнала в исходный сигнал, который может быть преобразован в звук, видео и т.д.

Структурная схема радиоприемника представляет собой комплексную систему, которая включает в себя различные модули и элементы. Основными модулями радиоприемника являются:

1. Блок питания.
2. Усилительный каскад.
3. Детектор сигнала.
4. Усилитель мощности.
5. Система автоматической регулировки усиления.
6. Коммутационный блок.

3. Заключение

Таким образом, общие характеристики и структура радиоприемных устройств были рассмотрены в данной статье. Были изучены принципы работы радиоприемных устройств, а также основные характеристики, такие как частота, чувствительность и динамический диапазон. Была рассмотрена структура радиоприемников.

Список литературы

1. Азрилы А.Р., Ивахненко Н.Г., Сифоров М.П. Радиоприемники: Учебное пособие. - М.: Издательский дом «Техносфера», 2009. - 304 с.
2. Гололобов А.С. Акустоэлектроника. - М.: Высшая школа, 1986. - 416 с.
3. Крылов В.А., Успенский А.Б. Радиоприемники: Учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 2006. - 368 с.
4. Куприенко А.Ю. Основы радиоприемной техники. - М.: Советское радио, 1985. - 408 с.
5. Лупашин А.И. Радиоприемники. - М.: Радио и связь, 1993. - 368 с.
6. Радиоприемные устройства: Учебник для вузов. - Под ред. Аханьева А.М., Романенко А.Г. - М.: Радиотехника, 2014. - 648 с.
7. Якушев Ю.М., Шадрин В.С. Радиоприемники: Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 2002. - 672 с.

РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОЙ OFDMA СИСТЕМЫ РАДИОДОСТУПА

Баслаков Д.В.

Научный руководитель: Гайсин Артур Камилевич,
старший преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

DEVELOPMENT OF A MULTICHANNEL OFDMA RADIO ACCESS SYSTEM

Baslakov D.V.

Supervisor: Artur K. Gaysin, senior lecturer

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается реализация собственной системы OFDMA максимально приближенной к стандарту LTE в среде разработки MATLAB. Представлены ресурсная сетка и пример иллюстрирующий работу синхронизации фреймов.

Abstract

The article discusses the implementation of a proprietary OFDMA system like the one used in LTE in the MATLAB development environment. A resource grid and an example illustrating the operation of frame synchronization are presented.

1. Введение

Технология OFDM считается важной технологией для беспроводной связи 4G благодаря своей масштабируемой структуре, хорошей способности предотвращать многолучевые помехи и эффективному использованию спектра [1]. Также технология OFDMA позволяет эффективно распределять каналные ресурсы между абонентами с разным режимом модуляции и кодирования, с учётом текущего значения отношения сигнала к шуму плюс помехи.

2. Создание ресурсной сетки

Перед тем как создать OFDMA сигнал необходимо создать ресурсную сетку. Для передачи информации по радиоканалу используется ресурсная сетка, состоящая из фреймов. Фрейм состоит из 10 подфреймов.

В одном подфрейме 6 физических ресурсных блоков, а в одном физическом ресурсном блоке 14 OFDM символов. Ресурсная сетка заполняется информацией, прошедшей через цифровой модулятор: QPSK, 16-QAM, и 64-QAM. Помимо информации в ресурсную сетку необходимо поместить пилот-сигналы для оценки состояния радиоканала. Пилот-сигналы формируются путем объединения двух псевдослучайных последовательностей Голда длиной-31.

2.1 Синхронизация фреймов

Также необходимо обеспечить синхронизацию фреймов для этого используется псевдослучайная последовательность Задова-Чу. Сигнал последовательности будет расположена в 0 и 5 подфреймах. Синхронизация происходит с помощью поиска автокорреляционного максимуму в приемном сигнале.

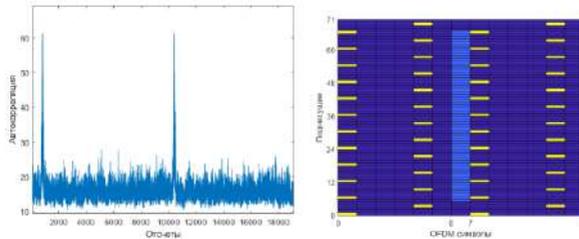


Рис. 1 - Поиск сигнала синхронизации в фрейме. (слева) Ресурсная сетка подфрейма 0 (справа)

3. Формирование формы OFDMA сигнала

Форму сигнала OFDMA можно определить через обратное дискретное преобразование Фурье, как [2]:

$$x_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{j2\pi k n / N} \quad n = 0, 1, \dots, N - 1 \quad (1)$$

где: k - частотный индекс, n - временной индекс, а X_k - k -ая частотная составляющая. В процессе модуляции изменяется амплитуда, фаза или частота X_k .

4. Заключение

В ходе работы была создана ресурсная сетка, содержащая пилот-сигналы, сигнал синхронизации и символы модуляции, несущие информацию, а также OFDMA сигнал.

Список литературы

1. Chen Chen, Xiang Cheng - Resource Allocation for OFDMA Systems
2. Y. J. Liu - Introduction to OFDM Receiver Design and Simulation (2019, Artech House) P. 34

**РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА
ИМПУЛЬСНОГО РАДИОСИГНАЛА ПЕЛЕНГАТОРОМ В
РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ МОРСКИХ ПОЛИГОНОВ И
СПОСОБЫ ЕЕ УВЕЛИЧЕНИЯ**

Бирюков З.С.

Научный руководитель: Раевский Алексей Сергеевич,
д.ф.-м.н., профессор
(Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексева – НГТУ им. Алексева, г. Нижний-Новгород)

**CALCULATION OF THE PROBABILITY OF DETECTING THE
SOURCE OF A PULSED RADIO SIGNAL BY A DIRECTION
FINDER IN REAL CONDITIONS OF MARINE POLYGONS AND
WAYS TO INCREASE IT**

Biryukov Z.S.

Supervisor: Aleksey S. Raevsky, professor
(Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod)

Аннотация

В данной работе проведен расчёт параметров радиомаяка, для определения работоспособности радиоканала радиомаяк-радиопеленгатор с помощью метода Шулейкина-Ван-дер-Поля. Расчет вероятности обнаружения радиомаяка в условиях морских полигонов был проведён с помощью САПР «Radio Mobile» совместно с программным модулем “Sea Swell”.

Abstract

In this paper, the parameters of the beacon were calculated to determine the operability of the radio channel beacon-direction finder using the Shuleikin-Van der Pol method. The calculation of the probability of detecting a beacon in the conditions of marine polygons was carried out using the CAD "Radio Mobile" together with the use of the software module "Sea Swell".

1. Введение

При проведении поисково-спасательных работ, а также поисковых мероприятий в ходе проведения различных испытаний для получения ин-

формации о месте нахождения объекта используют различные навигационные пеленгующие системы. В реальных морских условиях при волнении моря до трех баллов включительно вероятность обнаружения такого РМ будет зависеть от степени волнения моря, от дальности до РМ, и от характеристик радиопеленгатора.

2. Расчет вероятности обнаружения радиомаяка

Расчет вероятности обнаружения радиомаяка сводится к определению его максимальной зоны обнаружения судном. Определение максимальных зон обнаружения радиомаяка судном производится средствами системы автоматизированного проектирования (САПР) программного комплекса по распространению радиоволн и виртуальному картографированию «*Radio Mobile*» совместно с задействованием программного модулем «*Sea Swell*» [1]. В САПР «*Radio Mobile*» заложена модель распространения радиоволн «*Лонгли-Пайса*», которая учитывает суммарные потери при распространении радиоволны: дифракционные и интерференционные потери, а также затухания в линии на участке «фидер-волновод-соединители». Учет дифракционных и интерференционных потерь ведется средствами указанной САПР путем автоматического анализа построения зон Френеля с учетом характера подстилающей поверхности на основе данных, взятых из баз данных *SRTM*, *GTOPO30* и *SWBD*. Расчетно-теоретические исследования по определению максимальной зоны обнаружения радиомаяка (РМ), дрейфующего в открытом море, средствами радиоприемного устройства на базе радиопеленгатора, размещаемом на судне, производятся для трех случаев волнения морской поверхности. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – результаты расчета вероятности обнаружения РМ

Сила ветра 0 баллов		Сила ветра 3 баллов		Сила ветра 5 баллов	
h_2 , м	$P_{об,ед}$	h_2 , м	$P_{об,ед}$	h_2 , м	$P_{об,ед}$
8,67-10,9	0,85	1,8-5,0	0,85	1,77-4,12	0,85
7,4-8,99	0,90	1,5-4,27	0,90	1,45-3,30	0,90
5,53-6,78	0,95	1,29-3,48	0,95	1,25-2,80	0,95
3,07-3,95	0,99	0,75-2,25	0,99	0,7-1,9	0,99

3. Заключение

Из приведенных результатов моделирования можно сделать вывод, определяющим фактором увеличения вероятности обнаружения сигнала РМ с помощью радиопеленгатора является увеличение высоты расположения приёмной антенны над морской поверхностью.

Список литературы

1. Brian J. Henderson, P. Eng/ Radio Mobile Radio Propagation and Radio Coverage computer simulation program // Manual, 2008.

АНАЛИЗ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЛОРЕНЦА НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ NIST

Буткевич Ю.Р.¹, Сивинцева О.А.², Раупов Р.Р.¹

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(¹АО «НПО «Радиоэлектроника» им.В.И. Шимко», ²Казанский
национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ANALYSIS OF PSEUDORANDOM LORENTZ SEQUENCES BASED ON NIST STATISTICAL TESTS

¹Butkevich Y.R. ²Sivintseva O.A. ¹Raupov R.R.

Supervisor: L.L. Loginov, professor
(¹«SPA «Radio electronics» named after V.I. Shimko» ²Kazan National
Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается метод анализа случайности на основе статистических тестов NIST. Анализ производился для двоичных псевдослучайных последовательностей, реализованных на основе дискретно-нелинейной системы Лоренца.

Abstract

The article discusses a randomness analysis method based on NIST registries. The analysis was carried out for a binary pseudo-random sequence implemented by a discrete-nonlinear Lorentz system.

В современном мире на основе псевдослучайных последовательностей функционируют достаточно средств моделирования и защиты информации. Актуальность анализа «случайности» данных псевдослучайных последовательностей приобретает существенное значение в различных приложениях.

В данной статье рассмотрен анализ псевдослучайных последовательностей, сформированных на основе дискретно-нелинейной системы Лоренца [1].

Статистические тесты NIST представляет собой пакет из 16 статистических тестов, основанных на поиске периодичностей, сложности, производимых отклонений в последовательностях.

Формирователь псевдослучайных последовательностей построен

на основе дискретно-нелинейной системы Лоренца с численным интегрированием по методу Эйлера. Для формирования двоичной последовательности полученную временную реализацию Лоренца сравнили с порогом с периодом, выбранным исходя из корреляционных свойств сигналов системы Лоренца. Тесты NIST и формирователь двоичной псевдослучайной последовательности системы Лоренца построены в программной среде Matlab. Результаты анализа представлены в таблице 1:

Таблица 1

	Длина последовательности									
	10000		20000		40000		80000		160000	
	Л	М	Л	М	Л	М	Л	М	Л	М
Кол. Пройденных	11	11	9	8	6	8	8	8	8	11
Кол. Проваленных	4	4	6	7	10	8	8	8	8	5

В таблице представлены результаты для двух последовательностей:

Л – Псевдослучайная двоичная последовательность Лоренца;

М – Последовательность, сформированная встроенным ГСЧ Matlab.

Для длин последовательностей до 40000 тест рангов бинарных матриц произвести невозможно, поэтому они не учитывались.

Из приведенных результатов анализа можно сделать вывод, что при длинах до 80000 полученная псевдослучайная двоичная последовательность на основе дискретно-нелинейной системы Лоренца показывает случайных характер схожий с встроенным ГСЧ Matlab. Однако при увеличении длины свыше 80000 свойство случайности у псевдослучайной последовательности снижается. Решение данной проблемы предлагается производить путем вариации периода выборки последовательности.

Список литературы

1. Afanas'ev V.V., Loginov S.S. Pulse random processes in analysis and diagnostics of nonlinear system with dynamic chaos // Journal of communications technology and electronics. 2013. T.58. №4. P. 340-346. DOI: 10.7868/S0033849413040013

2. S.S. Loginov, M.Yu. Zuev Testing of generators of pseudo-random signals based on a Lorenz system, realized over a Galois finite field //Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 2018, DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2018.8457039.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРИЕМНИКА OFDM СИГНАЛОВ

Вафин Т.М.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A MODEL OF THE RECEIVER OF OFDM SIGNALS

Vafin T.M.

Supervisor: Sergei S. Loginov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается разработка модели приемника OFDM сигналов в программной среде MathLab.

Abstract

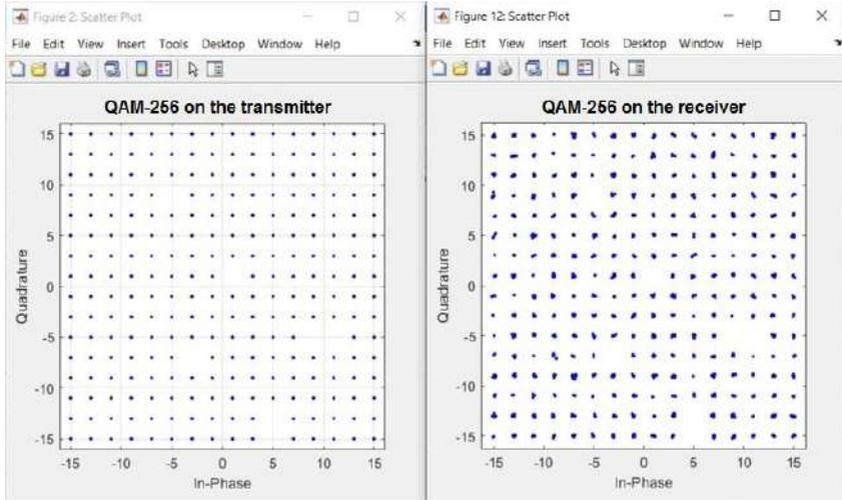
This article discusses the development of an OFDM signals receiver model in the MathLab software environment.

1. Введение

Разработчики телекоммуникационных систем встречаются с постоянной проблемой ограниченности ресурса в сфере передачи, будь то время, пространство, частота или код. OFDM представляет собой технологию мультиплексирования с ортогональным частотным разделением. Это означает, что весь диапазон частот разделяется на N поднесущих, на каждой из которых передаётся $1/N$ часть всего потока информации параллельно. Поднесущие являются ортогональными, что разрешает совершить деление абонентов и исключить их взаимное влияние. Особенностью данной технологии заключается в устойчивости к многолучевому распространению.

2. Для формирования OFDM сигнала в MathLab необходимо написать код. Рассмотрим OFDM сигнал с модуляцией QAM-256 и с 64 поднесущими. Приемник OFDM сигнала в первую очередь удаляет циклический префикс. Далее сигнал проходит через блок БПФ (Быстрое Преобразование Фурье). После чего происходит демодуляция сигнала. После

этой операции сигнал считается восстановленным. Для того чтобы сигнал на приемнике был без ошибок, необходимо высокое отношение сигнала/шума (порядка 30 дБ).



Количество поднесущих влияет на созвездие. Чем больше поднесущих, тем точнее созвездие на приемнике. Следовательно, мы можем принимать сигнал с достаточно высокой точностью.

3. Заключение

Таким образом, была разработана модель приемника OFDM сигналов с модуляцией поднесущих QAM-256, которая обеспечивает высокую скорость передачи и высокую спектральную эффективность.

Список литературы

1. Федчун А.А. Способы формирования OFDM-радиосигнала / Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге / – 2010. – URL: <https://science.donntu.edu.ua/tks/ryzhov/library/26.html>
2. Акмалова А.Р. Устройство приема OFDM-сигналов / – 2018. – URL: <https://kai.ru/documents/10181/10488185>

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ,
ОСНОВАННЫЙ НА СИНГУЛЯРНОМ СПЕКТРАЛЬНОМ
АНАЛИЗЕ**

Гадельшин И.И.

Научный руководитель: Коробков Алексей Александрович,
к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**INVESTIGATION OF SIGNAL FILTERING METHOD BASED ON
THE SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS**

Gadelshin I.I.

Supervisor: Alexey A. Korobkov, Ph.D

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе рассматривается метод сингулярного спектрального анализа (ССА), для задачи фильтрации зашумленного сигнала с его последующим восстановлением, на основе определения порядка модели при помощи методов MDL, AIC, LaRGE и EFT. Результат обработки на основе ССА сравнивается с фильтрацией на основе Дискретного Преобразования Фурье (ДПФ).

Abstract

In this article the singular spectral analysis (SSA) method for the problem of filtering a noisy signal with its subsequent recovery, based on the determination of the model order using the MDL, AIC, LaRGE and EFT methods is considered. The result of processing based on SSA is compared with filtering based on the Discrete Fourier Transform (DFT).

Сингулярный спектральный анализ (ССА) – метод анализа временных рядов, основанный на преобразовании одномерного временного ряда в многомерный ряд с последующим применением к полученному многомерному временному ряду сингулярного разложения (SVD) с последующим отбором сигнальных компонент [1]. На основе метода ССА могут быть решены такие задачи как оценка частоты, фильтрация сигнала от шу-

мов, прогнозирования и восстановления пропущенных значений (интерполяции), без каких-либо входных данных, лишь на основе заданного временного ряда. В данной работе исследуется фильтрация сложного сигнала, состоящего из четырёх косинусоид с экспоненциальной составляющей и аддитивным Гауссовским шумом при уровне SNR в 5дБ.

Важной частью метода фильтрации является нахождение порядка модели. Для этого проводится анализ таких методов, как MDL, AIC, LaRGE и EFT [2]. Оценка порядка модели необходима для отбора сигнальных компонент, которые получаются после SVD разложения (оставшиеся компоненты рассматриваются как шумовые). Как можно заметить из рисунка 1а, наиболее точно порядок определяется на основе метода EFT при уровне SNR около -3дБ (было проведено 1000 итерации на отрезке SNR от -20дБ до 20дБ).

При исследовании метода фильтрации сигналов, в качестве метрики степени восстановления сигнала использовался коэффициент корреляции между исходным и восстановленным сигналами. Результаты исследования показали, что коэффициент корреляции при использовании метода CCA равен 0.9868, а при использовании ДПФ - 0.9630, что говорит об эффективности метода CCA по сравнению с ДПФ.

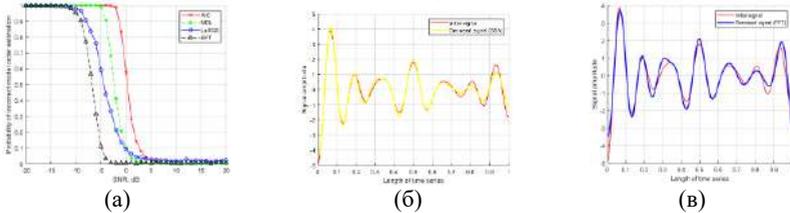


Рис. 1 – Результаты обработки комплексного зашумленного сигнала (а) вероятность правильного определения порядка от SNR (б) сигнал, восстановленный методом CCA (в) сигнал, восстановленный ДПФ.

В работе приводятся результаты исследования метода CCA для задач фильтрации и восстановления комплексных сигналов. Проведено имитационное моделирование, показавшее эффективность фильтрации и восстановления сложного сигнала, искажённого аддитивным шумом на основе метода CCA по сравнению с ДПФ при уровне SNR 5дБ.

Список литературы

1. Vautard, R & Yiou, P. & Ghil, Michael / Singular-spectrum analysis: A toolkit for short, noisy chaotic signals // Physica D-nonlinear Phenomena - PHYSICA D. 58. 95-126, 1992
2. Korobkov A.A. Robust Multi-Dimensional Model Order Estimation Using LineAr Regression of Global Eigenvalues (LaRGE) / A.A. Korobkov et al. // in IEEE Transactions on Signal Processing. 2022. V. 70. pp. 5751-5764.

ОДНОПОЛОСНЫЙ СИГНАЛ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ

Гайнуллин Н.Ф.

Научный руководитель: Царева Мария Анатольевна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SINGLE-BAND SIGNAL: EFFICIENCY AND INTERFERENCE PROBLEMS

Gainullin N.F.

Supervisor: Maria A. Tsareva, docent
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются особенности использования однополосного сигнала в современных технологиях связи, его эффективность и помехоустойчивость в передаче информации на большие расстояния.

Abstract

The article discusses the features of using a single-band signal in modern communication technologies, its efficiency and noise immunity in transmitting information over long distances.

1. Введение

Однополосный сигнал (SSB) – это форма модуляции сигнала, в которой передается только одна боковая полоса, в то время как другая отсутствует. При использовании сигналов с однополосной модуляцией эффективность и помехоустойчивость канала связи значительно возрастают. Это связано не только с увеличением полезной мощности передатчика, но и со специфическими особенностями приема однополосных сигналов. Однополосная модуляция имеет большое практическое значение и применяется в различных системах связи.

2. Сигнал с однополосной модуляцией имеет ширину спектра в два раза меньше, чем сигнал с амплитудной модуляцией, в сущности, модулированное и модулирующее колебания, в этом случае, имеют спектры равной ширины, что позволяет сузить вдвое полосу пропускания приемника системы связи. Следовательно, увеличивается количество

сигналов, размещенных в заданном частотном диапазоне, по сравнению с обычной амплитудной модуляцией. Уменьшение полосы пропускания приемника, в свою очередь, уменьшает проникновение в канал связи помех, напряжение шумов на выходе приемника уменьшается в несколько раз, имеет место выигрыш в отношении сигнал — шум по мощности в два раза.

В системах связи с однополосной модуляцией не расходуется мощность на колебание несущей частоты и одной боковой полосы, за счет чего увеличивается дальность передачи информации, а при отсутствии модулирующего сигнала, мощность передатчика вообще не расходуется. На практике установлено, что переход от амплитудно-модулированного к однополосному сигналу выигрыш по мощности передатчика составляет 10-15 раз.

При передаче однополосного сигнала отсутствуют нелинейные искажения при избирательных замираниях, свойственные амплитудно-модулированным сигналам.

Однако, следует отметить, что реализация однополосной модуляции связана с определёнными техническими проблемами с точки зрения приема-передачи сигнала. Способы формирования однополосного сигнала сложнее, чем обычного амплитудно-модулированного сигнала.

3. Заключение

Из приведенных выше данных можно сделать вывод, что развитие новых технологий для уменьшения влияния помех на однополосный сигнал будет продолжаться, чтобы обеспечить максимальную надежность и эффективность передачи данных в будущем.

Список литературы

1. К. В. Костин, "Исследование технологии передачи информации с помощью однополосного сигнала," Известия Таллинского Технологического Университета, т. 20, № 3, 2013.
2. Ю. А. Горбунов, "Способы модуляции сигналов для цифровых систем связи," Издательство МГУ, 2012.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ФАЗОВРАЩАТЕЛЬ

Галеев Р.Н., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллин Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DIELECTRIC PHASE SHIFTER

Galeev R. N., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullin Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена изучению диэлектрического фазовращателя.

Abstract

The article is devoted to the study of the dielectric phase shifter.

Имеются устройства, которые преобразуют определенным образом параметры проходящей волны, обладая в то же время малым коэффициентом отражения; последнее весьма существенно, так как обеспечивает сохранение режима бегущей волны в линии или волноводе. Во многих из них используется пластина с малой площадью поперечного сечения ΔS по сравнению с сечением волновода S (рис. 1), что снижает коэффициент отражения $|Г|$. Дополнительно отражения уменьшают, заостряя концы пластины, выполняя их в виде ласточкиного хвоста, либо снабжая их четвертьволновыми ступеньками. С этой же целью поддерживающие диэлектрические стержни (ДС) располагают на расстоянии $V/4$ друг от друга. Благодаря малым отражениям работу этих устройств, можно проанализировать с помощью метода возмущений.

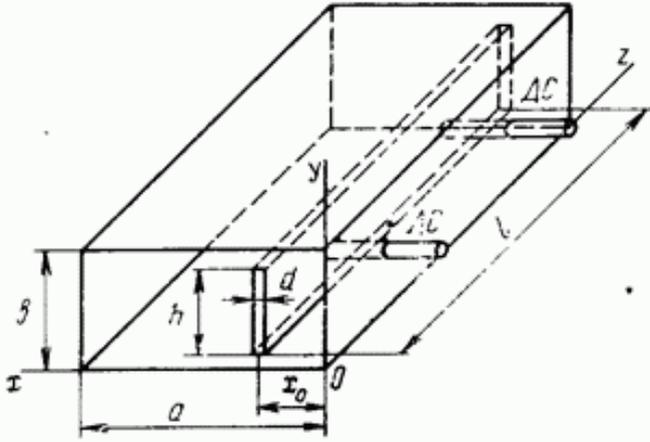


Рис. 1. Фазовращатель

К числу неотражающих устройств относится диэлектрический фазовращатель. Функцией фазовращателя является создание регулируемой разности фаз волны между его входом и выходом.

Список литературы

1. Семенов Н. А. Техническая электродинамика. Издательство «Связь» Москва 1973г.
2. Идиатуллов З.Р. Технологии исследования наноструктурированных материалов: В сборнике: Шнаучный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2019 -210-212 с.: ил.

РЕАКТИВНЫЕ ШТЫРИ И СТЕРЖНИ

Галеев Р. Н., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович,
к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический
Университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

REACTIVE PINS AND RODS

Galeev R. N., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

*(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan)*

Аннотация

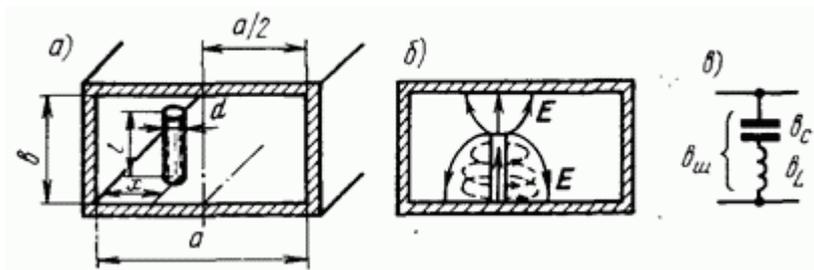
Статья посвящена изучению реактивных штырей и стержней.

Abstract

The article is devoted to the study of reactive pins and rods.

Одиночный металлический штырь, погруженный в волновод и соединенный с его стенкой, создает значительное реактивное поле за счет токов проводимости, наведенных в нем набегающей волной. Активной мощности он почти не поглощает.

В какой-то мере он эквивалентен линии с волной TEM, замкнутой с одной стороны и разомкнутой с другой. У основания штыря ток и окружающее его магнитное поле максимальны. Электрическое реактивное поле имеет наибольшие значения у конца штыря. Эквивалентная схема штыря представляет собой последовательное включение емкости и индуктивности.



При длине штыря $l_0 \approx \lambda/4$ наступает резонанс и его реактивная проводимость (если не учитывать потери) становится бесконечной. Толстые штыри с $d/a > 0,1$ имеют резонансную длину l_0 на $10 \div 30\%$ короче, чем $\lambda/4$.

Штыри с $l < l_0$ имеют емкостную проводимость, так как в их реактивном поле преобладает электрическая энергия. Штыри с $l > l_0$ возбуждают преимущественно магнитное поле и эквивалентны шунтирующей индуктивности.

Эквивалентная реактивная проводимость штыря максимальна, когда он находится на оси волновода ($x_0 = 0$) в максимуме поперечного поля, и при перемещении его в поперечной плоскости изменяется по закону $\sin^2(\pi x_0 / a)$ т. е. соответствует изменению мощности волны, возбужденной излучающим штырем в волноводе. Другими словами, она пропорциональна квадрату напряженности электрического поля основной волны в том месте, где находится штырь.

Список литературы

1. Семенов Н. А. Техническая электродинамика. Издательство «Связь» Москва 1973г.
2. Идиатуллин З.Р. Технологии исследования наноструктурированных материалов: в сборнике: Шнаучный форум телекоммуникации: теория и технологии ТГТ-2019 -210-212 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ LTE В СИМУЛЯТОРЕ СЕТИ NS-3

Галиев Т.Р.

Научный руководитель: Коробков Алексей Александрович,
к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

INVESTIGATION OF PHYSICAL LAYER OF LTE MOBILE SYSTEM IN NETWORK SIMULATOR NS-3

Galiev T.R.

Supervisor: Alexey A. Korobkov, PhD, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

Мобильные сети четвертого поколения (4G) дают возможности динамического изменения топологии сети, высокой скорости передачи трафика, высокой степени защиты. Одной из главных проблем является управление трафиком на радиointерфейсе с целью обеспечения заданных норм качества (QoS) по каждой предоставленной услуге абоненту. В работе рассматривается моделирование физического уровня в среде разработки NS-3 с использованием модулей LTE, mmWave, New Radio (NR). Представлены результаты моделирования покрытия для сценариев с объектами.

Abstract

4G mobile system gives an opportunity to dynamically changing network topology, high data rate, high level of security. The main problem is to maintain the quality of service (QOS) for mobile users in the radio interface. In this work, the physical layer models for NS-3 are demonstrated, such as LTE, mmWave, NR. The results for the coverage area with obstacles are presented.

NS-3 – это симулятор сети с дискретными событиями, в котором ядро моделирования и модели реализованы на C++. NS-3 набирает широкую популярность в исследованиях и обучении, так как содержит высококачественные и проверенные испытаниями сетевые модели [1]. В настоящее время для моделирования физического уровня 4G использу-

ются встроенный модуль LTE, а также разрабатываемые сторонними институтами по стандартам 3GPP модули для дециметрового и миллиметрового диапазонов mmWave и NR.

Рассматриваемые модули имеют точную стековую реализацию протоколов, которые используются в реальных системах связи 4G, что даёт преимущество по сравнению с программными продуктами, в которых вычисление параметров канала осуществляется только по заранее известным математическим моделям.

В работе приводятся результаты исследования модели NR, которая является модифицированной версией модели LTE в соответствии с Release 15 TR 38.901 v16.1.0. Преимуществом и улучшениями являются поддержка частотного диапазона до 100 ГГц, использование LDPC кодов, Modulation and Coding Scheme (MCS) до 256-QAM, Hybrid Automatic Repeat Request (HARQ), технологии Beamforming, MIMO, реализация частотного (FDD) и временного (TDD) разделения каналов, сегментации транспортного блока, интерференционной модели [2].

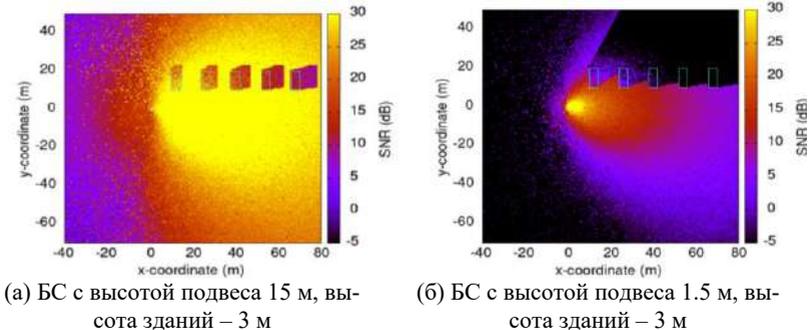


Рис. 1. Использование модели NR с изменением высоты подвеса БС.

Сценарий моделирования реализован со следующими параметрами сети: несущая частота - 2120 МГц; ширина канала - 20 МГц; мощность базовой станции (БС) - 43 dBm; мощность абонентского терминала (АТ) - 23 dBm; высота подвеса АТ – 1.5 м; количество препятствий – 5.

Результат моделирования зоны покрытия для разных высот подвеса БС показан на Рис. 1. Проведённые дополнительные эксперименты показали, что использование моделей в построении реальных топологий сети требует внесения корректировок в модули.

Список литературы

1. Zugno T. et al. Implementation of a spatial channel model for ns-3 // Proceedings of the 2020 Workshop on ns-3. – 2020. – С. 49-56
2. OpenSim CTTC/CERCA. [электронный ресурс] URL: <https://cttc-lena.gitlab.io/nr/nrmodule.pdf>

НАПРАВЛЕННЫЕ ФИЛЬТРЫ

Гизатуллина Н.Г. Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович,
к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

DIRECTIONAL FILTERS

Gizatullina N.G., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье рассматриваются направленные фильтры - технология обработки сигналов, которая позволяет фильтровать сигналы только в определенном направлении.

Abstract

This article discusses directional filters, a signal processing technology that allows filtering signals only in a certain direction.

1. Введение

Направленные фильтры представляют собой технологию обработки сигналов, которая позволяет фильтровать сигналы только в определенном направлении. Эта технология имеет широкое применение в радио- и электронной технике, телекоммуникациях, акустике и других областях.

2. Основная часть

Направленные фильтры работают на основе принципа дифракции. Они используют материалы с переменным показателем преломления, которые позволяют пропускать сигналы только в определенных направлениях, а отражать или поглощать их в других направлениях. Направленные фильтры могут быть созданы как на основе оптических, так и на основе электромагнитных явлений.

Основным преимуществом направленных фильтров является возможность селективной фильтрации сигналов только в нужном направлении, что позволяет уменьшить уровень помех и повысить качество сигнала. Кроме того, направленные фильтры могут быть компактными и легкими в производстве.

Направленные фильтры имеют широкое применение в различных областях. Они используются в телекоммуникациях для фильтрации сигналов, передаваемых через различные каналы связи, в радио- и электронной технике для уменьшения помех и увеличения дальности связи, а также в акустике для создания направленных звуковых источников

3. Заключение

Направленные фильтры - это важная технология обработки сигналов, которая позволяет фильтровать сигналы только в нужном направлении. Они имеют широкое применение в различных областях и могут помочь улучшить качество связи и повысить эффективность работы систем.

Список литературы

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов. – М.: Высш. Шк., 1988. – 432 с.: ил.
2. Анализ и прогнозирование воздействия СВЧ-помех на низкочастотные радиоэлектронные устройства Идиатуллоев З.Р. автореферат дис. кандидата технических наук / Казань, 1995.

ВЛИЯНИЕ ЦВЕТНЫХ ШУМОВ НА ЦИФРОВОЙ КАНАЛ СВЯЗИ С QUASI-QAM МОДУЛЯЦИЕЙ

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

INFLUENCE OF COLOR NOISE ON A DIGITAL COMMUNICATION CHANNEL WITH QUASI-QAM MODULATION

Gilfanova A.F.

Supervisor: Vedenkin D.A., assoc. prof.
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается метод quasi-QAM модуляции в задачах повышения помехоустойчивости системы связи. Представлены результаты моделирования цифрового канала связи с различными цветными шумами.

Abstract

The article discusses the method of quasi-QAM modulation in the problems of improving the noise immunity of a communication system. The results of modeling a communication system with various colored noises are presented.

1. Введение

При работе радиооборудования излучаемые антенной волны, отражаются от различных объектов. В частности, такими объектами являются местные предметы, гидрометеоры (облака, дождь, град, снег), объекты другого природного происхождения. Этот тип помех характеризуется неравномерным распределением их спектральной плотности мощности вдоль оси частот (то есть эти помехи являются небелым шумом) [1].

2. Математическая модель

На основе представленного в работе [2] метода создана математическая модель. Генерируется информационная последовательность, далее она модулируется, после чего к сигналу добавляются различные типы цветного шума.

Для иллюстрации эффективности представленного метода представлены зависимость уровня битовых ошибок (BER) от отношения сигнал/шум (SNR) при наличии того или иного типа цветного шума в канале связи (Рисунок 1).

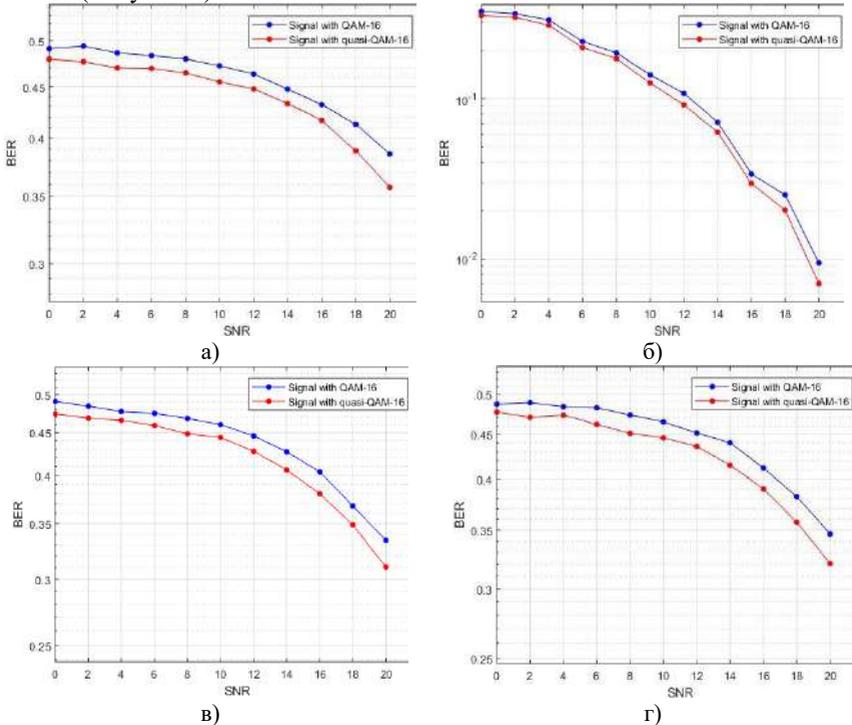


Рис. 1 – Зависимость BER от SNR: при воздействии розового шума (а), красного шума (б), синего шума (в), фиолетового шума (г).

3. Заключение

Из приведенных результатов моделирования можно сделать вывод, что частота ошибок при изменении сигнального созвездия уменьшается. Также стоит отметить, что выигрыш может составлять порядка 10%.

Список литературы

1. Радиолокационные системы: учеб. / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин [и др.]; под общ. ред. В. П. Бердышева. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. – 2011. – 400 с.
2. Гильфанова А.Ф. Повышение помехозащищенности канала связи с квадратурной амплитудной модуляцией // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России - 2019, - № 3, - С. 22-24.

**ЛИНЕЙНЫЕ НЕКОГЕРЕНТНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ,
ФОКУСИРОВАННЫЕ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ
ИЗЛУЧАЕМОГО ПОЛЯ**

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**LINEAR INCOHERENT ANTENNA ARRAYS FOCUSED IN THE
NEAR ZONE OF THE RADIATED FIELD**

Gilfanova A.F.

Supervisor: Vedenkin D.A., assoc. prof.
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассмотрена математическая модель для расчета параметров линейных некогерентных антенных решеток, таких как размер области фокусировки, зависимость области фокусировки от длительности импульса. Представлены результаты моделирования и соответствующие графики.

Abstract

The article considers a mathematical model for calculating the parameters of linear incoherent antenna arrays, such as the size of the focusing area, the dependence of the focusing area on the pulse duration. Simulation results and corresponding graphs are presented.

1. Введение

В настоящее время существует множество различных технических приложений с использованием сфокусированных антенн и сфокусированной электромагнитной энергии. Это микроволновые технологические процессы, неразрушающий контроль, трехмерное сканирование и т.д. [1-3].

2. Математическая модель

Моделирование линейной некогерентной антенной решетки. Были выбраны следующие параметры: 9 излучателей; максимальный размер антенной решетки - 2000 м; расстояние до точки фокусировки – от 200 до

5000 м; длительность излучаемого импульса – 3 нс.

Основным параметром оценки фокуса является размер зоны фокусировки. Рассмотрим его в двух измерениях: параллельном и перпендикулярном сфокусированной линейной антенной решетке (рисунок 1).

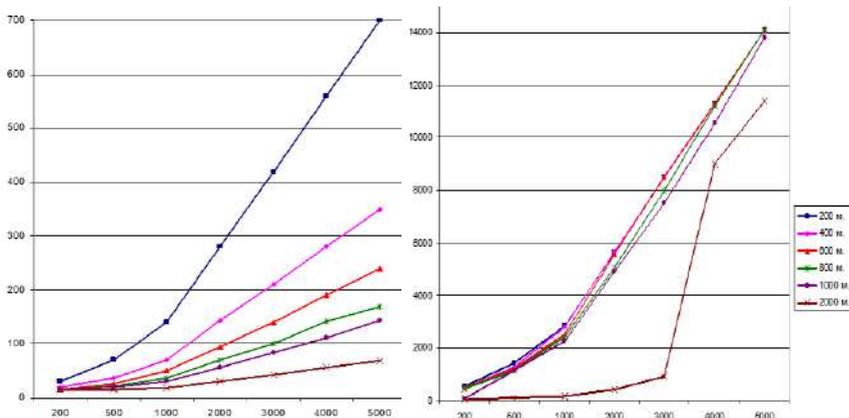


Рис. 1 – Зависимость поперечного и продольного размера зоны фокусировки от расстояния до точки фокусировки

3. Заключение

Из приведенных данных следует, что поперечный и продольный размеры области фокусировки отличаются друг от друга более чем на порядок, причем, как и следовало ожидать, продольные размеры значительно больше. Кроме того, следует отметить, что если диапазон превышает определенное значение, значение ширины области фокусировки быстро увеличивается.

Список литературы

1. Vedenkin D.A., Potapova O.V., Sedelnikov Y.E. Antennas, focused in the near radiated field zone. Features and technical application, Proc. 9th International Conference on Antenna Theory and Techniques, ICATT 2013, p. 560-565.

2. Vedenkin D.A., Sedelnikov Y.E., Nasybullin A.R. Antenna arrays focused on broadband signals Journal of Telecommunications and Information Technology. 2016. Т. 2016. № 2. С. 95-102.

3. Седелников Ю. Е., Тестоедов Н. А., Веденькин Д. А., Данилов И. Ю., Потапова О. В., Романов А. Г., Фадеева Л. Ю., Чони Ю. И. Антенны сфокусированные в зоне ближнего излученного поля/ монография// Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2015. – 308 с.

МЕТОД МУЛЬТИСФОКУСИРОВКИ В АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ БЛИЖНЕГО ИЗЛУЧЕННОГО ПОЛЯ

Гильфанова А.Ф., Мезенцева Е.А.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MULTISFOCUSING METHOD IN NEAR RADIATED FIELD ANTENNA ARRAYS

Gilfanova A.F., Mezentseva E.A.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод фокусировки, при котором каждый элементарный излучатель антенной решетки работает в режиме многочастотного излучения. Представлены результаты моделирования многочастотной антенной решетки.

Abstract

The article discusses the focusing method, in which each elementary radiator of the antenna array operates in the multifrequency radiation mode. The results of modeling a multi-frequency antenna array are presented.

1. Введение

В настоящее время в ряде технических приложений возникает необходимость формирования электромагнитных полей в локализованной области пространства, расположенной на расстоянии, сопоставимом с размерами антенны [1].

2. Математическая модель

В данной работе по методу Ильина-Морозова сформировано двухчастотное излучение [2]. Линейная сфокусированная антенная решётка моделируется со следующими параметрами: 21 излучатель; двухчастотное излучение со значениями 0,95 ГГц и 1,05 ГГц; исходные расстояния до точек фокусировки 100 и 150 м.

При сближении точек фокусировки в направлении оси X (направление излучения) получаем рисунок 1.

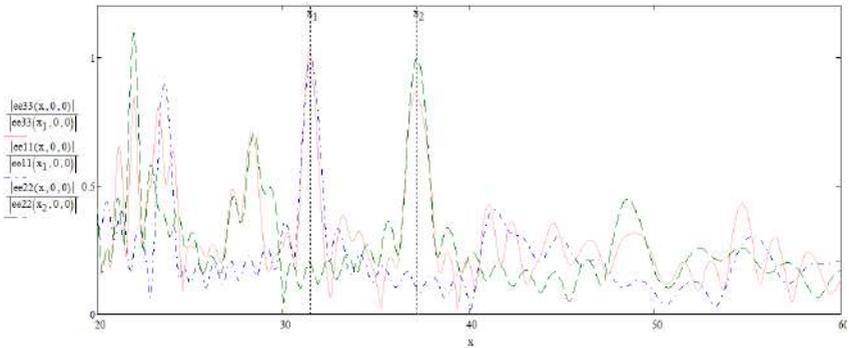


Рис. 1 – Модуль напряжённости поля в области первой, второй точках фокусировки и результирующий модуль напряжённости поля.

При изменении расположения точек фокусировки в направлении оси Y получаем рисунок 2.

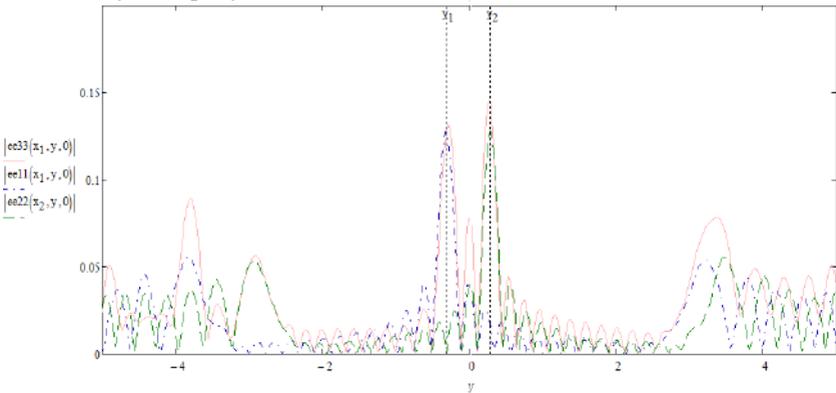


Рис. 2 – Модуль напряжённости поля в области первой, второй точках фокусировки и результирующий модуль напряжённости поля ($y=\pm\lambda$).

3. Заключение

Опираясь на рисунок 1, можно сказать, что объекты можно различить между собой до расстояния равным 10 длинам волн. Из рисунка 2 видно, что объекты можно различить между собой до расстояния равным длине волны.

Список литературы

1. Седельников Ю.Е., Тестоедов Н.А., Веденькин Д.А. и др. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля // под общ.

ред. Ю.Е. Седельникова и Н.А. Тестоедова. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2015. 308 с.

2. Веденькин, Д.А. Мультифокусированные антенные решетки с формирующими излучениями, полученными по методу Ильина-Морозова. Электроника, фотоника и киберфизические системы, 1(2), 24-27.

УДК 621.396.6

ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ONE OF THE METHODS OF INCREASING THE IMMUNITY OF A COMMUNICATION SYSTEM

Gilfanova A.F.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод quasi-QAM модуляции в задачах повышения помехоустойчивости системы связи. Представлены результаты моделирования канала связи с воздействием белого шума.

Abstract

The article discusses the method of quasi-QAM modulation in the problems of increasing the noise immunity of a communication system. The results of modeling a communication channel with the influence of white noise are presented.

1. Введение

Помехоустойчивость – способность системы правильно принимать информацию, несмотря на наличие помех на входе приемного устройства. Таким образом, могут возникать ошибки при приеме сигнала, так возникает необходимость в улучшении помехоустойчивости сигнала [1].

2. Математическая модель

На основе предложенного в работе [2] метода создана математическая модель. Согласно этому методу для повышения помехоустойчивости системы изменяется сигнальное созвездие информационного сигнала (Рисунок 1,а) [3].

Для иллюстрации эффективности представленного метода представлены зависимость уровня битовых ошибок (BER) от отношения сигнал/шум (SNR) при наличии белого шума в канале связи (Рисунок 1,б).

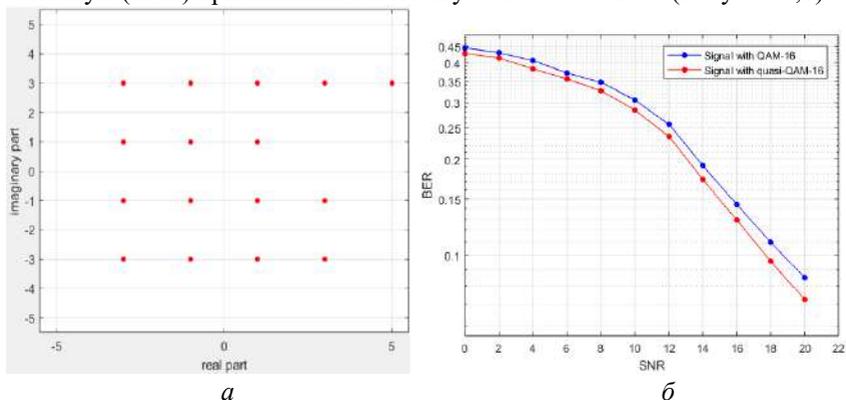


Рис. 1 – Измененное сигнальное созвездие (а), зависимость BER от SNR при воздействии белого шума (б).

3. Заключение

В результате можно сделать вывод, что представленный метод, который заключается в изменении координат определенных точек на сигнальном созвездии, повышает помехоустойчивость канала связи с квадратурной амплитудной модуляцией.

Список литературы

1. Радиолокационные системы: учеб. / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин [и др.]; под общ. ред. В. П. Бердышева. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т. – 2011. – 400 с.
2. Гильфанова А.Ф. Повышение помехозащищенности канала связи с квадратурной амплитудной модуляцией // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России - 2019, - № 3, - С. 22-24.
3. Гильфанова А.Ф. Помехоустойчивость цифрового канала связи с quasi-QAM модуляцией под воздействием белого шума / А. Ф. Гильфанова, Д. А. Веденькин, А. В. Колесникова. //Проблемы техники и технологии телекоммуникаций: материалы XXIV Международной научно-технической конференции / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: РИК УГАТУ, 23–25 ноября 2022 г. – С. 21 – 23.

**ПЛОСКИЕ НЕКОГЕРЕНТНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ,
ФОКУСИРОВАННЫЕ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ
ИЗЛУЧАЕМОГО ПОЛЯ**

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**FLAT INCOHERENT ANTENNA ARRAYS FOCUSED IN THE NEAR
ZONE OF THE RADIATED FIELD**

Gilfanova A.F.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрена математическая модель для расчета параметров плоских некогерентных антенных решеток, таких как размер области фокусировки, зависимость области фокусировки от расстояния до точки фокусировки. Представлены результаты моделирования и соответствующие графики.

Abstract

The article considers a mathematical model for calculating the parameters of flat incoherent antenna arrays, such as the size of the focusing area, the dependence of the focusing area on the distance to the focusing point. The simulation results and corresponding graphs are presented.

1. Введение

Для использования сфокусированной электромагнитной энергии очень важно знать координаты парциальных излучателей, чтобы сфокусировать энергию в локальной области. Эту проблему можно решить, используя методы некогерентной сфокусированной антенной решетки [1-3].

2. Математическая модель

Моделирование плоской некогерентной антенной решетки. Были выбраны следующие параметры: 9 излучателей; максимальный радиус антенной решетки - 1000 м; расстояние до точки фокусировки: 0, 200,

500, 950 м.

Для каждого из расстояний было проведено пятьдесят опытов. По результатам экспериментов построены графики, характеризующие поперечный и продольный (рисунок 1) размер области фокусировки для различных расстояний. По оси абсцисс отложено количество опытов.

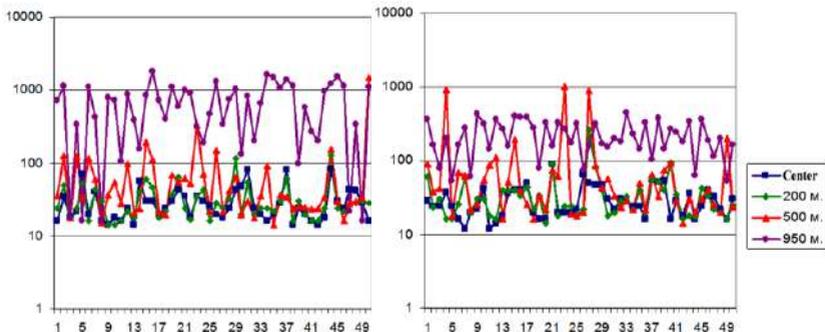


Рис. 1 – Поперечный и продольный размер зоны фокусировки для разных расстояний до точки фокусировки

3. Заключение

По результатам моделирования некогерентной антенной решетки можно сделать вывод, что при расположении одного или нескольких излучателей в непосредственной близости от точки фокусировки размер области фокусировки увеличивается. В этом случае целесообразно не использовать эти излучатели или перенести их в более удаленное место.

Список литературы

1. Vedenkin D.A., Potapova O.V., Sedelnikov Y.E. Antennas, focused in the near radiated field zone. Features and technical application, Proc. 9th International Conference on Antenna Theory and Techniques, ICATT 2013, p. 560-565.
2. Vedenkin D.A., Sedelnikov Y.E., Nasybullin A.R. Antenna arrays focused on broadband signals Journal of Telecommunications and Information Technology. 2016. Т. 2016. № 2. С. 95-102.
3. Седелников Ю. Е., Тестоедов Н. А., Веденькин Д. А., Данилов И. Ю., Потапова О. В., Романов А. Г., Фадеева Л. Ю., Чони Ю. И. Антенны сфокусированные в зоне ближнего излученного поля/ монография// Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2015. – 308 с.

СЕТЧАТЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ЧАСТЬ 1. РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

NETWORK MATERIALS AND THEIR ELECTROPHYSICAL PROPERTIES. PART 1. RESONANCE METHOD

Gilfanova A.F.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются сетчатые материалы, их свойства и применение. Представлены соответствующие рисунки.

Abstract

The article discusses mesh materials, their properties and applications. Corresponding figures are presented.

1. Введение

В настоящее время во многих сферах жизни человека широко распространены сетчатые материалы. Это происходит благодаря тому, что с их помощью возможно создавать прочное, надежное и долговечное покрытие.

2. Резонансный метод

Резонансный метод является достаточно простым, когда стоит задача оценки параметров материала [1].

Моделью системы является волноводный E – тройник [2] верхний порт которого накрывается измеряемым материалом, а внутри волновода находится вакуум. Однако через верхний фланец волновода все-таки будет проходить сигнал, т.к. идеальные условия не могут быть осуществлены по ряду причин. Но при этом величина сигнала будет значительно ослаблена. Это ослабление будет зависеть от параметров материала, который будет приставлен к разьему. Судить о достоинствах сетчатых материалов можно по такому параметру, как коэффициент отражения. Для

этого при моделировании тройникового волновода резонансным методом на верхний фланец волновода нужно прикрепить рассматриваемый материал.

На рисунке 1 представлены варианты трёх типов плетения, которые могут быть использованы при расчёте волноводного тройника.

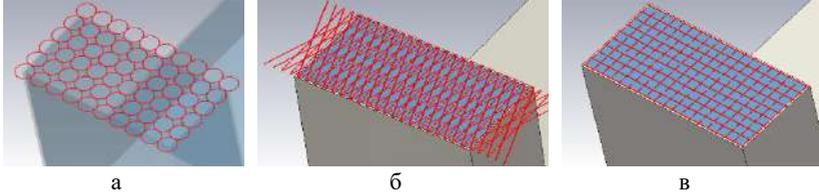


Рис. 1 Виды плетений: а – кольчужная сетка; б – сетка ромб с одной диагональю; в – сетка с прямоугольным плетением

3. Заключение

Таким образом, по коэффициенту отражения представляется возможным судить о параметрах рассматриваемого материала, которые в дальнейшем может быть использованы в антенных системах [3 - 5]. Также следует отметить, что каждое плетение может иметь различные параметры, поэтому имеет большое значение задача контроля параметров при использовании различных типов плетений.

Список литературы

1. Веденькин, Д.А. Оценка параметров материалов резонансным методом // Д.А.Веденькин, Насыбуллин А.Р., Хабибуллин Р.Р.// Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2016. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 2 (30). С. 149-151.
2. Oliner, Arthur A, "The evolution of electromagnetic waveguides: from hollow metallic guides to microwave integrated circuits", chapter 16 in, Sarkar et al., History of Wireless, Wiley, 2006
3. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Параметры разряженных сфокусированных антенных решеток. Наука и бизнес: пути развития. 2013. №10 (28). С.56-59.
4. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Активные сфокусированные антенные решетки для радиотехнических средств малоразмерных летательных аппаратов. Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2008. Т. 11. №4. С. 40-46.
5. Веденькин Д.А., Латышев В.Е., Седельников Ю.Е. Оценка коэффициентов связи антенн для задач обеспечения ЭМС бортового РЭО перспективных беспилотных авиационных комплексов. Журнал радиоэлектроники. телекоммуникаций: материалы XXIV Международной научнотехнической конференции / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: РИК УГАТУ, 23–25 ноября 2022 г. – С. 21 – 23.

СЕТЧАТЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ЧАСТЬ 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

NETWORK MATERIALS AND THEIR ELECTROPHYSICAL PROPERTIES. PART 2. MATHEMATICAL MODEL

Gilfanova A.F.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается модель волноводного E – тройника. Представлены результаты вычислений и соответствующие выводы.

Abstract

The article discusses the waveguide E-tee model. The results of calculations and the corresponding conclusions are presented.

1. Введение

В современном мире специалисты ищут методы для улучшения и оптимизации используемых конструкций. Тем самым они получают возможность снизить расходы при изготовлении изделия (например, БРА или сфокусированные-антенные решётки).

2. Резонансный метод

Параметры исследуемых материалов напрямую зависят от типа плетения проводника. Моделью системы является волноводный E – тройник, верхний порт которого накрывается измеряемым материалом, а внутри волновода находится вакуум. Данная конструкция используется во многих антенных системах [1-4]. Для расчёта коэффициента отражения в диапазоне от 2,5 до 10 ГГц будут использоваться волноводы со следующими размерами: 90 мм × 45 мм для диапазона от 2,5 до 3,3 ГГц. 58 мм × 25 мм для диапазона от 3,4 до 4,9 ГГц.

40 мм × 20 мм для диапазона от 5 до 7 ГГц.

28,5 мм × 12,6 мм для диапазона от 7,1 до 10 ГГц.

Таблица 1. Результаты вычислений

Параметры	Волноводы			
	2,5 - 3,3	3,4 - 4,9	5 – 7	7,1 – 10
Частота (ГГц)	2,5 - 3,3	3,4 - 4,9	5 – 7	7,1 – 10
Размеры волновода (мм)	90 × 45	58 × 25	40 × 20	28,5 × 12,6
f_0 (ГГц)	2,9	4,1	6	9
λ (мм)	100	70	48,3	32
$\lambda_{кр}$ (мм)	180	116	80	57
λ_B (мм)	120,26	89,23	60,66	39
$6 \lambda_B$ (мм)	721,6	535,4	364	234
$\frac{\lambda_B}{4}$ (мм)	30,065	22,307	15,165	9,8

3. Заключение

Из проведенного моделирования можно сделать вывод, что в диапазоне частот от 2,5 до 5 ГГц лучшим вариантом оказалось плетение: «ромб с одной диагональю». Так же на частоте от 3,4 до 4,9 ГГц хорошо показала себя сетка с прямоугольным плетением (её результаты были практически идентичны с плетением «ромб с одной диагональю»). В диапазоне от 5 ГГц до 10 ГГц лучшие показатели были у кольчужной сетки. Так же в диапазоне от 5 до 7 ГГц показатели наравне с кольчужной сеткой были у прямоугольной сетки.

Список литературы

1. Веденькин Д.А., Латышев В.Е., Седельников Ю.Е. Оценка коэффициентов связи антенн для задач обеспечения ЭМС бортового РЭО перспективных беспилотных авиационных комплексов. Журнал радиотехники. 2014. №12. С. 14.
2. Веденькин Д.А., Латышев В.Е., Седельников Ю.Е. Оценка электромагнитной совместимости радиотехнического оборудования перспективных беспилотных летательных аппаратов на этапах разработки. Вестник поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2014. №5 (24). С. 57-64.
3. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Особенности построения решеток излучателей для задач акустического неразрушающего контроля. Перспективы науки. 2013. №10 (49). С. 152-154.
4. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Параметры разряженных сфокусированных антенных решеток. Наука и бизнес: пути развития. 2013. №10 (28). С.56-59.

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ С ДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ. ЧАСТЬ 1. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DIGITAL TRANSMISSION SYSTEM WITH DYNAMIC FEEDBACK. PART 1. CREATING THE MODEL

Gilfanova A.F.

Supervisor Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается принцип работы цифровой системы передачи данных с использованием динамической обратной связи. Представлена структурная схема такой системы.

Abstract

The article discusses the principle of operation of a digital data transmission system using dynamic feedback. A block diagram of such a system is presented.

1. Введение

Объем информации, передаваемой в телекоммуникационных сетях, неуклонно увеличивается, увеличиваются скорости передачи, быстродействие телекоммуникационных устройств. Пропорциональный рост требований к информационной безопасности [1].

2. Организация динамической обратной связи

Обеспечение сохранности передаваемой информации по открытому каналу является важной задачей любой системы связи. При передаче по каналу информация искажается. Искажение может иметь как преднамеренные, так и случайные последствия. Чтобы сообщение было информативным, оно должно быть также случайным для получателя (согласно [2]). Различные каналы связи диктуют использование тех или иных методов кодирования информации для обеспечения сохранения ее

целостности. Также кодирование информации используется для сокрытия ее от целенаправленного изменения, что и является задачей шифрования. Работу кодера и декодера можно описать следующим образом. На передающей стороне формируется исходное двоичное сообщение, которое подается на вход кодера. Исходное сообщение подвергается преобразованию по заданному алгоритму и на выходе формируется новая двоичная последовательность. Сформированное закрытое сообщение передается по каналу связи, а обратная сторона выполняется на принимающей стороне. В [1, 3] приведены примеры реализации схем шифрования, содержащих различные способы реализации генераторов псевдослучайных последовательностей. Предлагаемая идея определяется как динамическое изменение обратной связи сдвиговых регистров. Это можно показать на рис. 1.

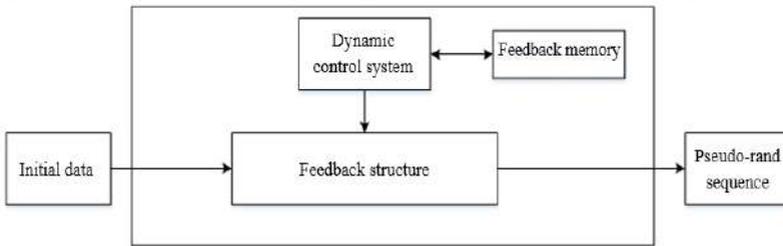


Рис. 1 – Блок кодирования с динамической обратной связью.

3. Заключение

Представлена экспериментальная модель системы связи. Система состоит из приемного и передающего устройства, состоящего из блока криптографического преобразования и блока канального кодирования. Преобразование информации, предназначенное для обеспечения криптостойкости, основано на способе изменения информации с использованием алгоритма шифрования с динамической обратной связью.

Список литературы

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. — 1104 с.: ил. — Парад, тит. англ. ISBN 5-8459-0497-8
2. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. Теория передачи сигналов. М.: Радио и связь, 1986 г. 304 с.
3. Веденькин Д.А., Епов А.Э. Создание ПСП на основе динамической обратной связи для использования в системе передачи информации. Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 10 – 12 августа 2016 г.: Сборник докладов. Том 2. – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2016. – Т. 2. – 1036 с.

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ С ДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ. ЧАСТЬ 2. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Гильфанова А.Ф.

Научный руководитель: Веденькин Денис Андреевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DIGITAL TRANSMISSION SYSTEM WITH DYNAMIC FEEDBACK. PART 2. SIMULATION RESULTS

Gilfanova A.F.

Supervisor: Denis A. Vedenkin, assoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается использование динамической обратной связи в задаче расширения возможностей защиты информации. Представлены результаты моделирования, приведены иллюстративные графики такой системы.

Abstract

The article discusses the use of dynamic feedback in the task of expanding the possibilities of information protection. The simulation results are presented, illustrative graphs of such a system are given.

1. Введение

В канале связи помимо внешних случайных помех и помех существует возможность несанкционированного доступа к информации. Использование псевдослучайных последовательностей с динамической обратной связью способствует расширению возможностей защиты информации [1].

2. Организация динамической обратной связи

На начальном этапе осуществляем несколько передач битового потока с одинаковыми параметрами, на передающей и принимающей сторонах, структуру обратной связи. Это позволит убедиться, что алгоритм расшифровывает сообщение и не вносит искажений на принимающей стороне, что означает корректную работу модели системы передачи. На

следующем этапе осуществим передачу информации, но допустим ошибки в структуре обратной связи на принимающей стороне. Выполним 29 повторений циклов передачи цифровой информации. С каждой итерацией растут различия между законами формирования псевдослучайной последовательности на передающей и принимающей сторонах. Всего было проведено шесть симуляций процессов передачи. Наглядные графики представлены на рисунке 1. По оси абсцисс — номер итерации, по оси ординат — уровень битовой ошибки.

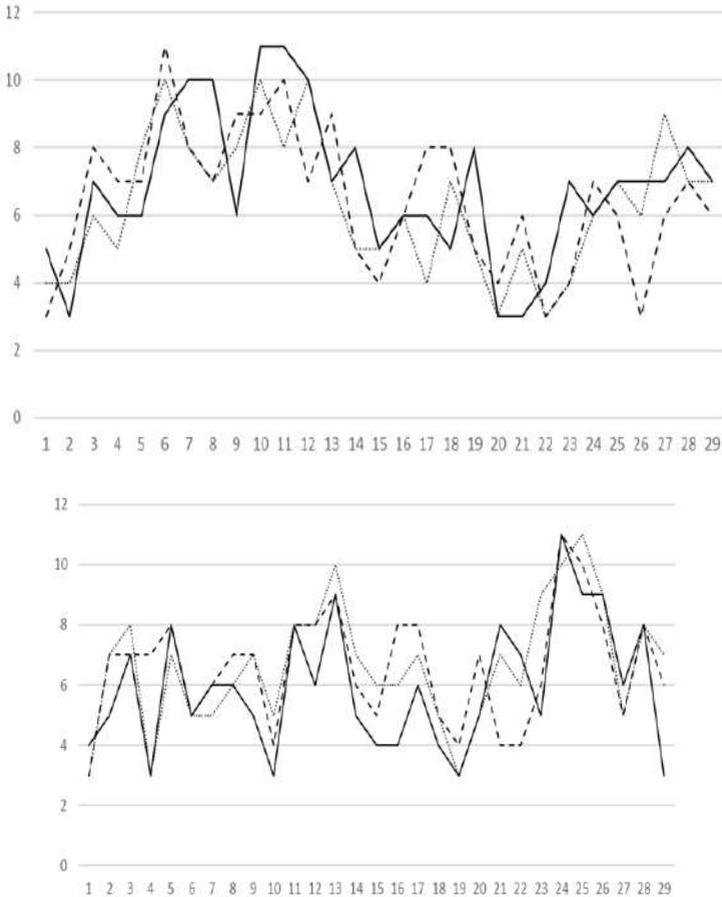


Рис. 1 – Количество ошибок в потоке при изменении параметров кодера.

3. Заключение

Из результатов моделирования можно сделать вывод, что модель системы передачи работает корректно и принимающая сторона успешно расшифровывает сообщения. При ошибках в структуре обратной связи на принимающей стороне видно, что принимающая сторона не выполняет дешифрование успешно. Как показано на рисунке 1, уровень ошибки изменяется случайным образом.

Список литературы

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. — 1104 с.: ил. — Парад, тит. англ. ISBN 5-8459-0497-8 (рус.)
2. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. Теория передачи сигналов. М.: Радио и связь, 1986 г. 304 с.
3. Веденькин Д.А., Епов А.Э. Создание ПСП на основе динамической обратной связи для использования в системе передачи информации. Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 10 – 12 августа 2016 г.: Сборник докладов. Том 2. – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2016. – Т. 2. – 1036 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПЛАНАРНОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ БРЭГГОВСКОЙ СВЧ СТРУКТУРЫ ПРИ ВАРИАЦИИ ОТНОШЕНИЯ ВОЛНОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА

Давлятишин Ф.Ф., Ишкаев Т.М.

Научный руководитель: Фархутдинов Рафаэль Вазирович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EVALUATION OF CHANGES IN THE SENSITIVITY OF A PLANAR PERIODIC BRAGG MICROWAVE STRUCTURE WITH VARIATION IN THE RATIO OF THE WAVE RESISTANCE OF THE CONDUCTOR

Davlyatshin F.F., Ishkaev T.M.

Supervisor: Rafael V. Farkhutdinov, PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе поднимается вопрос об оценке изменения чувствительности периодической брэгговской СВЧ структуры к изменению отношения волновых сопротивлений проводящей линии. Показаны электродинамические модели периодической структуры Брэгга и график зависимости изменения чувствительности.

Abstract

The paper raises the question of estimating the change in the sensitivity of a periodic Bragg microwave structure to a change in the ratio of the wave impedances of a conducting line. Shown are electrodynamic models of the periodic Bragg structure and a plot of the change in sensitivity.

Периодические брэгговские СВЧ структуры нашли широкое применение в качестве преобразовательных устройств диэлектрического контроля. Подобные структуры изготавливаются на основе различных линий передач: коаксиальных, волноводных, планарных. Одним из методов формирования подобных структур – периодическое изменение волнового сопротивления проводящей линии или чередование материалов подложки с разными значениями диэлектрической проницаемости $\epsilon_{r0}=2$,

$tg\delta_0=0,005$ и $\epsilon_{rl}=10$, $tg\delta_l=0,005$. При объединении подобных методов удастся увеличить разброс волновых сопротивлений линий, тем самым добиться лучших параметров резонансов (добротность, полоса пропускания). На рисунке 1 представлена электродинамическая модель подобной периодической структуры.

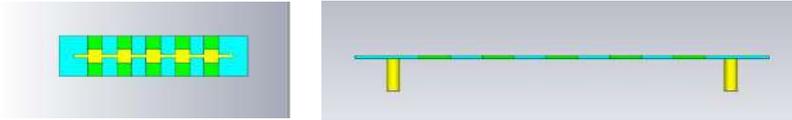


Рис. 1 – Электродинамическая модель предлагаемой структуры

Задача состояла в оценке изменения чувствительности на склонах первого и второго брэгговского резонансов при вариации отношения $Z_0=50$ Ом (const) и Z_1 меняющаяся величина. Результаты эксперимента по оценке чувствительности при изменении диэлектрической проницаемости ϵ измеряемого материала на 0,1 единиц приведены на рисунке 2.

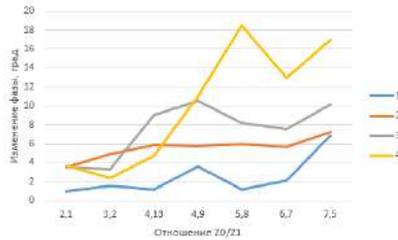


Рис. 2 – Изменение чувствительности: 1 – левый склон первого брэгговского резонанса; 2 – правый склон первого брэгговского резонанса; 3 – левый склон второго брэгговского резонанса; 4 – правый склон второго брэгговского резонанса

Таким образом из рисунка 2 видно, что для структуры, предложенной на рисунке 1, вариация изменения чувствительности на правом склоне первого брэгговского резонанса минимальна. Чувствительность на выбранном склоне наиболее линейна в сравнении с остальными.

Список литературы

1. Усанов, Д.А. Микрополосковые фотонные кристаллы и их использование для измерения параметров жидкостей / Д.А. Усанов, А.В. Скрипаль, А.В. Абрамов, А.С. Боголюбов, М.Ю. Куликов, Д.В. Пономарев // Журнал технической физики. – 2010. – Т. 80. – №.8. – С. 143-148.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ, СГЕНЕРИРОВАННОГО В СРЕДЕ MATLAB В СИМУЛЯТОРЕ NS-3

Емельянова П.А.

Научный руководитель: Ашаев Иван Петрович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

USING A COMMUNICATION CHANNEL GENERATED IN THE MATLAB ENVIRONMENT IN THE NS-3 SIMULATOR

Emelyanova P.A

Supervisor: Ashaev I.P., assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается использование канала связи сгенерированного в среде MATLAB в симуляторе NS-3. Представлены параметры генерации рэлеевского канала и результат генерации матрицы частотно-временного изменения каналов.

Abstract

The article discusses the use of a communication channel generated in the MATLAB environment in the NS-3 simulator. The parameters of the Rayleigh channel generation and the result of the generation of the time-frequency channel change matrix are presented.

1. Введение

Сетевой симулятор NS-3 - это платформа для моделирования и исследований сети, а так же образования. NS-3 дает пользователю движок симулятора для проведения имитационных экспериментов и предоставляет модели того, как реализованы сети пакетной передачи данных. Причинами использовать ns-3 могут быть ситуации когда требуется, провести исследование которое трудно или невозможно выполнить на реальной системе, возможность изучать поведение системы в строго контролируемой среде, воспроизводимой среде, а также узнать о том, как работают сети.

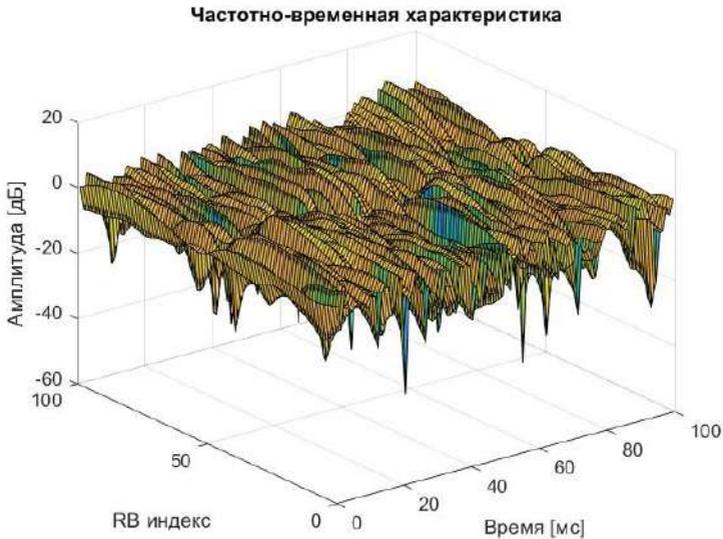
2. Генерация трассировки замираний

В модуле LTE существует поддержка добавления канала. Был сге-

нерирован рэлеевский канал в среде MATLAB со следующими параметрами:

- $f_s = 20\text{e}6$ (верхняя частота спектра)
- $\text{delays_pedestrianEPA} = [0\ 30\text{e-}9\ 70\text{e-}9\ 90\text{e-}9\ 120\text{e-}9\ 190\text{e-}9\ 410\text{e-}9]$ (избыточная задержка);
- $\text{power_pedestrianEPA} = [0.0\ -1.0\ -2.0\ -3.0\ -8.0\ -17.2\ -20.8]$ (относительная мощность);
- $\text{traceDuration} = 10.0$ (общая продолжительность трассировки)
- $\text{numRBs} = 100$ (количество ресурсных блоков);
- $\text{TTI} = 0.001$

3. Результат генерации матрицы частотно-временного изменения канала.



4. Заключение

В данной работе была сгенерирована частотно-временная характеристика канала в среде MATLAB для использования в NS-3.

Список литературы

1. «ns-3 Network Simulator», ns-3 Tutorial Release ns-3.30, ns-3 project Aug 21, 2019 <https://www.nsnam.org/docs/models/html/lte-user.html>

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ И ПРИЕМА СИГНАЛОВ С ПОДАВЛЕННОЙ НЕСУЩЕЙ

Загидуллин К.М.

Научный руководитель: Царёва Мария Анатольевна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FEATURES OF TRANSMISSION AND RECEPTION OF SIGNALS WITH SUPPRESSED CARRIER

Zagidullin K.M.

Supervisor: Maria A. Tsareva, docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются особенности приема-передачи сигналов с подавленной несущей, способы восстановления несущего колебания, с использованием теории квазигармонических колебаний.

Abstract

The article discusses the features of the reception and transmission of signals with a suppressed carrier, methods for restoring the carrier oscillation, using the theory of quasi-harmonic oscillation.

1. Введение

Современное развитие технологий связи и передачи данных требует создания более совершенных радиотехнических систем. Спектр амплитудно-модулированного колебания в своем составе имеет несущее колебание и две боковые составляющие. Несущее колебание не несет никакой информации и необходимо лишь для правильного выделения огибающей амплитудно-модулированного сигнала. Поэтому, если несущее колебание амплитудно-модулированного сигнала не передавать по каналу связи, а восстанавливать его в приемном устройстве, то никаких потерь информации не произойдет. Отказ же от излучения несущей является целесообразным.

2. На выходе передающего устройства можно сформировать два типа сигналов с подавленной несущей: двухполосный и однополосный. Эти сигналы отличаются тем, что после подавления несущего

колебания, в спектре выходного сигнала сохраняются либо обе боковые составляющие, либо только одна из них из исходного амплитудно-модулированного колебания. Главной проблемой при приеме сигналов с подавленной несущей является восстановление несущего колебания. Практически показано, что погрешность восстановления несущей при однополосной модуляции для телефонной связи не должна превышать 5-10 Гц, а для радиовещания 1-2 Гц. В системах же передачи двухполосных сигналов с подавленной несущей требования к качеству восстановления несущей существенно выше, так как несущее колебание необходимо восстановить с точностью до значения фазы. Следовательно, восстановление несущего колебания в случае передачи на двух боковых значительно сложнее, чем восстановление несущего колебания при однополосной модуляции. Используя теорию квазигармонических колебаний, можно создать простое устройство для восстановления несущей при приеме двухполосного сигнала. Квазигармонические колебания могут иметь структуру сигнала биений (амплитудно-модулированного колебания с подавленной несущей). Если изменить фазу высокочастотного сигнала на 180 градусов в момент достижения огибающей нулевого уровня, то спектр сигнала станет соответствовать амплитудно-модулированному сигналу.

3. Заключение

Исходя из всего вышесказанного, следует, что поиск способов восстановления несущего колебания, с использованием новых результатов теории квазигармонических колебаний, является актуальным.

Список литературы

1. Ильин Г.И., Ильин А.Г., Морозов О.Г. К теории квазигармонических колебаний, Вестник ПГТУ Радиотехнические и инфокоммуникационные системы, 3(22), 2014.
2. Комаров Ю.Л., Сафонова К.В., Основы радиосвязи: Учебное пособие по дисциплине. Казань, 2012.

СОЗДАНИЕ УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ЛОЖНОГО СИГНАЛА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БПЛА

Ибрагимов Д.М.

Научный руководитель: Васильев Игорь Иванович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CREATION OF A DEVICE FOR SUPPRESSING THE UAV POSITIONING SIGNAL

Ibragimov D.M.

Supervisor: Igor I. Vasilev, docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается возможный метод формирования ложного сигнала позиционирования БПЛА. Представлено возможное решение данной задачи путем симуляции сигнала GPS с помощью радиокomплекса.

Abstract

The article discusses a possible method for generating a false UAV positioning signal. A possible solution to this problem is presented by simulating the GPS signal using a radio complex.

1. Введение

Сигнал позиционирования в БПЛА(GPS) представляет собой псевдослучайную последовательность, которая суммируется по модулю два с непрерывным потоком двоичных данных, передаваемых со скоростью 50 бит/с для диапазонов частот L1, L2, L5. Псевдослучайная последовательность характеризуется частотой элементов 1575,42 МГц (для L1), 1227,60 МГц (для L2) и 1176,45 МГц (для L5).

2. Модель подмены сигнала GPS

Работа систем позиционирования основана на приеме и анализе сигналов с 4 и более спутников. В докладе обсуждаются вопросы подмены сигналов с реального спутника на сигнал, приводящий к получению на приемнике GPS неверных координат, и разработке такого устройства, реализующего такую подмену.

В таком устройстве имеется: приемник GPS сигнала, блок выделения сигнала с одного из спутников, блок подмены сигнала, формирователь радиочастотного подмененного сигнала, усилитель мощности и АФУ.

Устройство позволяет оценить величину смещенного расстояния позиционирования и в случае необходимости ввести коррекцию величины смещения.

3. Заключение

Проведен анализ и предложено устройство для подмены сигнала GPS.

Список литературы

1. Yatsenkov V.S. Fundamentals of satellite navigation. GPS NAVSTAR and GLONASS systems. // - 2005. - P. 75–90.
2. Recommendation ITU-R M.1787.// -08/2009

УДК 654.026

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ ПИК-ФАКТОРА PTS НА ОСНОВЕ M-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Ишмиев И.И.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODIFIED PTS CREST FACTOR REDUCTION METHOD BASED ON M-SEQUENCE

Ishmiev I.I.

Supervisor: Sergey S. Loginov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данном докладе представлен модифицированный метод снижения пик-фактора PTS, посредством применения m-последовательности. Представлены графики CCDF моделирования обычного и модифицированного методов снижения пик-фактора PTS сигнала с OFDM.

Abstract

This report presents a modified method for reducing the PTS crest factor by applying the m-sequence. Plots of CCDF modeling of conventional and modified methods for reducing the crest factor of the PTS signal with OFDM are presented.

1. Введение

Известным основным недостатком систем с OFDM модуляцией является высокий пик-фактор (PAPR), что требует использования выходных усилителей по мощности с большим динамическим диапазоном усиления и приводит к повышению уровня межсимвольной и внутрисимвольной интерференции.

Partial transmit sequences (PTS). Предлагаемый метод основан на фазовом сдвиге подблоков данных и умножении структуры данных на случайные фазы. Этот метод является гибким и эффективным для системы OFDM. Основная цель этого метода заключается в том, что поток входных данных делится на непересекающиеся подблоки, и каждый подблок сдвигается по фазе на постоянный коэффициент. Фазовые коэффициенты выбираются таким образом, чтобы минимизировать PAPR комбинированного сигнала.

2. Оценка функции выборочного вероятностного распределения в среде MatLab

Преследуя цели улучшения метода PTS, нашли способ изменения выборки окон, применением m-последовательности. Для этого в среде MatLab был реализован алгоритм моделирования модифицированного и обычных методов PTS и последующего построения графиков функции выборочного вероятностного распределения методов PTS снижения пик-фактора.

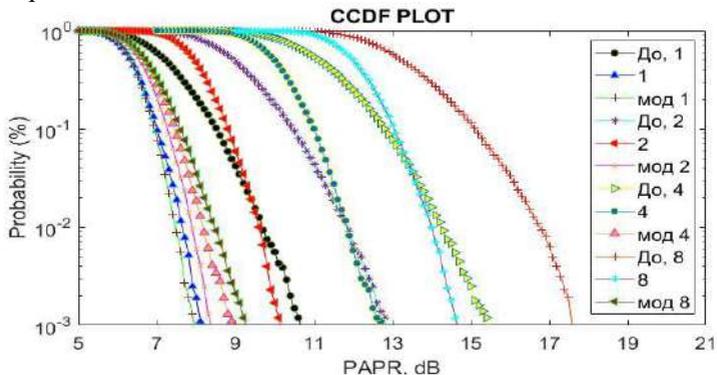


Рис. 1 – Результаты моделирования CCDF при различной длительности повторения информационного сигнала.

Рассмотрим результаты моделирования обычного и модифицированного методов PTS при различной длительности повторения информационного сигнала (рис. 1).

3. Заключение

Исходя из результатов, полученных в процессе компьютерного моделирования, можно сделать следующий вывод: при различной длительности повторения информационного сигнала модифицированный метод показал хорошую эффективность. Снижение PAPR превышает обычный метод PTS на 1.8-5.4 dB.

УДК 654.026

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ МОДУЛЯЦИИ OFDM, FBMC И UFMC

Ишмиев И.И.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OFDM, FBMC AND UFMC MODULATION TECHNOLOGIES OVERVIEW

Ishmiev I.I.

Supervisor: Sergey S. Loginov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данном докладе представлен обзор технологий ортогонального мультиплексирования с частотным разделением (OFDM), множественного доступа с частотным разделением (FDMA) и многочастотной передачи с универсальной фильтрацией (UFMC).

Abstract

This paper provides an overview of orthogonal frequency division multiplexing (OFDM), frequency division multiple access (FDMA) and universal filtering multifrequency (UFMC) technologies.

OFDM, как метод модуляции с несколькими несущими, широко применяется в системах связи 4G LTE и Wi-Fi. Он имеет много преимуществ: устойчивость к канальным задержкам, однократное выравнивание

в частотной области и эффективная реализация. Что часто не подчеркивается, так это его затраты, такие как потеря спектральной эффективности из-за более высоких боковых лепестков и строгих требований к синхронизации.

В сетях 5G приложениям требуются более высокие скорости передачи данных, меньшая задержка и более эффективное использование спектра. Таким образом, рассматриваются новые методы модуляции для систем связи 5G, чтобы преодолеть некоторые из этих факторов.

UFMC и FBMC классифицируются как форматы модуляции с несколькими несущими, которые считаются подходящей схемой модуляции в 5G.

Система FBMC представляет собой предпочтительную схему с несколькими несущими для 5G, которая снижает внеполосные излучения и минимизирует требования к синхронизации. В FBMC метод фильтрации применяется для каждой поднесущей, чтобы устранить боковые лепестки сигнала. FBMC часто использует формат модуляции со смещением квадратурной амплитудной модуляции (OQAM), и ортогональность должна применяться только для соседних подканалов в FBMC, а не как OFDM, который применяется для всех несущих.

Достоинствами FBMC является эффективное использование спектра и более селективная система. Не требуется CP (циклический префикс). Недостатки в разработке: FBMC на основе MIMO очень ограничена и нетривиальна, при проектировании системы с более широкой полосой пропускания и более высоким динамическим диапазоном возникнет больше проблем с достижением радиочастотных характеристик. Более сложный по сравнению с OFDM. Это приводит к накладным расходам на перекрывающиеся символы в банке фильтров.

UFMC рассматривается как обобщение модуляций Filtered OFDM и FBMC. Весь диапазон фильтруется в фильтрованном OFDM, а отдельные поднесущие фильтруются в FBMC, а группы поднесущих (поддиапазоны) фильтруются в UFMC. Такая группировка поднесущих позволяет уменьшить длину фильтра по сравнению с FBMC. Кроме того, UFMC по-прежнему может использовать QAM, поскольку сохраняет сложную ортогональность по сравнению с FBMC, которая работает с существующими схемами MIMO.

UFMC считается более выгодным по сравнению с OFDM, так как предлагает более высокую спектральную эффективность. Преимущество фильтрации поддиапазонов заключается в уменьшении защитных барьеров между поддиапазонами, а также в уменьшении длины фильтра, что делает эту схему привлекательной для коротких пакетов. Последнее свойство также делает его привлекательным по сравнению с FBMC, у которого гораздо большая длина фильтра.

Заключение

Сравнивая графики спектральной плотности для схем OFDM и UFMC, UFMC имеет более низкие боковые лепестки. Это позволяет более эффективно использовать выделенный спектр, что приводит к повышению эффективности использования спектра. UFMC также показывает немного лучшее PAPR.

УДК 621.319.4

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАНАРНОГО КОНДЕНСАТОРА ГРЕБЕНЧАТОГО ВИДА

Калимуллин И.А., Ишкаев Т.М.

Научный руководитель: Фархутдинов Рафаэль Вазирович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ELECTRODYNAMIC MODELING OF A PLANAR CAPACITOR OF A COMB TYPE

Kalimullin I.A., Ishkaev T.M.

Supervisor: Rafael V. Farkhutdinov, PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе описывается процесс моделирования планарных конденсаторов гребенчатого типа, часто применяемые в микроэлектронике и на частотах свыше 10 ГГц. Показаны электродинамические модели разработанных конденсаторов и приведены результаты численного моделирования.

Abstract

The paper describes the process of modeling planar comb-type capacitors, which are often used in microelectronics and at frequencies above 10 GHz. The electrodynamic models of the developed capacitors are shown and the results of numerical simulation are presented.

Конденсаторы в схемах СВЧ диапазона могут быть выполнены с применением пленочной технологии (в виде трехслойной пленочной структуры, содержащей обкладку и диэлектрический слой). Подобный процесс формирования достаточно сложен в сравнении с формированием

планарной конструкции, изготавливаемой в едином технологическом цикле с другими проводящими элементами (микрополосковая линия передачи, индуктивная катушка и др.). Планарные конденсаторы имеют малые значения емкости (не более 2 пФ), а пленочные – емкости больших номиналов. Параметры планарных конденсаторов зависят от ширины зазора, толщины проводящих линий и диэлектрических параметров материала подложки. При увеличении значения диэлектрической проницаемости подложки, появляется возможность на порядок увеличить емкость компонента [1,2].

На рисунке 1 представлены электродинамические модели планарных конденсаторов гребенчатого типа почти идентичной формы, с тремя гребнями в нижней и верхней частях. В верхней части конденсатора присутствуют 3 перемычки, которые соединяют общую металлизацию с верхней частью конденсатора.



Рис. 1 – Модели планарных конденсаторов гребенчатого типа с тремя гребнями в нижней части (а) и верхней части (б)

На рисунке 2 приведены частотные зависимости коэффициента отражения и фазы КО, характеризующие созданные электродинамические модели.

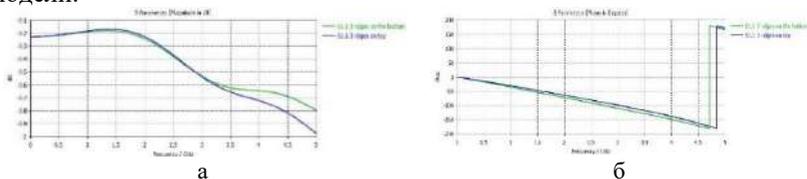


Рис. 2 – Результаты моделирования. Частотные зависимости: а) модуль S11; б) фаза S11

Исходя из проведенного моделирования можно сделать следующие заключения: при различном расположении индуктивной части значительного отличия по коэффициенту отражения фазе не наблюдается, а емкость увеличивается с увеличением ширины проводника, количества гребней и расстояния между гребнями.

Список литературы

1. Познайка - сайт знаний: сайт. – URL: <https://poznayka.org/> (дата обращения: 31.03.2023). – Текст: электронный.
2. Beerasha R. S. Design and optimization of interdigital capacitor / R. S. Beerasha, A. M. Khan, H.V. Manjunath Reddy // International Journal of Research in Engineering and Technology. – 2016. - Vol. 05, No. 21.

УДК 621.396.677

АНТЕННЫ РАДИОТЕЛЕСКОПОВ С ВЫСОКОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Каширина М.О.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ANTENNAS OF RADIO TELESCOPES WITH HIGH RESOLUTION

Kashirina M.O.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена различным путям и принципам увеличения разрешающей способности антенн радиотелескопов.

Abstract

The article is devoted to various ways and principles of increasing the resolution of radio telescope antennas.

1. Введение

Вначале в радиоастрономии использовались обычные антенны, применяемые для радиосвязи и радиолокации. К ним относятся небольшие зеркальные антенны, директорные антенны, решетки вибраторов и т.п. Разрешающая способность, как правило, не превышала десятков градусов. По мере того, как углублялись знания о космическом радиоизлучении, стало очевидным, что необходимы телескопы с гораздо большей разрешающей

способностью, но в настоящее время при конструировании таких антенн возникают огромные технические трудности.

2. Существует два основных пути увеличения разрешающей способности однолучевых радиотелескопов. Первый из них заключается в улучшении механической конструкции и повышении точности выполнения больших зеркальных антенн. Большие зеркальные антенны одновременно имеют и высокую разрешающую способность, и большую площадь раскрыва. В таких антеннах обе эти составляющие жестко связаны электромагнитными свойствами излучающей поверхности. Так, эффективная площадь раскрыва $A_{эфф}$ и телесный угол, занимаемый лучом Ω_A , связаны соотношением $A_{эфф} \Omega_A = \lambda^2$.

Другой путь увеличения разрешающей способности предполагает разработку новых антенн, для которых не обязательно выполнение приведенного выше соотношения. Тем самым оказывается возможность получить высокоразрешающие антенны без соответствующего увеличения эффективной площади раскрыва. К таким относятся крест Милса (или антенна с незаполненным раскрывом) и антенны с синтезированным раскрывом (искусственным раскрывом). С применением новых антенн разрешающая способность радиотелескопа зависит уже не столько от конструкции самих антенн, сколько от методов обработки принимаемых сигналов.

Одним из таких методов, лежащих в основе разработки многих радиотелескопических антенн с высокой разрешающей способностью, является принцип перемножения диаграмм направленности по напряжению. Для получения диаграммы направленности двух антенн по мощности, равной произведению их диаграмм направленности по напряжению, можно использовать детектирование с переключением фаз напряжений сигналов на выходе антенн.

3. Заключение

Таким образом, с применением этого метода оказалось возможным управлять диаграммой направленности двух антенн, изменяя независимо диаграмму направленности каждой из них. Детектирование с переключением фаз эквивалентно корреляционному детектированию, т.е. перемножению и усреднению по времени двух напряжений на выходе антенн.

Список литературы

1. Сканирующие антенные системы СВЧ: пер. с англ. под ред. Г.Т. Маркова, А.Ф. Чаплина. - М.: Сов. радио. Т. 1. - 1966. - 536 с. - 2.19 р.
2. Анализ и прогнозирование воздействия СВЧ-помех на низкочастотные радиоэлектронные устройства под ред. З.Р. Идиатуллова автореферат дис. ... кандидата технических наук/ Казань, 1995.

ИНТЕРФЕРОМЕТРЫ С КАЧАЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТОЙ

Каширина М.О.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OSCILLATING FREQUENCY INTERFEROMETERS

Kashirina M.O.

Scientific supervisor: Idiattuullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена моделированию интерферометра с качающейся частотой.

Abstract

The article is devoted to modeling an interferometer with a swinging frequency.

1. Введение

Интерференционную диаграмму можно смоделировать не только с помощью переменного фазовращателя. Аналогичного результата можно добиться, перестраивая частоту приемника.

2. Двухэлементный интерферометр

Рассмотрим двухэлементный мультипликативный интерферометр, антенные элементы которого подключены к приемнику кабелями разной длины. Мощность выходного сигнала интерферометра на частоте f определяется следующей формулой:

$$P_0(\theta) \cos \left[2\pi \frac{f}{c} (S \sin \theta + l) \right], \quad (1)$$

где l - разность длин кабелей; θ - угол, определяющий направление на источник излучения.

Будем считать, что наблюдаемое излучение имеет широкий частотный спектр. Если частоту приемника быстро перестраивать с f_1 на f_2 , осцилляции выходного сигнала приемника будут такими же, как при

перемещении источника излучения относительно интерферометра, как показано на рисунке 1.

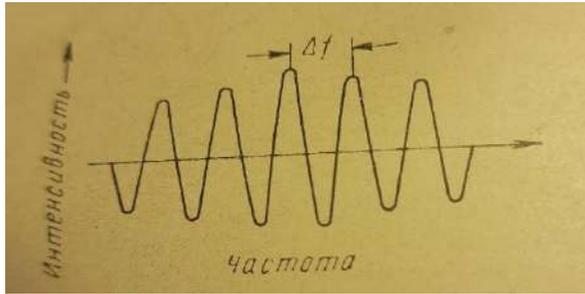


Рис. 1. Выходной сигнал интерферометра с качающейся частотой.

Максимумы интерференционной диаграммы приходятся в этом случае на частоты f , удовлетворяющие уравнению

$$S \sin \theta + l = \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{c}{f}, \quad (2)$$

где n – целое число.

Расстояние между лепестками интерференционной диаграммы Δf , т.е. частотный интервал между двумя соседними максимумами определяется формулой

$$\Delta f = \frac{c}{S \sin \theta + l} \quad (3)$$

3. Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что измеряя частотный интервал Δf между лепестками диаграммы, мы можем однозначно определить угловое положение источника излучения. Этот метод был разработан для непрерывных измерений координат переменных источников радиоизлучения на поверхности Солнца.

Список литературы

1. Сканирующие антенные системы СВЧ: пер. с англ. под ред. Г.Т. Маркова, А.Ф. Чаплина. - М.: Сов. радио. Т. 1. - 1966. - 536 с.

ФАЗОВЫЕ ЦЕНТРЫ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ ЗЕРКАЛЬНЫХ АНТЕНН

Каширина М.О.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PHASE CENTERS OF MIRROR ANTENNA IRRADIATORS

Kashirina M.O.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named
after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается фазовый центр рупорного излучателя и влияние на него частоты.

Abstract

The article considers the phase center of the horn emitter and the influence of frequency on it.

1. Введение

Чтобы в диаграмме излучения зеркальной антенны с точечным фокусом отсутствовали искажения, облучатель должен иметь вполне определенный фазовый центр. Это особенно важно для системы, дающий остронаправленный луч, проходящий через точечный фокус, так как в этом случае фазовый центр должен быть одним и тем же во всех плоскостях или же облучатель должен излучать сферический волновой фронт.

2. Фазовый центр рупорного облучателя

Если облучателем служит малый рупор, фазовый центр оказывается хорошо определенным, и можно считать, что он находится в плоскости раскрытия облучателя. У облучателей с большими апертурами, где увеличение размеров апертуры связано с необходимостью уменьшения амплитуды на ее краях, фактическое различие конфигураций поля в Е- и Н- плоскостях приводит к тому, что рупор не имеет определенного фазового центра. Положения фазовых центров в этих двух плоскостях лучше всего найти экспериментально. Апертуру рупорного облучателя можно

видоизменить в плоскостях Е и Н так, чтобы путем уменьшения до минимума различий между фазовыми центрами в этих плоскостях найти оптимальную конструкцию.

Рассмотрим влияние частоты на фазовый центр рупорного излучателя. В связи с появлением большого класса частотно-независимых облучателей, широкополосность которых измеряется многими октавами, изменение фазового центра с частотой стало проблемой. В таких системах фазовый центр в главных плоскостях различен и, кроме того, зависит от частоты.

3. Заключение

Таким образом, выбор ширины диапазона рабочих частот облучателя, а также центральной частоты носит компромиссный характер. Это обстоятельство препятствует широкому использованию облучателей такого типа в тех случаях, когда требуется максимальная управляемость диаграммой направленности. Если ослабить частотную зависимость фазовых центров путем использования плоского экрана вместе с частотно-независимым облучателем, то зеркальное отображение облучателей будет приводить к фазовому центру, всегда находящемуся в плоскости экрана. Результатом будет служить некоторое улучшение характеристик путем уменьшения широкополосности.

Список литературы

1. Сканирующие антенные системы СВЧ: пер. с англ. под ред. Г.Т. Маркова, А.Ф. Чаплина. - М.: Сов. радио.Т. 1. - 1966. - 536 с. - 2.19 р.
2. Анализ и прогнозирование Воздействия СВЧ-помех на низкочастотные радиоэлектронные устройства под ред. З.Р. Идиатуллова автореферат дис. ... кандидата технических наук/ Казань, 1995.

ПЛАНАРНЫЕ СВЧ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Константинов Р.Р.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PLANAR MICROWAVE BRAGG STRUCTURES WITH PERIODIC LUMPED ELEMENTS

Konstantinov R.R.

Supervisor: Aidar R. Nasybullin, PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе исследуется влияние различных номиналов емкостей на распространение сигнала в копланарных структурах брэгговского типа. Показана электродинамическая модель СВЧ брэгговской структуры, представлены частотные зависимости коэффициента отражения при вариации номиналов сосредоточенных элементов.

Abstract

The paper investigates the effect of different capacitance ratings on signal propagation in coplanar Bragg-type structures. An electrodynamic model of a microwave Bragg structure is shown, and the frequency dependences of the reflection coefficient are presented for varying the values of lumped elements.

Планарные СВЧ брэгговские структуры – преобразовательные элементы для контроля диэлектрических параметров твердых, сыпучих и жидких веществ [1]. Преимуществом использования подобных структур перед традиционными элементами диэлектрического анализа является увеличение чувствительности к изменению физико-химических параметров контролируемой среды. Периодические сосредоточенные элементы в структурах брэгговского типа применяются для подстройки частотной характеристики.

Компьютерная электродинамическая модель брэгговской СВЧ

структуры представляет собой диэлектрическую подложку с копланарной микрополосковой линией со ступенчатыми нерегулярностями, формирующими характерные резонансы. Ступенчатые нерегулярности в микрополосковой линии реализуются изменением ширины токопроводящего полоска (рисунок 1).

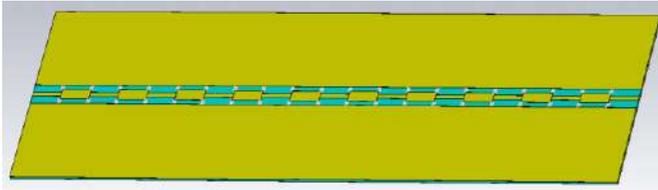


Рис.1 – 3D-модель копланарной брэгговской структуры

В точках перехода волнового сопротивления включены сосредоточенные элементы. В работе исследуется влияние значений емкости на коэффициент отражения. Контроль частотных зависимостей КО проводился для значений в диапазоне от 0.1 до 1 пФ. Результаты электродинамического моделирования приведены на рисунке 2.

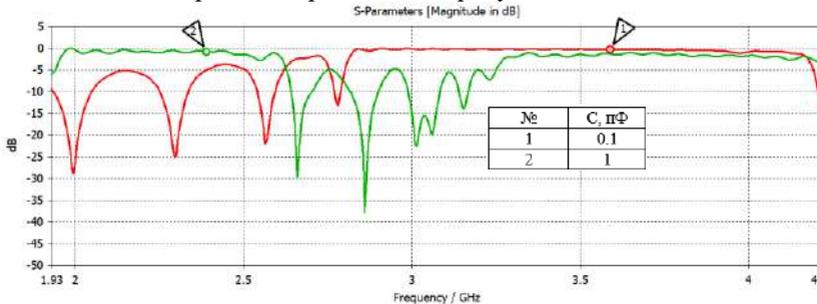


Рис.2 – Коэффициент отражения копланарной брэгговской структуры при различных значениях емкости

Из полученных результатов можно сделать вывод, что с увеличением значений емкости сосредоточенных элементов СВЧ брэгговской структуры нижняя граница полосы заграждения смещается вниз по частотной области.

Список литературы

1. Насыбуллин, А.Р. Преобразовательные элементы на основе полосковых брэгговских структур для СВЧ датчиков параметров технологических процессов / А.Р. Насыбуллин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – № 3. – С. 129-131.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ И ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ КОЛЬЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ В КАЧЕСТВЕ СВЧ ДАТЧИКОВ

Коркина А.Р. Ишкаев Т.М.

Научный руководитель: Фархутдинов Рафаэль Вазирович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CYLINDRICAL AND ELLIPTICAL RING RESONATORS AS MICROWAVE SENSORS

Korkina A.R., Ishkaev T.M.

Supervisor: Rafael V. Farkhutdinov, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данном тезисе представлено несколько вариантов разработки микроволнового датчика, для оценки влияния диэлектрических характеристик исследуемого вещества на резонансные характеристики датчика.

Abstract

This thesis presents several options for developing a microwave sensor to evaluate the effect of the dielectric properties of the substance under study on the resonance characteristics of the sensor.

В последнее время довольно высоко востребованы методы экспресс тестирования различных материалов. В СВЧ диапазоне подобный экспресс контроль может быть реализован путем выявления взаимосвязи контролируемой комплексной диэлектрической проницаемости с другими интересующими физико-химическими параметрами.

Конструкция предлагаемого микроволнового датчика (Рис.1), представляет собой объемный кольцевой резонатор [1] в виде копланарной линии. В качестве способа связи резонатора с подложкой используется негальваническое соединение через щелевое пространство.

В целях уменьшения резонансной частоты и увеличения чувствительности датчика необходимо увеличить копланарную линию передачи. Однако так как размеры резервуара ограничены было принято решение о расположении копланарных линий резонатора под углом (Рис.1 б).

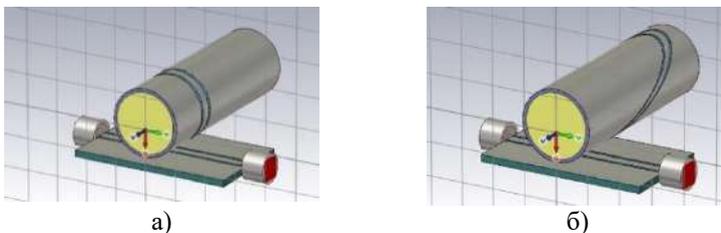


Рис.1 – Внешний вид объемных кольцевых резонаторов: а) цилиндрический кольцевой резонатор; б) эллипсоидный кольцевой резонатор

Для оценки влияния высоты воздушного зазора между резонатором и подложкой на резонансные характеристики были проведены расчеты коэффициента передачи при значениях зазора равными 0.5; 1.5; 3

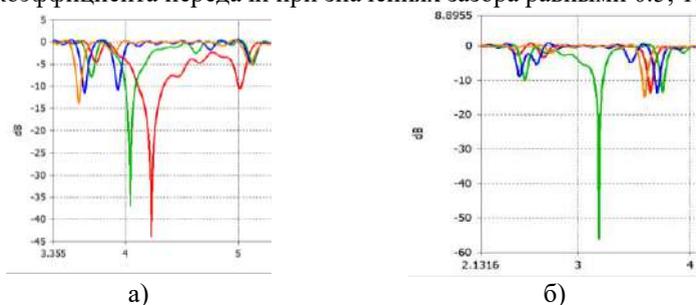


Рис. 2 – Резонансные характеристики датчика: а) с объемным цилиндрическим кольцевым резонатором б) с объемным эллипсоидным кольцевым резонатором

По полученным характеристикам можно наблюдать, что благодаря решению расположить линии передачи резонатора под углом резонансная частота сместилась до области примерно равной 3 ГГц. Однако с увеличением воздушного зазора в датчике, где линия передачи расположена под углом, наблюдается максимальная амплитуда резонанса при зазоре 0.5, а с увеличением зазора амплитуда и добротность датчика уменьшается, в отличие от датчика, где линия передачи расположена перпендикулярно подложке, с увеличением зазора амплитуда резонансов уменьшается монотонно.

Список литературы

1. Геворкян, В., Объемные диэлектрические резонаторы – основные типы, характеристики, производители/ В. Геворкян, В. Кочемасов // Элементная база электроники – 2016 - №3 – с.62-76
2. Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ-устройств / Е.И. Бочаров, М.А. Кондрашова, К.А. Ракова, Э.Ю. Седышев, Е.Э. Тарасик // Электроника и микроэлектроника СВЧ. – 2018 – том 1 – с.688-692.

**РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБНАРУЖЕНИЯ
СТАНЦИОННОЙ ПОМЕХИ В СМЕСИ С ШУМОМ
РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ**

Корчёмкин М.А., Бельгибаев Р.Р.

Научный руководитель: Рябова Наталья Владимировна, д. ф.-м.н.
(Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола)

**DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL APPROBATION OF A
COMPUTATIONAL MODEL FOR DETECTION IN A MIXTURE OF
A USEFUL SIGNAL WITH NOISE OF DIFFERENT STRUCTURES**

Korchemkin M.A., Belgibaev R.R.

Scientific supervisor: *Natalya Vladimirovna Ryabova, Dr. Sci.*
(*Volga State Technological University, Yoshkar-Ola*)

Аннотация

Исследована задача экспериментальной оценки порога обнаружения стационарной помехи в смеси с шумом различной структуры на выходе спектрального анализатора помех КВ диапазона.

Abstract

The problem of the detection threshold for station interference and the signal-to-noise mixture of the spectrum analyzer of interference in the HF band for detecting station interference against the background of noise of various structures is studied.

1. Введение

В настоящее время КВ радиосвязь используется гражданскими, промышленными, военными службами и организациями. Системы связи КВ-диапазона обладают рядом преимуществ, таких как: универсальность применения, стоимость и техническая сложность, большая зона покрытия, что важно для связи в труднодоступной местности. Они обладают возможностью обмена с минимальными затратами с системами спутниковой связи. Поскольку качество связи определяется отношением сигнал-шум, что эквивалентно отношению энергии сигнала к спектральной плотности помех, то разумно выбирать каналы с минимальным уровнем шума.

2. Спектральный анализатор помех и исходные данные

В данной работе используется программно-аппаратный комплекс, состоящий из антенны, работающей в диапазоне 3-28 МГц, АЦП, где сигнал оцифровывается с частотой 100 МГц и поступает на вход цифрового приемника, на выходе которого отсчеты идут с частотой 25 МГц. Из них формируются примыкающие выборки по 65536 отсчетов и над ними выполняется быстрое преобразование Фурье (БПФ). В этом случае разрешение в спектре по частоте (bin) составляет 381 Гц, что дает оценку загрузки в примыкающих КВ каналах с полосой частот 381 Гц. Полученные выборочные спектры носят случайный характер. Для получения статистически устойчивой оценки СПМ был использован метод усреднения полученных последовательно 381 спектров по времени за 1 с [1].

3. Алгоритм работы вычислительной модели

На основе полученных экспериментальных данных в программе GNU Radio была реализована вычислительная модель анализатора помех и получены законы распределения для спектров [2-3].

4. Заключение

Построена вычислительная модель обнаружения станционной помехи в смеси с шумом различной структуры. Алгоритм содержит: разбиение спектра на мегагерцовые отрезки; построение гистограмм; вычисление параметров функций распределения (математическое ожидания, среднеквадратическое отклонение); кривые ROC для определения вероятности обнаружения станционной помехи или полезного сигнала на фоне помех; определение порога обнаружения станционной помехи, что позволяет с заданной вероятностью ошибки выделять станционные помехи от флуктуационного шума.

Список литературы

1. W.N. Furman, et al. Initial Wideband HF ALE: Approach and On-Air Test Results // The Nordic Shortwave Conference HF13, Faro, Sweden, 2013.
2. D. V. Ivanov, et al., Monitoring of interference spectrum and availability of HF radio channels of 3...24 KHz width // 12th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2018), London, 2018, pp. 1-5.
3. R. R. Belgibaev, et al., Software-Defined Radio Ionosonde for Diagnostics of Wideband HF Channels with the Use of USRP Platform // 2019 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), Saint-Petersburg, Russia, 2019, pp. 1-4.

**ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
ПРОАКТИВНОГО МОНИТОРИНГА СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ
МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

Корсукова К.А., Фадеев В.А., Надеев А.Ф.

Научный руководитель: Надеев Адель Фирадович, д.ф.-м.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**REVIEW OF CURRENT APPROACHES TO SOLVING THE
PROBLEMS OF PROACTIVE MONITORING OF MODERN
MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS**

Korsukova K.A., Fadeev V.A., Nadeev A.F.

Supervisor: Adel F. Nadeev, doctor of Ph.D, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе приведен краткий обзор решений задачи проактивного мониторинга в рамках сетей мобильной связи пятого и шестого поколений. Основная цель работы состоит в постановке задачи для дальнейших исследований тематики NWDAF и Non-real-Time RIC.

Abstract

This work provides a brief overview of the solutions to the problem of proactive monitoring within the framework of fifth and sixth generation mobile communication networks. The main goal of the work is to set a task for further research on the subject of NWDAF and Non-real-Time RIC.

1. Введение

Проактивный мониторинг телекоммуникационных систем является на сегодняшний день одним из самых востребованных направлений исследований в силу возросшего интереса к софтверизации, виртуализации и использованию инструментария машинного и глубокого обучения в рамках систем связи.

2. Обзор подходов

В рамках сетей пятого поколения (5G) со стороны 3GPP [1, 2] предусматривается функция анализа сетевых данных (NWDAF – network

data analysis function). С точки зрения сетей шестого поколения (6G) одним из вариантов реализации проактивного мониторинга рассматриваются интеллектуальные контроллеры сети радиодоступа без реального времени (рис. 1).

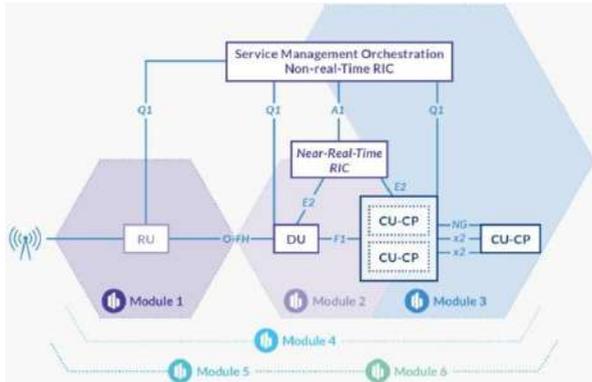


Рис. 1 – Предполагаемая схема интеграции RIC в сети 6G [3].

3. Заключение

Стоит отметить, что и рекомендации 3GPP, и разработки в рамках 6G подразумевают очень гибкий выбор инструментов анализа данных, а также увеличение использования для этих целей стороннего программного обеспечения с открытым исходным кодом. Поэтому в качестве основного направления наших дальнейших исследований была выбрана разработка оптимальных методик для проактивного анализа на базе байесовских подходов, как наиболее теоретически обоснованных.

Список литературы

1. 3GPP, «5G System; Network data analytics services; Stage 3», 3rd Generation Partnership Project (3GPP), Technical Specification (TS 29.520), September 2019, version 16.1.0. [On-line]. Available: <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3355>
2. Sevgican, S., Turan, M., Gökarslan, K., Yilmaz, H.B. and Tugcu, T., 2020. Intelligent network data analytics function in 5G cellular networks using machine learning. *Journal of Communications and Networks*, 22(3), pp.269-280.
3. 6G-RIC develops key technologies for future 6G communication systems // 6G-RIC Research and Innovation Cluster URL: <https://6g-ric.de/research/#transition> (дата обращения: 28.03.2023).

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Крючатов В.И., Цепелев М.В., Якупов Д.Д.

Научный руководитель: Козин Константин Викторович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE USE OF NEURAL NETWORKS IN RADIO ELECTRONICS FOR SIGNAL PROCESSING

Kryuchatov V.I., Tsepelev M.V., Yakupov D.D.

Supervisor: Kozin Konstantin Viktorovich, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Нейросети в радиоэлектронике для обработки сигналов могут использоваться для многих задач, таких как распознавание сигналов, фильтрация шума, определение параметров сигнала и многое другое. Они могут быть применены в различных областях радиоэлектроники, включая радиосвязь, телевидение, спутниковую связь и многие другие. В данной статье будет рассмотрен принцип работы нейросетей в радиоэлектронике, их преимущества перед традиционными методами обработки сигналов, а также примеры их успешного применения в данной области.

Abstract

Neural networks in radio electronics for signal processing can be used for many tasks, such as signal recognition, noise filtering, signal parameter determination, and much more. They can be applied in various areas of radio electronics, including radio communications, television, satellite communications, and many others. This article will consider the principle of operation of neural networks in radio electronics, their advantages over traditional signal processing methods, as well as examples of their successful application in this area.

1. Введение

Нейросеть - это математическая модель, которая имитирует работу человеческого мозга. Она состоит из множества связанных между собой нейронов, которые могут обрабатывать и передавать информацию.

Нейросети могут обучаться на основе определенных алгоритмов, которые позволяют им адаптироваться к новым условиям и задачам.

2. Применение нейросетей в радиоэлектронике

Нейросети могут использоваться для решения многих задач в радиоэлектронике, включая:

-определение и классификация сигналов:

Нейросети могут использоваться для определения и классификации различных типов сигналов, таких как аналоговые и цифровые сигналы, радиосигналы и другие;

-декодирование и восстановление данных:

Нейросети могут использоваться для декодирования и восстановления данных, которые были повреждены или потеряны в процессе передачи;

-повышение качества передачи данных:

Нейросети могут использоваться для повышения качества передачи данных в радиосистемах путем оптимизации параметров передачи и уменьшения ошибок передачи;

-анализ и обработка сигналов:

Нейросети могут использоваться для анализа и обработки сигналов, таких как мощность, частота и фаза сигналов.

3. Заключение

Применение нейросетей в радиоэлектронике может значительно улучшить качество передачи данных и повысить эффективность радиосистем. Нейросети являются мощным инструментом для обработки сигналов и могут использоваться во многих областях радиоэлектроники.

Список литературы

1. Vladimir G. Redko / Evolution, neural networks, intelligence: Models and concepts of evolutionary cybernetics // Proc. of SPIE Vol. 9807 98070M-1 ISSN: 0277-786X, ISSN: 1996-756X (electronic), ISBN: 978-5-9519-3322-5
2. Nielsen M. A. / Neural Networks and Deep Learning: A Textbook // Proc. of SPIE Vol. 9807 98070M-1 ISSN: 0277-786X, ISSN: 1996-756X (electronic), ISBN: 978-3-319-94463-0
3. Bishop C. M. / Pattern Recognition and Machine Learning. Springer // Proc. of SPIE Vol. 9807 98070M-1 ISSN: 0277-786X, ISSN: 1996-756X (electronic), ISBN: 978-1-4939-3843-8

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ФАЗЫ И
АМПЛИТУДЫ ТОКА, ИЗГИБА АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ НА
ЕЕ ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ**

Кузьяев А.С.

Научный руководитель: Раевский Алексей Сергеевич,
д.ф.-м.н., профессор
(Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, г. Н.Новгород)

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CHANGES IN THE PHASE
AND AMPLITUDE OF THE CURRENT, THE BENDING OF THE
ANTENNA ARRAY ON ITS DIRECTIONAL PATTERN**

Kuziaev A.S.

Supervisor: Aleksei S. Raevsky, professor
(Nizhny Novgorod state technical university named after
R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod)

Аннотация

В статье проводится сравнительный анализ диаграммы направленности пятиэлементной линейной антенной решетки с элементами вида $\sin(\varphi)$ при изменении фазы и амплитуды тока, радиуса кривизны (изгиба) поверхности. На основе сравнения делаются выводы о влиянии этих параметров на диаграмму направленности. Построение диаграммы производится на основе математического моделирования в среде Mathcad15.

Abstract

The article provides a comparative analysis of the radiation pattern of a five-element linear antenna array with elements of the type $\sin(\varphi)$ when changing the phase and amplitude of the current, the radius of curvature (bending) of the antenna array surface. Based on the comparison, conclusions are drawn about the effect of these parameters on the radiation pattern. The diagram is constructed on the basis of mathematical modeling in the Mathcad15 environment.

1. Введение

Антенные решетки в настоящее время остаются предметом активных исследований. Одним из направлений изучения являются конформные антенные решетки. Возникает необходимость рассмотреть влияние

изгиба поверхности, фазы и амплитуды тока на диаграмму направленности (ДН).

2. Математическое моделирование ДН

В данной работе проводится математического моделирования ДН при изменении изгиба поверхности, фазы и амплитуды тока в элементах. Вводится параметр g , характеризующий во сколько раз радиус кривизны превышает расстояние между элементами решетки.

ДН можно определить, как [1]:

$$\tilde{f}(\varphi) = \tilde{f}_0(\varphi) \cdot \left[\sum_{n=-M}^M \dot{I}_n \cdot \exp(ink \cdot \Delta r) \right], \quad (1)$$

где: $\tilde{f}_0(\varphi)$ – комплексная ДН элемента, $\dot{I}_n = I_n \cdot \exp(-i\psi_n)$ – комплексная амплитуда тока в n -м элементе (I_n – амплитуда тока, ψ_n – фаза тока), φ – угол сканирования, M – число элементов с каждой стороны от центрального, k – волновое число, Δr – разность хода луча между центральным и любым боковым элементом.

Для иллюстрации на рисунке 1 представлены ДН в зависимости от φ при разности фаз тока в соседних элементах $\psi = 90^\circ$, амплитудном распределении $I_{-2} = 0,7$, $I_{-1} = 0,85$, $I_0 = 1$, $I_1 = 0,85$, $I_2 = 0,7$ (шаг изменения $step = 0,15$) и значениях $g = 1000, 20, 9$ для обоих случаев. Длина волны $\lambda = 0,1875$ м. Расстояние между элементами $d = \lambda/2$.

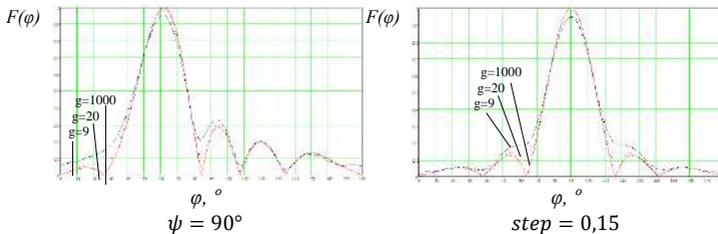


Рис. 1 – Результаты моделирования ДН

3. Заключение

Из результатов моделирования можно сделать вывод, что с уменьшением параметра g ширина главного лепестка увеличивается, уменьшается его уровень, увеличивается уровень боковых лепестков относительно главного, увеличиваются минимумы между лепестками.

Список литературы

1. Антенно-фидерные устройства: Учебник для вузов / Г.Н. Кочержевский, Г.А. Ерохин, Н.Д. Козырев. – М.: Радио и связь, 1989. – 352 с.: ил.

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Лаврушев В.Н., Трофимов Е.Ю.

Научный руководитель: Лаврушев Владимир Никифорович,
к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

MEASURING THE REFLECTION COEFFICIENT FOR VARIOUS MATERIALS BY THE DIFFERENTIAL METHOD

Lavrushev V.N., Trofimov E.Y.

Supervisor: Vladimir N. Lavrushev, assoc. professor
*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье приводятся результаты измерений коэффициента отражения дифференциальным методом в поле отраженной волны для материалов, используемых в космических зеркальных антеннах.

Abstract

The article presents the results of measurements of the reflection coefficient by the differential method in the field of the reflected wave for materials used in space reflector antennas.

1. Введение

Одной из наиболее сложных и технически реализуемых проблем в проектировании космических аппаратов является определение коэффициента отражения поверхности рефлектора зеркальных антенн зонтичного и веерного типов, в которых используются материалы из углепластика и сетеполотна. Для проведения высокоточных измерений оптимальным является дифференциальный метод измерения в поле отраженной волны.

2. Моделирование установки и полученные результаты

Модель, реализующая данный метод (рис.1) состоит из двух направленных идентичных плоских спиральных антенн, половинного делителя мощности, эталонного и исследуемого отражателей, находящихся на одинаковом расстоянии от излучателей.

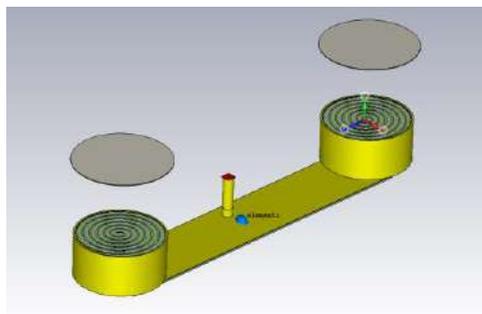


Рис.1 Электродинамическая модель установки

Исследования проводились для образца с бесконечной проводимостью, латуни, алюминия, меди и двух образцов с воздушными просветами. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты моделирования с отражателями

Название образца	S_{11} , дБ	КО
Металлический образец с бесконечной проводимостью	-60.3	0,9999
Образец с одним воздушным просветом	-32.02	0,9750
Образец с двумя воздушными просветами	-27.14	0,956
Латунь	-56.49	0,9984
Медь	-56.54	0,9985
Алюминий	-56.51	0,9985

3. Заключение

Результаты измерений показывают, что реализованный метод позволяет с высокой точностью определить коэффициент отражения любого материала. Однако результаты могут искажаться из-за взаимной связи между соседними излучателями. Решить данную проблему можно введением системы пассивных излучателей или направив излучатели в противоположные направления.

Список литературы

1. Романов А.Г., Чони Ю.И. Измерение коэффициента отражения плоских рефлекторов на основе полукрытого резонатора // Радиотехника. 2013. –№6. – С.114-117.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПАССИВНЫХ
ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗВЯЗКИ МЕЖДУ
АНТЕННАМИ В МИМО СИСТЕМАХ**

Лаврушев В.Н., Орешишникова Д.А.

Научный руководитель: Лаврушев Владимир Никифорович,
к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**USE OF A PASSIVE RADIANT SYSTEM TO INCREASE
ISOLATION BETWEEN ANTENNAS IN MIMO SYSTEMS**

Lavrushev V.N., Oreshnikova D.A.

Supervisor: Vladimir N. Lavrushev, ass. professor
*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье приводится исследование по уменьшению коэффициента связи между приемными и передающими антеннами в системах МИМО путем введения между ними одного или нескольких пассивных излучателей.

Abstract

The article presents a study on reducing the coupling coefficient between receiving and transmitting antennas in MIMO systems by introducing one or more passive radiators between them.

1. Введение

На данный момент наблюдается стремительный рост числа пользователей и операторов в сетях широкополосного радиодоступа. Множество устройств работает в одном частотном диапазоне, в связи с этим появляется проблема помехоустойчивости и влияния внутрисистемных помех на производительность работы сети.

В качестве решения проблемы влияния внутрисистемных помех было предложено ввести между передающими и приемными антеннами пассивный симметричный вибратор, который будет поглощать сигнал в заданной полосе частот.

2. Моделирование установки и полученные результаты

Для исследований была создана электродинамическая модель, состоящая из двух передающих и двух приемных антенн, между которыми расположен пассивный вибратор, настроенный на частоту 1.5 ГГц (рис.1).

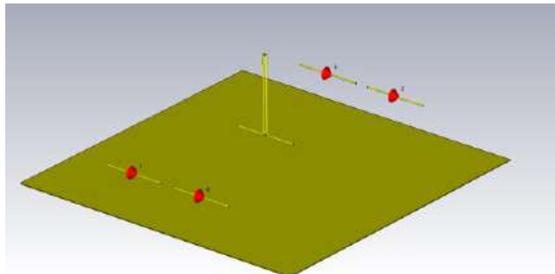


Рис.1 Электродинамическая модель антенн и пассивного вибратора

На рис.2 показаны результаты измерения коэффициентов связи при помощи электродинамического моделирования.

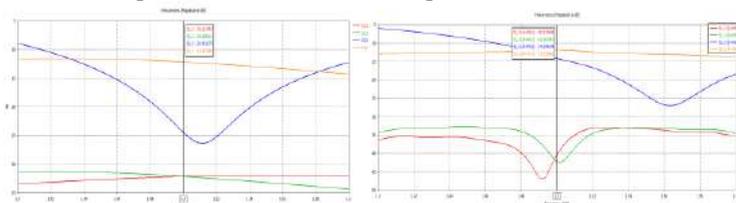


Рис.2 Результаты электродинамического моделирования

Результаты показывают, что развязка между противоположными антеннами увеличивается на 8 и 12,5 дБ. В случае с 1 и 3 антенной резонансная частота незначительно сместилась, ухудшив результат.

3. Заключение

Введение пассивного излучателя позволило значительно уменьшить взаимную связь между передающей и приемной частью точки доступа, что увеличивает отношение сигнал/шум и пропускную способность канала связи.

Так же можно рассмотреть систему нескольких из пассивных вибраторов, что может привести к более лучшему результату

Список литературы

1. Spirina E.A., Kozlov S.V. Application efficiency analysis of the integrated optimization method frequency-territorial planning procedure on the Wi-Fi network segment" // 2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SYNCHROINFO 2019.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Мардеев А.Р.

Научный руководитель: Сайфутдинов Алмаз Ильгизович,
к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODELLING METHODS FOR ELECTRODYNAMIC SYSTEMS

Mardeev A.R.

Supervisor: Almaz I. Saifutdinov, docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья рассматривает различные методы моделирования электродинамических систем, которые находят широкое применение в инженерной практике. В статье описываются основные подходы к моделированию, такие как метод конечных элементов, метод конечных разностей, метод конечных объемов, методы Монте-Карло и многие другие.

Abstract

This article considers various methods of modeling electrodynamic systems, which are widely used in engineering practice. The paper describes the main modeling approaches, such as finite element method, finite difference method, finite volume method, Monte Carlo methods and many others.

1. Введение

Моделирование электродинамических систем является одним из ключевых инструментов для исследования поведения различных электромагнитных устройств, таких как антенны, микроволновые резонаторы, трансформаторы и т.д. Эти системы могут иметь сложную структуру и включать множество взаимосвязанных элементов, что делает их анализ и оптимизацию нетривиальной задачей.

2. Основная часть

Существует несколько методов моделирования электродинамических систем, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества.

Метод конечных элементов (FEM) — численный метод анализа, используемый для решения дифференциальных уравнений электродинамических систем. Система разбивается на конечные элементы, для каждого решаются уравнения, а затем решения собираются вместе для получения полной модели. FEM учитывает геометрию системы и может использоваться для анализа нелинейных и нестационарных процессов [2].

Метод конечных разностей во временной области (FDTD) - численный метод анализа динамических процессов в физических системах. Пространство и время разбиваются на сетку конечных разностей, где уравнения, описывающие поле, решаются для каждой точки. Результаты собираются в полную модель системы во времени. FDTD широко используется в электромагнитной совместимости, антенной технике, оптике, акустике и других областях физики [1].

Методы Монте-Карло — это статистические методы моделирования, которые используют случайные числа для описания поведения системы. Они могут использоваться для моделирования электродинамических систем, в которых невозможно использовать аналитические методы. Методы Монте-Карло могут использоваться для моделирования рассеяния электромагнитных волн на сложных объектах, таких как тела с неровной поверхностью [1].

Метод конечных интегралов (FIT) - метод решения уравнений Максвелла, описывающих распространение электромагнитных волн. Система разбивается на конечные элементы, для каждого из которых решаются уравнения, описывающие его поведение. Результаты собираются в полную модель системы. FIT обычно используется для моделирования электромагнитных систем с простой геометрией [2].

3. Заключение

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от конкретных требований исследования. Все они могут использоваться для моделирования электродинамических систем и помогают получить более глубокое понимание их поведения.

Список литературы

1. Бородулин, Р. Ю. Численные методы электродинамики / Р. Ю. Бородулин. – Санкт-Петербург: ВАС, 2016. – 180 с.
2. Касимова, А. У. Сравнительный анализ численных методов моделирования микрополосковой антенны / А. У. Касимова // Проблемы автоматизации и управления. – 2022. – № 3. – С. 31-41.

ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАЗМЫ ПРИ ПОМОЩИ СВЧ

Мардеев А.Р.

Научный руководитель: Сайфутдинов Алмаз Ильгизович,
к.ф.-м.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

THE PRINCIPLE OF OPERATION OF DEVICES FOR PLASMA FORMATION USING MICROWAVE

Mardeev A.R.

Supervisor: Almaz I. Saifutdinov, docent
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

Статья описывает принцип работы устройств для формирования плазмы при помощи СВЧ. Рассмотрены преимущества использования высоких мощностей СВЧ и проблемы, связанные с ними, а также технологии для их решения. В статье также были приведены примеры использования устройств для формирования плазмы при помощи СВЧ в различных сферах, таких как металлургия, электроника, медицина и другие.

Abstract

The article describes the principle of operation of devices for plasma formation using microwave. The advantages of using high power microwave and the problems associated with them, as well as the technology to solve them. The article also gave examples of the use of devices for plasma formation using microwave in various fields, such as metallurgy, electronics, medicine and others.

1. Введение

СВЧ устройства для формирования плазмы являются одними из наиболее эффективных средств для создания плазменных источников различных приложений, включая плазменную обработку и нанотехнологии [1].

2. Основная часть

Основные компоненты СВЧ устройств для формирования плазмы - источник СВЧ излучения, волновод, связывающий источник с резонатором, и нагрузочный резонатор, где формируется плазма. Источник СВЧ излучения (магнетрон или клистрон) имеет высокую мощность, что обеспечивает высокую температуру и ионизацию в нагрузочном резонаторе. Волноводы транспортируют электромагнитные волны к нагрузочному резонатору, где они накапливаются и формируют плазму.

СВЧ устройства формируют плазму путем поглощения энергии СВЧ в нагрузочном резонаторе с газом. Электроны в газе колеблются на частоте СВЧ, нагревая и ионизируя газ. Устройства работают на основе мощности и частоты СВЧ, и высокие мощности могут быть опасными. Для безопасности используются охлаждающие системы, контроль мощности и частоты, а также диэлектрические материалы.

СВЧ устройства для формирования плазмы широко используются в различных областях, таких как плазменная обработка, нанотехнологии, металлургия, медицина и другие. Например, плазменная обработка используется для очистки и модификации поверхности различных материалов, а также для создания пленок и наноструктур на поверхности материалов. В медицине, плазменная обработка используется для стерилизации инструментов и медицинских изделий [2].

3. Заключение

Основные параметры СВЧ устройств для формирования плазмы - мощность и частота СВЧ. Высокая мощность опасна для резонатора и окружающей среды. Для безопасности применяют охлаждающие системы, контроль мощности и частоты, и диэлектрические материалы. Различные резонаторы помогают достичь оптимального соотношения между мощностью и температурой плазмы.

Список литературы

1. Моделирование процесса синтеза углерода в СВЧ-разряде в смеси газов аргон–этанол при атмосферном давлении / О. Г. Напалков, А. И. Сайфутдинов, А. А. Сайфутдинова, Б. А. Тимеркаев // Химия высоких энергий. – 2021. – Т. 55, № 6. – С. 493-498.
2. Применение СВЧ-плазмы атмосферного давления для стерилизации диэлектрических материалов / Н. В. Сорока, К. А. Корсунов // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2021. – № 2(44). – С. 144-148.

ДЕМОДУЛЯТОР ПРИБЛИЖЕННОГО ПРАВДОПОДОБИЯ В МЯГКОМ РЕЖИМЕ ДЛЯ MATLAB

Маслов А.А.

Научный руководитель: Ашаев Иван Петрович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, г. Казань)

APPROXIMATE LIKELIHOOD SOFT DEMODULATOR FOR MATLAB

Maslov A.A.

Supervisor: Ivan P. Ashaev, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье обсуждаются методы демодуляции 16QAM сигналов и реализовывается функция демодуляции приближенного правдоподобия в мягком режиме сигнала 16QAM для пакета прикладных программ Matlab. Представлены результаты реализации функции демодуляции в сравнении с внутренней функцией в Matlab.

Abstract

This article discusses demodulation methods for 16QAM signals and implements a soft-mode approximate likelihood demodulation function for the Matlab application software package. The results of realization of the demodulation function in comparison with the internal function in Matlab are presented.

1. Введение

Для сигналов мобильной связи стандарта 4G применяются жесткий и мягкий режимы демодуляции. Демодуляция в жестком режиме происходит путем нахождения наиболее близкого опорного символа и выдает набор бит, которые этому символу соответствуют, то в мягкий режим основывается на вычислении метрик согласно критерию максимального правдоподобия. В следствии того, что внутренняя функция в Matlab закрыта, имеет место необходимость, реализация собственной функции демодуляции в мягком режиме.

2. Реализация функции демодуляции для мягкого режима приближенного правдоподобия, на основе аналитической модели

В данной работе предложен вариант реализации функции демодуляции для мягкого режима приближенного правдоподобия 16QAM сигнала. Отличие между приближенной функцией правдоподобия от точной заключается в использовании только ближайшего инверсного бита, а не всех позиций в созвездии. Аналитически мягкая демодуляция может быть представлена в следующем виде:

$$b_i = \frac{1}{\sigma^2} S(i) |d_{\langle rx, ref \rangle}^2 - d_{\langle rx, i \rangle}^2|, \quad (1)$$

где: σ^2 – дисперсия шума, $S(i)$ – знаковая функция, принимающая значения -1 и 1 при 1 и 0 соответственно, $d_{\langle rx, ref \rangle}$ – расстояние от принятого символа до ближайшего опорного, $d_{\langle rx, i \rangle}$ – расстояние от принятого символа до ближайшего символа с инвертированным i -м битом [1].

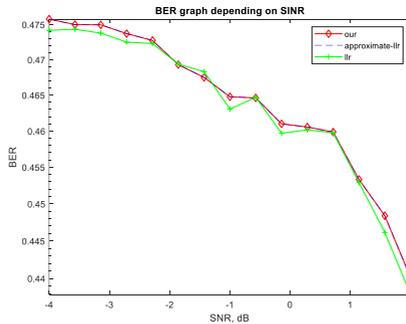


Рис. 1 – Результаты моделирования вычисленной функции BER при различных отношениях сигнала к шуму.

3. Заключение

Из приведенных результатов моделирования можно сделать вывод, реализованная функция демодулятора в мягком режиме для приближенного правдоподобия в точности соответствует внутренней функции в Matlab.

Список литературы

1. Cao, X., Liu, Y. and Hu, D. Simplified LLR algorithm for m-QAM demodulation // The Journal of Engineering. – 2019. – pp. 7370-7375. <https://doi.org/10.1049/joe.2019.0634>.

**МИКРОПОЛОСКОВО-КОАКСИАЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ В СВЧ
ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
ЭЛЕМЕНТЫ НА ИХ ОСНОВЕ**

Назаров Р.Р.

Научный руководитель: Садчиков Валерий Викторович, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**MICROSTRIP-COAXIAL VIAS IN MICROWAVE INTEGRATED
CIRCUITS AND FUNCTIONAL COMPONENTS BASED ON THEM**

Nazarov R.R.

Supervisor: Sadchikov Valery Victorovich, assistant professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной статье исследуется влияние различных параметров межслойных коаксиальных переходов на распространение сигналов в многослойных интегральных схемах. Основное внимание уделяется коэффициентам отражения и передачи в частотной области. В качестве результатов исследования приведены графики.

Abstract

The impact of different parameters of coaxial vias on signal propagation in multilayer integrated circuits are investigated in this article. Major attention is paid to the reflection and transmission coefficients. As the result of investigation graphs are provided.

1. Введение

Межслойный переход (МСП) – электрическое соединение между линиями, находящимися на различных слоях многослойной печатной платы. В простейшей реализации – это небольшое цилиндрическое отверстие, просверленное через печатную плату, через которое осуществляется передача сигналов между различными слоями многослойной печатной платы. Естественно, что эффекты данных структур на высоких частотах являются огромным испытанием для изготовителей.

2. Исследование коэффициентов отражения и передачи

В данной работе в качестве инструмента исследования будет использована программа электромагнитного моделирования CST Studio. Собранный модель коаксиального межслойного перехода имеет следующую структуру: в многослойную печатную плату насквозь вставлен цилиндрический стержень – внутренний проводник коаксиального межслойного перехода. В качестве внешнего проводника выступают цилиндрические стержни, расположенные по кругу. По обе стороны от многослойной печатной платы расположены НПЛ, которые соединены с центральным проводником коаксиального межслойного перехода. В нижнем проводнике (заземлении) НПЛ образуются отверстия. Материал подложки – политетрафторэтилен, в качестве проводника используется идеальный проводник. Размеры коаксиального перехода и НПЛ подобраны таким образом, чтобы их сопротивление равнялось 50 Ом.

В результате электромагнитного моделирования при 8, 12, 16 проводниках были получены следующие результаты:

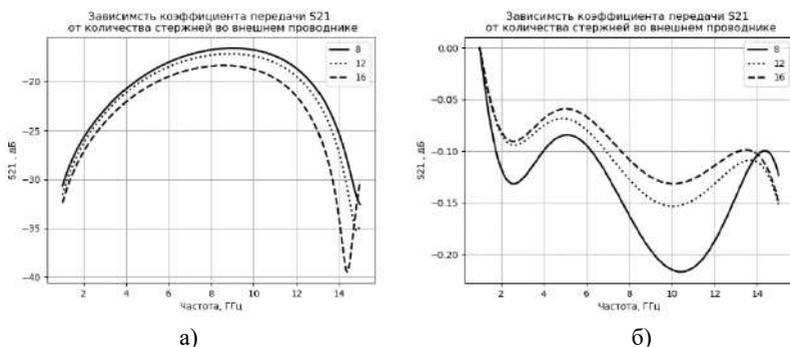


Рисунок 1 – Результаты моделирования коаксиального межслойного перехода при различном количестве стержней внешнего проводника, а) – S11, б) – S21.

3. Как видно из полученных графиков, чем больше стержней образуют внешний проводник коаксиального перехода, тем выше коэффициент передачи и ниже коэффициент отражения.

Список литературы

1. W.Y. Chang, Richard. K.Y. See, E.K. Chua / Comprehensive Analysis of the Impact of Via Design On High-Speed Signal Integrity – Conference Paper // DSO National Laboratories Guided Systems – Singapore 118230.

СВЧ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОРОШКОВ ОТ ИХ ПЛОТНОСТИ

Нигматуллин Р.Р., Ишкаев Т.М.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SYSTEM OF MONITORING THE CONDITION OF WEAR OF CURRENT ACCESSORIES OF ELECTRIC TRAIN METROPOLITEN

Nigmatullin R.R., Ishkaev T.M.

Supervisor: Aidar R. Nasybullin, PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе приводится описание СВЧ преобразовательного элемента для оценки диэлектрической проницаемости порошковых материалов. Представлена электродинамическая модель предлагаемого чувствительного элемента. Приведены частотные зависимости модуля коэффициента передачи при различных вариантах толщины исследуемого порошка, имитирующих изменение плотности материала.

Abstract

The article describes a microwave converter element for assessing the dielectric constant of powder materials. An electrodynamic model of the proposed sensing element is presented. The frequency dependences of the transmission coefficient modulus are given for different thickness variants of the powder under study, simulating a change in the density of the material.

В последние года большой интерес получило направление диэлектрического анализа твердых и порошкообразных материалов с целью изучения их физико-химических параметров. Исследование диэлектрических параметров материалов может предложить множество преимуществ для методов обогащения и обработки [1]. Особенностью решения подобных задач в СВЧ технике является неоднородность материалов, особенно порошкообразного вида. Изменение значения диэлектрической

проницаемости порошковых материалов напрямую зависит от их плотности. Тем самым возникает необходимость в использовании калибровочного датчика, способного с высокой точностью определять диэлектрическую проницаемость материалов. На основе такого калибровочного датчика возможна оценка работы подобных производственных датчиков.

Предлагаемый преобразовательный элемент построен на основе связанных полосковых резонаторов, в зазоре которых располагается исследуемый порошок. Возбуждение микрополосковых линий осуществлено с применением коаксиально-полоскового перехода (рисунок 1).

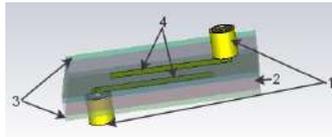


Рис. 1 – Электродинамическая модель преобразовательного элемента
1 – коаксиальные линии; 2 – исследуемый материал; 3 – диэлектрические подложки; 4 – полосковые линии.

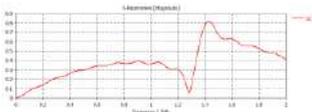


Рис. 2 (а) – Частотная зависимость коэффициента передачи для ϵ исследуемого материала 2,16

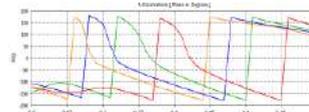


Рис. 2 (б) – Зависимость фазы от частоты при вариации диэлектрической проницаемости материала.

Из приведенных на рисунке 2 зависимостей можно сделать заключение о работоспособности предложенной концепции оценки диэлектрических параметров спрессованных порошковых материалов, также на рисунке 2 (б) прослеживается обратно пропорциональная зависимость фазы от изменения диэлектрической проницаемости исследуемого материала от 4 до 7.

Список литературы

1. O. Nelson S. / Density-Permittivity Relationships for Powdered and Granular Materials // IEEE Transactions on instrumentation and measurement. – 2005. – Vol.54, No.5. – P.2033-2040.
2. L. Tong, Haihui Zha, Xingfa Gu, / The complex permittivity measurement of powder materials and the dielectric constant of lunar soil // Measurement. – 2014 – Vol.48. – P.6-12.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА

Омарова Д.Т.

Научный руководитель: Кузнецова Виктория Вячеславовна, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INVESTIGATION OF THE ADVANTAGES OF A TERAHERTZ LASER BEAM

Omarova D.T.

Supervisor: Victoria V. Kuznetsova, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev –KAI, Kazan)

Аннотация

В статье исследованы преимущества терагерцового излучения чрезвычайно высокой интенсивности в среде проверки безопасности. Представлено решение проблемы в области терагерцового диапазона.

Abstract

The article explores the benefits of extremely high intensity terahertz radiation in a security screening environment. A solution to the problem in the terahertz range is presented.

1. Введение

Терагерцовое излучение используется для проверки безопасности в аэропортах, для медицинских осмотров, а также для проверки качества в промышленности. Однако излучение в терагерцовом диапазоне генерировать крайне сложно. Удалось разработать источник терагерцового излучения, который побил несколько рекордов: он чрезвычайно эффективен и имеет очень широкий спектр — он генерирует разные длины волн из всего терагерцового диапазона. Это открывает возможность создания коротких импульсов излучения с чрезвычайно высокой интенсивностью излучения.

2. Преимущественные отличия между лазерами и антеннами

Терагерцовое излучение обладает очень полезными свойствами. Он может легко проникать во многие материалы, но, в отличие от рентгеновских лучей, безвреден, поскольку не является ионизирующим излучением.

Однако с технической точки зрения терагерцовое излучение расположено в очень труднодоступной области частот — в своего рода нейтральной зоне между двумя хорошо известными областями: излучение с более высокими частотами может генерироваться обычными твердыми телами. С другой стороны, низкочастотное излучение, используемое в мобильной связи, излучается антеннами. Самые большие проблемы лежат именно посередине, в терагерцовом диапазоне.

Лазерный свет проходит через так называемую нелинейную среду. В этом материале модифицируется инфракрасное излучение, часть его преобразуется в излучение с удвоенной частотой.

По итогу, имеется два разных типа инфракрасного излучения. Затем эти два вида излучения накладываются друг на друга. Это создает волну с электрическим полем очень специфической асимметричной формы.

3. Заключение

Из сказанного выше означает, что теперь впервые доступен терагерцовый источник излучения чрезвычайно высокой интенсивности. Первоначальные эксперименты с кристаллами теллурида цинка уже показывают, что терагерцовое излучение отлично подходит для совершенно нового ответа на важные вопросы материаловедения.

Список литературы

1. Shumakova V., Vladimir Yu. F. Observation of extremely efficient terahertz generation of mid-infrared two-color laser filaments // Communications of Nature, – 2020, – P. 11.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО
ОТКРЫТЫМ КОНЦА ВОЛНОВОДА, ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
УПРОЩЕННОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА**

Потапова О.В., Шамбазов Д.М.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**STUDY OF ERRORS OF DETERMINATION OF
ELECTROMAGNETIC FIELD CREATED BY OPEN END OF
WAVEGUIDE USING SIMPLIFIED CALCULATION MODEL**

Potapova O.V., Shambazov D.M.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе сравниваются распределения электромагнитного поля вблизи открытого конца волновода, полученные моделированием и с помощью расчета по упрощенной модели. Определены расстояния, на которых погрешности определения компонент электрического поля значительно снижаются.

Abstract

The distributions of the electromagnetic field near the open end of the waveguide, obtained by modeling and using a simplified model calculation are compared in the paper. Distances at which errors in determination of electric field components are significantly reduced are determined.

1. Введение

В работах ряда авторов [1] показано, что аналитические выражения, позволяющие рассчитать электромагнитное поле (ЭМП), создаваемое излучателями, не позволяют определить его достаточно точно в непосредственной близости от излучателей. Помимо этого, в практических расчетах широко используют упрощенные модели, корректно описывающие ЭМП элементарных источников в дальней зоне.

2. Проведенные исследования

Целью работы являлось исследование погрешностей упрощенного расчета ЭМП с помощью модели (1), создаваемого открытым концом

волновода (ОКВ):

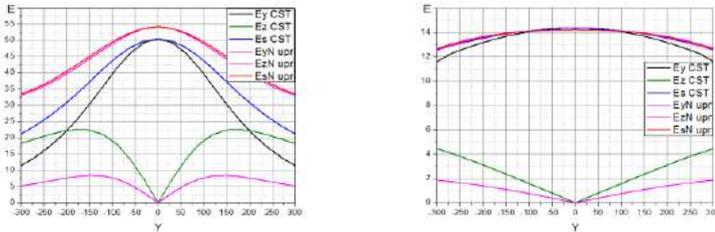
$$\dot{E} = C \int_S A(x'y') \frac{e^{-jkR(x'y')}}{R(x'y')} dS \quad (1)$$

где: $A(x'y')$ – амплитудное распределение в раскрыве, R – расстояние до точки наблюдения.

Погрешности определялись путем сравнения рассчитанных распределений ЭМП и распределений, полученных моделированием в программе CST Studio. Исследования проводились в свободном пространстве на расстояниях от ОКВ соизмеримых с длиной волны.

При моделировании и в расчетах рассматривался стандартный прямоугольный волновод, возбуждаемый на частоте 600 МГц.

Для иллюстрации полученных результатов на рис. 1 а, б показаны распределения компонент напряженности электрического поля на разном удалении от ОКВ в направлении, параллельном раскрыву.



а) расстояние от ОКВ 180 мм

б) расстояние от ОКВ 510 мм

Рис. 1. Сравнение компонент напряженности электрического поля

3. Заключение

Исследования показали, что на расстояниях меньше длины волны от ОКВ, погрешности в упрощенном определении компонент электрического поля довольно существенные. На расстояниях от ОКВ, превышающих длину волны, погрешности определения компонент электрического поля значительно снижаются.

Список литературы

1. Неганов В.А., Табаков Д.П., Яровой Г.П. Современная теория и практические применения антенн. Москва: Радиотехника, 2009. - 720 с.
2. Седельников Ю.Е., Тестоедов Н.А., Веденькин Д.А., Данилов И.Ю., Потапова О.В., Романов А.Г., Фадеева Л.Ю., Чони Ю.И. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. 2015. - 322 с.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
СФОКУСИРОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОГРЕШНОСТЯХ
РЕАЛИЗАЦИИ ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

Потапова О.В., Мальков В.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**EVALUATION OF EFFICIENCY OF forming OF FOCUSED
RADIATION AT ERRORS OF REALIZATION OF PHASE
DISTRIBUTION**

Potapova O.V., Malkov V.A.

*(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается изменение параметров сфокусированного поля в случаях, когда фазовое распределение в раскрыве излучателя сформировано с некоторой погрешностью. Представлены результаты расчетов распределений сфокусированного поля при фиксированной и случайной погрешностях реализации фазового распределения.

Abstract

The article discusses the change in the parameters of the focused field when the phase distribution in the aperture was formed with some errors. The results of calculations of distributions of focused field with fixed and random errors of phase distribution implementation are presented.

1. Введение

Формирование максимума электромагнитного поля на расстояниях, соизмеримых с размерами излучателя возможно с помощью принципа фокусировки [1]. В этом случае поля от элементарных излучателей будут складываться синфазно в точке с координатами (x_0, z_0) – точке фокусировки. Однако практическая реализация фазового распределения (ФР) всегда будет сталкиваться с некоторыми погрешностями формирования необходимого значения фазы [2]. Целью данной работы являлось определение влияния величины фазовой ошибки на эффект фокусировки.

2. Проведенные исследования.

Наличие фиксированной ошибки при реализации фазового распределения (рис. 1а) ожидаемо изменяет глубину расположения точки фокусировки и увеличивает значения локальных максимумов рядом с точкой фокусировки. Однако, наибольший практический интерес представляет случай, когда фазовое распределение является случайной величиной, характеризующейся нормальным законом распределения с математическим ожиданием, равным фокусирующему фазовому распределению и различными значениями среднеквадратического отклонения (СКО)

На рис. 1 показаны распределения напряженности электрического поля при значениях СКО=2% от истинного значения фазы при глубине точки фокусировки 5λ и 10λ соответственно. Таким образом, увеличение глубины расположения точки фокусировки усиливает деградацию свойств сфокусированного электромагнитного поля.

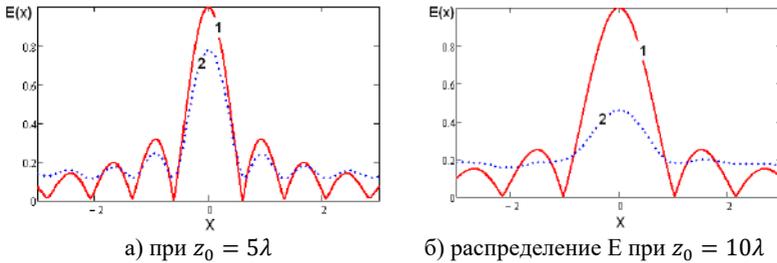


Рис. 1. Распределение вектора E в направлении, параллельном излучателю

3. Заключение

Проведенные исследования показали, что погрешности случайного фазового распределения существенным образом сказываются на параметрах сфокусированного поля. Наибольшее влияние оказывает, очевидным образом, величина СКО. Однако при фиксированном значении СКО существенными факторами являются глубина расположения точки фокусировки и длина антенной решетки.

Список литературы

1. Седельников Ю.Е., Тестоедов Н.А., Веденькин Д.А., Данилов И.Ю., Потапова О.В., Романов А.Г., Фадеева Л.Ю., Чони Ю.И. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. 2015. - 322 с.

2. Бахрах Л.Д., Бенинсон Л.С., Зелкин Е.Г. и др. Справочник по антенной технике. Т.1. М.: ИПРЖР, 1997. 256 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ СИСТЕМ С ФУНКЦИЯМИ УОЛША

Раупов Р.Р.¹, Сивинцева О.А.², Буткевич Ю.Р.²

Научный руководитель: Логинов С.С., д.т.н., профессор
(¹АО «НПО «Радиоэлектроника» им. В.И. Шимко», г. Казань,
²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INVESTIGATION OF CORRELATION PROPERTIES OF SYSTEMS WITH WALSH FUNCTIONS

Raupov R.R.¹, Sivintseva O.A.², Butkevich Y.R.²

Supervisor: Loginov S.S., professor
(¹«SPA «Radio electronics» named after V.I. Shimko», Kazan,
²Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе приведена оценка изменения корреляционных свойств М-последовательностей при их посимвольном суммировании по модулю с последовательностями Уолша.

Abstract

The assessment of the change in the correlation properties of M-sequences during their symbol-by-symbol addition by modulo with Walsh sequences were carried out.

1. Введение

При организации асинхронных многопользовательских систем связи с широкополосными сигналами (ШПС) возможно применение сигналов с использованием функций Уолша [1]. Цель работы – оценка влияния функций Уолша на параметры корреляционных характеристик сигналов, образованных при наложении рассматриваемых функций на псевдослучайную М-последовательность.

2. Основная часть

Для обеспечения символьного кодирования в многопользовательских системах функции Уолша накладываются на псевдослучайные по-

следовательности (ПСП). Для оценки влияния функций Уолша проведено исследование пиковых значений, уровней боковых лепестков (УБЛ) и величин среднеквадратических отклонений (СКО) автокорреляционных (АКФ) функций суммарных сигналов. АКФ исходной ПСП характеризуется следующими параметрами: пиковое значение – 512; УБЛ – 36; СКО – 18.09. Зависимости параметров корреляционных характеристик от номера конкретной функции Уолша приведены на рис.1.

Установлено, что наложение функций Уолша не влияет на пиковые значения АКФ суммарного сигнала, однако наблюдается повышение среднего уровня УБЛ на 4.96 дБ и СКО бокового лепестка на 0.35 дБ. Высокий уровень УБЛ может привести к росту вероятности ложной тревоги при приеме. Кроме того, установлено, что при смене ПСП характер зависимостей остается прежним.

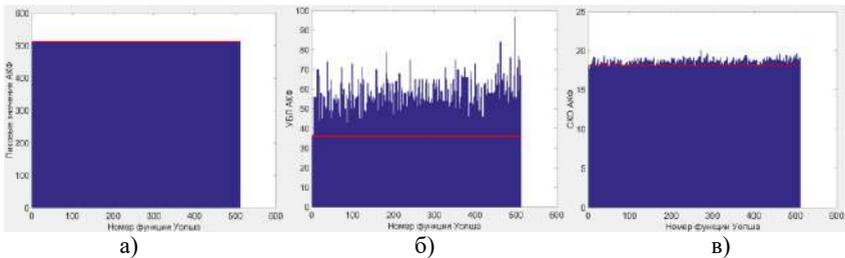


Рис.1. Зависимости от номера функций Уолша: а) пиковых значений; б) УБЛ; в) СКО

3. Заключение

Таким образом, наложение функций Уолша на ПСП приводит к возрастанию среднего уровня УБЛ и СКО.

Список литературы

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОАКСИАЛЬНО-ПОЛОСКОВОГО ПЕРЕХОДА С РЕЗИСТИВНЫМИ ПЛЁНКАМИ

Редькина В.А., Раевская Ю.В.

Научный руководитель: Раевская Юлия Владимировна,
кандидат технических наук, доцент
(Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева – НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород)

SIMULATION OF A COAXIAL-STRIPE TRANSITION WITH RESISTIVE FILMS

Redkina V.A., Raevskaya Yu.V.

Supervisor: Raevskaya Yulia Vladimirovna, candidate of Engineering
Sciences, associate professor
(Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev -
NNSTU named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod)

Аннотация

Приводится описание моделирования в программном пакете Ansys HFSS коаксиально-полоскового перехода с резистивными плёнками различных конфигураций. Предполагается, что введение резистивных плёнок в конструкцию коаксиально-полоскового перехода позволит подавить высшие типы волн в структуре и расширить полосу рабочих частот.

Abstract

A description is given of the simulation in the Ansys HFSS software package of a coaxial-strip transition with resistive films of various configurations. It is assumed that the introduction of resistive films into the design of a coaxial-strip transition will make it possible to suppress higher types of waves in the structure and expand the operating frequency band.

1. Введение

В [1] был предложен подход к решению задачи улучшения электродинамических характеристик согласующих устройств, который основан на использовании резистивных плёнок. Зная структуру электромагнитного поля экранированной микрополосковой линии (ЭМПЛ), вводилось резистивное напыление в те области, где составляющие полей волн высших типов имеют наибольшую интенсивность.

2. Параметры моделируемых структур

В качестве резистивных материалов используются чистые металлы, сплавы, керметы, полупроводники и пасты [2]. Был выбран материал с сопротивлением квадрата резистивной плёнки $\rho_s = 5000 \text{ Ом}/\square$, диэлектрическая проницаемость такого материала $\varepsilon = 3 \cdot 10^{-11} \text{ Ф/м}$. На рис. 1 представлены три варианта расположения резистивных плёнок в ЭМПЛ. Подложка МПЛ выполнялась двухслойной. На верхнем слое подложки размещался центральный проводник линии, на нижнем слое размещались резистивные плёнки.

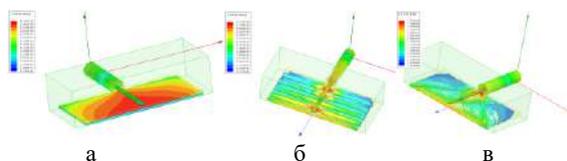


Рис. 1. Картины распределения электрического поля на частоте 35 ГГц для трёх вариантов расположения резистивных плёнок, рассчитываемые в Ansys HFSS.

3. Результаты расчёта

Получены зависимости от частоты параметров S_{11} и S_{12} для моделей на рис.1. В структуре, приведённой на рис.1а, диапазон рабочих частот увеличивается с 50 ГГц до 53 ГГц, но значительно снижается параметр S_{12} . Анализируя результаты расчёта моделей, приведённых на рис. 1б и 1в, можно сделать вывод, что существенно увеличить рабочую полосу частот перехода при таком расположении резистивных плёнок не удаётся.

4. Заключение

Было выяснено, что избирательное подавление волн высшего типа в предложенных структурах возможно лишь при тщательно подобранных параметрах резистивных включений: геометрических размерах, расположений относительно центрального проводника линии, величины удельного поверхностного сопротивления плёнки.

Список литературы

1. Гулин, А.И. Микрополосковая линия передачи / А.И. Гулин, В.К. Майстренко, С.Б. Раевский, А.А. Радионов, Г.И. Шишков // Патент №2024120 РФ/ Б.И., 1994г. – №22. – С.122.
2. Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств. / Под ред. В.И. Вольмана. М.: Радио и связь, 1982.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ СПЕКТРА
ПРОНИ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ
БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**

Садыков Н.Р.

Научный руководитель: Коробков Алексей Александрович,
к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**INVESTIGATION OF THE METHODS OF COMPUTING THE
PRONI SPECTRA FOR THE SPECTRUM ESTIMATION OF
BIOMEDICAL SIGNALS**

Sadykov N.R.

Supervisor: Alexey A. Korobkov, PhD

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе представлены результаты исследования метода Прони для спектрального оценивания коротких сигналов. Ограничения классического метода, основанного на решении системы уравнений, могут быть сняты путём применения различных подходов линейной алгебры. Результаты исследования подтверждаются имитационным моделированием.

Abstract

The results of the investigation of Proni method for the spectra estimation of biomedical signals are presented. Approach based on linear algebra is proposed to solve the problems of the Proni spectra computing. The results of simulations are considered.

Преобразование Фурье (ПФ) широко используется для задач спектрального анализа, оно имеет ряд недостатков, таких как ограниченное частотное разрешение и "утечку спектра", особенно при анализе коротких сигналов, которые часто встречаются при обработке биоэлектрических сигналов. В отличие от ПФ, метод разложения Прони решает проблему ограниченного частотного разрешения и дает возможность оценивать не только значения амплитуд, частот и фаз, но и коэффициенты затухания.

Однако, использование метода Прони требует знания порядка модели сигнала, что является его основным недостатком из-за отсутствия априорной информации о структуре сигнала.

Классический метод Прони приближает последовательность равномерно распределённых отсчётов длиной $N = 2p$ к линейной комбинации p сложных экспоненциальных функций с различными амплитудами, коэффициентами затухания, частотами и фазовыми углами. Для этого строится система линейных уравнений порядка p , решение которой позволяет определить все параметры разложения.

В данной работе рассматриваются три алгоритма для вычисления спектра Прони [1]: метод наименьших квадратов (МНК), метод наименьших полных квадратов (МНПК) и метод матричных пучков (ММП).

Для классического метода Прони порядок модели точно определяется как половина длины исходного сигнала $N=2p$. Однако на практике в линейных системах количество уравнений превышает количество неизвестных, т.е. они переопределены, и $N > 2p$. В таких случаях может использоваться метод наименьших квадратов. В линейной системе ($\mathbf{Ax} \approx \mathbf{b}$) шум влияет только на вектор наблюдения \mathbf{b} , а матрица коэффициентов \mathbf{A} не подвержена искажениям. В реальных задачах помимо вектора \mathbf{b} может быть искажена также матрица \mathbf{A} . В этом случае предпочтителен метод наименьших полных квадратов, который основан на сингулярном разложении. В качестве альтернативы методу Прони можно использовать метод ММП, в котором вместо первых двух шагов классического метода вычисляются собственные значения матрицы, образованной из системы уравнений. ММП менее чувствителен к шумам, чем полиномиальный метод. В работе представляются результаты имитационного моделирования указанных методов. Сигнал из 35 отсчётов длительностью 0.3 секунды представлял собой сумму трех гармонических колебаний. Результаты разложения Прони сравнивались со спектром, полученным с использованием дискретного преобразования Фурье.

Результаты моделирования показали, что вычисление спектра с помощью преобразования Фурье не позволяет четко определить спектральные компоненты ввиду явления «утечки спектра». Метод Прони позволяет точно идентифицировать гармоники и их параметры. Однако в условиях наложения белого гауссовского шума его эффективность резко снижается.

Список литературы

1. A. Fern´andez Rodr´ıguez, L. de Santiago Rodrigo, E. L´opez Guill´en, J. M. Rodr´ıguez Ascariz, J. M. Miguel Jim´enez, Luciano Boquete. Coding Prony’s method in MATLAB and applying it to biomedical signal filtering// BMC Bioinformatics, – 2018, – Vol. 19(451), – P. 1–14.

**СОГЛАСОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ И SIW
РЕЗОНАТОРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕЗОНАНСНОГО
СВЧ ДАТЧИКА**

Самохин Р.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MATCHING THE MICROSTRIP LINE AND THE SIW RESONATOR
TO CREATE A RESONANT MICROWAVE SENSOR**

Samokhin R.A.

Supervisor: Aidar R. Nasybullin, PhD, assoc. professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе описывается согласование перехода микрополосковой линия и SIW резонатора. Приводится электродинамическая модель перехода и его частотные зависимости коэффициента отражения. Оптимизация перехода проводилась по критерию максимальной добротности резонанса.

Abstract

This paper describes the coordination of the transition of the microstrip line and the SAW resonator. An electrodynamic model of the transition and its frequency dependences of the reflection coefficient are given. The optimization of the transition was carried out according to the criterion of the maximum Q-factor of the resonance.

СВЧ – датчик, представленный в тезисе, в дальнейшем будет предназначен для измерения влажности табака. Решением проектирования данного датчика послужило желание миниатюризировать и, как следствие, сделать более дешёвыми датчики, которые используются на данное время, а именно объёмные резонаторы.

Принцип работы СВЧ – датчиков заключается во взаимодействии среды, параметры которой нужно измерить, с электромагнитным полем, и по изменению параметров этого поля, например, изменение частоты резонанса, датчик высчитывает физические параметры этого материала.

В данной конструкции, внешний вид которой представлен на рисунке 1, изменялась длина микрополоски L и ширина щели d (рис. 1)

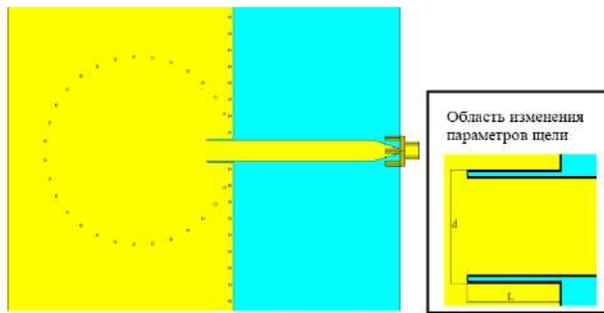


Рис. 1 – 3D модель СВЧ – датчика

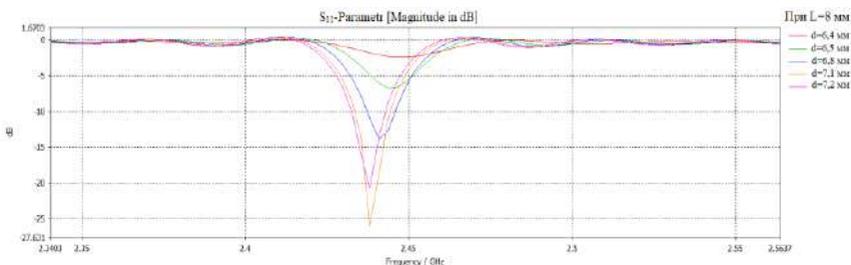


Рис. 2 – Графики зависимости коэффициента отражения от частоты при разных конструктивных вариантах

Значительное увеличение амплитуды резонанса происходит при определённых значениях ширины щели d в диапазоне от 6,8 мм до 7,2 мм. Наилучший вариант получился при ширине щели $d = 7,1$ мм и длине $L = 8$ мм со значением коэффициента отражения на частоте 2,43 ГГц равно $-25,948$ дБ.

Список литературы

1 СВЧ-датчик на основе SIW резонатора для измерения диэлектрических параметров жидкостей / Р. Р. Фаттахов, Т. М. Ишкаев, А. Р. Коркина, А. Р. Насыбуллин // Взаимодействие сверхвысокочастотного, терагерцового и оптического излучения с полупроводниковыми микро- и наноструктурами, метаматериалами и биообъектами: Сборник статей девятой Всероссийской научной школы-семинара, Саратов, 24 мая 2022 года / Под редакцией Ал.В. Скрипаля. – Саратов: Издательство "Саратовский источник".

ГАЗОВЫЕ РАЗРЯДНИКИ

Сахабутдинов А.И., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллин Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

GAS ARRESTERS

Sakhabutdinov A.I., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullin Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Assoc. Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена изучению газовых разрядников.

Abstract

The article is devoted to the study of gas dischargers.

Газовые разрядники служат для перекрытия тракта антенна-приемник на время передачи мощного радиолокационного импульса. Разрядник представляет собой вакуумную камеру или колбу, заполненную одним из тяжелых инертных газов при давлении $\sim 2 \div 20$ мм рт. ст., что обеспечивает высокую плотность электронов в разряде. Конструкция разрядника должна предусматривать прохождение через него в погашенном состоянии широкополосного сигнала к приемнику и легкость возникновения электрического пробоя при поступлении в него СВЧ импульса с высокой напряженностью электрического поля. Разряд, возникающий под действием импульса, является затем эффективным отражателем этого же импульса.

Разрядник представляет собой полосовой фильтр из четырех сосредоточенных резонаторов с четвертьволновыми связями. Его внешние резонаторы – вакуумплотные окна, внутренние – сочетание емкостных конусов с фигурными индуктивными диафрагмами. Электрический разряд создается между конусами и быстро продвигается к тому окну, к которому подводится сигнал большой мощности. Затухание разрядника в этом режиме составляет $A_3=80 \div 100$ дБ. Деионизация камеры после раз-

ряда занимает около 1 мкс, что препятствует приему отраженных импульсов с близких расстояний. Разряд возникает с запаздыванием примерно на 5 нс, поэтому часть мощного импульса проходит через разрядник в приемник. Ускорению разряда способствует небольшой уровень начальной ионизации, который поддерживается радиоактивным источником. В некоторых случаях на вспомогательный электрод подается опережающий на $0,2 \div 1$ мкс, импульс, создающий тлеющий разряд. Газовые разрядники непригодны для защиты высокочувствительных приемников вследствие просачивания через них части импульса, больших вносимых потерь $A_p \approx 0,5$ дБ и высокой шумовой температуры $T \approx 30$ К.

Список литературы

1. Ignatov A. N. Optoelectronics and nanophotonics // Studies. for radio engineering. special. universities. 2020.
2. Idiatullov Z. R. Nanostructured materials research technologies // In the collection: III Scientific Forum Telecommunications: Theory and Technologies TTT-2019 -210-212 p.

УДК 621.382

ФЕРРИТОВЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ

Сахабутдинов А.И., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллово Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FERRITE PHASE SHIFTER

Sakhabutdinov A.I., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z. R., Candidate of Technical Sciences,
Assoc. Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена изучению ферритового фазовращателя. Рассмотрим волноводный ферритовый фазовращатель на прямоугольном волноводе.

Abstract

The article is devoted to the study of a ferrite phase shifter. Consider a waveguide ferrite phase shifter on a rectangular waveguide.

Ферритовые фазовращатели основаны на использовании зависимости магнитной проницаемости высокочастотных ферритов от подмагничивающего поля. Ферритовый стержень или пластина помещается в волновод того или иного сечения. При этом в зависимости от типа волны, расположения феррита и направления постоянного магнитного поля будут иметь место обратимые и необратимые эффекты. В частности, наблюдается изменение набега фазы на единицу длины волновода при изменении подмагничивающего поля. Рассмотрим один из типов волноводных ферритовых фазовращателей.

Фазовращатель на прямоугольном волноводе, управляемый продольным полем, представляет собой прямоугольный волновод, по оси которого расположен ферритовый стержень круглого или прямоугольного сечения; намагничивающее поле создается соленоидом, намотанным непосредственно на волновод. Этот фазовращатель позволяет получить большие фазовые сдвиги при малых управляющих полях; сдвиги являются взаимными, т. е. их величина не зависит от направления. Получаемый фазовый сдвиг на единицу длины зависит от сечения феррита, его качества и от его величины намагничивающего поля.

Список литературы

1. Ignatov A. N. Optoelectronics and nanophotonics. Studies. for radio engineering. special. universities. 2020.
2. Idiatullov Z. R. Nanostructured materials research technologies: In the collection: III Scientific Forum Telecommunications: Theory and Technologies TTT-2019 -210-212 p.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ИОНОСФЕРНЫХ КВ РАДИОКАНАЛОВ

Станкевич С.С.

Научный руководитель: Рябова Н.В., доктор ф-м наук, профессор
(Поволжский государственный технологический университет – ПГТУ,
г. Йошкар-Ола)

ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR BUILDING MODELS OF IONOSPHERIC HF RADIO CHANNELS

Stankevich S.S.

Supervisor: Ryabova N.V., doctor of sciences, professor
(Volga State Technological University - PSTU, Yoshkar-Ola)

Аннотация

В статье рассматриваются уже имеющиеся модели ионосферных КВ радиоканалов и выявляются основные проблемы моделирования радиоканалов КВ связи.

Abstract

The article discusses the existing models of ionospheric HF radio channels and identifies the main problems of modeling HF radio channels.

Моделирование ионосферы - необходимый процесс для современных условий жизни человека. В первую очередь это связано с задачами распространения радиоволн. Численное моделирование ионосферы - это основной инструмент работы, потому что все процессы, связанные с ионосферой, являются нелинейными.

Одним из важнейших моментов в моделировании ионосферы является построение модели ионосферных КВ радиоканалов. Короткие волны с частотой от 2х МГц до 30 МГц широко применяются в радиовещании, авиации, ЗГРЛС.

Для описания КВ радиоканала существуют модели Ватерсона, Воглера-Хоффмайера, модель Зернова-Герма.

Модель Ватерсона изображена на рисунке 1.

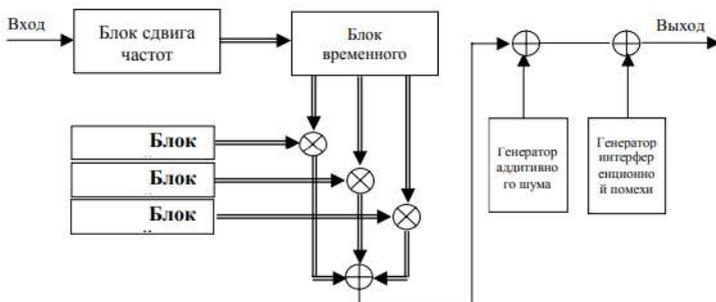


Рис. 1 - Модель Ватерсона

Воглер Л.Е. и Хоффмайер Д.А. расширили модель Ватерсона на широкополосный случай. Расширение состояло в том, что для каждого отвода линии задержки модели Ватерсона (для каждой моды распространения) вводилась изменяющаяся во времени импульсная реакция канала, которая учитывает профиль задержки мощности с целью имитации размытия сигнала во времени из-за рассеяния на неоднородностях ионосферы и изменяющийся с задержкой доплеровский сдвиг.

Модель Зернова-Герма - модель высокоширотной ионосферы, включающая в себя её характерные особенности (полярные патчи, арки, неоднородности в области аврорального овала и главный ионосферный провал).

Существенные проблемы в моделировании ионосферных КВ радиоканалов заключаются в стохастичности радиоканала и в проблеме совмещения модели КВ связи и результатов радиозондирования. Также хочется отметить общие причины, указанные Ляховым А.Н. в докладе "Современные проблемы моделирования ионосферы Земли". Это: самопроизвольный ввод верхних граничных условий при моделировании; невозможность верных расчетов скорости химических реакций (т.к. реальные NO_3 ионосферы и NO_3 , известные нам из таблицы Менделеева - имеют разные структуры); коэффициенты диффузии и теплопроводности - не точны; данные по магнитному полю Земли - тоже не полностью корректны (т.к. последняя магнитная съемка в РФ проводилась в 1977 году, а данные спутниковой магнитометрии взяты на расстоянии две тысячи километров от нужного участка).

Список литературы

1. Gherm V. E., Zernov N. N. Strong Scintillation of GNSS Signals in the Inhomogeneous Ionosphere. 2: Simulator of Transionospheric Channel // Radio Science. — 2015. — Vol. 50. — P. 168–176, doi: 10.1002/2014RS005604.

СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Тухбатуллин Т.Р., Рябов Д.Ю.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODERN INFORMATION SECURITY STRATEGIES

Tukhbatullin T.R., Ryabov D.Yu.

Supervisor: Oscar A. Mukhametzyanov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье разобрана сфера информационной безопасности. Также даны основные стратегии информационной безопасности, необходимые в современном мире.

Abstract

The article describes the sphere of information security. The basic information security strategies which are necessary nowadays are also given.

1. Введение

В наше время информационная безопасность играет критически важную роль во всех сферах деятельности, особенно в бизнесе и государственном управлении. Для обеспечения безопасности информации необходимы не только технические средства, но и правильная стратегия управления информационной безопасностью.

2. Современные стратегии информационной безопасности (ИБ)

Видов стратегий ИБ становится все больше, однако в данной статье мы рассмотрим самые основные.

1) Контроль доступа

Контроль доступа - это процесс ограничения доступа к ресурсам информационной системы только авторизованным пользователям, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к конфиденциальной информации или выполнение нежелательных действий в системе. Неавторизованные пользователи не имеют права доступа к защищенным ресурсам и могут быть ограничены в использовании других функций системы.

Примерами решений контроля доступа являются физические ключи, пароли, биометрические сканеры, технологии RFID. [1]

2) Мониторинг безопасности

Мониторинг безопасности (Monitoring of Security) является одним из важных аспектов ИБ. Этот процесс представляет собой сбор, систематизацию и анализ информации о состоянии корпоративной сети и поведении ее пользователей. Основная цель мониторинга безопасности заключается в выявлении несанкционированных действий, как со стороны сотрудников, так и со стороны посторонних лиц, которые могут проникнуть в сеть. [2]

3) Защита от вредоносного программного обеспечения (ПО)

Защита от вредоносного ПО – это комплекс мер и технологий, направленных на предотвращение проникновения вредоносного ПО в информационную систему, обнаружение и удаление уже имеющихся вирусов и других вредоносных объектов. Существует несколько подходов к защите от вредоносного ПО. Одним из самых эффективных является использование антивирусного ПО, которое обеспечивает регулярное сканирование системы на наличие вирусов и других вредоносных объектов, блокирует попытки их запуска и удаляет уже имеющиеся вирусы. Кроме того, существует возможность использования средств, предназначенных для блокировки нежелательных сайтов и запрета на загрузку файлов из опасных источников [3]

3. Заключение

Следует отметить, что стратегии информационной безопасности выходят на всё более высокий уровень и начинают играть важную роль в жизни людей. Чем точнее проверка систем, тем меньше опасность.

Список литературы

1. Лось, В. П. Место контроля доступа в системах обеспечения информационной безопасности объектов обработки данных / В. П. Лось, Е. Д. Тышук, Ш. Г. Магомедов // Информатика и безопасность. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 356-361. – EDN ZWPCRD.
2. Костарев С.Н. Мониторинг безопасности/ Издательство Пермского национального политехнического университета. – 2015.
3. Атамкулова, М. Т. Компьютерные вирусы и антивирусные программы/ Известия Ошского технологического университета. – 2016. – № 2. – С. 136-140.

ЗЕРКАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ

Утарова А.Т.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MIRROR ANTENNAS

Utarova A.T.

Supervisor: Idiatullov Zaur Rafikovich, docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В этой статье рассматриваются история применения зеркальных антенн, их геометрический вид и основные параметры, которые учитываются при конструировании данной антенны.

Abstract

This article discusses the history of the use of mirror antennas, their geometric appearance and the main parameters that are taken into account when designing this antenna.

1. Введение

Антенна является неотъемлемой составной частью любого радиотехнического средства, которое предназначено для передачи или приема информации с помощью радиоволн через окружающее пространство.

2. Зеркальные антенны

Историю развития зеркальных антенн обычно делят на 3 периода: Первый период – зеркала Герца (1888-1900гг.). Герц применил в своих классических опытах по СВЧ оптике параболический цилиндр в качестве фокусирующего зеркала.

Второй период(1900-1930гг.) – в 1916 г. Моркони и Франклин построили антенну, рассчитанную на длину волны 15м.

Третий период (современный) – с 1931 г. и по сей день.

Зеркальная антенна – антенна, поле в раскрыве которой образуется за счет отражения от металлического зеркала специальной формы.

Первой зеркальной антенной был параболический цилиндр с разложенным по фокальной линии диполем. В качестве приемника (пере-

датчика) выступает небольшой излучатель, помещенный в фокус зеркала. Зеркало представляет собой обычно сферу или параболоид, а в качестве излучателя – рупорная антенна. Зеркала, используемые в антенных системах СВЧ, имеют две основные геометрические характеристики: кривизну поверхности и форму граничной кривой.

Существуют два вида геометрии зеркальных антенн: однозеркальные и двухзеркальные системы.

Однозеркальные – системы, в которых для получения требуемой диаграммы направленности используется только одно отражающая поверхность.

Двухзеркальные – системы, в которых для получения направленного излучения используются две отражающие поверхности.

Геометрические параметры зеркальных антенн: 1) раскрыв (апертура) зеркала (поверхность, ограниченная кромкой параболоида и плоскостью $z=z_0$); 2) радиус раскрыва; 3) угол раскрыва.

В радиолокации часто требуются антенны, имеющие узкую диаграмму направленности в одной плоскости и широкую – в ортогональной плоскости. Для этого используются: зеркала с кривизной в одной плоскости, зеркала с двойной кривизной и системы с распределенными облучателями.

Расчет зеркала с кривизной в одной плоскости, такого как цилиндрическое зеркало с профилированным поперечным сечением можно выполнить методами геометрической оптики. Для зеркал с двойной кривизной, которые должны формировать луч в одной плоскости, а фокусировать в другой, анализ становится более сложным. В него входит вычисление кривой центрального сечения методом последовательных приближений.

3. Заключение

Зеркальные антенны широко применяются в различных диапазонах спутниковой связи. В этой статье мы рассмотрели основные виды и параметры данной антенны.

Список литературы

1. R.C. Hansen/ Microwave scanning antennas/ Volume 1 Apertures 1964.
2. С.В. Кузьмин, Д.Д Капралов, К.О. Коровин/ Конструирование Устройств СВЧ диапазона (учебное пособие)/ Санкт-Петербург 2021г
3. Карл Ротхоммель/ Антенны (том 1)// 2009г.
4. Антенны: учебное пособие для вузов / Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов [и др.]. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 412с.

**ОПЫТ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ СЕТИ
ФИКСИРОВАННОЙ СВЯЗИ**

Фадеев В.А., Корсукова К.А., Надеев А.Ф.

Научный руководитель: Надеев Адель Фирадович, д.ф.-м.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**EXPERIENCE IN CONSTRUCTING A PREDICTIVE MODEL
OF THE OCCURRENCE OF EMERGENCY SITUATIONS IN A
FIXED-LINE NETWORK**

Fadeev V.A., Korsukova K.A., Nadeev A.F.

Supervisor: Adel F. Nadeev, doctor of Ph.D, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Данная работа содержит постановку задачи прогнозирования нештатных ситуаций оператора связи, а также опыт построения предсказательной модели для решения этой задачи.

Abstract

This work contains the formulation of the problem of predicting emergency situations with a telecom operator, as well as the experience of building a predictive model for solving this problem.

1. Введение

Одной из востребованных задач в сфере эксплуатации систем связи является предупреждение возникновения нештатных ситуаций с целью повышения общего QoE (Quality of Experience) пользователей услуг того или иного оператора.

2. Построение предсказательной модели

Сложность нахождения универсального решения состоит в разнородной структуре данных особенно ярко выраженной в сетях фиксированной связи в силу того, что конечным оборудованием могут быть разные классы и подклассы устройств: Wi-Fi маршрутизаторы, Set Top Box, xDSL модемы, GPON терминалы, VoIP шлюзы и так далее.

С этой точки зрения возникает спрос, во-первых, на системы сбора информации, а, во-вторых, на системы анализа собираемых данных. В

качестве исследовательского проекта для решения указанных выше задач нами был проведен опыт построения предсказательной модели для одного из крупных операторов фиксированной связи.

В качестве целевых показателей обучающей выборки были взяты следующие классы инцидентов, ограниченные тематикой Wi-Fi соединений: нестабильная работа, низкая скорость, проблемы работы smart TV. Общее количество строк обучающей выборки равнялось 4890. В качестве признакового пространства обучающей выборки были выбраны следующие технические показатели, снятые с конечных устройств: количество переданных ошибок, количество принятых ошибок, количество переданных байт, количество полученных байт, количество пересылок сообщений. Общее количество строк технических KPI равнялось 2242282.

В качестве предсказательной модели в первом приближении была выбрана скрытая марковская модель дискретных состояний [1], реализованная в форме библиотечного класса GaussianHMM [2] на языке Python. Успешными оказались 40% прогнозов при достаточно большом количестве ложных срабатываниях. Неудовлетворительный результат мог быть обусловлен несколькими факторами: неправильно подобранные параметры скрытой марковской модели, неконсистентность собираемых с конечных устройств данных, ошибки в разметке инцидентов со стороны оператора.

3. Заключение

В дальнейших исследованиях планируется учесть полученный опыт при выборе модели, а также расширить и более тщательно подготовить обучающую выборку признаков.

Список литературы

1. Miin-Shen Yang, Chien-Yo Lai, Chih-Ying Lin. A robust EM clustering algorithm for Gaussian mixture models. Pattern Recognition. Vol. 45, Issue 11, November 2012, pp. 3950-3961.
2. hmmlearn.hmm // hmmlearn URL: <https://hmmlearn.readthedocs.io/en/latest/api.html#hmmlearn.hmm.GaussianHMM> (дата обращения: 29.03.2023).

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДАРА AWR1642 В
СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВА**

Хабибрахманов Р.Р., Кузнецов Д.И.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**THE POSSIBILITIES OF USING THE AWR1642 RADAR IN
REMOTE SENSING SYSTEMS OF THE SURROUNDING SPACE**

Habibrakhmanov R.R., Kuznetsov D.I.

Supervisor: Vasily Y. Vinogradov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В настоящее время всё большую актуальность в быту и промышленности приобретают малогабаритные радиолокационные станции ближнего радиуса действия. Ключевая особенность данных систем – применение зондирующего сигнала СВЧ диапазона, который позволяет получить достаточно высокую точность обнаружения целей в радиусе действия РЛС.

Abstract

Currently, small-sized short-range radar stations are becoming increasingly relevant in everyday life and industry. The key feature of these systems is the use of a probing signal of the microwave range, which allows to obtain a sufficiently high accuracy of detecting targets within the radar range.

1. Введение

AWR1642 от Texas Instruments - это простая в использовании оценочная плата для устройства измерения волн AWR1642 с прямым подключением к комплекту разработки LaunchPad для микроконтроллеров.

2. Основные характеристики

Технические характеристики AWR1642:

- 1) разъем питания 5 В для питания платы;
- 2) частота дискретизации < 40 МГц;
- 3) потребляемая мощность 30 мВт – 2.7 Вт;

- 4) ширина диаграммы направленности 15 - 90°;
- 5) диапазон частот 76 – 81 ГГц;
- 6) максимальное разрешение по дальности 3 см;
- 7) максимальное разрешение по углу 1°

Усилитель включает в себя встроенные антенны для четырёх приёмников и двух передатчиков, которые позволяют отслеживать несколько объектов с помощью информации об их расстоянии и угле наклона. Такая конструкция антенны позволяет оценивать расстояние и угол возвышения, что позволяет обнаруживать объект в двумерной плоскости. Пиковое усиление антенны составляет более 9 дБ в диапазоне рабочих частот от 76 до 81 ГГц. Пиковая выходная мощность при коэффициенте усиления антенны составляет менее 55 дБм. Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости равна 0 градусов и плоскости возвышения 90 градусов.

3. Заключение

Широкая полоса частот наделяет радар рядом достоинств. Точность на уровне миллиметрового диапазона, что позволяет обнаруживать цели сквозь любые погодные условия. Это обстоятельство подтверждает перспективу для его использования, например, в автомобильной промышленности. Кроме того, данная радарная система подходит для создания автомобильного радара бокового обзора, который достигается путём применения технологии синтеза антенной апертуры.

Список литературы

1. В.И. Ряшенцева, студ., С.А. Серов, студ.; рук. А.А. Комаров, к.т.н., доц. (НИУ «МЭИ») «Система с синтезированной апертурой антенны для автомобильной промышленности, радиоэлектроника, электротехника и энергетика» — М. 2020, с. 1156.
2. Баскаков А.И. «Локационные методы исследования объектов и сред» — М: Академия, 2011, с. 384.

МОДЕЛЬ ВТОРИЧНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Хисматуллов М.А.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODEL OF SECONDARY PROCESSING OF RADAR INFORMATION

Khismatullo M.A.

Supervisor: Sergei S. Loginov, Ph.D. (Engineering), professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассмотрено построение модели вторичной обработки радиолокационной информации.

Abstract

In this article, the work of the model of secondary processing of radar information is being considered.

1. Введение

Основной задачей радиолокации является сбор и обработка информации относительно зондируемых объектов. В многопозиционных наземных радиолокационных станциях (МПРЛС), как известно, вся обработка радиолокационной информации подразделяется на три этапа.

Вторичная обработка предусматривает определение параметров траектории каждой цели по сигналам одной или ряда позиций МПРЛС, включая операции отождествления отметок целей.

2. Чтобы принять правильное решение о наличии цели и определить параметры её движения, необходимо проанализировать информацию, полученную за несколько периодов запуска МПРЛС. Если в какой-либо точке экрана появилась одиночная отметка, оператор фиксирует её как возможную цель. Если в следующем обзоре отметка появилась вновь и, кроме того, сдвинулась на некоторое расстояние, то уже имеется основание для принятия решения об обнаружении цели.

Для упрощения устройств обнаружения траекторий используют

неоптимальные алгоритмы, например, k/m . Так, при использовании критерия «4/5» для обнаружения траектории необходимо, чтобы после завязки траектории по критерию «2/2» еще хотя бы 2 отметки в трех последующих обзорах попали в строб (критерий подтверждения траектории "2 из 3"). Обнаруженная траектория передается на сопровождение. Если подтверждения не происходит, траектория сбрасывается.

В данной работе предложена модель, позволяющая оценивать вероятности завязки, автозахвата и сброса траекторий при различных величинах запросной пачки. Пример для критерия "3 из 5" приведен в таблице 1.

Таблица 1. Состояния автомата захвата для критерия "3 из 5":

№ состояния	Комбинации	Состояния
1	11	Завязка
2	110	
3	111,1101,11001	Автозахват
4	1100	
5	11000	Сброс цели

3. Заключение

Метод определения вероятностных характеристик качества работы устройства автозахвата является строгим аналитическим методом. Разработанная модель позволяет оценивать вероятностные характеристики и обосновывать размеры пачек и критериев в зависимости от сигнално-помеховой обстановки.

Список литературы

1. Кузьмин С.З. Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации. –М.: Радио и связь, 1986. –352с.
2. В.А. Лихарев, В.Я. Плёкин. Проектирование цифровых устройств обработки информации. –М.: МАИ, 1983.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕОДНОРОДНОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Хуснутдинов М.В.

Научный руководитель: Фадеева Людмила Юрьевна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SIMULATION OF ELECTROFISICAL PARAMETERS HETEROGENEOUS DATA LINE

Timershin B.A., Shalaev V.A.

Supervisor: Fadeeva L.Yu., assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе представлены результаты моделирования электрофизических параметров на основе алгоритма, содержащего общее решение дифференциального уравнения второго порядка с помощью функций, удовлетворяющих уравнениям Риккати и реализованного на примере неоднородной линии с однородным диэлектрическим заполнением межэлектродного пространства.

Abstract

The paper presents the results of modeling electrophysical parameters based on an algorithm containing a general solution of a second-order differential equation using functions that satisfy the Riccati equations and implemented on the example of an inhomogeneous line with a uniform dielectric filling of the interelectrode space.

1. Введение

Определение электрофизических параметров в неоднородной линии передачи данных представляет значительный интерес для многочисленных радиотехнических задач.

В данной работе предлагается вариант моделирования и расчета напряжения, тока и входного сопротивления в неоднородной линии с однородным диэлектрическим заполнением межэлектродного пространства. Алгоритм расчета основан на решении дифференциального уравне-

ния 2-го порядка в квадратурах и выражается через функции, удовлетворяющие уравнению Риккати [1].

Моделирование выполнено с использованием программы LabVIEW. Представлены результаты расчета напряжения и тока для неоднородной линии передачи с длиной линии, равной 1м, длина волны равна 0,1м; с параметрами кабеля: удельная электрическая проводимость $\sigma = 10^{-4}$ См/м; внешний и внутренний радиусы кабеля, соответственно, равны 0,002м и 0,001м.

Коэффициент передачи рассчитывается по формуле:

$$T(0, z) = \frac{1 + R(0)}{1 + R(z)} e^{-i \int_0^z k(z) \frac{1 - R(z)}{1 + R(z)} dz}, \quad (1)$$

Напряжение, ток и входное сопротивление в линии представлены в виде:

$$U(z) = U_0 e^{-i \int_0^z k(z) \frac{1 - R(z)}{1 + R(z)} dz}, \quad J(z) = \frac{U(z) \frac{1 - R(z)}{1 + R(z)}}{W_a}, \quad Z(x) = \frac{U(z)}{J(z)}, \quad (2)$$

где W_a – волновое сопротивление линии, $R(z)$ – коэффициент отражения, $k(z)$ – волновое число материала диэлектрика.

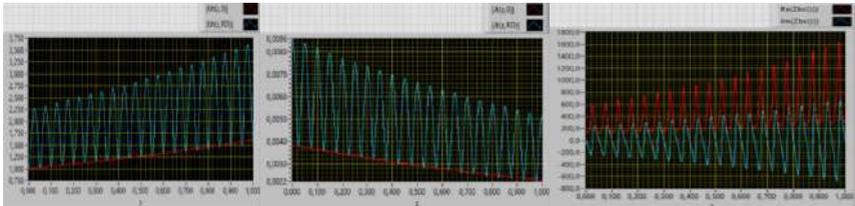


Рис. 1. а) Напряжение в линии; б) Ток в линии; в) Входное сопротивление в линии

Таким образом, в работе было получено представление полного напряжения, тока и входного сопротивления в неоднородной линии передачи данных с однородным диэлектрическим заполнением межэлектродного пространства.

Список литературы

1. Даутов О.Ш., Фадеева Л.Ю., Иванов В.П. Напряжение в неоднородной линии передачи данных // Вестник ПГТУ. Сер. Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2018. № 4 (40). С. 23–30.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РОМБИЧЕСКИХ АНТЕНН

Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FERRITE CONTROL DEVICES

Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A. N. Tupolev – KAI)

Аннотация

В этой статье мы рассмотрим основные элементы ромбических антенн, полотно антенны и поглощающее сопротивление.

Abstract

In this article we will look at the main elements of rhombic antennas, the antenna web and the absorbing resistance.

Для получения постоянства волнового сопротивления по длине ромба каждая его сторона выполняется из двух (трех) расходящихся проводов. Расстояние между проводами в тупых углах ромба берется порядка (0,02 0,03)/; при этом волновое сопротивление ромба равно 700 ом. Все приведенные выше данные относятся к таким антеннам. Если стороны ромбической линии антенны выполнены из одного провода, то ее КУ оказывается ниже на 10-15%

Так как к. п. д. Ромбической антенны изменяется по диапазону в пределах от 0,5 до 0,8, то поглощающее сопротивление должно быть рассчитано на рассеивание 50% подводимой к антенне мощности. В приемных антеннах и при малых мощностях передатчика ($P=1-3$ Вт) в качестве поглощающего сопротивления могут применяться мастичные или проволочные безындукционные сопротивления, рассчитанные на соответствующую мощность. В большинстве передающих антенн в качестве поглощающего сопротивления используется длинная линия, выполненная из проводов с большим погонным сопротивлением. Применяют стальную или фехралевую проволоку диаметром 1-2 мм. Длину линии надо выбирать

так, чтобы амплитуда тока к концу линии падала до 0,2-0,3 своего значения в начале линии. Волновое сопротивление поглощающей линии может быть взято равным 300 или 600 ом. Длина стальной линии при диаметре провода 2 мм оказывается порядка 300-500 м; длина фехральной линии — порядка 30-40 м. Поглощающая линия протягивается строго симметрично под ромбом вдоль его большой диагонали. Ради экономии опор стальная линия может состоять из нескольких частей, подвешенных на одних опорах одна под другой и соединенных последовательно. Сопротивление на единицу длины двухпроводной поглощающей линии равно:

$$R = \frac{11 \cdot 10^3}{a} \sqrt{\frac{\mu_r \rho_m}{\lambda}} \text{ [ом/м]}$$

где a - радиус провода линии, мм; ρ_m - удельное сопротивление материала линии.

На высоких частотах для стали и фехраля $\mu_r \approx 80$; для стали $\rho_{ст} = 10^{-7}$ (ом*м); для фехраля $\rho_{фехр} = 8 \cdot 10^{-7}$ (ом*м)

Список литературы

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов. – М.: Высш. Шк., 1988. – 432 с.: ил.
2. Мамкина И.К. Использование теории сетей в электромагнитной совместимости // В сборнике: Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2020. VII Молодежная международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов. Казань, 2020. С. 89-91.

УДК 621.317.757

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ СВЧ

Чесноков А.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SOFTWARE FOR MICROWAVE DIELECTRIC ANALYZERS

Chesnokov A.A.

Supervisor: Aydar R. Nasybullin, PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматриваются особенности создания программного обеспечения для диэлектрических анализаторов СВЧ, такие как описание его функциональности и предназначение.

Abstract

This paper discusses the features of creating software for microwave dielectric analyzers, such as a description of its functionality and purpose.

1. Введение

Диэлектрические анализаторы СВЧ позволяют обнаруживать объекты, измерять физические параметры веществ, путем измерения изменений электромагнитного поля в окружающей среде. Однако, для эффективного использования диэлектрических анализаторов СВЧ, необходимо иметь подходящее программное обеспечение (ПО), которое может обрабатывать и анализировать данные, получаемые от датчиков.

2. Предназначение и функциональность ПО

Программное обеспечение (ПО) для диэлектрических анализаторов СВЧ предназначено для обработки и анализа данных, получаемых от датчиков.

Функциональность ПО диэлектрических анализаторов СВЧ включает визуализацию результатов в форме графиков, которые упрощают интерпретацию данных, вычисление и получение численных результатов диэлектрической проницаемости и tg угла диэлектрических потерь в окне ПО, а также фильтрацию сигнала по Чебышевскому типу.

Программное обеспечение (ПО) взаимодействует с векторным анализатором цепей через UART соединение. Для корректной работы с векторным анализатором цепей (ВАЦ) был написан графический интерфейс. При успешном соединении ПО произойдет загрузка данных через COM – порт, и по этим данным вычисляет диэлектрическую проницаемость среды и тангенс угла диэлектрических потерь. Для упрощения визуализации сигнала предусмотрено графическое окно, где строится график зависимости амплитуды сигнала от частоты и осуществляется фильтрация по Чебышевскому типу.

Список литературы

1. Didenko, D. M. Vector network analyzer / D. M. Didenko // Languages in professional communication, 29 апреля 2021 года. – ООО «Издательский Дом «Ажур», 2021. – Р. 407-414. – EDN TCANNN.

**МЕТОДИКА СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТЭК ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*Шагвалиев Р.М., Кузеев Р.Р., Надеев А.Ф., Козлов С.В.,
Спирина Е.А., Марданов Р.Р., Садыков А.Р., Кузнецов А.С.,
Ашаев И.П., Сафиуллин И.А.*

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**METHODOLOGY FOR THE SYSTEMATIC DESIGN OF THE
RADIO-ELECTRONIC SYSTEM OF PROTECTION OF FUEL AND
ENERGY COMPANIES FROM UNSANCTIONED USE OF
UNMANNED AERIAL VEHICLES**

*Shagvaliev R.M., Kuzeev R.R., Nadeev A.F., Kozlov S.V., Spirina E.A.,
Mardanov R.R., Sadykov A.R., Kuznetsov A.S., Ashaev I.P., Safiullin I.A.*

*(Kazan National Research Technical University named after
A. N. Tupolev-KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается методика системотехнического проектирования радиоэлектронной системы защиты предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК), приводятся основные её пункты. Предлагается методика проектирования, основанная на использовании геоинформационных технологий.

Abstract

The article discusses the methodology of systematic design of radioelectronic protection system of fuel and energy companies, its main points are given. The design methodology based on the use of geoinformation technologies is proposed.

Проблема обеспечения защиты предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК) от угроз, связанных с несанкционированным применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является крайне актуальной. Ключевыми компонентами современных систем защиты предприятий является использование специализированных средств

радиоэлектронного обнаружения и подавления БПЛА. Реализуются средства, обеспечивающие: обнаружение и идентификацию целей на основе анализа радиоэлектронного излучения каналов управления БПЛА, радиолокационное обнаружение БПЛА. Средства подавления обеспечивают блокировку сигналов управления БПЛА, локальное искажение навигационных сигналов глобальных систем позиционирования.

На этапе системотехнического проектирования на основе принятой модели угроз осуществляется выработка требований к архитектуре системы защиты, составу и характеристикам средств, условиям их размещения на территории объекта защиты для обеспечения заданных системотехнических характеристик, характеризующих зоны обнаружения и подавления БПЛА с требуемыми вероятностными характеристиками.

Особенности предприятий ТЭК обуславливают актуальность задачи разработки специализированной методики системотехнического проектирования радиоэлектронной системы защиты. Необходимо выделить: высокие уровни опасностей и рисков, связанных с решаемыми производственно-технологическими задачами; широкое использование в технологических процессах беспроводных систем первичного съема, информации, передачи информации, технологической связи; сложный характер застройки территории, многочисленные высотные технологические объекты, металлоконструкции; использование в технологическом процессе штатных БПЛА.

Методика системотехнического проектирования радиоэлектронной системы защиты предприятий ТЭК должна включать в себя детальный анализ электромагнитной обстановки на территории предприятия и в прилегающих районах, выработку требований к составу, характеристикам средств, условиям их размещения на территории объекта с детальным учетом характера застройки, требований к обеспечению электромагнитной совместимости.

В работе предлагается методика системотехнического проектирования радиоэлектронной системы защиты предприятий ТЭК, которая обеспечивает анализ электромагнитной обстановки и электромагнитной совместимости, формирование требований к средствам комплексов, включая требования по размещению оборудования, частотно-территориальному плану и требования по радиоэлектронной совместимости проектируемой системы и радиоэлектронных средств объекта защиты и прилегающих объектов.

Список литературы

1. H. Kang, J. Joung, J. Kim, J. Kang, and Y. S. Cho, "Protect your sky: A survey of counter unmanned aerial vehicle systems," IEEE Access, vol. 8, pp. 168 671–168 710, 2020.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Шайдуллин Ф.Р.

Научный руководитель: Царёва Мария Анатольевна, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

HIGHLY EFFICIENT DISTRIBUTED MEASUREMENT SYSTEMS

Shaydullin F.R.

Supervisor: Maria A. Tsareva, docent
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной статье рассматривается способ повышения эффективности распределенных измерительных систем за счет увеличения точности измерения собственных частот резонансных датчиков.

Abstract

This article discusses a way to increase the efficiency of distributed measuring systems by increasing the accuracy of measuring the natural frequencies of resonant sensors.

1. Введение

В современном мире эффективному контролю и мониторингу технических систем, которые работают при высоких температурах, необходимы надежные и точные методы измерения температуры. Распределённые датчики температуры являются важным инструментом для определения температуры в различных областях работы системы. Эффективное использование этих датчиков требует точного определения их собственной частоты.

2. При реализации распределенных измерительных систем, имеет место большая необходимость вывода информации от каждого резонансного датчика измерительной системы, но чем больше датчиков, тем больше и количество каналов связи. Следовательно, необходимо уменьшить требуемое количество каналов связи, но в этом случае возникает проблема точного измерения собственной частоты резонанс-

ных датчиков. В широко применяемых в производстве способах определения собственных резонансных частот датчиков, их частотная характеристика отслеживается по точкам, а момент резонанса соответствует максимальному значению частотной характеристики. При приближении к резонансу производная сигнала стремиться к нулю, а индикатор резонанса, в следствии своей не идеальности, не обеспечивает необходимой точности определения момента перехода частотной характеристики через максимальное значение. Отсюда следует актуальность нахождения нового способа измерения собственной частоты резонансных датчиков, позволяющего повысить точность настройки на резонанс. Одним из возможных путей повышения точности измерения собственной частоты резонансного датчика, является создание дифференциальных измерительных систем на базе двухчастотного сигнала. Принцип действия данной системы основывается на определении момента резонанса по стопроцентной модуляции огибающей двухчастотного сигнала и равенству фаз, огибающих выходного и входного сигналов.

3. Заключение

Таким образом, дифференциальные измерительные системы на базе двухчастотного сигнала позволят эффективно анализировать и обрабатывать информацию, связанную с собственной частотой распределенных датчиков температуры.

Список литературы

1. Царева М.А., Абдюков А.К. Особенности построения систем распределенных датчиков температуры с двухчастотным сканированием резонаторов // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности. Международная научно-практическая конференция. Казань, 2014г. С 89-92.

2. Макаров И.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Тяжелова А.А. Коаксиальные кольцевые структуры с неоднородностями как датчики структурного мониторинга // XIV Международная научная конференция «Оптические технологии в телекоммуникациях» ОТТ-2016. 2016. С. 104-105.

АЛГОРИТМ ДОСТУПА В WI-FI СЕТИ

Шарипов Р.И.

Научный руководитель: Козлов Сергей Владимирович, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ALGORITHM OF ACCESS TO WI-FI NETWORKS

Sharipov R.I.

Supervisor: Sergey Vladimirovich Kozlov, docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

Wi-Fi - это беспроводная технология передачи данных, которая использует радиоволны для соединения устройств с интернетом. Для защиты от несанкционированного доступа к сети Wi-Fi используется алгоритм доступа Wi-Fi, который может включать в себя методы шифрования и авторизации. Различные алгоритмы доступа Wi-Fi используются для обеспечения безопасности передачи данных и защиты сети Wi-Fi от несанкционированного доступа.

Abstract

Wi-Fi is a wireless data transmission technology that uses radio waves to connect devices to the Internet. To protect against unauthorized access to the Wi-Fi network, an access algorithm is used, which may include encryption and authorization methods. Various Wi-Fi access algorithms are used to ensure the security of data transmission and protect the Wi-Fi network from unauthorized access.

1. Введение

Wi-Fi является одним из наиболее распространенных методов доступа в Интернет. Wi-Fi сети используются в офисах, кафе, аэропортах и домах. Однако, безопасность Wi-Fi сетей может быть уязвимой, если не принимать соответствующие меры.

2. Основные факторы при проектировании Wi-Fi сети

Аутентификация является первым шагом в алгоритме доступа в Wi-Fi сеть. Она выполняется для проверки подлинности клиентской станции и точки доступа. Для этого используются различные протоколы,

такие как WPA, WPA2, 802.1X, которые обеспечивают защиту от несанкционированного доступа. Аутентификация может быть выполнена с использованием пароля, сертификатов или других методов.

После успешной аутентификации клиентская станция должна связаться с точкой доступа. Этот процесс называется ассоциацией. Ассоциация происходит через обмен пакетами между клиентской станцией и точкой доступа. Клиентская станция передает точке доступа свой MAC-адрес и запрашивает доступ к сети. Точка доступа отвечает на запрос, присваивает клиентской станции уникальный идентификатор и разрешает доступ к сети.

После прохождения процессов аутентификации и ассоциации происходит процесс авторизации. Во время авторизации точка доступа проверяет права доступа клиентской станции к сети. Это может включать в себя проверку пароля, проверку прав доступа, ограничение скорости передачи данных и другие параметры. Если клиентская станция имеет права доступа, то она может начать работать в сети.

Шифрование данных является важной составляющей безопасности Wi-Fi сетей. Для этого используются различные методы шифрования, такие как WEP, WPA, WPA2. Шифрование данных обеспечивает защиту от несанкционированного доступа и обеспечивает конфиденциальность передаваемых данных.

Дополнительные меры безопасности могут включать в себя использование фильтрации MAC-адресов, ограничение доступа к сети по времени, использование виртуальных частных сетей (VPN) и других методов.

3. Заключение

Алгоритм доступа в Wi-Fi сети очень важен для обеспечения безопасности и организации доступа к сети. Протоколы WPA и WPA2 обеспечивают защиту от несанкционированного доступа, а процессы ассоциации и авторизации позволяют точно установить права доступа клиентских станций. Этот алгоритм позволит создать надежную и безопасную Wi-Fi сеть.

Список литературы

1. Варлатая, С. К. Анализ методов защиты беспроводной сети Wi-Fi от известных способов взлома злоумышленником / С. К. Варлатая, О. С. Рогова, Д. Р. Юрьев// Молодой ученый. – 2015. – № 1(81). – С. 36-37.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ
ПРИХОДА СИГНАЛА ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Шатунова А.И., Смолин А.Ю.

Научный руководитель: Коробков А. А., к.т.н.,
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань;
АО “НПО “Радиоэлектроника” им. В.И. Шимко” г. Казань)

**INVESTIGATION OF THE METHODS OF THE DIRECTION
OF SIGNAL ARRIVAL FOR UNMANNED AERIAL
VEHICLES POSITIONING**

Shatunova A.A., Smolin A.U.

Supervisor: Korobkov A. A., P.h.D,
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan;
“SPA “Radio electronics” named after V.I. Shimko” Kazan)

Аннотация

В работе предлагается использовать псевдоспектральные методы для позиционирования беспилотных летательных аппаратов. Для этого проводится исследование и имитационное моделирование алгоритмов MUSIC, Root MUSIC и ESPRIT. Результаты исследования показывают принципиальную возможность позиционирования с заданной точностью.

Abstract

Pseudo spectral methods is proposed to use for the positioning of the Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). To this end, the investigation and modeling of the algorithms MUSIC, Root MUSIC and ESPRIT is made. The results of these investigations show the possibility of implementing of the mentioned methods for positioning of the UAVs.

Развитие современных технологий позволяет создавать недорогие беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для решения различных задач. Следовательно, возникает задача управления и контроля БПЛА. Для этого необходимо проводить их позиционирование, которое можно выполнить традиционными методами локации. Но известные недостатки

этих методов требуют исследования других способов определения местоположения БПЛА.

В работе предлагается выполнять позиционирования БПЛА псевдоспектральными методами, которые позволяют вычислить направления прихода радиоволны (Direction of Arrival – DoA). В этих методах используются свойства собственных значений и собственных векторов ковариационных матриц, построенных из сигналов, принятых антенной решёткой.

Алгоритм DoA включает в себя формирование ковариационной матрицы из сигналов, принятых в течение некоторого времени с элементов антенной решётки. Затем выполняется разложение ковариационной матрицы на собственные значения и собственные вектора. Собственные значения несут информацию о структуре принятых сигналов и позволяют разделить собственные вектора на вектора, которые характеризуют сигнал и шум. Выделив шумовые собственные вектора и перемножив с матрицей, содержащей сканирующие гармонические сигналы, можно найти направление прихода радиосигнала. Такой алгоритм известен как алгоритм MUSIC [2].

Особенностью рассматриваемого метода является наличие ограничения на коррелированность сигналов, принимаемых от нескольких источников. Для снижения влияния этого ограничения можно использовать как различные методы разделения собственных значений на шумовые и сигнальные [1], так и существующие методы, разработанные с учётом указанного ограничения: Root MUSIC и ESPRIT [2].

В работе было проведено имитационное моделирование указанных методов MUSIC, Root MUSIC и ESPRIT в пакете MATLAB. В результате моделирование установлено, что алгоритм MUSIC позволяет определить направление прихода с ошибкой не более 0.042 градуса при отношении сигнал/шум -7 дБ. Для коррелированных источников радиосигналов алгоритмы Root MUSIC и ESPRIT показали лучшие результаты, чем алгоритм MUSIC. Также установлено, что точность определения направления прихода сильно зависит от расстояния между элементами антенной решётки.

В работе рассматриваются вопросы, посвящённые решению задач позиционирования БПЛА с использованием псевдоспектральных методов. Результаты имитационного моделирования показывают принципиальную возможность позиционирования БПЛА с заданной точностью.

Список литературы

1. A. A. Korobkov, M. K. Diugurova, J. Haueisen and M. Haardt / Robust Multi-Dimensional Model Order Estimation Using Linear Regression of Global Eigenvalues (LaRGE) // in IEEE Transactions on Signal Processing,

vol. 70, pp. 5751-5764, 2022, doi: 10.1109/TSP.2022.3222737.

2. “Direction of arrival estimation” [Электронный ресурс] // URL: <https://www.comm.utoronto.ca/~rsadve/Notes/DOA.pdf>.

УДК 534.8

ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТОЛЩИНОМЕРА

Шафигуллин И.Э., Гумаров Е.Р.

Научный руководитель: Сагдиев Рафаэль Касимович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROCESSING OF ULTRASONIC THICKNESS GAUGE SIGNALS

Shafigullin I.E. Gumarov E.R.

Supervisor Rafael K. Sagdiev, assoc. professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Ультразвуковые толщиномеры широко используются в промышленности и других отраслях для измерения толщины материалов. В данной статье будет рассмотрен процесс обработки сигналов ультразвукового толщиномера, полученных при измерении толщины материала, для их дальнейшего анализа.

Abstract

Ultrasonic thickness gauges are widely used in industry and other industries to measure the thickness of materials. This article will consider the process of processing ultrasonic thickness gauge signals obtained by measuring the thickness of the material for their further analysis.

1. Введение

Основным принципом работы ультразвукового толщиномера является определение времени прохождения ультразвуковой волны через материал и расчет толщины на основе скорости звука в этом материале.

2. Принцип работы ультразвукового толщиномера.

Измерение при помощи ультразвукового толщиномера включает в себя несколько этапов.

Первый этап – это генерация ультразвукового импульса. Для этого используется генератор ультразвуковых импульсов, который генерирует импульсы на определенной частоте и энергии.

Второй этап – это посылка ультразвукового сигнала через материал. Отраженный ультразвуковой сигнал от границы между материалами принимается датчиком и передается далее для обработки.

Третий этап – это усиление сигнала. После этапа накопления и преобразования сигнала ультразвуковым толщиномером его усиливают, чтобы повысить его сигнал/шум - отношение и улучшить точность измерения толщины материала.

Четвертый этап – это обработка сигнала. Обработка сигнала включает в себя фильтрацию и вычитание основного шума. Фильтрация используется для подавления шума, которые могут снижать точность измерения. Вычитание основного шума применяется для удаления постоянного сигнала, который может возникнуть при неоднородности материала.

На выходе получаем готовый сигнал, отображенный на рис. 1.



Рис. 1. График отраженного сигнала после прохождения обработки

3. Заключение

Обработка сигналов ультразвукового толщиномера – сложный процесс, включающий в себя несколько этапов. Определение толщины материала важно для контроля производственных процессов и обеспечения безопасности, поэтому важно, чтобы обработка сигналов ультразвукового толщиномера была максимально точной.

Список литературы

1. Ультразвуковая толщинометрия: учебное пособие / М.М. Коротков. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 94 с.

**СОПОСТАВЛЕННЫЙ АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ПИК-ФАКТОРА
МЕТОДАМИ КЛИППИРОВАНИЯ И ЧАСТИЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СИГНАЛОВ**

Шоркин С.П.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**A COMPARATIVE ANALYSIS OF PEAK FACTOR REDUCTION
BY CLIPPING AND PARTIAL TRANSMISSION OF
A SEQUENCE OF SIGNALS**

Shorkin S.P.

Supervisor: Loginov S.S., professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе проводится сравнительный анализ снижения пик-фактора ортогонального частотного мультиплексирования с использованием методов клиппирования и частичной передачи последовательности сигналов.

Abstract

In this paper, a comparative analysis of the reduction of the peak factor of orthogonal frequency multiplexing using the methods of clipping and partial transmission of a sequence of signals is carried out.

1. Введение

Метод клиппирования называется ограничение амплитуды сигнала до конкретного уровня. Во время фильтрации возникает повторяющийся рост пиков, по этой причине клиппирование повторяется итеративно, до того момента пока не будет получена нужная величина пик-фактора[1].

В методе частичной передачи последовательности сигналов входная последовательность разбивается на блоки. Каждый блок сдвинут относительно предыдущего на число элементов, равное числу элементов у предыдущего блока. Число элементов в блоках выбирается равное, и для каждого блока выбирается свой фазовый сдвиг, одинаковый для всего

блока. Фазовые сдвиги выбираются таким образом, чтобы комбинированный выход всех блоков имел минимальный пик-фактор [1].

2. Сравнительный анализ пик-фактора.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты снижения пик-фактора сигналов с ортогональным частотным мультиплексированием с использованием методов клиппирования и частичной передачи последовательности. Сравнительный анализ выполнен с использованием пакета Matlab.

Таблица 1 – Метод клиппирования

поднесущие\модуляция	QAM-16	QAM-32	QAM-64
64	11.1дБ	10.9дБ	11.9дБ
128	11.5дБ	11.3дБ	11.1дБ
256	13.1дБ	12.1дБ	11.4дБ

Таблица 2 – Метод частичной передачи последовательности сигналов

поднесущие\модуляция	QAM-16	QAM-32	QAM-64
64	5.1дБ	5.2дБ	5.1дБ
128	5дБ	4.99дБ	5дБ
256	4.9дБ	4.91дБ	4.9дБ

В квадратурной амплитудной модуляции 16/32/64 при количестве поднесущих 64, 128, 256 с использованием метода частичной передачи последовательности пик-фактор сигнала меньше метода клиппирования на:

- при 64 поднесущих 6дБ, 5.7дБ, 6.8дБ соответственно;
- при 128 поднесущих 6.5дБ, 6.31дБ, 6.1дБ соответственно;
- при 256 поднесущих 8.2дБ, 7.19дБ, 6.5дБ соответственно.

3. Заключение

По результатам сравнительного анализа снижения пик-фактора ортогонального частотного мультиплексирования с использованием методов клиппирования и частичной передачи последовательности сигналов, можно сделать вывод, что метод частичной передачи последовательности эффективнее метода клиппирования для снижения пик-фактора.

Список литературы

1. Leila Sahraoui, Djmail Messadeg, Nouredinne Doghmane Analyses and performance of techniques papr reduction for stbc mimo-ofdm system in (4g) wireless communication [Текст] / Leila Sahraoui, Djmail Messadeg, Nouredinne Doghmane // International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN). – 2013. - Vol. 5, No. 5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ПИК-ФАКТОРА МЕТОДАМИ КЛИППИРОВАНИЯ И СЕЛЕКТИВНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

Шоркин С.П.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COMPARATIVE ANALYSIS OF PEAK FACTOR REDUCTION BY CLIPPING AND SELECTIVE

Shorkin S.P.

Supervisor: Loginov S.S., professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе проводится сравнительный анализ снижения пик-фактора ортогонального частотного мультиплексирования с использованием методов клиппирования и селективного отображения.

Abstract

In this paper, a comparative analysis of the reduction of the peak factor of orthogonal frequency multiplexing using clipping and selective mapping methods is carried out.

1. Введение

Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) стало отличным методом модуляции с несколькими несущими в современных беспроводных системах. Эта параллельная передача данных обеспечивает значительное увеличение скорости передачи данных и устойчивость к частотно-избирательным замираниям. OFDM был принят в наиболее известных стандартах связи, таких как WiMAX, цифровое аудиовещание и цифровое видеовещание [1].

Однако у OFDM есть серьезные недостатки, которые включают отношение пиковой мощности к средней мощности (PAPR). Высокий PAPR требует более высокого динамического диапазона линейного усилителя мощности, что приводит к дефициту мощности, а также к увеличению общей стоимости системы [1]. Было предложено множество методов для минимизации высокого PAPR, ниже представлены сравнение двух методов уменьшения пик-фактора.

2. Сравнительный анализ пик-фактора

В таблицах 1 и 2 представлены результаты снижения пик-фактора сигналов с ортогональным частотным мультиплексированием с использованием методов клиппирования и селективного отображения. Сравнительный анализ выполнен с использованием пакета Matlab.

Таблица 1 – Метод клиппирования

поднесущие\модуля-ция	QAM-16	QAM-32	QAM-64
64	11.1дБ	10.9дБ	11.9дБ
128	11.5дБ	11.3дБ	11.1дБ
256	13.1дБ	12.1дБ	11.4дБ

Таблица 2 – Метод селективного отображения

поднесущие\модуля-ция	QAM-16	QAM-32	QAM-64
64	10.7дБ	10.6дБ	11.1дБ
128	10.5дБ	11.1дБ	10.6дБ
256	10.6дБ	11дБ	11дБ

При модуляции QAM-16 и передачи информации с помощью 64, 128, 256 с использованием метода селективного отображения пик-фактор сигнала меньше метода клиппирования на 0.4дБ, 1дБ, 2.5дБ соответственно. При модуляции QAM-32 и передачи информации с помощью 64, 128, 256 поднесущих снижение пик-фактора меньше на 0.3дБ, 0.2дБ, 1.1дБ соответственно. При модуляции QAM-128 и передачи информации с помощью 64, 128, 256 поднесущих снижение пик-фактора составляет 0.8дБ, 0.5дБ, 0.4дБ соответственно.

3. Заключение

По результатам сравнительного анализа снижения пик-фактора ортогонального частотного мультиплексирования с использованием методов клиппирования и селективного отображения, можно сделать вывод, что метод селективного отображения эффективнее метода клиппирования для снижения пик-фактора.

Список литературы

1. Leila Sahraoui, Djmail Messadeg, Nouredinne Doghmane ANALYSES AND PERFORMANCE OF TECHNIQUES PAPR REDUCTION FOR STBC MIMO-OFDM SYSTEM IN (4G) WIRELESS COMMUNICATION [Текст] / Leila Sahraoui, Djmail Messadeg, Nouredinne Doghmane // International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN). – 2013. - Vol. 5, No. 5

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ
ПИК-ФАКТОРА МЕТОДАМИ СЕЛЕКТИВНОГО
ОТОБРАЖЕНИЯ И ЧАСТИЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СИГНАЛОВ**

Шоркин С.П.

Научный руководитель: Логинов Сергей Сергеевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**COMPARATIVE ANALYSIS OF PEAK FACTOR REDUCTION
BY METHODS OF SELECTIVE DISPLAY AND PARTIAL
TRANSMISSION OF A SEQUENCE OF SIGNALS**

Shorkin S.P.

Supervisor: Loginov S.S., professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе проводится сравнительный анализ снижения пик-фактора ортогонального частотного мультиплексирования с использованием методов селективного отображения и частичной передачи последовательности сигналов.

Abstract

In this paper, a comparative analysis of the reduction of the peak factor of orthogonal frequency multiplexing using the methods of selective mapping and partial transmission of a sequence of signals is carried out.

1. Введение

В методе селективного отображения для снижения пик-фактора формируются эквивалентные представления FDM-символов, которые формируются случайным образом путем генерирования набора случайных изменяющих фазу символа векторов. На передачу отправляется символ, имеющий минимальный пик-фактор [1].

В методе частичной передачи последовательности сигналов входная последовательность разбивается на блоки. Каждый блок сдвинут относительно предыдущего на число элементов, равное числу элементов у предыдущего блока. Фазовые сдвиги выбираются таким образом, чтобы комбинированный выход всех блоков имел минимальный пик-фактор [1].

2. Сравнительный анализ пик-фактора

В таблицах 1 и 2 представлены результаты снижения пик-фактора сигналов с ортогональным частотным мультиплексированием с использованием методов селективного отображения и частичной передачи последовательности. Сравнительный анализ выполнен с помощью пакета Matlab.

Таблица 1 – Метод селективного отображения

поднесущие\модуляция	QAM-16	QAM-32	QAM-64
64	10.7дБ	10.6дБ	11.1дБ
128	10.5дБ	11.1дБ	10.6дБ
256	10.6дБ	11дБ	11дБ

Таблица 2 – Метод частичной передачи последовательности сигналов

поднесущие\модуляция	QAM-16	QAM-32	QAM-64
64	5.1дБ	5.2дБ	5.1дБ
128	5дБ	4.99дБ	5дБ
256	4.9дБ	4.91дБ	4.9дБ

В таблице 3 показано на сколько с использованием метода частичной передачи последовательности сигналов пик-фактор меньше метода селективного отображения.

Таблица 3 – Сравнительный анализ

поднесущие\модуляция	QAM-16	QAM-32	QAM-64
64	5.6дБ	5.4дБ	6дБ
128	5.5дБ	6.11дБ	5.6дБ
256	5.7дБ	6.09дБ	6.1дБ

3. Заключение

По результатам сравнительного анализа снижения пик-фактора ортогонального частотного мультиплексирования с использованием методов селективного отображения и частичной передачи последовательности, можно сделать вывод, что метод частичной передачи последовательности эффективнее метода селективного отображения для снижения пик-фактора.

Список литературы

1. Leila Sahraoui, Djmail Messadeg, Nouredinne Doghmane ANALYSES AND PERFORMANCE OF TECHNIQUES PAPR REDUCTION FOR STBC MIMO-OFDM SYSTEM IN (4G) WIRELESS COMMUNICATION [Текст] / Leila Sahraoui, Djmail Messadeg, Nouredinne Doghmane // International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN). – 2013. - Vol. 5, No. 5.

**РАЗРАБОТКА СЕТИ СВЯЗИ ДИСТАНЦИОННОГО
УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ
РАДИОИЗМЕРЕНИЙ**

Юсупов Э.А.

Научный руководитель: Гайсин Артур Камилевич, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DEVELOPMENT OF A COMMUNICATION NETWORK FOR
REMOTE CONTROL OF A MOBILE COMPLEX OF RADIO
MEASUREMENTS**

Yusupov E.A.

Supervisor Artur K. Gaysin, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Представленная сеть связи создана для сокращения времени и ресурсов на проведение измерений и контроля радиоспектра, а также для удаленного управления мобильным комплексом радиоизмерений, для увеличения эффективности работы и снижения затрат на обслуживание.

Abstract

The work is designed to reduce the time and resources for measurements and monitoring, as well as to manage a mobile complex of radio measurements from anywhere in the world and to increase work efficiency and reduce maintenance costs.

1. Введение

Через сеть LTE с центра управления будут отправляться SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) команды, которые дают возможность удаленно управлять спектральным анализатором. С помощью скриптов будут получены результаты автоматических измерений, которые после отправляются обратно в центр управления.

2. Состав измерительного комплекса

В состав измерительного комплекса входит спектральный анализатор MXA Signal Analyzer N9020A, генератор сигналов, коммутатор, модем, в качестве центра управления послужит стационарный компьютер, откуда и будут подаваться SCPI команды.

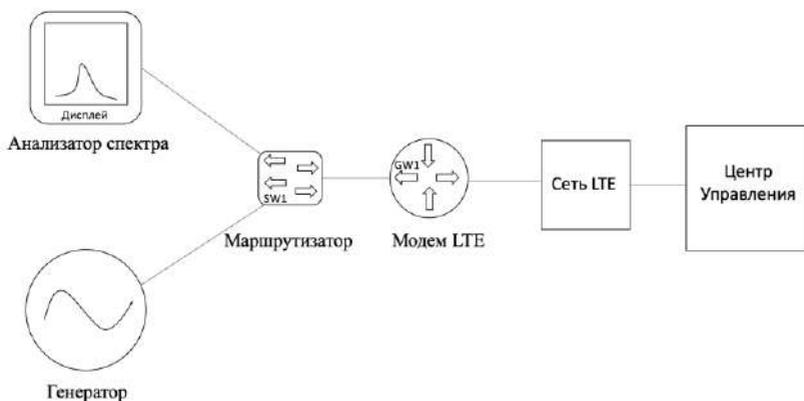


Рис. 1 - Схема измерительного комплекса

Вся основная работа будет происходить в спектральном анализаторе, которому из центра управления будут подаваться SCPI команды. На нем запустятся нужные скрипты для обработки сигналов.

После обработки скриптов в центр управления будут отправлены результаты измерений.

3. Заключение

Предполагается, что данный комплекс сократит использование времени и ресурсов на проведение измерений, позволит значительно упростить процесс измерений и контроля.

Список литературы

1. Gorbunov, S. BER Performance of SEFDM Signals in LTE Fading Channels / S. Gorbunov, A. Rashich // 2018 41st International Conference on Telecommunications and Signal Processing, TSP 2018: 41, Vassileos Alexandrou 2, Athens, 04–06 июля 2018 года. – Vassileos Alexandrou 2, Athens, 2018. – P. 8441462. – DOI 10.1109/TSP.2018.8441462. – EDN PCXBII.
2. KeySight.com, N9020A MXA Signal Analyzer Service Guide
3. Mosyagin, J. Using 4G wireless technology in the car / J. Mosyagin // 2010 12th International Conference on Transparent Optical Networks, ICTON 2010, 27 июня – 01 2010 года. – Munich, 2010. – P. 5549094. – DOI 10.1109/ICTON.2010.5549094. – EDN MXMZON.

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ СТЕНДА ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Яруллин Р.Р.¹, Сивинцева О.А., Раупов Р.Р., Буткевич Ю.Р.²

Научный руководитель: Логинов С.С., д.т.н., профессор

(¹АО «НПО «Радиоэлектроника» им. В.И. Шимко»

*²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева, г. Казань)*

STAGES OF DEVELOPMENT OF A STAND OF SEMI-NATURAL MODELING

Yarullin R.R.¹, Sivintseva O.A., Raupov R.R., Butkevich Y.R.²

Supervisor: Loginov S.S., professor

(¹JSC «SPA «Radioelectronics» named after V.I. Shimko»

²Kazan National Research Technical University named after A.N., Kazan)

Аннотация

В работе рассмотрены этапы разработки стенда полунатурного моделирования.

Abstract

The paper considers the stages of development of a stand of semi-natural modeling.

1. Введение

Сложные радиотехнические системы (РТС) проходят несколько этапов разработки. Для подтверждения соответствия тактико-технических требований, предъявляемых к системе (изделию), проводятся испытания. Испытания – экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий. [1]. При проведении испытаний используются различные методы моделирования: математическое, имитационное, полунатурное, натурное и др. В данной работе рассмотрены методы полунатурного моделирования.

2. Основная часть

Полунатурное моделирование позволяет проводить испытания на моделирующих установках (стендах), где одна часть системы используется по назначению и является реальной, а другая моделируется. Такой

стенд создает близкое к реальному воздействию на испытуемый объект. Кроме того, в процессе полунатурного моделирования имеется возможность контролировать условия воздействия, изменять их, фиксируя полученные результаты в зависимости условий.

Достоинствами полунатурного моделирования являются высокая достоверность результатов, возможность доработки испытуемых изделий на более ранних стадиях, низкая стоимость по сравнению с натурными испытаниями. Полунатурное моделирование используется при отсутствии возможности математического описания части РТС.

Этапы разработки стендов полунатурного моделирования проходят в несколько этапов, представленных на рис. 1

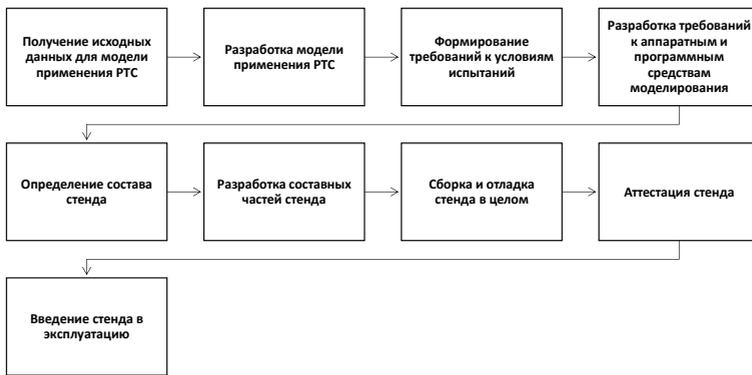


Рис. 1. Этапы разработки стенда полунатурного моделирования

Важным аспектом применения СПМ при проведении испытаний является то, что на каждом этапе его разработки имеется возможность внести необходимые изменения и (или) дополнения с учетом практической реализации.

3. Заключение

Предложенная процедура поэтапной разработки стенда полунатурного моделирования сложных РТС позволяет оценивать соответствие их общесистемным характеристикам, определяемым моделью применения РТС.

Список литературы

1. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. Государственный комитет СССР по стандартам. М. – 28 с.

OVER-HORIZON RADAR WITH ACTIVE PHASED ARRAY

Maslennikova S.K.

Supervisor: Olga V. Potapova, docent

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

НАДГОРИЗОНТНАЯ РЛС С АКТИВНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКОЙ

Масленникова С.К.

Научный руководитель: Потапова Ольга Владимировна, к.т.н., доцент
*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

Abstract

In solving the problem of early warning about an air attack, an important role belongs to the radar with range of up to 3,200 km. The construction and results of computer simulation of a phased antenna array, which largely provides the required characteristics of the system, are discussed.

Аннотация

В решении проблемы раннего предупреждения о воздушной атаке важная роль отводится надгоризонтным РЛС с дальностью действия до 3200 км. Обсуждается конструкция и результаты компьютерного моделирования излучающего полотна фазированной антенной решетки (ФАР), во многом обеспечивающей требуемые тактико-технические характеристики системы.

1. Introduction

Long-range radars form two classes, the comparative characteristics of which are given in Table 1. The use of a large phased array and intra-pulse linear frequency modulation provide high resolution in terms of angles and range, and increase the energy potential of the system. A broadband antenna element (in the decimeter wave range) with changeable polarization is the structural basis of the phased array.

2. Broadband turnstile antenna

Fig. 1 shows the appearance of the turnstile antenna, and fig.2 shows its radiation pattern calculated in the CST for the frequency band of 156-164 MHz.

Table 1. Comparison of two classes of radar

Main characteristics	Radar type	
	Above-the-horizon radar	Over-the-horizon radar
The purpose of the radar	Control of missile-dangerous areas of space	All-altitude control of aerospace
Observed objects	Ballistic missiles and their homing heads	Ballistic or cruise missiles, their parts, aerial vehicles
Area of detection	Azimuth: 120°; Elevation: 90°; Range: over 3000 km	Azimuth: 60°-120° Range: up to 6000 km
Operating frequency range	UHF: Meter (30-300MHz), Decimeter (0.3-3GHz), Centimeter (3-30 GHz)	Short waves: Decameter (3-30 MHz)
Number of observed targets	300-400	Up to 300 in the 60° sector in azimuth

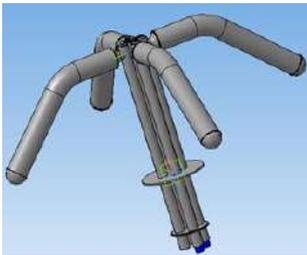


Fig. 1 – Turnstile element of the antenna array

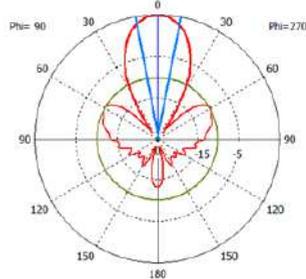


Fig. 2 – Radiation pattern

Due to optimizing the shape and geometric dimensions of the antenna element, it was possible to achieve matching at an SWR level of no worse than 1.65 in a given frequency band with a value of 1.3 at the center frequency.

3. Conclusion

The results of Mathcad-simulation of the antenna array of 45m by 55m confirmed the compliance of the technical parameters with the specified values.

References

1. Modeling of a 2x2 antenna array in the CST STUDIO SUITE software package: Eurointech website - 2018 [Electronic resource]. URL: <https://eurointech.ru>.
2. Фазированные антенные решетки: сайт Основы радиолокации – 2016 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.radartutorial.eu> (дата обращения: 27.10.2022).

ELECTRONIC COMPENSATION SYSTEM FOR DISTORTION OF THE REFLECTOR OF A SATELLITE MBHA

Schneider S.V.

Supervisor: Olga V. Potapova, docent
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА КОМПЕНСАЦИИ ИСКАЖЕНИЙ РЕФЛЕКТОРА СПУТНИКОВОЙ МГЗА

Шнайдер С.В.

Научный руководитель: Потапова Ольга Владимировна, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

The algorithmic possibilities of reconstructing the distorted profile of a multi-beam hybrid reflector antenna (MBHRA) from the signal imprint of a ground-based beacon are discussed in the interests of subsequent electronic stabilization of the orientation and shape of the beams covering the working area of communication.

Аннотация

Обсуждаются алгоритмические возможности реконструкции искаженного профиля многолучевой гибридной зеркальной антенны (МГЗА) по сигнальному отпечатку наземного маяка в интересах последующей электронной стабилизацией ориентации и формы лучей, покрывающих рабочую область связи.

1. Introduction

Satellite MBHRA should do the following. Firstly, cover the working area with a large number of needle-like beams (of fractions of degrees) to provide the required energy potential. Secondly, under conditions of mechanical and thermal distortions of the reflector profile, maintain the nominal orientation of the beams.

An attractive alternative to the widely used opto-mechanical means of monitoring and stabilizing the reflector profile is an electronic system based on monitoring the current profile of the reflector by processing the signal imprint of a ground beacon on the antenna array

2. Distorted reflector reconstruction algorithm

Graduate student P. Romanov proposed the idea of the reflector reconstruction algorithm. It is known that the excitation of the antenna array in accordance with the complex conjugate signals received from some source provide maximum radiation to the source. On the other hand, this maximum corresponds to a plane electromagnetic wave (PEMW) in the aperture

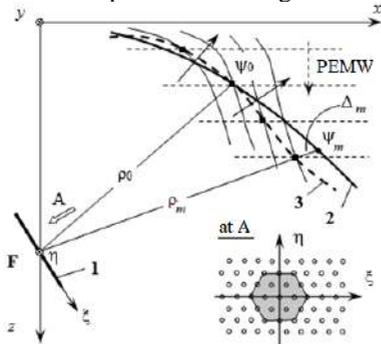


Fig. 1 – Essence of Romanov's algorithm»

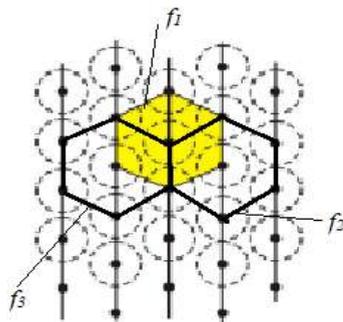


Fig. 2 – Cluster structure of the antenna

Fig. 1 explains the essence of the algorithm: there are points at which the phase of the field emitted by the antenna array corresponds to the PEMW propagating to the source. Figure. 2 shows the AA structure, which consists of clusters forming a set of beams.3.

3. Conclusion

The results of Mathcad-simulation of the channel for electronic stabilizing the beams of the MBHRA confirmed the operability of the distorted reflector reconstruction according to the algorithm of Pavel Romanov.

References

1. Бикеев Е. Н., Якимов Е. Н., Матыленко М. Г., Титов Г. П. Способ компенсации деформаций конструкции крупногабаритной антенны космического аппарата // Авиационная и ракетно-космическая техника: интернет-портал. – URL: <https://cyberleninka.ru/>
2. Romanov P.V., Choni Yu. I., Stabilization of beams of a satellite hybrid reflector antenna via processing signals from the ground beacon // 2021 (SIBCON). – Kazan, 2021. – pp. 1-5.
3. "China to build space-based solar power station by 2035 - Xinhua English.news.cn". 2019. www.xinhuanet.com.

2. ФОТОНИКА

УДК 621:382

ДЕФЛЕКТОРЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Асхатулы Н., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEFLECTORS BASED ON THE ELECTRO-OPTICAL EFFECT

Askhatuly N., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена изучению отклонения света с помощью изменения преломления дефлекторами на основе электрооптического эффекта.

Abstract

The article is devoted to the study of light deflection by changing the refraction by deflectors based on the electro-optical effect.

1. Введение

Изменение отклонения луча может быть получено с помощью электрооптической модуляции показателя преломления вещества призмы. К сожалению, во всех схемах отклонения лучей, использующих регулируемое преломление призм, требуются большое управление мощности.

2. Основная часть

Для создания дискретного дефлектора света можно воспользоваться эффектом двойного лучепреломления. Луч света, падающий на двулучепреломляющий материал под углом к оптической оси кристалла (он не должен быть ни параллелен, ни перпендикулярен оптической оси), расщепляется на два луча, которые распространяются в кристалле под углом друг к другу и выходят из двух различных точек проти-

воположной грани. Расстояние между этими точками пропорционально пути света в двулучепреломляющем кристалле. Плоскость поляризации обыкновенного луча перпендикулярна оптической оси, необыкновенный луч поляризован перпендикулярно обыкновенному. Таким образом, два выходящих луча смещены относительно друг друга, распространяются параллельно падающему лучу и их плоскости поляризации взаимно ортогональны. С помощью электрооптического модулятора, помещенного перед двулучепреломляющим кристаллом, можно выделить один из двух лучей, выходящих из кристалла. Для получения последующих смещений луча необходимо расположить m двулучепреломляющих кристаллов с предшествующим им (или следующими за ними) электрооптическими поляризационными модуляторами.

3. Заключение

Такое устройство будет отклонять луч на 2^m положений (набор из 7 ячеек будет разрешать 128 точек). Отметим, что для получения необходимого разрешения каждый из последующих двулучепреломляющих кристаллов должен быть в два раза длиннее предыдущего. Наиболее доступным двулучепреломляющим материалом является кальцит. Однако, из-за высокой стоимости материалов и большой мощности, требуемой для управления электрооптическими модуляторами, данный метод нецелесообразно использовать на практике.

Список литературы

1. Ignatov A. N. Optoelectronics and nanophotonics. Studies. for radio engineering. special. universities. 2020.
2. Idiatullov Z.R. Nanostructured materials research technologies: In the collection: III Scientific Forum Telecommunications: Theory and Technologies TTT-2019 -210-212 p.

ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Асхатулы Н., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TECHNOLOGIES OF OPTICAL TRANSPORT COMMUNICATION NETWORKS

Askhatuly N., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена изучению масштабирования пропускной способности линий передачи сетей связи, которые в условиях непрерывного роста потребностей в увеличении объемов информации должны обеспечивать увеличение пропускной способности по требованию.

Abstract

The article is devoted to the study of scaling the bandwidth of transmission lines of communication networks, which, in conditions of continuous growth in the need to increase the volume of information, should provide an increase in bandwidth on demand.

1. Введение

Обширное использование Интернета, мобильных телефонов и других современных технологий неизбежно требует совершенствования сетевых технологий связи. В настоящее время оптические транспортные сети связи являются основным средством передачи данных и являются ключевыми структурами в сетевых системах связи.

2. Маломодовые технологии оптических транспортных сетей связи

Одним из главных вызовов в использовании оптических транспортных сетей связи являются потери света в сигналах при передаче

данных на длинных расстояниях. Один из способов снижения этих потерь - использование маломодовых оптических технологий связи.

Маломодовые технологии оптических транспортных сетей связи - это технологии передачи данных в волоконно-оптических кабелях, использующие многомодовую линзовую волноводную оптику для снижения потерь света при передаче данных. Вместо использования параллельных однофазных сигналов, маломодовые технологии связи используют моды - различные векторные состояния света, проходящие через оптический кабель. Это позволяет увеличить емкость и возможности оптических транспортных сетей связи.

Преимущества использования маломодовых технологий связи: 1) Позволяют снизить потери света в оптических кабелях, что дает возможность передавать данные на большие расстояния без потери качества сигнала. 2) Требуют меньше кабелей и сопряженных устройств в сети связи, что позволяет экономить деньги и упрощать обслуживание системы связи. 3) Высокую скорость передачи данных в одном кабеле, что облегчает быстрое действие системы связи.

3. Заключение

Маломодовые технологии оптических транспортных сетей связи представляют собой новый уровень в развитии сетевых технологий связи. Они позволяют увеличить емкость оптических транспортных сетей связи, обеспечивают высокую скорость передачи данных и позволяют сократить нагрузку на системы связи. Эти технологии являются важной частью современного общества и продолжают активно развиваться для обеспечения более эффективного и надежного обмена информацией.

Список литературы

1. Vladimir Alekseevich Skachkov. Electrodynamics and radio wave propagation: a textbook / V.A. Skachkov, G.I. Shcherbakov; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Tupolev KNRTU-KAI.- Kazan: [b.i.] - 2020. -298 p.

2. Mamkina I.K. The use of network theory in electromagnetic compatibility: collection: Applied Electrodynamics, Photonics and living systems – 2020, VII. – 89-91 p.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АСТРОНОМИЧЕСКОГО
СПЕКТРОГРАФА С УЧЕТОМ ТУРБУЛЕНТНОСТИ
АТМОСФЕРЫ**

Ахметов Д.М.

Научный руководитель: Муслимов Эдуард Ринатович, д.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MODELLING OF AN ASTRONOMICAL SPECTROGRAPH WITH
ACCOUNT FOR THE ATMOSPHERIC TURBULENCE**

Akhmetov D.M.

Supervisor: Eduard R. Muslimov
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается расчет аппаратной функции бесщелевого астрономического спектрографа. Показано, что в зависимости от модели, используемой для описания турбулентной атмосферы, и ее параметров оценка спектрального разрешения может отличаться до 30,8%.

Abstract

The article discusses the instrument function computation for a slitless astronomical spectrograph. It is shown that, depending on the model used for the turbulent atmosphere description, and its parameters, the spectral resolution estimate can differ by up to 30.8%.

1. Введение

Спектрографы низкого разрешения широко используются в астрономии, однако их реальное спектральное разрешение определяется в первую очередь размером изображения на входе. На практике изображение звезды, формируемое наземным телескопом, всегда будет искажаться турбулентной атмосферой. Соответственно, при расчете и моделировании астрономических приборов необходимо вводить в модель свойства атмосферы.

2. Моделирование спектрографа

Рассмотрим бесщелевой спектрограф [1], построенный на базе сочетания призмы и пропускающей решетки (гризмы) и работающий в диапазоне 450-950 нм. Гризма устанавливается на выходе телескопа в сходящемся пучке

с апертурой 1:7 и формирует изображение спектра длиной 26,4 мм. Турбулентные искажения в изображении описываются астрономической видимостью (равна 3'' для Казани). Для описания функции рассеяния точки (ФРТ) телескопа с учетом астмосферы удобно использовать функцию Гаусса, задав ее ширину по уровню 0,1 равной видимости. Функция Моффата [2] точнее описывает реальную ФРТ:

$$E(\omega) = \left[1 + \left(\frac{\omega}{\alpha} \right)^2 \right]^{-\beta}, \quad (1)$$

где: ω – угол поля зрения, α – коэффициент, определяющий видимость, β – коэффициент, определяющий атмосферное рассеяние. На Рис.1А показаны ФРТ для телескопа ($D=0,5\text{м}$, $f=3,45\text{м}$) и турбулентной атмосферы. Используются функция Гаусса и функция Моффата при $\beta=0,5; 1$ и $1,5$. Для сравнения приведена прямоугольная функция, соответствующая равномерно освещенному изображению – изображению спектральной щели, широко используемой в лабораторных исследованиях. На Рис.1Б для тех же случаев представлены аппаратные функции (АФ) спектрографа, учитывающие aberrации, дополнительно вносимые его оптической системой на длине волны 700 нм. Максимальная оценка спектрального разрешения достигает 0,41 нм.

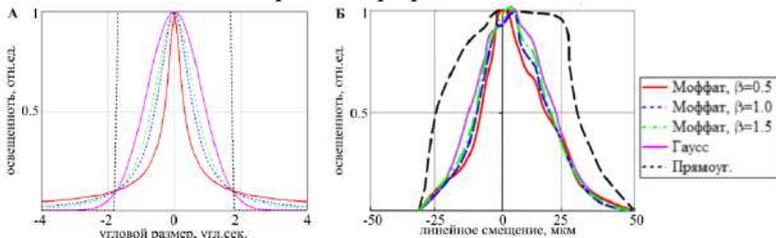


Рис. 1 – Результаты расчета с использованием различных моделей турбулентной атмосферы: А – ФРТ телескопа, Б – АФ спектрографа.

3. Заключение

Результаты расчета показывают, что функция Моффата дает наилучшую оценку разрешения, но результаты могут различаться до 19% в зависимости от коэффициента рассеяния. При использовании функции Гаусса оценка ширины изображения возрастает до 31%. При допущении о равномерности освещенности в изображении оценка завышена в 2,4 раза, следовательно, при проведении лабораторных измерений необходимо корректировать размер тест-объекта.

Список литературы

1. E. Muslimov et al./Low-resolution spectroscopy mode for CASTLE telescope with a composite grism//Proc. SPIE 12184,121848G (2022)
2. E. Anisimova et al./ The point spread function variations inside wide-field astronomical images// Acta Polytechnica 53(1),1–4 (2013).

ОГРАНИЧЕНИЯ САПР ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОТОННЫХ СИСТЕМ

Ахметшин А.А.

Научный руководитель: Кузнецов А.А., д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ г. Казань)

LIMITATIONS OF CAD FOR MODELING PHOTONIC SYSTEMS

Akhmetshin A.A.

Supervisor: A.A. Kuznetsov, D.Eng., Docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются ограничения САПР для проектирования радиофотонных устройств, а именно фотодетектора, на примере программных пакетов VPIPhotonics, Synopsys и Optiwave.

Abstract

The article discusses the limitations of CAD for the design of radiophotonic devices, namely a photodetector, using the example of software packages VPIPhotonics, Synopsys and Optiwave.

1. Введение

Большинство САПР используют представление фотонных устройств в виде упрощенной модели, которая не всегда точно отражает реальное поведение устройства и вследствие чего возникают ограничения в виде неполного учета для оптико-электронных компонент электрических, оптических и оптико-электронных параметров.

2. Разбор ограничений

Некоторые электрические параметры фотодетектора сложно или невозможно рассчитать. Программы позволяют рассчитывать коэффициент шума в фотодетекторах, но не дают детального анализа шумовых характеристик. Для расчета тепловых эффектов, влияющих на работу фотодетектора, таких как эффект Пельтье или термический шум, нужны дополнительные инструменты.

Во время расчетов внутри фотодетектора учитывается внутренняя структура, а наличие внешних оптических потерь не учитывается. Эф-

факты угловой зависимости светочувствительности фотодетектора зависят от конкретной геометрии прибора и условий эксплуатации, их нелегко прогнозировать. Для расчета длины волны критического поглощения понадобятся методы моделирования спектроскопии поглощения, чем те, что используются в VPIPhotonics, Synopsys и Optiwave. Хотя все три программы позволяют рассчитывать емкостные параметры входного контакта детектора, но они могут не учитывать ёмкости самого полупроводникового материала детектора.

Точное моделирование шума при низком уровне освещенности требует другие методы моделирования и дополнительные измерения в экспериментальных условиях. Для временных характеристик фотодетектора нужны точные модели временного отклика с учетом деталей конечного элемента, как и для расчета темнового, обратного тока на выходе. Точная калибровка фотодетектора может быть недостижима в рамках программного моделирования и может требовать дополнительных измерений.

3. Заключение

Расчетная сложность и ограниченный диапазон являются следствием ограничения возможности оптимизации. Программы VPIPhotonics, Synopsys и Optiwave предоставляют широкий спектр инструментов для моделирования и анализа фотодетекторов, но некоторые параметры нельзя рассчитать напрямую в рамках этих программ.

Список литературы

1. Joindot G., Rasigade G., Evain C., and Louriou P., "System-Level Simulation for High-Bit-Rate Optical Communication Networks using VPIsystems," *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 18, No. 12, pp. 1675-1688, December 2000.
2. Zhang Y.J., Guan B.O., and Yu C.W., "Novel BPM algorithm with high-order accuracy for modeling integrated optical devices," *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 20, No. 11, pp. 1970-1976, November 2002.

РАЗРАБОТКА ПОЛНОЙ МОДЕЛИ ФОТОПРИЕМНИКА В СРЕДЕ MATLAB

Ахметшин А.А.

Научный руководитель: Кузнецов А.А., д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г.Казань)

DEVELOPMENT OF A COMPLETE PHOTODETECTOR MODEL IN THE MATLAB ENVIRONMENT

Akhmetshin A.A.

Supervisor: A.A. Kuznetsov, D.Eng., Docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлена реализация полной модели фотодетектора в среде Matlab в виде выходного сигнала с шумовыми составляющими и с учетом электрических, оптических и оптико-электронных параметров.

Abstract

The article presents the implementation of a complete photodetector model in the Matlab environment in the form of an output signal with noise components and taking into account electrical, optical and optoelectronic parameters.

1. Введение

Целью разработки полной модели фотодетектора является получение математического выражения, которая предусматривает учет основных параметров устройства с точки зрения физики.

2. Математическая модель фотодетектора

Формула, описывающая выходной сигнал фотодетектора, можно выразить как:

$$S_{out}(t) = R \cdot (I + I_{sh} + I_{tn}), \quad (1)$$

где R – сопротивление нагрузки (Ом), I – фототок (А), I_{sh} – шум от квантовых переходов (А), I_{tn} – тепловой шум (А).

Выходной сигнал фотодетектора будет представлять собой электрический сигнал биений.

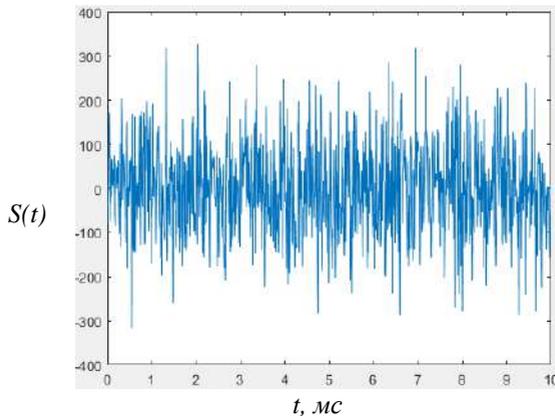


Рис. 1. Временная диаграмма выходного сигнала фотодетектора, смоделированный в среде Matlab.

3. Заключение

По результатам моделирования была получена временная диаграмма выходного сигнала фотодетектора, которая демонстрирует работу устройства. Полученная модель может быть интегрирована в различные САПР для проектирования радиофотонных устройств.

Список литературы

1. Agrawal, G.P. Fiber-optic communication systems, // Wiley series in microwave and optical engineering, –1951.– 630 p., ISBN: 978-0-470-50511-3.
3. Joachim Piprek Handbook of Optoelectronic Device Modeling and Simulation: Fundamentals, Materials, Nanostructures, LEDs, and Amplifiers, // CRC Press, –2017. –835 p., ISBN10: 978-1498749466.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
РЕЗОНАТОРОВ КООКСИАЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ
РАСХОДИМОСТИ КОЛЬЦА ВЫХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Баженова Е.С.

Научный руководитель: Кесель Людмила Григорьевна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DETERMINATION OF THE DESIGN PARAMETERS OF COAXIAL
LASER CAVITIES TO OBTAIN THE REQUIRED GEOMETRIC
DIVERSITY OF THE OUTPUT RADIATION RING**

Bazhenova E.S.

Scientific advisor: Ludmila G. Kesel, Cand. Sc. (Engineering),
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Определены диапазоны радиусов кривизны сферических зеркал для получения требуемой геометрической расходимости кольца выходного излучения коаксиального лазера.

Abstract

The ranges of curvature radii of spherical mirrors are determined to obtain the required geometric divergence of the coaxial laser output radiation ring.

1. Введение

Для получения требуемых характеристик выходного излучения коаксиального лазера необходим расчёт конструктивных параметров резонатора лазера и допустимых пределов их отклонений.

2. Основная часть

Одним из вариантов конструкций резонаторов, имеющих кольцевое сечение поля, является резонатор, состоящий из плоского и асферического зеркал [1]. Для его анализа была разработана трёхмерная модель, позволяющая определять зоны существования М-мод.

В зависимости от заданной геометрической расходимости кольца

выходного излучения выбирается зона устойчивости и неустойчивости, в которой должен работать резонатор. Выбор осуществляется заданием радиуса кривизны асферического зеркала R и проверкой его на то, чтобы данный радиус обеспечивал существование многоходовых мод во всём объёме разрядной камеры.

В работе проведён расчёт хода лучевых потоков методом матричной оптики для резонаторов с различными конструктивными параметрами. Получены зависимости угловых параметров прошедшего луча – $\alpha_{\text{вых}} = \Phi(R)$ для одного полного прохода по резонатору. Рис 1 а), б).

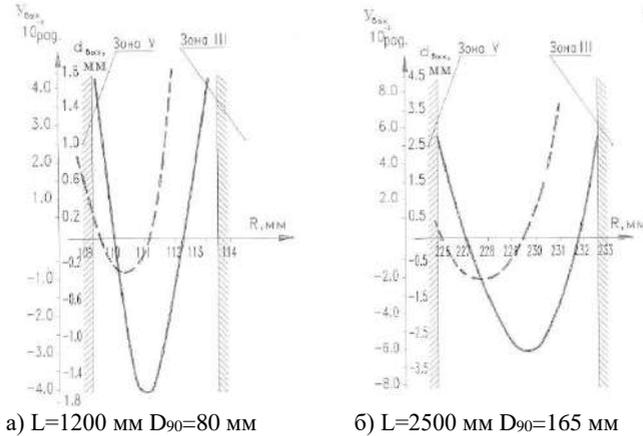


Рис. 1. Зависимость выходного угла $\alpha_{\text{вых}}$ от радиуса кривизны асферического зеркала R

По заданной геометрической расходимости кольца выходного излучения из графиков рис. 1 а), б) можно определить параметры асферического зеркала R .

3. Заключение

Определены диапазоны возможных радиусов кривизны асферических зеркал с учётом допустимых пределов их отклонений для получения требуемой геометрической расходимости кольца выходного излучения коаксиального лазера.

Список литературы

1. Terentiev N.D., Kesel L.G. Analysis of the main characteristics of a resonator for a laser with an annular active medium / "New technologies, materials and equipment of the Russian aerospace industry". Materials of the All-Russian scientific-practical conference with international participation. АКТО-2018, V.3, p. 312-314.

**ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ЛОПАТОК
КОМПРЕССОРА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ В
УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Баженова Е.С.

Научный руководитель: Кесель Людмила Григорьевна, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**FEATURES OF LASER HARDENING OF GAS TURBINE ENGINE
COMPRESSOR BLADES UNDER OPERATING CONDITIONS**

Bazhenova E.S.

Supervisor: Lyudmila G. Kesel, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждаются особенности технологии лазерного упрочнения лопаток компрессора газотурбинного двигателя (ГТД) методом создания наклёпа в условиях эксплуатации, после механизированной зачистки забоин на кромках.

Abstract

The article discusses the features of the technology of laser hardening of the blades of a gas turbine engine compressor (GTE) by the method of creating a rivet under operating conditions, after mechanized stripping of nicks on the edges.

1. Введение

В процессе эксплуатации ГТД авиационного применения имеет место процесс образования забоин на лопатках компрессора от попадания посторонних предметов на вход при взлёте и посадке [1]. Часть этих забоин имеет размеры, позволяющие производить их устранение в условиях эксплуатации методом абразивного выведения с последующей зашлифовкой с помощью специальных инструментов.

2. Особенности технологии упрочнения лопаток компрессора в эксплуатации.

Существующие технологии удаления забоин на лопатках компрессора ГТД не предполагают выполнение упрочнения мест обработки после их абразивного выведения, что является существенным недостатком. Последующая за выведением забоины операция полировки устраняет концентраторы напряжения, но не создаёт на обработанной поверхности лопаток упрочняющих напряжений сжатия.

Целью настоящей работы является – изучение возможности упрочнения поверхности пера лопатки по месту удаления забоины в условиях эксплуатации.

Для реализации поставленной задачи значительный интерес представляет метод ударной обработки лопаток посредством применения малоэнергетического лазерного источника [2]. Данный процесс упрочнения разработан фирмой Toshiba, но он не приспособлен к реализации в условиях эксплуатации ГТД. В указанном процессе [2] предлагается использовать низкоэнергетический, высокочастотный Nd: YAG – лазер, обеспечивающий энергию импульса ≤ 0.1 Дж, с длительностью импульса ≤ 10 нс, при размере пятна диаметром ≤ 1 мм. и длиной волны 532 нм. Главная особенность процесса заключается в том, что лазер не использует какую-либо прослойку (например, типа воды), а работает напрямую. В настоящей работе предлагается совместить источник лазерного излучения с эндоскопом (по отдельному лучевому каналу) и осуществлять обработку забоин с последующим упрочнением доработанного места на пере лопатки. Для практического внедрения требуется значительный объём работ по подбору необходимых режимов работы лазера и по изучению применения данного вида упрочнения к титановым сплавам и оценки его влияния на ресурсные характеристики лопаток компрессора ГТД.

3. Заключение

В работе выполнен выбор лазерного оборудования и отражены некоторые особенности технологического процесса лазерного упрочнения пера рабочей лопатки компрессора ГТД.

Список литературы

1. Smirnova A.S., Kesel L.G. / Control of the degree of purification of the cyclic air of the GTU by means of a laser-optical recorder. // Materials of the 25th VMNK "Actual problems of physical and functional electronics", Ulyanovsk, UISTU, 2022, pp.35-36.
2. Y.Sano, N.Mukai I, M. Obata Laser peening without coating: process, effects and applications // LMN-Journal of Laser Micro/Nanoengineering – 2006, - Vol. 1, No. 3.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ ПРИ ВВОДЕ ОПТИЧЕСКОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ В ССД КАМЕРУ**

Барашкин А.Ю.

Научный руководитель: Бурдин Антон Владимирович, д.т.н.
(*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и
информатики, г. Самара*)

**SIMULATION OF THE OPTICAL SYSTEM FOR EVALUATION OF
THE FOCAL LENGTH WHEN INTRODUCING THE OPTICAL
EMISSIONS TO THE CCD CAMERA**

Barashkin A.Yu.

Supervisor: Anton V. Burdin, D. Sc. (Engineering)
(*Povolzhskiy State University of Telecommunications and
Informatics, Samara*)

Аннотация

В данной работе рассматривается моделирование оптической системы для оценки характеристик фокусного расстояния линз и окуляра микроскопа в зависимости от длины волны источника оптического излучения.

Abstract

In this article, we consider the modeling of an optical system for estimating the characteristics of the focal length of lenses and a microscope objective depending on the wavelength of the optical radiation source.

1. Введение

Для снятия карт модовых пятен с помощью ССД камеры применяются линзовые системы, а также окуляры. Однако в процессе сборки оптических систем с дальнейшим снятием характеристик требуется правильно выбрать фокусное расстояние, где главной проблемой является корректная настройка при разных длинах волн.

2. Модели оптической системы

В работе было проведено моделирование систем ввода оптического излучения в камеру при различных длинах волн и окуляров. Так как фокусное расстояние линзы зависит от кривизны поверхностей линзы, показателей преломления среды и от показателей преломления

стекла, из которого выполнена линза. Следует, что фокусные расстояния различных длин волн различны, что требовало подбор оптимальных параметров при сборке оптической системы, что в свою очередь может упростить моделирование.

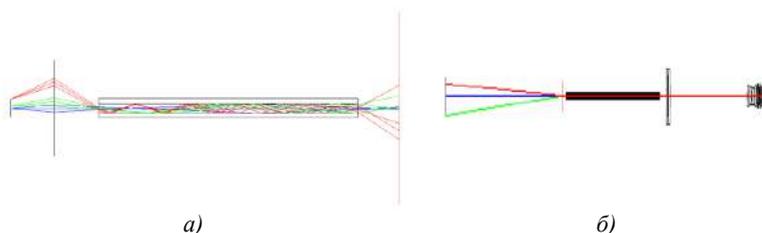


Рис. 1 – Схемы моделируемых оптических систем с использованием: а) безлинзовая система; б) многолинзовый окуляр.

3. Заключение

По приведённым результатам моделирования было установлено изменение карты модового пятна, с сопутствующим усилением или ослаблением уровня на приемной стороне оптической системы. Что даёт основу для дальнейших исследований по моделированию оптимальной системы вывода оптического излучения на матрицу камеры.

Список литературы

1. Борн, М. Основы оптики [Текст]: / ред. М. Борн, Э.Вольф // Изд. 2-е. — М.: «Наука», 1973. — 720 с.

**ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ ГАЗА
ФАБРИ-ПЕРО С КАСКАДНЫМ РЕЗОНАТОРОМ,
ОСНОВАННЫЙ НА ЭФФЕКТЕ ВЕРНЬЕ**

Белов Э.В., Артемьев В.И., Сахабутдинов А.Ж.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**CASCADED-CAVITY FABRY-PEROT INTERFEROMETRIC GAS
PRESSURE SENSOR BASED ON VERNIER EFFECT**

Belov E.V., Artemiev V.I., Sakhabutdinov A.Zh.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В этой статье обсуждается высокочувствительный датчик давления газа внешнего интерферометра Фабри - Перо, вставив вводное одномодовое волокно и отражающее одномодовое волокно с противоположных концов в капиллярную трубку. Во время вставки интерференционные полосы контролировались с помощью оптического анализатора спектра для получения эффекта Верньера.

Abstract

This article discusses a highly sensitive gas pressure sensor of an external Fabry-Perot interferometer by inserting an introductory single-mode fiber and a reflecting single-mode fiber from opposite ends into a capillary tube. During insertion, interference fringes were monitored using an optical spectrum analyzer to obtain the Vernier effect.

1. Введение

Волоконно-оптические датчики изучались в течение нескольких десятилетий и привлекли внимание всего мира благодаря своим преимуществам невосприимчивости к электромагнитным воздействиям, высокой термостойкости, небольшим размерам и легкому весу. Были изготовлены различные волоконно-оптические датчики, такие как датчики волоконной решетки Брэгга, датчики интерферометра Маха-Цендера, датчики длиннопериодической решетки и датчики интерферометра Фабри-Перо и т.д. Среди них датчики Фабри – Перо широко используются в

практических приложениях благодаря своему простому принципу, множеству методов изготовления и удобству комбинирования с другими волоконными датчиками. Для измерения давления газа были разработаны различные типы датчиков Фабри – Перо на основе диафрагм, фотонно-кристаллических волокон и микроструктур. Среди них диафрагменные датчики FPI могут обеспечить сверхвысокую чувствительность за счет минимизации толщины диафрагмы путем полировки, мокрого травления или выбора различных материалов диафрагмы, таких как графен или серебро.

2. Принцип

Принципиальная схема предлагаемого цельноволокнонного датчика давления газа внешнего интерферометра Фабри – Перо показана на рисунке 1. В датчике есть три отражающих зеркала, обозначенных M1, M2 и M3 соответственно. Воздушная полость между M1 и M2 (полость 1, длина полости равна L_1) действует как чувствительная полость, поскольку удаляемые отверстия расположены между ними. Зеркала M2 и M3 образуют кремнеземную полость длиной L_2 (полость 2). M1 и M3 также образуют полость (полость 3) длиной $L_1 + L_2$, которая представляет собой гибридную полость, состоящую из L_1 и L_2 . Эффект Вернье возникает, когда разница между полостями 1 и 2 невелика.

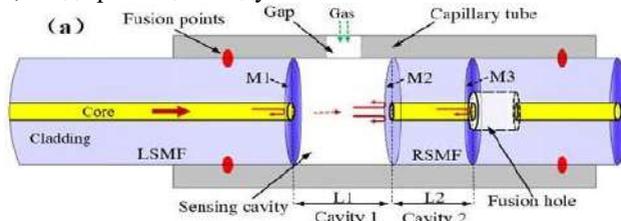


Рис. 1 – Схема предлагаемой структуры датчика[1]

Лучи, отраженные тремя зеркалами, будут интерферировать, когда они вернуться в видимое волокно. Предполагая, что интенсивности отраженного света от зеркала 1, 2, 3 равны L_1 , L_2 и L_3 соответственно.

3. Заключение

Эффект Вернье легко создается путем регулирования расстояния между видимым и одномодовым волокном, так что чувствительность к давлению газа может быть значительно улучшена.

Список литературы

1. Peng Chen, Cascaded-Cavity Fabry-Perot Interferometric Gas Pressure Sensor based on Vernier Effect / Peng Chen, Yutang Dai, Dongsheng Zhang, Xiaoyan Wen, Minghong Yang // Sensors – 2018. – Vol. 18, № 11. – 11p. <https://doi.org/10.3390/s18113677>

**ПРИНЦИП ДЕМОДУЛЯЦИИ С ДВОЙНОЙ
КРОСС-КОРРЕЛЯЦИЕЙ ДЛЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРА
ФАБРИ-ПЕРО**

Белов Э.В., Артемьев В.И., Сахабутдинов А.Ж.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**THE PRINCIPLE OF DEMODULATION WITH DOUBLE
CROSS-CORRELATION FOR THE FABRY-PEROT
INTERFEROMETER**

Belov E.V., Artemiev V.I., Sakhabutdinov A.Zh.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В этой статье предлагается метод демодуляции с двойной взаимной корреляцией для высокоточной демодуляции волоконно-оптических датчиков, основанный на принципе, что основные пики две кривые взаимной корреляции, соответствующие двум различным спектральным диапазонам, должны преодолевать ограничения традиционных методов демодуляции.

Abstract

This article proposes a double cross-correlation demodulation method for high-precision demodulation of fiber-optic sensors based on the principle that the main peaks of two cross-correlation curves corresponding to two different spectral ranges should overcome the limitations of traditional demodulation methods.

1. Введение

Основной частью волоконно-оптического датчика является резонатор, который обычно состоит из двух параллельных отражающих поверхностей. На рисунке 1 показана типичная структура волоконно-оптического датчика. Два вертикально разрезанных одномодовых оптических волокна были вставлены в стеклянный капилляр. Две разделенные торцевые поверхности двух одномодовых оптических волокон образуют полость.

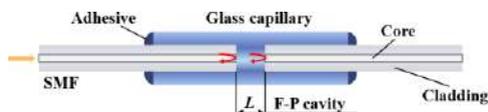


Рис. 1 – Принципиальная схема типичного волоконно-оптического датчика

2. Принцип

Схема системы демодуляции с двойной взаимной корреляцией SLD показана на рисунке 2. Система состоит из двух SLD, мультиплектора с разделением длин волн 2/1 (WDM), волоконного ответвителя 2/2 и оптического анализатора спектра (OSA).

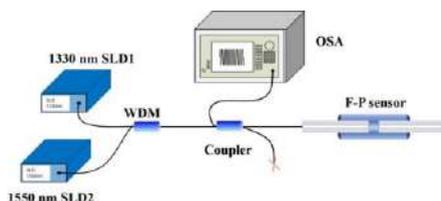


Рис. 2 – Принципиальная схема двойной системы демодуляции длины резонатора

Источники света с различными спектральными полосами, излучаемые SLD 1 и SLD 2, сначала объединяются WDM и поступают на оптоволоконный соединитель; затем они подключаются к волоконно-оптическому датчику. Информация о длине отраженного светонесущего резонатора возвращается в волоконный соединитель и принимается OSA для получения спектра отражения. Информация о длине резонатора затем извлекается с помощью программы демодуляции, основанной на операциях взаимной корреляции в двух разделенных спектральных диапазонах, охватываемых двумя SLD.

3. Заключение

Эти результаты показывают, что метод демодуляции с двойной взаимной корреляцией SLD позволяет достичь высокой точности и хорошей стабильности. Таким образом, этот метод потенциально может быть широко использован в реальных приложениях волоконно-оптических датчиков.

Список литературы

1. Jonas Kuhn, Towards imaging of atmospheric trace gases using Fabry-Pérot interferometer correlation spectroscopy in the UV and visible spectral range / Jonas Kuhn, Ulrich Platt, Nicole Bobrowski, Thomas Wagner // Atmospheric Measurement Techniques – 2019. – Vol. 12, № 1. P. 735–747.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РАДИОФОТОННОЙ ОБРАБОТКИ ОТРАЖЕННОГО СИГНАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ УГЛА ПРИХОДА

Викулов К.В., Силаков К.А., Денисенко П.Е., Денисенко Е.П.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF METHODS OF RADIO-PHOTON PROCESSING OF A REFLECTED SIGNAL FOR ESTIMATION OF THE ANGLE OF ARRIVAL

Vikulov K.V., Silakov K.A., Denisenko P.E., Denisenko E.P.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе рассматриваются различные методы, применяемые для определения угла прихода (УП) и сравнения их с радиофотонным методом обработки сигнала с использованием субблоков тандемной амплитудно-фазовой модуляции (ТАФМ) с описанием его преимуществ по сравнению с другими методами.

Abstract

The paper discusses various methods used to determine the angle of arrival (AOA) and compare them with the radiophoton signal processing method using sub-units of tandem amplitude-phase modulation (TAPM) with a description of its advantages over other methods.

Определение угла прихода является одной из важнейших задач в различных областях. Для его нахождения применяются множество методов, к примеру, электрические и радиофотонный. Преимущество радиофотонной реализации над электрической очевидно. Это выражается в высокой помехоустойчивости, точности, большей полосе пропускания и т.д. Но среди радиофотонных систем можно найти более точное и выгодное решение. Рассмотрим некоторые существующие методы.

В методе [1] предложена система, которая использует только один ДРМЗМ (двухпараллельный модулятор Маха-Цендера). Измеряя мощность сигнала биений в два канала, система способна измерять угол при-

хода в диапазоне 180° . Система имеет хорошую стабильность. Технология может обеспечить измерение УП от $\pm 10^\circ$ до $\pm 90^\circ$, а максимальная ошибка измерения фазы составляет $3,4^\circ$.

Представлен другой подход [2] к оценке АОА входящего СВЧ-сигнала. Он базируется на одном модуляторе Маха Цендера с двумя приводами (DDMZM). Угол прихода СВЧ-сигнала можно измерить до 90° , введя фиксированную временную задержку на один из входных ВЧ-портов DDMZM. Диапазон измерения угла прихода составляет от 0° до 78° , а погрешность измерения составляет менее $1,7^\circ$.

В отличие от известных решений, метод [3] построен на двух параллельных субблоках, состоящих из тандемных амплитудного и фазового модуляторов (ТАФМ). Биения выходных сигналов ТАФМ представляют собой преобразованный отраженный от объекта сигнал, по мощности которого можно определить УП. Система способна измерять УП в диапазоне от 0 до $\pi/2$ возможно с погрешностью менее $\pm 1,7$ мрад.

Рассмотренные методы имеют свои преимущества. Однако, последний из них имеет простую структуру и невысокую стоимость, широкий диапазон рабочих частот, и высокую надежность работы, обусловленную простой процедурой калибровки и контроля температурных режимов элементов.

Список литературы

1. Hao Zhuo, Aijun Wen A Photonic Approach for Doppler-Frequency-Shift and Angle-of-Arrival Measurement Without Direction Ambiguity // Journal of lightwave technology. - 2015. - №6. - С. 1688-1695.
2. Hao Chen, Erwin H. W. Chan Simple Approach to Measure Angle of Arrival of a Microwave Signal // IEEE Photonics Technology Letters. - 2019. - №19. - С. 1795-1798.
3. Денисенко П. Е., Иванов А. А., Денисенко Е. П., Андреев В. Д., Лустина А. А., Морозов О. Г., Ильин Г. И., Морозов Г. А. Радиофотонный модуль определения угла прихода и доплеровского изменения частоты радиолокационного сигнала // V научный форум телекоммуникации: теория и технологии ТТТ-2021. - Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (Самара), 2021. - С. 11-16.

**ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА ВНЕДРЕННОГО
В КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ЕГО
ВНУТРЕННИЮ СТРУКТУРУ**

Галиев С. Р., Лиц А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**THE EFFECT OF OPTICAL FIBER EMBEDDED IN A COMPOSITE
MATERIAL ON ITS INTERNAL STRUCTURE**

Galiev S.R., Lits A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается тема влияния оптического волокна на внутреннюю структуру композитного материала. Приводятся несколько видов укладки, а также их сравнение.

Abstract

The article discusses the topic of the influence of optical fibers on the internal structure of the composite material. Several types of laying are given, as well as their comparison.

1. Введение

Волоконно-оптические датчики на основе ВБР (волоконной брэгговской решетки) открывают новые возможности, связанные со встраиванием датчиков в материалы на этапах их технологического процесса изготовления с последующей возможностью измерения параметров деформации, температуры, вибрации и т.д. Самым перспективным с точки зрения технологии встраивания в материал оптического волокна являются композитные материалы.

2. Виды укладки волокна в композитный материал

При осуществлении идеи использования встроенных в материал датчиков возникает определенные трудности. Встроенные в материал оптические волокна могут негативно влиять на прочность и жесткость всего

исследуемого объекта и приводит к образованию областей концентрации напряжений и деформаций. Согласно имеющимся исследованиям, воздействие встроенных оптических волокон в значительной мере отличается для различных видов композитных материалов, видов внешнего воздействия, положения волокна относительно армирующих волокон и направления нагрузки. При статических исследованиях наблюдается незначительное изменение жесткости композитного материала. Снижение же прочности сильнее всего наблюдается при сжимающих нагрузках, а также при расположении оптического волокна перпендикулярно направлению нагрузки.

В работе [1] исследуется несколько различных видов встраивания оптического волокна в структуру композитного материала, которые представлены на рисунке 1, где (а) армирование вдоль волокон материала, (б) армирование поперек волокон материала, (в) армирование материала саржевого плетения.

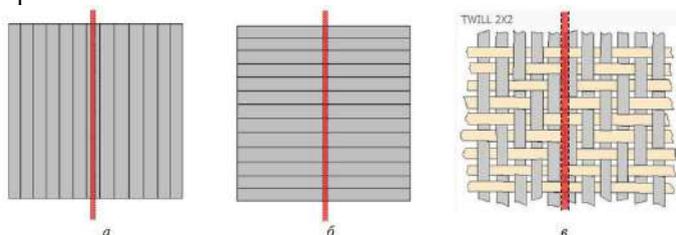


Рис. 1 – Различные схемы армирования слоистого композита [1].

В ходе исследования [1] было выявлено, что при укладке оптического волокна вдоль направления армирования композитного материала волокна каких-либо технологических дефектов не возникает. Также не было выявлено значительных искажений слоев в области внедренного оптического волокна и образования смоляного кармана для композиционных материалов с тканой армирующей структурой.

3. Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о перспективности и целесообразности использования встроенных оптических волокон для оценки механического состояния конструкций из композиционных материалов.

Список литературы

1. Kosheleva N.A., Serovaev G.S. The influence of embedded optical fiber on the internal structure of polymer composite material // Perm Federal Research Center Journal. – 2021. – № 1. – P. 54–63.

МЕТОДЫ ВСТРАИВАНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА В КОМПОЗИТНУЮ АРМАТУРУ

Галиев С. Р., Лиц А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHODS OF EMBEDDING FIBER-OPTIC SENSORS IN COMPOSITE REINFORCEMENT

Galiev S.R., Lits A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются методы встраивания волоконно-оптических датчиков в композитную арматуру. Обсуждаются особенности материала арматуры и волокна, приводятся виды внедрения волокна в арматуру его производстве и после.

Abstract

The article discusses methods of embedding fiber-optic sensors into composite armature. The peculiarities of the material of the armature and fiber are discussed, the types of fiber embedding in the armature of its production and afterwards are given.

1. Введение

Волоконно-оптические датчики на основе волоконной решетки Брэгга (ВРБ) являются одними из наиболее точных и надежных оптических датчиков, которые могут использоваться в различных областях промышленности, включая производство изделий из композитных материалов. Методы встраивания волоконно-оптических датчиков на основе ВРБ в композитную арматуру могут быть разделены на две категории: встраивание при изготовлении композитной арматуры и встраивание после изготовления композитной арматуры.

2. Методы внедрения волокна в арматуру

Встраивание при изготовлении композитной арматуры. Этот метод включает в себя использование специальных технологий, таких как

многослойное плетение, в котором оптические волокна вместе с другими материалами плетутся в композитную арматуру. Пример такого метода использован в статье [1]. В другом методе датчик встраивается в специально разработанный композитный материал, который имеет оптические свойства, необходимые для работы оптического датчика. Этот метод позволяет улучшить точность и надежность работы оптического датчика, так как композитный материал может быть специально разработан для оптимизации оптических свойств.

Встраивание после изготовления композитной арматуры. Этот метод включает в себя использование специальных инструментов для прокладки оптических волокон внутри композитной арматуры, так и снаружи. Кроме того, существует метод включения специальных "карманов" в структуру композитной арматуры, в которые можно поместить датчик. Этот метод требует специальной подготовки композитной арматуры и может быть использован только в определенных типах изделий. Также может использоваться технология внедрения волокна на основе "горячего ножа", которая позволяет сделать разрез в материале и внедрить волокно в него без деформации.

3. Заключение

Таким образом, встраивание оптических датчиков на основе волоконно-оптических датчиков в композитную арматуру имеет большое значение для контроля процессов в производстве изделий из композитных материалов. Различные методы встраивания оптических датчиков на основе волоконно-оптических датчиков в композитную арматуру позволяют выбрать наиболее подходящий метод в зависимости от конкретных условий производства.

Список литературы

1. B. Wang, J.G. Teng, L. D. Lorenzis, L. Zhou, J. Ou, W. Jin, K.T. Lau / Strain monitoring of RC members strengthened with smart NSM FRP bars // Constr. Build. Mater. 2009, 23, 1698–1711.

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ СО ВСТРОЕННЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ

Галиев С. Р., Лиц А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

AREAS OF APPLICATION OF COMPOSITE MATERIALS WITH INTEGRATED OPTICAL SENSORS

Galiev S.R., Lits A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются различные сферы применения композитных материалов в различных отраслях промышленности и т.п. Обсуждаются какие параметры могут быть измерены с помощью них и какие сферы являются более перспективными для их применения.

Abstract

The article discusses various applications of composite materials in various industries, etc. Which parameters can be measured with them and which areas are more promising for their application are discussed.

1. Введение

Композитные материалы со встроенным волоконно-оптическим датчиком — это инновационная технология, которая позволяет комбинировать прочность и надежность композитных материалов с возможностью непрерывного мониторинга напряжений, деформаций и температуры в реальном времени. Это открывает широкие перспективы для использования такого материала в различных инженерных сферах, включая строительство мостов, зданий, трубопроводов, а также для усиления и ремонта бетонных и металлических конструкций.

2. Сферы применения композитных материалов с датчиками

Одним из видов применения композитных материалов со встроенным датчиком является контроль состояния структурных элементов воз-

душных судов. Воздушные суда изготавливаются из композитных материалов, которые могут быть подвержены воздействию различных факторов, таких как вибрация, удары и температурные изменения, а также для измерения вибрации двигателей и других механизмов. Использование композитных материалов со встроенным датчиком может позволить оперативно контролировать состояние структурных элементов воздушного судна и принимать необходимые меры по их ремонту и замене.

Также этот материал может использоваться для контроля состояния различных трубопроводов. Нефтяные трубопроводы подвержены различным воздействиям, таким как коррозия, механические воздействия, термические изменения и т.д. В трубопроводах, композитный материал может быть использован для укрепления и мониторинга наличия напряжений и деформаций. Это может помочь избежать аварийных ситуаций, связанных с лопнувшими или поврежденными трубами. Кроме того, он может использоваться для контроля температуры в трубопроводах, что особенно важно для транспортировки жидкостей и газов, требующих определенной температуры.

Такие материалы могут быть использованы и для измерения вибрации. Как например в работе [1], в которой сравнивались два оптических датчика на основе ВБР (волоконно-брегговская решетка) для измерения вибрации сердечника силового трансформатора. Один из датчиков был внедрен в структуру специальной клипсы и углеродного волокна, другой был прикреплен напрямую к сердечнику, результаты показали среднее улучшение чувствительности на 19% при сравнении встроенного датчика со свободным. Одним из сфер применения может стать измерение акустического давления.

3. Заключение

В заключении можно отметить, что использование композитной арматуры с встроенными датчиками предоставляет широкие возможности для контроля процессов и состояния различных объектов в реальном времени. Это позволяет повысить эффективность работы и безопасность различных технологических процессов, а также улучшить качество и надежность различных конструкций и оборудования.

Список литературы

1. G. G. Kuhn, K. M. Sousa, C. Martelli, C. A. Bavastri, J. C. C. d. Silva / Embedded FBG Sensors in Carbon Fiber for Vibration and Temperature Measurement in Power Transformer Iron Core // IEEE Sensors Journal, vol. 20, no. 22, pp. 13403-13410, Nov. 2020.

**ОБЗОР МЕТОДОВ ИМЧ НА ОСНОВЕ
ЧАСТОТНО-АМПЛИТУДНЫХ ДИСКРИМИНАТОРОВ
РЕЗОНАНСНОГО ТИПА**

Галиуллин Р.Л., Иванов А.А., Макаров Р.А., Артемьев В.И.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

**REVIEW OF THE IFM METHODS BASED ON FREQUENCY AND
AMPLITUDE DISCRIMINATORS OF THE RESONANCE TYPE**

Galiullin R.L., Ivanov A.A., Makarov R.A., Artemiev V.I.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

В рамках данной статьи проведен обзор существующих и перспективных методов и средств фотонных систем мгновенного измерения частоты СВЧ-сигналов на основе частотно-амплитудных дискриминаторов резонансного типа, а именно волоконных брэгговских решеток, фазовращающих волоконных брэгговских решеток, оптических микрокольцевых резонаторов, ВРМБ и интегральных резонаторов Фано.

Abstract

Within the framework of this article, a review of existing and promising methods and means of photonic systems for instantaneous frequency measurement of microwave signals based on frequency-amplitude resonant-type discriminators, namely, fiber Bragg gratings, phase-shifting fiber Bragg gratings, optical microring resonators, SBS, and Fano integral resonators is carried out.

1. Введение

Для простоты сравнения лучшие методики ИМЧ для каждого из рассмотренных методов и метрологические характеристики, такие как диапазон рабочих частот и точность измерений, сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Характеристики методов ИМЧ

Ссылка	Способ ИМЧ	Технология/метод	Частотный диапазон,	Погрешность измерения,
			ГГц	ГГц
[1]	ВРБ	Однополосная модуляция	0.5-28	±0.02
[2]	ВРБ с ФС	Двухполосная модуляция несущей с подавлением боковой полосы	9-38	±0.001
[3]	Кольцевой резонатор	Двухполосная модуляция несущей с подавлением боковой полосы	0.47-23	±0.008
[4]	ВРМБ	Двухполосная модуляция несущей с подавлением боковой полосы	1-9	±0.03
[5]	Фано	Однополосная модуляция несущей с подавлением боковой полосы	До 40	±0.001

2. Заключение и выводы

Для ИЧМ на основе ВБР одновременное расширение частотного диапазона и повышение точности измерений может быть достигнуто за счет использования ВБР с треугольной АЧХ и/или канализации приемника. Для ВРБ с ФС, точность измерения может быть достигнута за счет перестройки полосы пропускания, а рабочий диапазон частот может быть обеспечен канализацией приемника. Для ИМЧ на основе микрокольцевого резонатора измеряемый диапазон частот может быть расширен за счет оптимизации полосы пропускания ЭО кремниевого модулятора. ИМЧ на основе ВРМБ показывает превосходство в точности измерений благодаря сверхузкополосному характеру контуров усиления/поглощения ВРМБ и обеспечивает требуемый частотный диапазон. ИЧМ на основе резонанса Фано позволяет задавать полностью контролируемые и перестраиваемые параметры как узкополосного, так и широкополосного резонанса, АЧХ такого резонанса зависит от параметров управляющих сигналов.

Список литературы

- Li, Y.; et al. Photonic instantaneous frequency measurement of wide-band microwave signals. PLoS ONE 2017, 12, e0182231.
- Sima, C.; et al. Integrated reconfigurable photonic filters based on interferometric fractional Hilbert transforms. Appl. Opt. 2017, 56, 7978–7984.
- Tao, Y.; et al. Fully on-Chip Microwave Photonics System. 2022. Available online: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2202/2202.11495.pdf>
- Li, J.; et al. A Scheme of Instantaneous Frequency Measurement with High Precision Assisted by Photonics. Int. J. Opt. Photon. Eng. 2021, 6, 6:038.
- Zhu, B.; Zhang, W.; Pan, S.; Yao, J. High-Sensitivity Instantaneous Microwave Frequency Measurement Based on a Silicon Photonic Integrated Fano Resonator. J. Light. Technol. 2018, 37, 2527–2533.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Галиуллина Р.И. Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FIBER-OPTIC TRANSMISSION SYSTEMS

Galiullina R.I. Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматриваются волоконно-оптические системы передачи - передовой метод передачи информации на большие расстояния.

Abstract

This article discusses fiber-optic transmission systems - an advanced method of transmitting information over long distances.

Волоконно-оптические системы передачи (ВОСП) являются одними из наиболее эффективных методов передачи информации на большие расстояния. ВОСП используют световые сигналы, которые передаются через волоконно-оптические кабели. ВОСП нашли применение в телекоммуникациях, медицинской технике, научных и промышленных приборах и в различных научных исследованиях.

ВОСП состоят из источника света, волоконно-оптического кабеля, оптических соединений и приемника светового сигнала. Источник света создает световой сигнал, который передается через волоконно-оптический кабель, состоящий из стеклянных или пластиковых нитей - волокон. Оптические соединения используются для соединения волокон в кабелях. Приемник светового сигнала преобразует световой сигнал обратно в электрический сигнал.

ВОСП обеспечивают более высокую скорость передачи данных, большую пропускную способность и более длинные расстояния передачи без искажения сигнала. Кроме того, волоконно-оптические кабели

обладают более высокой стойкостью к воздействию электромагнитных помех.

ВОСП в зависимости от применяемого каналообразующего оборудования делятся на:

- *аналоговые волоконно-оптические системы передачи (АВОСП)*, если каналообразующее оборудование строится на основе *аналоговых* методов модуляции параметров гармонической несущей частоты или параметров периодической последовательности импульсов (амплитудно-импульсная, широтно-импульсная, фазоимпульсная модуляции и их комбинации);

- *цифровые волоконно-оптические системы передачи (ЦВОСП)*, если каналообразующее оборудование строится на основе импульсно-кодовой модуляции, а также дельта - модуляции и их разновидностей.

Список литературы

1. Семенов Н.А. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов. – М., «Связь», 1973.

2. Использование теории сетей в электромагнитной совместимости Мамкина И.К. в сборнике: Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2020. VII Молодежная международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов. Казань, 2020. С. 89-91.

О ПРОБЛЕМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ФАЗЫ В АНАЛОГОВЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ПЕРЕДАЧИ

Ганеева М.Р.

Научный руководитель: Кузнецов А.А., д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ON THE PROBLEM OF PHASE STABILIZATION IN ANALOG FIBER OPTIC TRANSMISSION LINES

Ganeeva M.R.

Supervisor: A.A. Kuznetsov, D.Eng., Docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Рассматривается проблема стабилизации фазы в ВОЛП и ее решение при использовании специальных кабелей с отрицательным коэффициентом теплового расширения. Приведены сравнительные зависимости характеристик различных волоконно-оптических кабелей от температуры.

Abstract

Discusses the problem of phase stabilization in fiber-optic transmission lines and its solution by using special cables with a negative coefficient of thermal expansion. Comparative temperature dependences of the characteristics of various fiber optic cables are given.

1. Введение

Необходимость синхронизации в РТС обусловлена недостаточной стабильностью тактовых частот передатчика, приемника и различным временем распространения сигналов. Для обеспечения синхронизации используют синхросигналы (аналоговые или цифровые), передаваемые линии передачи информации или по отдельной линии.

2. Проблема стабилизации фазы

В процессе передачи синхросигналов они подвергаются различным искажениям, вызванными внешними физическими воздействиями. В результате возникает задержка по фазе, которую необходимо минимизировать для корректной работы системы. Нестабильность фазы при этом

не должна превышать: в диапазоне частот $0 \div 12 \cdot 10^{-6}$ Гц — 36.9·488 нс (18 мкс); в диапазоне частот $20 \div 2400$ Гц — 1.5·488 нс (732 нс); в диапазоне частот $18 \div 100$ кГц — 0.2·488 нс (97.6 нс). [1]

Одним из вариантов решения данной проблемы является использование специальных кабелей, которые позволяют повысить стабильность фазы, рисунок 1.

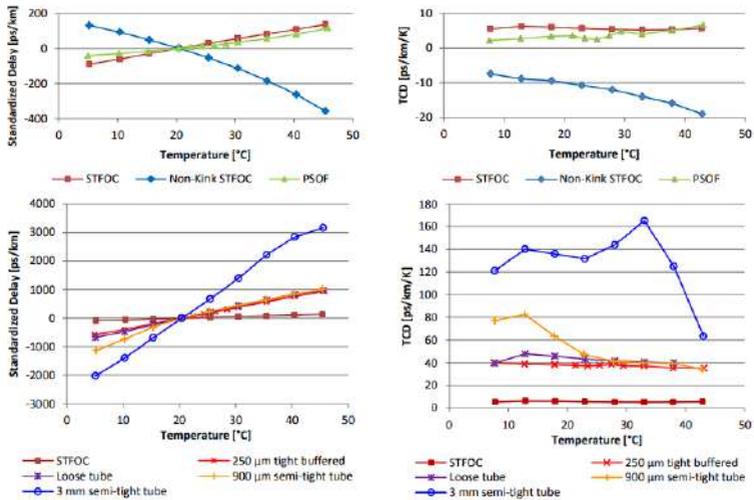


Рис. 1 – Зависимость дрейфа задержки и температурного коэффициента задержки от температуры для различных кабелей [2]

3. Заключение

Использование волоконно-оптических кабелей с отрицательным коэффициентом теплового расширения позволяет снизить температурный коэффициент задержки и, следовательно, увеличить стабильность фазы синхросигналов, передаваемых по данному кабелю.

Список литературы

- ГОСТ 27285-87. Сеть связи цифровая интегральная. Параметры сопряжения коммутационных систем с цифровыми системами передачи: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 16.04.87 N 1274: дата введения 1988-07-01.
- Bousonville, Michael, Marie Kristin Bock, Matthias Felber, Thorsten Ladwig, Thorsten Lamb, Cezary Sydlo, Holger Schlarb, Sebastian A. Schulz, Stephan G. Hunziker and P. Kownacki. "NEW PHASE STABLE OPTICAL FIBER." (2012).

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Гараев Б.И.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

APPLICATION OF FIBRE OPTIC TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

Garaev B.I.

Supervisor: Vasily Yurievich Vinogradov, d.t.s., professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается использование волоконно-оптических технологий в сельском хозяйстве. Представлены примеры использования данной технологии. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article discusses the use of fiber-optic fiber as a discrete information storage device. The advantages and disadvantages of this method are presented. The problems of this topic were also identified.

1. Введение

Волоконно-оптическая технология быстро завоевывает внимание в различных отраслях промышленности благодаря своей высокой пропускной способности, надежности и гибкости.

Сельское хозяйство является одной из таких отраслей, которая потенциально может получить значительную выгоду от внедрения оптоволоконной технологии.

В данной статье рассматриваются потенциальные возможности применения волоконно-оптической технологии в сельском хозяйстве, включая ее использование для мониторинга урожая, управления ирригацией, мониторинга поголовья скота и мониторинга окружающей среды.

2. Примеры применения

Мониторинг посевов и орошения:

Технология может быть использована для мониторинга здоровья и роста сельскохозяйственных культур. Оптоволоконные датчики помещаются в почву для измерения температуры, влажности и питательных веществ. Затем данные передаются для анализа. Эта информация может помочь владельцем земли принять решения относительно внесения удобрений, автоматического орошения и борьбы с вредителями. Как итог – сокращение расходов воды и повышения урожайности

Мониторинг скота:

Оптоволоконные датчики могут быть размещены на животных для мониторинга их жизненно важных показателей: частота сердечных сокращений, температура и движение. Эта информация будет передаваться по беспроводной связи. Это позволит контролировать здоровье скота.

Проблемы:

Одной из основных проблем является высокая первоначальная стоимость внедрения, что может стать препятствием для мелких земледельцев. Кроме того, оптоволоконная технология требует специальных навыков и опыта для установки и обслуживания, что также может быть проблемой для некоторых фермеров. Наконец, оптоволоконная технология требует надежного источника электроэнергии, что может быть затруднительно в отдаленных районах.

3. Заключение

Оптоволоконные технологии способны произвести революцию в сельском хозяйстве, предоставляя точные данные в режиме реального времени о состоянии посевов, управлении ирригацией, мониторинге поголовья скота и состоянии окружающей среды. Хотя существуют проблемы и ограничения в применении оптоволоконной технологии, преимущества, которые она может предоставить, делают ее перспективной технологией для будущего сельского хозяйства.

Список литературы

1. John S. Selker // *Fiber optics for environmental sensing* / - 2008
2. Salvatore Buontempo // *Fiber optic soil water content sensor for precision farming* / - 2022.

**СВОЙСТВА СВЕТОДИОДОВ. БЫСТРЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ЗА СЧЕТ МЕХАНИЧЕСКИХ
И ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Гизатуллина Н.Г., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**PROPERTIES OF LEDs. RAPID CHANGES IN PARAMETERS DUE
TO MECHANICAL AND THERMAL INFLUENCES**

Gizatullina N.G. Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена изучению свойств светодиодов и их быстрому изменению под воздействием механических и тепловых факторов.

Abstract

The article is devoted to the study of the properties of LEDs and their rapid change under the influence of mechanical and thermal factors.

Светодиоды являются одним из наиболее перспективных и эффективных источников света. Они широко используются в различных областях, включая освещение, световые датчики, оптические коммуникации, светодиодные дисплеи и т.д. Однако, свойства светодиодов могут изменяться под воздействием различных факторов, таких как механические и тепловые воздействия, что может привести к снижению их эффективности и срока службы.

Светодиоды обладают рядом уникальных свойств, таких как высокая яркость, долговечность и экономичность. Однако, приложение внешних механических и тепловых воздействий может значительно изменять эти свойства. Например, механические воздействия могут вызвать расслоение слоев светодиода и изменение его геометрии, что в свою очередь может привести к снижению эффективности световыделения.

Были рассмотрены возможные применения светодиодов в условиях повышенных механических и тепловых нагрузок, таких как автомобильная и авиационная промышленности, а также в экстремальных условиях, например, при добыче нефти и газа, в космической промышленности и др.

Описаны перспективы развития технологий светодиодов и возможности улучшения их параметров в условиях повышенных нагрузок. Также были рассмотрены методы повышения стабильности работы светодиодов при воздействии механических и тепловых факторов.

В итоге можно сделать вывод, что светодиоды являются перспективным и эффективным решением для освещения в условиях повышенных механических и тепловых нагрузок. Однако для их успешного применения необходимо учитывать возможные внешние факторы, которые могут повлиять на их параметры, и разрабатывать методы их устойчивости в условиях экстремальных нагрузок.

Список литературы

1. Ignatov A. N. Optoelectronics and nanophotonics. Studies. for radio engineering. special. universities. 2020.
2. Idiatullov Z.R. Nanostructured materials research technologies: In the collection: III Scientific Forum Telecommunications: Theory and Technologies TTT-2019 -210-212 p.

**РАЗРАБОТКА МАКЕТА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ
АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ МОДУЛЯЦИОННОЙ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО
МОДУЛЯТОРА ИНТЕНСИВНОСТИ**

Данилин К.С., Камардин А.Д., Ольхова М.С.

Научный руководитель: Грачев Владимир Александрович, к.т.н., доцент
(*Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева – НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород*)

**DEVELOPMENT OF A MODEL OF A LABORATORY
SETUP FOR AUTOMATING THE MEASUREMENT OF THE
MODULATION CHARACTERISTIC OF AN
ELECTRO-OPTICAL INTENSITY MODULATOR**

Danilin K.S., Kamardin A.D., Olkhova M.S.

Supervisor: Grachev Vladimir Alexandrovich, Ph.D., associate professor
(*Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev -
NNSTU named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod*)

Аннотация

В докладе представлен метод автоматизированного измерения модуляционной характеристики электрооптического модулятора интенсивности, выполненного на базе интегрального интерферометра Маха-Цандера. Предложен один из вариантов лабораторной установки, включающий в себя доступную элементную базу. Данная установка может активно использоваться для проведения занятий по специальным дисциплинам, связанным с интегральной оптикой и радиофотоникой.

Abstract

The report presents a method for automated measurement of the modulation characteristic of an electro-optical intensity modulator based on an integrated Mach-Zehnder interferometer. One of the variants of the laboratory installation is proposed, which includes the available element base. This facility can be actively used for conducting classes in special disciplines related to integrated optics and radio photonics.

1. Введение

Ручное измерение модуляционной характеристики является трудоемким и продолжительным процессом, в результате которого увеличивается вероятность получения некорректного результата из-за различных

факторов, таких как усталость оператора, изменение температуры исследуемого устройства и т.д. В качестве решения проблемы предлагается автоматизированная система измерения модуляционной характеристики на широкодоступной приборной и элементной базах [2].

2. Описание методики измерений

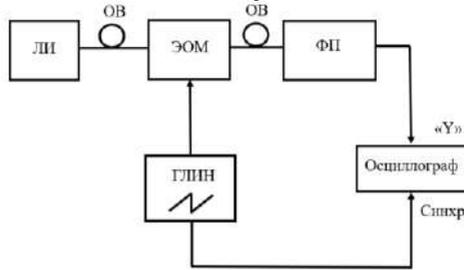


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки.

Излучение лазера постоянной интенсивности через контроллер поляризации поступает на вход электрооптического модулятора (ЭОМ). На управляющий вход ЭОМ подается напряжение смещения, изменяющееся по линейному закону с течением времени с генератора линейно изменяющихся напряжений (ГЛИН). Оптический сигнал с выхода ЭОМ поступает на фотоприемник (ФП). Выходное напряжение ФП, пропорциональное интенсивности оптического излучения, поступает на вход канала вертикального отклонения осциллографа (вход Y). Период сигнала, вырабатываемого ГЛИН, должен быть кратен периоду развертки осциллографа. Запуск развертки осциллографа осуществляется синхросигналом, подаваемого с ГЛИН. По сути, на экране осциллографа будет наблюдаться зависимость интенсивности оптического излучения от напряжения смещения, т.е. модуляционная характеристика.

3. Заключение

Использование данной автоматизированной установки существенно сокращает время измерения модуляционной характеристики ЭОМ, уменьшая вероятность ошибки. Важным преимуществом является наглядность, поскольку модуляционная характеристика в режиме реального времени наблюдается на экране осциллографа.

Список литературы

1. Якутенок А.А. Электрооптические модуляторы и внешняя модуляция излучения ОКГ. – Казань: КГТУ им. А.Н. Туполева, 2013. – 21 с.
2. Капустин А.С. Генераторы линейно изменяющегося напряжения. – Самара: СГАУ им. С.П. Королёва, 1994. – 29 с.

**БЕСКОНТАКТНАЯ РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА В ХОДЕ СВЧ-НАГРЕВА.
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ**

Даххам Дж.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**REMOTE MICROWAVE PHOTONIC SYSTEM FOR MATERIAL
TEMPERATURE CONTROL DURING MICROWAVE HEATING.
SETTING OF PROBLEMS**

Dahham J.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе обсуждается концепция уточненного радиофотонного измерения распределения температур в термопреобразователях в ходе реализации СВЧ-нагрева обрабатываемого материала и бесконтактного измерения температуры последнего на основе полученной информации.

Abstract

The paper discusses the concept of refined microwave photonic measurements of temperature distribution in thermal converters during the implementation of microwave heating of the processed material and non-contact temperature measurement of the latter based on the information received.

1. Введение

Точная и надежная система лабораторного измерения температуры в обрабатываемых СВЧ-излучением материалах [1] важна не только для разработки систем мониторинга и адаптивного управления протекающими процессами, но и сравнения эффективности различных реакторных СВЧ-систем и лабораторных СВЧ-установок.

2. Основная часть

Использование волоконно-оптических датчиков температуры (ВОДТ) на сегодня представляется лучшим вариантом. Датчик может быть встроен непосредственно в обрабатываемый материал (ОМ), защи-

шен либо термогильзой из стекла/кварца, либо из керамики, которые прозрачны для микроволнового излучения, как и сам волоконный световод (ВС). Тем не менее, к ВОДТ предъявляются требования обеспечения распределенного или квази-распределенного измерения температуры (аналог тепловизора), которые необходимы в случае неоднородного ОМ или применения для микроволнового нагрева неоднородного ЭМП. ВОДТ указанных типов представляют собой достаточно простые устройства, которые используют в себе преимущества, как преобразователя физических полей, так и линии для передачи полученной информации, но характеризуются сверхдорогими системами опроса датчиков – оптико-электронными корреляторами или интеррогаторами. Однако, они являются контактными.

В качестве основы их применения как бесконтактных как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации может быть предложена модернизация калориметрического метода измерения распределения температур и интенсивности ЭМП в рабочей камере лабораторной технологической установки СВЧ-диапазона на базе матрицы дискретных термопреобразователей (ТП) из поглощающего материала. Для решения вопроса удешевления системы опроса и улучшения ее метрологических характеристик предложено использовать волоконные брэгговские структуры адресного типа с радиофотонными интеррогаторами, которые кроме высокой чувствительности и высокой скорости отклика на изменение температуры, обеспечивают оператора информацией о номере опрашиваемого ТП (адресе) и несравненно дешевле оптико-электронных.

Постановка задач исследования может быть сформулирована следующим образом: найти решение задачи контроля распределения мощности, прошедшей через ОМ; найти решение задачи контроля распределения мощности, отраженной от ОМ; построить сенсорную часть лабораторной СВЧ-установки для контроля мощностей и оценить возможность улучшения ее характеристик.

3. Заключение

В докладе обсуждена концепция уточненного радиофотонного измерения распределения температур в ТП в ходе реализации СВЧ-нагрева ОМ и бесконтактного измерения его температуры.

Список литературы

1. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Севастьянов А.А., Фархутдинов Р.В. Коаксиальные брэгговские СВЧ-структуры в сенсорных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17. № 3. С. 65-70.

**БЕСКОНТАКТНАЯ РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА В ХОДЕ СВЧ-НАГРЕВА.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ПРОШЕДШЕЙ МОЩНОСТИ**

Даххам Дж.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**REMOTE MICROWAVE PHOTONIC SYSTEM FOR MATERIAL
TEMPERATURE CONTROL DURING MICROWAVE HEATING.
SOLUTION OF THE PROBLEM ON THE PASSED POWER**

Dahham J.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждается концепция измерения распределения температур в термопреобразователях (ТП) в ходе реализации СВЧ-нагрева обрабатываемого материала (ОМ) по прошедшей мощности.

Abstract

The report discusses the concept of measuring the temperature distribution in thermal converters during the implementation of microwave heating of the processed material according to the passed power.

1. Введение

Закон Ламберта является распространенным способом расчета распределения мощности в реальных приложениях СВЧ-нагрева, таких как разогрев, разморозка, сушка. Но сам закон не учитывает влияния температуры [1], которое связано с диэлектрической проницаемостью и делает распределение мощности отличным от реального.

2. Основная часть

В докладе для анализа распределения мощности используется закон Ламберта в сочетании с учетом температуры ОМ, которое мы должны получить косвенно из распределения поля поглощающих ТП (калориметрический метод), установленных за объектом СВЧ-нагрева. Это позволит компенсировать нам недостаток знания о диэлектрической

проницаемости ОМ, поскольку предполагается установка единого поля ТП с встроенными в них волоконно-оптическими термометрами.

Модель распределения мощности ЭМП, примененная нами, показана на рис. 1.

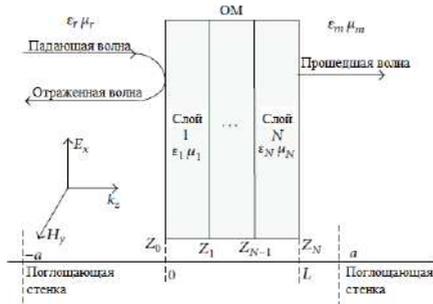


Рис. 1 – Модель распространения электромагнитных волн

ОМ с диэлектрической проницаемостью ϵ_N и магнитной проницаемостью μ_N , которые меняются в зависимости от температуры, размещается в свободном пространстве, ϵ_0 – диэлектрическая проницаемость свободного пространства, μ_0 – магнитная проницаемость свободного пространства.

Поглощаемая мощность в n -м слое, рассчитанная по векторной теореме Пойнтинга, равна

$$P(z) = \omega \epsilon_0 \epsilon_n^* E_{x,n}(z) E_{x,n}^*(z) / 2, \quad (1)$$

где верхний индекс «*» обозначает комплексное сопряжение.

При этом интегральная мощность, падающая на ТП, будет равна разности падающей начальной мощности и мощности, поглощенной в ОМ и может быть разбита на элементы с помощью установленной за слоем ОМ матрицы ТП. Приведенное решение задачи будет справедливо и для ТП.

3. Заключение

Интегральная поглощенная мощность в ОМ может быть вычислена по температуре ТП, установленных за ним, как разность падающей начальной мощности и мощности, поглощенной в ТП.

Список литературы

1. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Севастьянов А.А., Фархутдинов Р.В. Коаксиальные брэгговские СВЧ-структуры в сенсорных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17. № 3. С. 65-70.

**БЕСКОНТАКТНАЯ РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА В ХОДЕ СВЧ-НАГРЕВА.
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ОТРАЖЕННОЙ МОЩНОСТИ**

Даххам Дж.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**REMOTE MICROWAVE PHOTONIC SYSTEM FOR MATERIAL
TEMPERATURE CONTROL DURING MICROWAVE HEATING.
SOLUTION OF THE PROBLEM ON THE REFLECTED POWER**

Dahham J.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждается концепция измерения распределения температур в термопреобразователях (ТП) в ходе реализации СВЧ-нагрева обрабатываемого материала (ОМ) по отраженной мощности.

Abstract

The report discusses the concept of measuring the temperature distribution in thermal converters during the implementation of microwave heating of the processed material according to the reflected power.

1. Введение

Описание взаимодействия ЭМП с ОМ очень важно для реализации калориметрического метода. В этом контексте нам необходимо учитывать два явления [1]: поглощение мощности и полный коэффициент отражения (ПКО) ОМ. Поглощенная мощность имеет важное значение для процесса нагрева ОМ. Однако в случае отсутствия учета ПКО могут возникнуть ошибки восстановления поля температур в ОМ по показаниям поля ТП.

2. Основная часть

В простейшем случае плоская волна взаимодействует с диэлектрическим материалом, ориентированным перпендикулярно вектору Пойн-

тинга падающей волны. На границе свободного пространства и ОМ возникают коэффициенты отражения, зависящие от волновых импедансов свободного пространства и ОМ. На этом этапе нам нужно различать входное и выходное отражение волны от ОМ, поскольку их коэффициенты различаются. Очевидно, что часть мощности падающей волны P_0 остается внутри ОМ и постепенно ослабляется им (рис. 1).

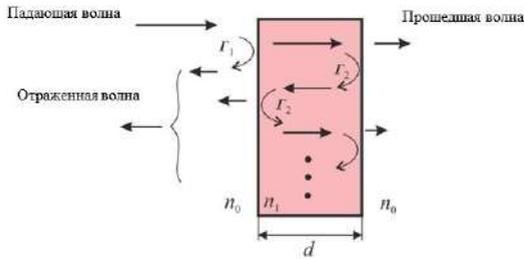


Рис. 1 – Упрощенная модель распространения электромагнитных волн для рассмотрения процессов отражения

Γ_1 и Γ_2 обозначают коэффициенты отражения на границах раздела свободное пространство-материал и наоборот. Учитывая показатели преломления $n_0=1$ и $n_{OM}=\sqrt{\epsilon_n \mu_n}$ для свободного пространства и материала соответственно, полное отражение Γ рассчитывается как:

$$\Gamma = \sqrt{\frac{P_{OTR}}{P_0}} = \frac{j(n_0^2 - n_1^2) \sin(kd)}{2n_0 n_1 \cos(kd) - j(n_0^2 + n_1^2) \sin(kd)}. \quad (1)$$

Нагрев ОМ прямо пропорционален мощности СВЧ-излучения. Однако для расчета распределения ЭМП необходимо учитывать квадратный корень из разности температур для каждого ТП.

3. Заключение

Интегральная поглощенная мощность в ОМ может быть точно вычислена по температуре ТП, установленных за ним и на верху камеры, как разность падающей начальной мощности и мощностей, прошедшей и отраженной.

Список литературы

1. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Севастьянов А.А., Фархутдинов Р.В. Коаксиальные брэгговские СВЧ-структуры в сенсорных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17. № 3. С. 65-70.

**БЕСКОНТАКТНАЯ РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА В ХОДЕ СВЧ-НАГРЕВА.
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ**

Даххам Дж.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**REMOTE MICROWAVE PHOTONIC SYSTEM FOR MATERIAL
TEMPERATURE CONTROL DURING MICROWAVE HEATING.
SYSTEM BLOCK DIAGRAM**

Dahham J.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе представлена структурная схема бесконтактной радиофотонной системы контроля температуры обрабатываемого материала в ходе СВЧ-нагрева.

Abstract

The report presents a block diagram of a remote microwave photonics system for monitoring the temperature of the processed material during microwave heating.

1. Введение

Структура построения предложенной системы имеет в своем составе две подсистемы А и Б (рис. 1). Подсистема А включает в себя АРМ оператора и шкаф АСУ с оптическим кроссом 1 и радиофотонным интеррогатором 2. Подсистемы А и Б соединяются магистральным волоконно-оптическим кабелем 3. Подсистема Б включает оптический кросс 4 с набором сплиттеров $1:((11+1+11) \times N)$ (где 11 – число линий ВОДТ на верху и внизу камеры, а также 1 линия для компенсации системы по температуре и дополнительного контроля веса ОМ в ходе микроволновой обработки.

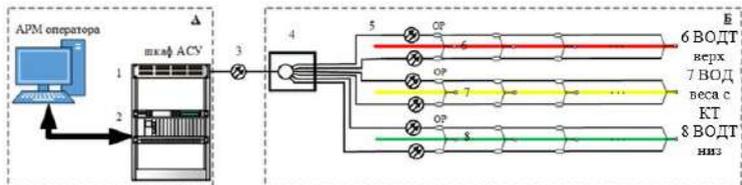


Рис. 1 – Структурная схема системы: волоконно-оптический кабель 5 для прокладки коммуникаций в СВЧ-установке; набор ВОДТ и ВОД, размещенных на соответствующих ветвях измерений 6, 7, 8. Соединение датчиков осуществляется с помощью оптических разветвителей ОР типа каплер, имеющих малые габариты и низкую стоимость.

2. Основная часть

Для реализации сенсорной сети адресные датчики на двухкомпонентных АВС (ДАВС) записываются в одномодовом волокне в местах, соответствующих установке ТП, так что в каждый ТП встроена одна ДАВС. Радиофотонная система опроса 2 – интеррогатор (РФИ) использует в своей работе мультиплексирование последовательности ДАВС по адресным частотам, уникальным для каждой из них, например, по 11 каналам, в котором расположены по девять ТП.

Когда температура конкретного ТП и встроеной в него ДАВС меняется, центральная длина волны отражения ее спектра изменяется пропорционально, что вызвано изменением периода Λ структуры вследствие температурного расширения $\delta\Lambda/\delta T$ и изменением показателя преломления волоконного световода в ее зоне n_{eff} под действием изменения температуры $\delta n_{eff}/\delta T$.

Относительная погрешность измерения температуры при использовании ДАВС и их мультиплексировании по адресным частотам достигает $\pm 0,01^\circ\text{C}$.

3. Заключение

Система может быть применена для решения задач создания новых материалов и обработки известных, наравне с задачами разработки новых электродинамических реакторов с широким спектром возможностей по созданию заданных распределений интенсивностей ЭМП, как равномерных, так и сфокусированных в область или точку.

Список литературы

1. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р., Севастьянов А.А., Фархутдинов Р.В. Коаксиальные брэгговские СВЧ-структуры в сенсорных системах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2014. Т. 17. № 3. С. 65-70.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОТОННЫХ АЦП В РАДИОПРИЕМНИКАХ

Денисов А.Е., Данилаев Д.П.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

ABOUT THE USE OF PHOTONIC ADCs IN RADIO RECEIVERS

Denisov A.E., Danilaev D.P

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе представляется потенциальный выигрыш от использования фотонного АЦП в структуре цифрового радиоприемного устройства.

Abstract

The report presents a potential profit from the use of a photonic ADC in the structure of a digital radio receiver

1. Введение

Отношение сигнал / шум (SNR) является определяющим при проектировании радиоприемных устройств. Использование АЦП в первых структурных блоках приемника затруднено из-за разнообразной природы появления шумов и их относительного высокого уровня в этом элементе. При этом оказываются ограниченными возможности цифровой обработки сигналов в приемниках. Целью доклада является исследование потенциального выигрыша от использования фотонного АЦП в радиоприёмных устройствах.

2. Шумовые свойства АЦП

Отношение сигнал шум АЦП зависит от разрядности и частоты дискретизации. Его предложено определять по формуле [1]:

$$SNR = 6.02 * N + 10 * \lg(f_s) - 1.25. \quad (1)$$

В оптических аналоговых линиях связи вместо SNR используется отношение несущей к шуму (CNR), которое определяется как [2]

$$CNR = \frac{(mRP)^2/2}{\left((2q(RP + I_d)\Delta f) + \left(\frac{4k_b T F_n \Delta f}{R_L} \right) + ((RIN)(RP)^2 \Delta f) \right)} \quad (2)$$

где m - глубина модуляции ЕО-модулятора, R - чувствительность фотодиода, P - средняя оптическая мощность на фотодиоде, q - заряд на электроде, I_d - темновой ток детектора, Δf - полоса пропускания системы, k_b - постоянная Больцмана, T - температура, F_n - коэффициент шума усилителя, следующего за фотодиодом, R_L - эквивалентное сопротивление нагрузки фотодиода и RIN - эффективный шум относительной интенсивности оптического источника

При некоторых условиях (например, при малых $RIN = 0$, заданных $R = 1A/W$, $R_L = 50 \text{ ohm}$, $F_n = 1$, $T = 300$, $I_d = 0$, $m = 0.5$) имеем

$$CNR = \frac{(0.5 * P)^2/2}{\left((2q(P)\Delta f) + \left(\frac{4k_b * 300 * \Delta f}{50} \right) \right)} \quad (3)$$

Получаем зависимость CNR от средней оптической мощности на фотодиоде, увеличение которого позволяет улучшить отношение несущей к шуму. В свою очередь повышение CNR позволяет увеличить эффективное число разрядов ($ENOB$) ФАЦП:

$$ENOB = (CNR - 1.76)/6.02 \quad (4)$$

3. Заключение

Из приведенных расчетов можно сделать вывод, что применение фотонной АЦП в радиоприемниках при обеспечении заданных условий (режима работы) потенциально позволяет улучшить отношение сигнал / шум системы и эффективное число разрядов $ENOB$.

Благодарности. Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 1022041100774-3 / 1022041100496-8 от 03.06.2022.

Список литературы

1. Забеньков И. И., Проектирование цифровых приемных устройств / Доклады БГУИР. - 2006. - № 1 (13). - С. 44 – 54;
2. George C. Valley, "Photonic analog-to-digital converters," Opt. Express 15, 1955-1982 (2007).

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ КРИСТАЛЛА
ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРНОГО ДИОДА ПРИ
ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ**

Жуков Д.Г.

Научный руководитель: Липатников К.А., ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**STUDY OF THE DEGRADATION OF A SEMICONDUCTOR LASER
DIODE CRYSTAL AT ELEVATED TEMPERATURE**

Zhukov D.G.

Supervisor: Konstantin A. Lipatnikov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается возможность использования стандартных полупроводниковых лазерных диодов вне паспортных значений температуры. Это в свою очередь может расширить область применения устройств данного типа.

Abstract

The article considers the possibility of using standard semiconductor laser diodes outside the passport temperature values. This, in turn, can expand the scope of devices of this type.

1. Введение

Современные лазерные модули имеют максимальную рабочую температуру + 85 °С. При повышении температуры лазерного диода падает мощность выходного оптического излучения и для ее поддержания требуется повышать ток, протекающий через диод, что в свою очередь повышает температуру еще больше. В таком режиме начинается деградация кристалла, которая снижает срок службы диода. Задача исследования определить максимальную температуру возможной эксплуатации лазерного диода. Для исследования был выбран стандартный SFP модуль с лазерным диодом Фабри-Перо на длине волны 1550 нм без термостабилизации.

2. Экспериментальные исследования

Для эксперимента лазерный диод подвергался температурному воздействию от + 35 °С до +120 °С и измерялась оптическая мощность его излучения. Каждая точка температуры выдерживалась 10 минут. Полученная характеристика представлена на рисунке 1.

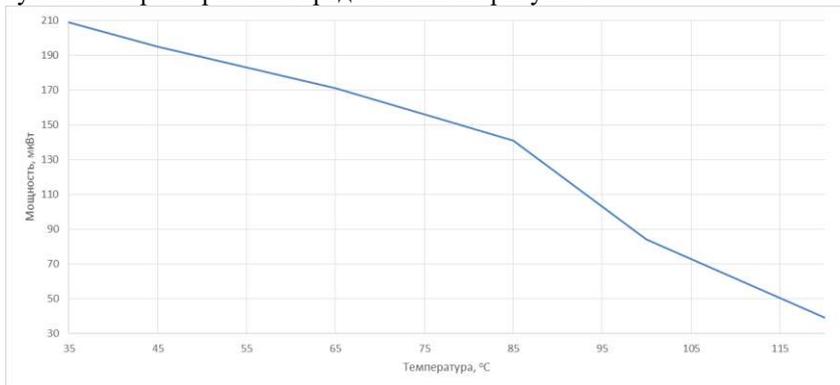


Рис. 1 – Зависимость оптической мощности лазерного диода от температуры.

Для данного диода максимальная рабочая температура по паспорту составляет + 85 °С, свыше этой температуры наблюдается более резкое падение оптической мощности, однако это падение не так критично и передача сигнала возможна.

3. Заключение

По результатам исследования показали, что при эксплуатации с температурой свыше паспортной на 35 °С наблюдается понижение оптической мощности в 5 раз. Однако передача сигнала все еще возможна, что потенциально может расширить область применения лазерных диодов.

Список литературы

1. Власова С.В., Власов А.Б., Шапочкин П.Ю. Особенности излучения лазерных диодов в различных температурных интервалах // Вестник МГТУ. 2017. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-izlucheniya-lazernyh-diudov-v-razlichnyh-temperaturnyh-intervalah>

**РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ SMART GRID PLUS НА ОСНОВЕ
ПРИМЕНЕНИЯ АВБС ДЛЯ МОНИТОРИНГА СИЛОВЫХ
ТРАНСФОРМАТОРОВ**

Иваненко В.А., Мисбахов Р.Ш.

Научный руководители: Морозов О.Г., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DEVELOPMENT OF THE SMART GRID PLUS CONCEPT ON THE
BASIS OF THE APPLICATION OF AFBS TO MONITOR POWER
TRANSFORMERS**

Ivanenko V.A., Misbakhov R.Sh.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе представлен ряд задач по применению АВБС волнового и фазового типа для реализации концепции Smart Grid Plus. Учитывая, что типовые структуры АВБС продолжают развиваться, могут быть найдены новые и более совершенные пути повышения эффективности мониторинга параметров надежности силовых трансформаторов на их основе.

Abstract

The report presents a number of tasks for the use of wave and phase type AFBS to implement the Smart Grid Plus concept. Taking into account that the standard structures of AFBS continue to develop, new and more advanced ways can be found to improve the efficiency of monitoring the reliability parameters of power transformers based on them.

1. Введение

Волоконно-оптические технологии предоставляют многочисленные возможности для систем интеллектуальной энергетики, в том числе мониторинга силовых трансформаторов (СТ). Рассмотрим ряд задач по применению АВБС волнового и фазового типа [1] для реализации концепции Smart Grid Plus для СТ.

2. Основная часть

Применение АВБС является новой концепцией для исследователей и инженеров-электриков. Несмотря на то, что были предприняты значительные усилия в области измерения с помощью АВБС температуры, влажности, частичных разрядов, по-прежнему остаются нераскрытые области их применения. Кроме того, основные работы, выполняемые в лабораториях по упрощенным моделям, далеки от реальных полевых условий. Таким образом, исследования стабильности волоконно-оптической сенсорной системы на АВБС в реальном СТ должны быть сосредоточены на полевых исследованиях. Методы применения АВБС в СТ следует оценивать с учетом высокого уровня электрических помех, способных вызывать нелинейные эффекты в волокне, а также существенных изменений температур внутри трансформатора, которые могут превышать 300 °С. Кроме того, ВОД обычно требуют длительной работы в трансформаторной среде, таким образом старение материала ВОД является еще одной важной проблемой, которую следует учитывать.

Несмотря на это, одним из направлений развития можно рассматривать задачу обнаружения газов в СТ. Нами представлен новый комбинированный датчик газа на базе АВБС и ИФП. Для мониторинга деформации обмотки следует рассмотреть преимущества использования АВБС и ВОД с преобразованием поперечных сил в продольные деформации, усовершенствовать методы установки оптического волокна в обмотку, чтобы предотвратить обрыв волокна при ее деформации. Несмотря на значительный прогресс, достигнутый за последние несколько лет в распределенных ВОД, нами предложены их модификации с уточнением калибровочных точек с помощью АВБС.

Метод определения вибрации в СТ с помощью различного типа АВБС также представлен нами. Задача состоит в том, как упростить и миниатюризировать систему, чтобы снизить ее стоимость. Кроме того, вибрация более важна для мониторинга, поскольку она является постоянным источником механических проблем.

3. Заключение

В докладе представлен ряд задач по применению АВБС волнового и фазового типа для реализации концепции Smart Grid Plus. Особое внимание уделено мониторингу СТ.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многосредные волоконные брэгговские структуры в радиофотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

**РАДИОФОТОННЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ДАТЧИК
КОНТРОЛЯ СЖАТИЯ ОБМОТОК СИЛОВОГО
ТРАНСФОРМАТОРА. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ**

Иваненко В.А.

Научный руководитель: Кузнецов А.А., д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**MICROWAVE PHOTONIC POLARIZATION SENSOR
FOR CONTROL OF POWER TRANSFORMER WINDINGS
COMPRESSION. SETTING OF PROBLEMS**

Ivanenko V.A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В докладе обсуждается концепция построения поляризационного датчика контроля силы сжатия обмоток трансформатора с радиофотонным опросом, построенным на двух адресных структурах, с возможностью повышения разрешающей способности и чувствительности измерений, а также компенсации температуры за счет использования структур волнового и фазового типов.

Abstract

The report discusses the concept of building a polarization sensor for monitoring the compression force of transformer windings with microwave photonic interrogation, built on two address gratings, with the possibility of increasing the resolution and sensitivity of measurements, as well as temperature compensation through the use of wave and phase types gratings.

1. Введение

Грозовые и дуговые разряды, короткие замыкания генерируют большой ток, вызывая механические деформации обмоток силовых трансформаторов (СТ). Существует три типа оптических методов их контроля: первым и вторым являются датчики вибрации или давления на интерферометрах Фабри-Перо и волоконных брэгговских решетках (ВБР), третьим – распределенные датчики Бриллюэна или Рамана. Остановимся

на датчиках ВБР, как наиболее простых, надежных и дешевых [1].

2. Основная часть

Ранее предложен многоточечный ВБР датчик для измерения осевой силы обмоток СТ. Датчик был спроектирован со структурой изгибающейся пластинчатой балки. Калибровочный эксперимент показал, что чувствительность датчика составляет 0,133 пм/кПа, а погрешность воспроизводимости составляет 2,7% от полной шкалы. Также предложен датчик контроля силы сжатия обмоток трансформатора (до 10 МПа) на основе оптического волокна со специальным композитным покрытием, которое позволяет преобразовать поперечные силы в продольные растягивающие. ВБР хорошо известны и используются для измерения не только продольных, но и поперечных нагрузок. Поперечная нагрузка вызывает дифференциальную деформацию оптического волокна. Это приводит к тому, что оптическая сердцевина демонстрирует два разных эффективных показателя преломления и две «эффективные» ВБР, разнесенные по поляризации относительно наведенной разности показателей преломления. Эти принципы использовались для измерения поперечной деформации/нагрузки в различных приложениях. При этом использовалась ВБР с фазовым π -сдвигом, что позволило повысить чувствительность измерений и их разрешающую способность. Для поляризационного метода субъективный недостаток заключается в том, что степень двойного лучепреломления, вызванная малыми и умеренными поперечными нагрузками, очень мала. Требуется значительные усилия, чтобы точно считывать эти различия, что, в свою очередь, увеличивает стоимость обработки информации. Вторым объективным всех методов является необходимость применения сложной и дорогостоящей оптоэлектронной аппаратуры (интеррогатора) для опроса ВБР. Предложено строить поляризационный датчик контроля силы сжатия обмоток СТ с радиофотонным опросом на двух адресных структурах [1], с возможностью улучшения его метрологии, а также компенсации температуры за счет использования структур волнового и фазового типов.

3. Заключение

В докладе обсуждена концепция построения нового радиофотонного поляризационного датчика для контроля сжатия обмоток СТ.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многоадресные волоконные брэгговские структуры в радиофотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

**РАДИОФОТОННЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ДАТЧИК
КОНТРОЛЯ СЖАТИЯ ОБМОТОК СИЛОВОГО
ТРАНСФОРМАТОРА. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ**

Иваненко В.А.

Научный руководитель: Кузнецов А.А., д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**MICROWAVE PHOTONIC POLARIZATION SENSOR
FOR CONTROL OF POWER TRANSFORMER WINDINGS
COMPRESSION. PRINCIPLES OF OPERATION**

Ivanenko V.A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В докладе обсуждается принцип действия поляризационного датчика контроля силы сжатия обмоток силового трансформатора с радиофотонным опросом, построенным на двух адресных структурах.

Abstract

The report discusses the principle of operation of a polarization sensor for monitoring the compression force of the windings of a power transformer with a microwave photonics interrogation built on two address structures.

1. Введение

В датчиках указанного типа широко используется ВБР с фазовым сдвигом (π -ВБР), которая имеет узкое окно прозрачности в спектре отражения, которое применяется в качестве сенсорного зонда. Когда к π -ВБР прикладывается нагрузка, она становится двулучепреломляющей, и окно прозрачности π -ВБР будет разделено на две части, при этом расстояние между ними имеет прямое отношение к поперечной нагрузке. Поскольку спектр π -ВБР более узкополосный, чем спектр обычных решеток, он может обеспечить более точное измерение поперечной нагрузки с высоким разрешением. Разрешение традиционных схем опроса длин волн, таких как оптоэлектронный интеррогатор, слишком низкое, чтобы различать

узкие окна прозрачности. Чтобы решить эту проблему, необходимо применить радиотонный подход, который основан на регистрации радиочастоты, формируемой при фотосмещении компонент адресных структур фазового типа [1].

2. Основная часть

В данной работе мы впервые предлагаем использование АВБС фазового типа (2π-АВБС) [1] в качестве датчика поперечной силы сжатия. На рис. 1 представлена модель 2π-АВБС (частотная характеристика по коэффициенту пропускания) без приложения поперечной нагрузки, а на рис. 2 модель 2π-АВБС под воздействием поперечной нагрузки. При этом сохраняется как адресность датчика, так и появляется возможность измерения величины поперечной силы сжатия с помощью радиотонного интеррогатора.

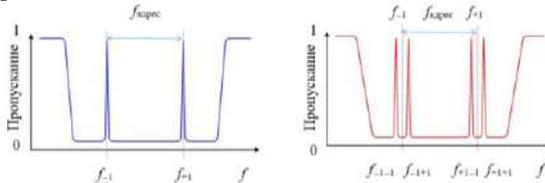


Рис. 1 – Спектр 2π-АВБС без нагрузки (слева) и под нагрузкой (справа).

В 2π-АВБС в полосе отражения существует два сверхузких пика пропускания, которые определяют ее адрес, выраженный в ГГц (рис. 1, слева). Когда к 2π-ВБР приложена поперечная нагрузка, из-за разности изменения ПП сердцевинки волокна пики пропускания разделятся на два (рис. 1, справа). Расстояние между длинами волн разделенных пиков (f_{-1-1} и f_{+1-1} – x -поляризации; f_{-1+1} и f_{+1+1} ортогональной y -поляризации) будет изменяться при изменении поперечной силы. Измеренная зависимость между значением поперечной силы и частотой генерируемого биениями микроволнового сигнала показывает очень хорошую ее линейность. Исходя из этой измерительной характеристики, мы можем ожидать, что, отслеживая частоту радиосигнала, можно измерить силу сжатия.

3. Заключение

В докладе обсужден принцип работы нового радиотонного поляризационного датчика для контроля сжатия обмоток СТ.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многоадресные волоконные брэгговские структуры в радиотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

**РАДИОФОТОННЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ДАТЧИК
КОНТРОЛЯ СЖАТИЯ ОБМОТОК СИЛОВОГО
ТРАНСФОРМАТОРА. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**

Иваненко В.А.

Научный руководитель: Кузнецов А.А., д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**MICROWAVE PHOTONIC POLARIZATION SENSOR
FOR CONTROL OF POWER TRANSFORMER WINDINGS
COMPRESSION. MATHEMATICAL MODEL**

Ivanenko V.A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В докладе обсуждается математическая модель измерительного преобразования для поляризационного датчика контроля силы сжатия обмоток силового трансформатора с радиофотонным опросом, построенным на двух адресных структурах.

Abstract

The report discusses the mathematical model of measuring transformation of a polarization sensor for monitoring the compression force of the windings of a power transformer with a microwave photonics interrogation built on two address structures.

1. Введение

Большинство схем на основе ВБР для измерения поперечной нагрузки, которые были продемонстрированы до сих пор, обычно основаны на принципе определения расстояния между длинами волн двух пиков.

Рассмотрим математическую модель измерительного преобразования для поляризационного датчика контроля силы сжатия обмоток СТ с радиофотонным опросом, построенным на двух адресных структурах [1].

2. Основная часть

Когда часть волокна находится под действием возмущения силы сжатия, из-за фотоупругого эффекта его эффективный показатель преломления (ПП) будет изменяться.

Изменение эффективного ПП для поляризации по оси x и оси y может быть выражено, соответственно, как

$$(\Delta n_{eff})_x = -n_{eff}^3 \left\{ (p_{11} - 2\nu p_{12}) \sigma_x + [(1 - \nu p_{12}) - \nu p_{11}] [\sigma_y + \sigma_z] \right\} / 2\nu, \quad (1)$$

$$(\Delta n_{eff})_y = -n_{eff}^3 \left\{ (p_{11} - 2\nu p_{12}) \sigma_y + [(1 - \nu p_{12}) - \nu p_{11}] [\sigma_x + \sigma_z] \right\} / 2\nu, \quad (2)$$

где ν – модуль Юнга оптического волокна, ν – коэффициент Пуассона, p_{11} и p_{12} – компоненты тензора фотоупругости, $\sigma_{x,y,z}$ – компоненты напряжений для направлений x , y и z соответственно. Для типичного германо-силикатного волокна при приложении поперечной нагрузки к волокну изменения эффективного ПП по оси x и оси y имеют разные значения.

На вход фотоприемника поступает четыре составляющие с одинаковыми амплитудами:

$$I_t = I_{-1-1} \cos 2\pi f_{-1-1} t + I_{-1+1} \cos 2\pi f_{-1+1} t + I_{+1-1} \cos 2\pi f_{+1-1} t + I_{+1+1} \cos 2\pi f_{+1+1} t. \quad (3)$$

После формирования биений в фотоприемнике и определения на электронном анализаторе спектра их частот мы получим в вычислителе адресную частоту, как разность между максимальной частотой биений и половиной минимальной:

$$f_{adr} = (f_{+1+1} - f_{-1-1}) - (f_{+1-1} - f_{-1+1}) / 2, \quad (4)$$

а частоту, соответствующую силе сжатия, как минимальную частоту биений:

$$f_{load} = (f_{+1+1} - f_{-1-1}) = (f_{-1+1} - f_{-1-1}). \quad (5)$$

Таким образом, разработанный датчик позволяет получать информацию о силе сжатия на основе частотного анализа в радиодиапазоне. Главное условие, чтобы минимальная частота биений при максимальной силе сжатия была меньше половины адресной частоты.

3. Заключение

В докладе представлена математическая модель нового радиофотонного поляризационного датчика для контроля сжатия обмоток СТ.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многоадресные волоконные брэгговские структуры в радиофотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

**РАДИОФОТОННЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ДАТЧИК
КОНТРОЛЯ СЖАТИЯ ОБМОТОК СИЛОВОГО
ТРАНСФОРМАТОРА. ТИПОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ**

Иваненко В.А.

Научный руководитель: Кузнецов А.А., д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**MICROWAVE PHOTONIC POLARIZATION SENSOR
FOR CONTROL OF POWER TRANSFORMER WINDINGS
COMPRESSION. TYPICAL DESIGN**

Ivanenko V.A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В докладе представлена типовая конструкция поляризационного датчика контроля силы сжатия обмоток силового трансформатора с радиофотонным опросом, построенным на двух адресных структурах.

Abstract

The report presents a typical design of a polarization sensor for monitoring the compression force of the windings of a power transformer with a microwave photonics interrogation built on two address structures.

1. Введение

Рассмотрим типовую конструкцию поляризационного датчика контроля силы сжатия обмоток СТ с радиофотонным опросом, построенным на двух адресных структурах [1].

2. Основная часть

2π -АВБС была записана в телекоммуникационном фоточувствительном волокне (выдержан в водороде) в лаборатории записи волоконных решеток НИИ ПРЭФЖС с использованием ультрафиолетового лазера, производства НГУ (Новосибирск). Чтобы приложить поперечную деформацию к 2π -ВБР, мы использовали конфигурацию нагрузки, известную из ряда работ, показанную на рис. 1. Измеренная центральная длина волны свободной решетки составила 1549,66 нм, при этом два пика

пропускания фазовых сдвигов разделена на адресную частоту 21 ГГц, а каждый из них разделен по поляризации при нагрузке в 5 Н (давление верхней пластины, рис. 2) на 0,5 ГГц. Разделение пиков было измерено с использованием радиофотонного интеррогатора (РФИ), который имеет разрешение по частоте, определяемое шириной линии излучения лазера (100 кГц).

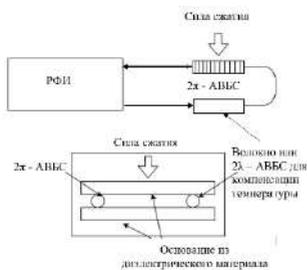


Рис. 1 – Датчик силы сжатия и интеррогатор

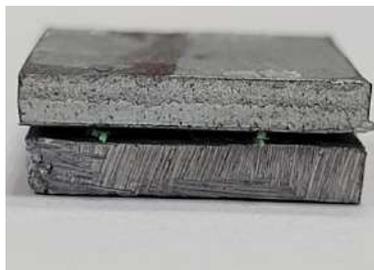


Рис. 2 – Конструкция чувствительного элемента с разомкнутыми волокнами

2λ-АВБС и волокно того же диаметра (используемое для балансировки сил) были нагружены двумя металлическими пластинами (рис. 2), которые при использовании в реальной конструкции СТ должны быть заменены на диэлектрические, например, стеклянные. Каждое волокно воспринимало половину общей силы, распределенной по стеклянным пластинам шириной 25,4 мм, чувствительность по разному частот составляет 0,1 ГГц/Н. Второе волокно кроме функций балансировки можно использовать для измерения температуры в зоне измерения силы сжатия с использованием АВБС волнового типа 2λ-АВБС, для которой поляризационное разделение не существенно из-за существенно большей полосы отражения, чем у АВБС фазового типа. Установка датчиков на стеклянную пластину осуществляется клеевым способом, для чего используется клей 3М марки DP490. Диапазон измеряемых сил до 100 Н, абсолютная погрешность измерений – $\pm 0,1$ Н.

3. Заключение

В докладе представлена типовая конструкция радиофотонного поляризационного датчика для контроля сжатия обмоток СТ.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многоадресные волоконные брэгговские структуры в радиофотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИОДОВ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

Каширина М.О.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

APPLICATION OF DIODES IN FIBER OPTIC COMMUNICATION LINES

Kashirina M.O.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается планарный диод с локализацией носителей. Исследованы характеристики планарного диода с гетеропереходом, соединенного с оптическим волокном.

Abstract

The article discusses a planar diode with carrier localization. The characteristics of a planar diode with a heterojunction connected to an optical fiber are investigated.

1. Введение

Планарный диод с локализацией носителей представляет собой маломощный источник излучения, наиболее подходящий для волоконно-оптических систем связи. Свойства структур с гетеропереходом подобны свойствам р-п перехода при сильном возбуждении: при одинаковой квантовой эффективности время отклика в гетеропереходе снижается примерно в два раза по сравнению с простым р-п переходом; при одинаковом же времени отклика эффективность электролюминесценции в гетеропереходе примерно вдвое больше, чем в р-п переходе.

2. Диод со свойствами ему характеристиками

Рассмотрим диод, излучающая поверхность которого согласована с волокном диаметром 50 мкм и составляет $2 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2$. Пусть время нара-

тания и спада световых импульсов ~ 10 нс, а внешняя квантовая эффективность $\sim 1\%$. Если диаграмма направленности излучения верхней гранью кристалла подчиняется закону Ламберта, коэффициент связи с волокном $n^2 \Delta l$ может быть равен $\sim 3\%$. Для токов инжекции 6 и 60 мА (рис. 1) полная мощность излученного света составляет соответственно 100 мкВт, а мощность света, введенная в волокно, 3 и 30 мкВт. Это может обеспечить передачу информации со скоростью 10 Мбит/с на расстояние нескольких километров без ретрансляции. Для сравнения также приведены характеристики структуры де Баррюса и лазера, хотя они и не удовлетворяют условиям стабильности.

Структура	Диаметр волокну, мкм	Площадь излучения диода, см ²	I , мА	J , А/см ²	P , мВт/А	$P_{\text{в}}$, Вт/см ² ·л	P , мВт	$P_{\text{в}}$, мВт
Планарный диод с гетеропереходом	50	$2 \cdot 10^{-4}$	6	300	15	1,5	0,1	3
			60	3000	15	15	1	30
Структура де Баррюса	50	$2 \cdot 10^{-4}$	200	10 000	7–83	10–125	1–16	30–500
Лазер		$6 \cdot 10^{-4}$	180	3000	75		12	6000

Рис. 1. Характеристики планарного диода с гетеропереходом, соединенного с оптическим волокном.

3. Заключение

Применение светодиодов в волоконно-оптических линиях связи усложняется тем, что произведение тока возбуждения на внешнюю квантовую эффективность этих диодов не превышает примерно 1% и пространственная диаграмма направленности излучения описывается законом Ламберта. Это снижает коэффициент связи с волокнами до значений порядка нескольких процентов.

Однако один из видов источников излучения – диод с локализацией носителей – по своей структуре и свойствам особенно удобен при передаче информации со скоростью 10 Мбит/с.

Список литературы

1. Фотоника под ред. М. Балкански и П. Лалемана; пер. с англ. и франц. под ред. М. И. Елинсона. - М.: Мир, 1978. - 415 с. - 2.00 р.

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Ковалев В.К.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

OPTICAL METHOD OF ANALYSIS OF SPACE OBJECTS

Kovalev V.K.

Supervisor: Vasilij Yurievich Vinogradov, d.t.s.
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье оптический метод анализа космических объектов. Представлены преимущества и недостатки данной технологии. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article optical method of analysis of space objects, presents the advantages and disadvantages of this technology, and identifies the problems associated with it.

1. Введение

Оптический метод анализа космических объектов – это способ дистанционного зондирования поверхности планет, спутников, астероидов или комет с помощью оптических устройств. Он позволяет получать изображения поверхности космических объектов, а также получать информацию о химическом и физическом состоянии веществ, составляющих эти объекты.

2. Преимущества и недостатки оптического метода анализа космических объектов

Плюсы оптического метода анализа космических объектов:

Высокое разрешение. Оптические системы могут привлечь объекты на большом расстоянии и получить изображение высокого разрешения.

Безопасность. Оптические системы являются безопасными для исследования космических объектов и не оказывают негативного влияния на них.

Большой спектр возможностей. Оптические системы могут изучать разные аспекты космических объектов, такие как поверхность, состав, форму, температуру и т.д.

Низкая стоимость. В некоторых случаях оптические системы могут быть более доступны, чем другие виды средств исследования космических объектов.

3. Проблемы данной темы

Недостатки оптического метода анализа космических объектов:

Ограниченные возможности. Оптические системы не могут пройти через толстые слои атмосферы, облака или туман, что ограничивает их возможности.

Зависимость от условий. Оптические системы могут быть чувствительны к изменяющимся условиям, таким как погода, освещение и другие детали.

Недоступность. Оптические системы могут быть недоступными для исследования объектов из-за большого расстояния, большой скорости или других факторов.

Потребность в интенсивном анализе данных. Для получения максимальной выгоды от оптических систем необходимо проводить интенсивный анализ и обработку данных для получения информации из собираемых изображений.

4. Заключение

В целом, оптический метод анализа космических объектов имеет свои преимущества и недостатки. Однако, он остается одним из наиболее широко используемых методов исследования космической области благодаря своим способностям и высокой точности данных, которые он может выдавать для исследования космоса.

Список литературы

1. Jason Bertrand Rapp, Identification of Orbital Objects by Spectral Analysis and Observation of Space Environment Effects – 2012.

РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

Куликов Е.В.

Научный руководитель: Морозов Геннадий Александрович,
д.т.н., профессор

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

MICROWAVE PHOTONICS SYSTEM FOR MONITORING PRESSURE AND CONDITION OF PIPELINES. SETTING GOALS

Kulikov E. V.

Supervisor: Gennady A. Morozov, professor

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе обсуждается концепция построения радиофотонной системы контроля давления и состояния трубопроводов по результатам обзора существующих приложений волоконно-оптических датчиков в решении указанных задач.

Abstract

The report discusses the concept of design of a microwave photonic system for monitoring pressure and condition of pipelines based on the results of a review of existing applications of fiber-optic sensors in solving these problems.

1. Введение

Датчики с модуляцией длины волны связывают изменение длины волны света с физической величиной, приводящей к возмущению. Наиболее распространенным типом датчика с модуляцией длины волны является датчик на волоконной брэгговской решетке (ВБР). В работе будет использован новый тип брэгговских структур адресные (АВБС) [1].

2. Основная часть

Известен ряд работ, в которых использовалась методология ВБР для контроля состояния трубопровода. Одним из вариантов установки датчиков ВБР на существующую инфраструктуру является их встраивание в гильзу. Далее волокна ВБР были встроены в композитный носитель

из стекловолокна/эпоксидной смолы для контроля напряжения в подводных трубопроводах. Композитному носителю можно придать любую форму в соответствии с формой контролируемой конструкции, и он крепится к ней ремнями, что делает установку на месте относительно простой. Авторы представили обзор нескольких потенциальных применений датчика и сравнили его характеристики с обычными датчиками. ВОД показал многообещающие результаты, продемонстрировав очень хорошую воспроизводимость и линейность результатов.

В другом исследовании композитный эпоксидный рукав со встроенным оптическим волокном ВБР использовался для контроля давления в морских нефтегазопроводах. Композитный эпоксидный рукав был изготовлен из слоя полиэтилена (ПЭ), полосы углеродного волокна (УВ) и эпоксидного раствора в качестве верхнего слоя, волокна ВБР были заделаны между слоями УВ и эпоксидного раствора. Авторы испытали образец втулки на внешнее нагружение при различных нагрузках до 5 кН. Датчик достиг чувствительности 0,9 нм/мм и продемонстрировал хорошее соответствие между сдвигом длины волны Брэгга и измеренным смещением с R2, равным 0,9597.

Датчики ВБР также можно использовать в кольцевой конфигурации для измерения окружной деформации для контроля целостности трубы. Волокно ВБР было заключено в защитную трубку, которая, в свою очередь, плотно прилегала к контролируемой трубе. Датчик был испытан на трубе из ПВХ диаметром 250 мм и длиной 10 м с толщиной стенки 6,2 мм. Труба была подвергнута внутреннему давлению воздуха от 20 до 150 кПа с возрастающей нагрузкой, и результаты кольцевого датчика ВБР сравнивались с неизолированными оптическими волокнами ВБР, установленными по окружности трубы. Оба датчика отражали изменение окружной деформации, но чувствительность неизолированного волокна ВБР была в среднем в 3-10 раз меньше, чем у кольцевого датчика ВБР.

При построении систем, описанных выше нужны адресные структуры [1], которые позволят удешевить систему интеррогатора.

3. Заключение

В докладе обсуждена концепция построения радиофотонной системы контроля давления и состояния трубопроводов с рекомендацией на применение в ней АВБС.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многоадресные волоконные брэгговские структуры в радиофотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

**РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ И
СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ. КОНФИГУРАЦИЯ
МНОГОСЕНСОРНОЙ СЕТИ**

Куликов Е.В.

Научный руководитель: Морозов Геннадий Александрович,
д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**MICROWAVE PHOTONICS SYSTEM FOR MONITORING
PRESSURE AND CONDITION OF PIPELINES. MULTI-SENSOR
NETWORK CONFIGURATION**

Kulikov E.V.

Supervisor: Gennady A. Morozov, professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В докладе обсуждается концепция построения радиофотонной системы контроля давления и состояния трубопроводов на АВБС в части конфигурации построения многосенсорной сети.

Abstract

The report discusses the concept of building a microwave photonics system for monitoring pressure and the condition of pipelines at AFBS in terms of the configuration of building a multi-sensor network.

1. Введение

Существует множество подходов к установке оптоволоконного датчика на трубопровод. В докладе будут рассмотрены три конфигурации оптоволокон, в которых записано N датчиков на новом типе брэгговских структур – адресных (АВБС) [1].

2. Основная часть

Первая конфигурация – аксиальная, когда оптоволокно устанавливается на поверхность трубы вдоль главной оси трубы. Для этой конфигурации чаще используется внешняя поверхность трубы, но в некоторых исследованиях использовалась и внутренняя поверхность. Как будет показано позже, эта конфигурация является наиболее распространенной

для приложений мониторинга состояния трубопровода. На рис. 1 слева показан оптоволоконный датчик, установленный вдоль венца трубы, но возможно и альтернативное расположение, например, сбоку или внизу трубы. Осевая геометрия датчика удобна при контроле состояния длинного трубопровода.

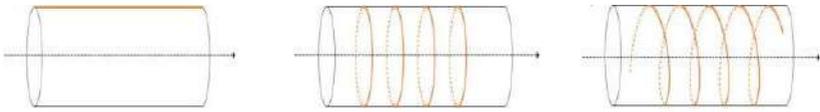


Рис. 1 – Осевое, петлевое и спиральное расположение сенсорного оптоволокна

Другой популярной конфигурацией оптоволоконного датчика является кольцо или петля, показанная на рис. 1 в центре. В этой конфигурации оптическое волокно изгибается вокруг внешней поверхности трубы, образуя замкнутые петли. Этот метод часто используется для контроля внутреннего давления в трубах под давлением и является распространенным инструментом для обнаружения утечек. Третья конфигурация является спиральной и показана на рис. 1 справа. Этот подход аналогичен описанному ранее, но вместо замкнутых петель оптическое волокно изгибается вокруг трубы по спирали.

Следует отметить, что в дополнение к описанным выше трем конфигурациям в известных исследованиях использовались датчики и с другой геометрией. Однако, поскольку эти геометрические формы уникальны, их детали будут учтены нами при конкретных постановках задач.

Развитие новой концепции АВБС и создание на их основе принципиально новых многосенсорных систем на их основе требует решения ряда дополнительных вопросов. Они уже завоевали популярность для решения малосенсорных задач с 1-3 датчиками. Решение многосенсорных задач с их помощью анонсировано, проиллюстрировано, но пока не вышло за рамки стадии лабораторных исследований.

3. Заключение

В докладе обсуждена концепция построения радиофотонной системы контроля давления и состояния трубопроводов в части конфигурации построения многосенсорной сети на АВБС.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многоадресные волоконные брэгговские структуры в радиофотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УТЕЧЕК

Куликов Е.В.

Научный руководитель: Морозов Геннадий Александрович,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE PHOTONICS SYSTEM FOR MONITORING PRESSURE AND CONDITION OF PIPELINES. STATEMENT OF TASK FOR LEAKAGE CONTROL

Kulikov E.V.

Supervisor: Gennady A. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждается концепция построения радиофотонной системы контроля давления и состояния трубопроводов по результатам обзора существующих приложений волоконно-оптических датчиков в решении задач контроля утечек.

Abstract

The report discusses the concept of design of a microwave photonic system for monitoring pressure and condition of pipelines based on the results of a review of existing applications of fiber-optic sensors in solving leakage problems.

1. Введение

Датчики с модуляцией длины широко используются и для контроля утечек в трубопроводах. Наиболее распространенным типом датчика с модуляцией длины волны является датчик на волоконной брэгговской решетке (ВБР) в конфигурации петли. В работе будет оценена возможность применения в нем нового типа брэгговских структур адресные (АВБС) [1], причем в приложении как мало-, так и многосенсорных систем.

2. Основная часть

Датчик утечки, не требующий крепления к трубе и основанный на ВБР состоял из оптического волокна длиной 5,37 м с расположенными на нем пятью ВБР с расстоянием между ними от 0,5 до 0,725 м. Каждая ВБР была заключена в металлическую подложку и покрыта эластомерной втулкой с предварительной нагрузкой по дуге вниз. Датчик был испытан в находящейся под давлением медной трубе длиной 37,43 м с внутренним диаметром 2,14 мм и толщиной стенки 1,63 мм. Датчик использовался для измерения гидравлических переходных процессов, обнаружения и локализации утечек. Однако авторы отметили, что уровень фонового шума может быть довольно высоким при выполнении полевых измерений, поэтому оптический сигнал потребует дополнительной постобработки для выявления особенностей, связанных с истинными утечками.

Датчики на ВБР с кольцевой геометрией способны отслеживать случаи утечки в трубах для газа под давлением. Авторы использовали 8 кольцевых тензодатчиков ВБР на стальной трубе под давлением длиной 11 м и диаметром 273 мм. В целях безопасности вместо природного газа использовался воздух с максимальным давлением 1 МПа. Три клапана на трубе действовали как потенциальные имитаторы утечки. Был сделан вывод, что датчики достаточно чувствительны, чтобы реагировать на изменения давления и утечки. Кроме того, был разработан алгоритм автоматического обнаружения утечек на основе метода опорных векторов наименьших квадратов (LS-SVM) для снижения вероятности ложных срабатываний, который показал очень высокую точность (97,3%) после тестирования. Другая конструкция кольцевого датчика ВБР для контроля окружной деформации трубы использовала дополнительную нейросеть для обработки сигналов. Датчик работает аналогично манометру, с дополнительным преимуществом возможности гибкой и неразрушающей установки. При уровне шума до 10% коэффициент регрессии между фактическим и прогнозируемым местом утечки превышает 0,99.

При построении систем, описанных выше нужны адресные структуры [1], которые позволят удешевить систему интеррогатора.

3. Заключение

В докладе обсуждена концепция построения радиофотонной системы контроля давления и состояния трубопроводов с рекомендацией на применение в ней АВБС для контроля утечек.

Список литературы

1. Аглиуллин Т.А., Анфиногентов В.И., Мисбахов Р.Ш. и др. Многоадресные волоконные брэгговские структуры в радиофотонных сенсорных системах // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 1. С. 6-13.

УДК 628.9.041

ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКИХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Лебедев И.Д., Смирнова Р.А.

Научный руководитель: Афонина Елена Владимировна, к.и.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OPTICAL TELECOMMUNICATION SYSTEM TECHNOLOGIES TO IMPROVE DATA TRANSMISSION

Lebedev I.D., Smirnova R.A.

Supervisor: Afonina Elena Vladimirovna, Ph.D. in History,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В этой статье рассматриваются оптические телекоммуникационные системы и потенциал новых технологий для улучшения передачи данных. В частности, в статье исследуется концепция интеллектуальной оптической сети и использование лазерных нейронных узлов для повышения производительности сети. Обсуждаются преимущества этих технологий, представлена математическая модель изобретения.

Abstract

This article discusses about optical telecommunication systems and the potential for new technologies to improve data transmission. Specifically, the article explores the concept of an intelligent optical network and the use of laser neural nodes to enhance network performance. The potential benefits of these technologies are discussed, and a mathematical model of the invention is presented.

1. Introduction

In recent years, the telecommunications industry has seen significant growth as the volume of transmitted information increases every day. As a result, there is a need for new technologies to enhance the performance of optical telecommunications systems. One of the promising areas of innovation is the concept of an intelligent optical network, which can adapt to changing network

conditions and improve overall performance. In addition, the use of laser neural nodes has been identified as a potential way to increase network performance. This article discusses these technologies and the potential advantages they offer.

2. Mathematical model of two methods

In a laser neural network, the nodes are connected by optical fibers. The lasers transmit data signals between nodes, allowing for fast and efficient communication. The use of lasers also allows for the creation of multiple pathways between nodes, which can improve network redundancy and reliability. A mathematical model for the use of laser neural nodes can be expressed using equations that describe the behavior of the nodes in the network.

Let N be the number of nodes in the network, and let x_i be the output of node i . Then, the output of the network can be expressed as [1]:

$$y = f(w * x_i), \tag{1}$$

where w is the weight matrix of the network and f is the activation function used in the nodes.

To incorporate the effect of the laser beams on the weight matrix, we can modify the weight matrix as follows [1]:

$$w' = w + b * a, \tag{2}$$

where b is a constant that represents the strength of the effect of the laser beams on the weight matrix.

By incorporating these modifications into the mathematical model of the network, we can analyze the effect of laser neural nodes on the performance of the network. We can use techniques such as backpropagation to train the network and optimize the weight matrix to achieve the desired performance.

3. Conclusion

The future of optical telecommunication systems is bright, with the potential for new technologies to improve network performance and enhance data transmission capabilities. The concept of an intelligent optical network, along with the use of laser neural nodes, offers a promising way to achieve these goals. By creating networks that can adapt to changing conditions and optimize performance in real-time, telecommunications companies can provide better service to customers and meet the growing demand for data transmission.

References

1. C. Aggarwal, *Neural Networks and Deep Learning: A Textbook*, Springer, 2018.

**АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ В
ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ
КОЛЕБАНИЙ**

Липатников К.А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**ADDRESSED FIBER BRAGG STRUCTURES IN PROBLEMS OF
CONTROL OF PARAMETERS OF MECHANICAL OSCILLATIONS**

Lipatnikov K.A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, dr. tech. sciences, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается адресная волоконная брэгговская структура (АВБС), используемая для контроля параметров механических колебаний. Применение АВБС позволяет перенести информационный сигнал на промежуточную частоты и повысить отношение сигнал/шум.

Abstract

The article deals with the addressable fiber Bragg structure (AFBS) used to control the parameters of mechanical vibrations. The use of AGBS allows you to transfer the information signal to the intermediate frequency and increase the signal-to-noise ratio.

Предлагаемая структура (АВБС) – адресная волоконная брэгговская структура, на ряду с π -ВБР она имеет провал, но не один, а два. Что позволяет реализовать ей адрес посредством постоянной частоты биений, образующейся благодаря провалам. Структурная схема АВБС и ее спектры прохождения и отражения представлены на рисунке 1. Схема в качестве источника излучения использует суперлюминесцентный диод и фотоприемник. В данном случае анализируется сигнал, отраженный от опорной ВБР. По мере того как АВБС отклоняется от изначального положения изменяются амплитуды ее провалов, тем самым изменяется амплитуда частоты биений или адресной частоты.

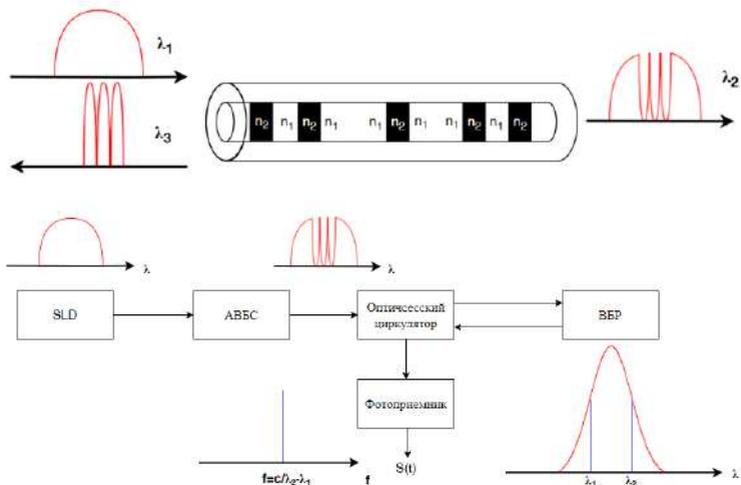


Рис. 1 – Структурная схема АВБС и схема ее опроса

Таким образом на выходе фотоприемника мы получаем амплитудно-модулированный сигнал с несущей соответствующей адресной частоте и глубиной модуляции соответствующей амплитуде воздействия, а при восстановлении огибающей получаем форму сигнала воздействия. Данный подход позволяет не только перенести информационный сигнал на промежуточную частоту, но и благодаря тому, что информационные составляющие сигнала имеют частоту на несколько порядков ниже, чем адресная частота, эффективно выделить информационный сигнал полосовым фильтром. Это в свою очередь приводит к повышению отношения сигнал/шум. Однако однозначного определение положение рабочей точки данная схема, без реализации дополнительных каналов не позволяет. К тому же при расширении динамического диапазона воздействий необходимо увеличивать спектральную ширину опорной ВБР, а следовательно, адресную частоту, что приводит к увеличению полосы частот фотоприемника и повышению стоимости системы за счет использования высокочастотных СВЧ компонентов.

Список литературы

1. Morozov, O.G. Addressed fiber bragg structures in quasi-distributed mi-crowave-photonic sensor systems / O.G. Morozov, A.J. Sakhabutdinov // Computer Optics. – 2019. – Vol. 43. – № 4. – P. 535-543.

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ СХЕМА КОНТРОЛЯ
ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ
С ДВУМЯ ВБР С ФАЗОВЫМ СДВИГОМ**

Липатников К.А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DIFFERENTIAL SCHEME FOR CONTROL
OF MECHANICAL OSCILLATION PARAMETERS
WITH TWO FBGS WITH A PHASE SHIFTER**

Lipatnikov K.A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, dr. tech. sciences, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается использование ВРБ с фазовым сдвигом в качестве чувствительного элемента датчика вибрации, позволяющего перенести информационный сигнал в высокочастотную область, где собственные шумы фотоприемника минимальны.

Abstract

The article discusses the use of an FBG with a phase shift as a sensitive element of a vibration sensor, which makes it possible to transfer an information signal to a high-frequency region, where the inherent noise of the photodetector is minimal.

Волоконная брэгговская решетка с фазовым сдвигом или π -ВБР представляет собой ВБР в структуре, которой пропущен один или несколько периодов модуляции ПП. Из-за этого в спектре такой ВБР появляется сверхузкая полоса пропускания или провал. В случае, если два таких провала с разной частотой f_1 и f_2 попадут на фотоприемник, они дадут биения на разностной частоте и на выходе мы получим:

$$f_{\text{биений}} = f_2 - f_1. \quad (1)$$

Используя это можно преобразовать амплитудные измерения в частотные, для этого необходимо использовать две π -ВБР с провалами близкими к друг другу и заставить их испытывать разнонаправленные деформации, т.е. первая π -ВБР сжимается, а вторая растягивается и далее наоборот. Данный способ ранее рассматривался в работе [1] и использовалась следующая конструкция, представленная на рисунке 1а.

В ходе исследований было проведено моделирование в программном пакете OptiSystem. На рисунке 1б приведены результаты моделирования схемы опроса ВБР с фазовым сдвигом.

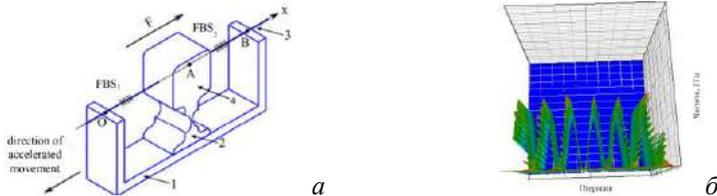


Рис. 1 – конструкция дифференциального датчика вибрации на основе π -ВБР [1]: 1 – основание, 2 – упругая подвеска, 3 – оптическое волокно с π -ВБР, 4 – инертная масса (а), компьютерная модель схемы опроса ВБР с фазовым сдвигом (б)

В данном решении информация о искомом воздействии заложена в девиации частоты биений на выходе фотоприемника, что продемонстрировано на рисунке 1б. Поскольку частота биений находится в высокочастотной области, это позволяет поднять отношение сигнал/шум, благодаря малым собственным шумам фотоприемника. Однако, для увеличение динамического диапазона измерений требуется увеличивать полосу пропускания самого фотоприёмника.

Список литературы

1. Differential accelerometer on fiber bragg structures / I.I. Nureev [et. al.] // Wave Electron. Appl. Inf. Telecommun. Syst., WECONF 2020 Wave Electron-ics and its Application in Information and Telecommunication Systems, WE-CONF 2020 / journalAbbreviation: Wave Electron. Appl. Inf. Telecommun. Syst., WECONF. – Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020.– P. 1-4.

МНОГОАДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Липатников К.А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MULTI-ADDRESS FIBER BRAGG STRUCTURES IN PROBLEMS OF CONTROL OF PARAMETERS OF MECHANICAL OSCILLATIONS

Lipatnikov K.A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, dr. tech. sciences, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье предлагается использование многоадресных волоконных брэгговских структур (МАВБС) в качестве чувствительного элемента датчиков вибрации, позволяющие устранить недостатки датчиков на основе однородных ВБР, ВБР с фазовым сдвигом и адресных волоконных брэгговских структур (АВБС).

Abstract

The article proposes the use of multi-address fiber Bragg structures (MAFBS) as a sensitive element of vibration sensors, which makes it possible to eliminate the shortcomings of sensors based on homogeneous FBGs, FBGs with a phase shift and addressable fiber Bragg structures (AFBS).

Многоадресные структуры в своем составе имеют три и более провалов, что позволяет получить несколько частот биений на выходе фотоприемника. Структура МАВБС представлена на рисунке 1.

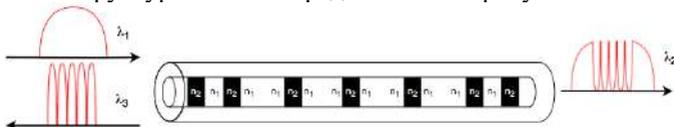


Рис. 1 – Структурная схема МАВБС и схема ее опроса

В предлагаемом решении используется структурная схема опроса идентична схеме для опроса АВБС. Используемая МАВБС имеет четыре провала, спектры которых располагаются на серединах линейных участков опорной ВБР, как показано на рисунке 2.

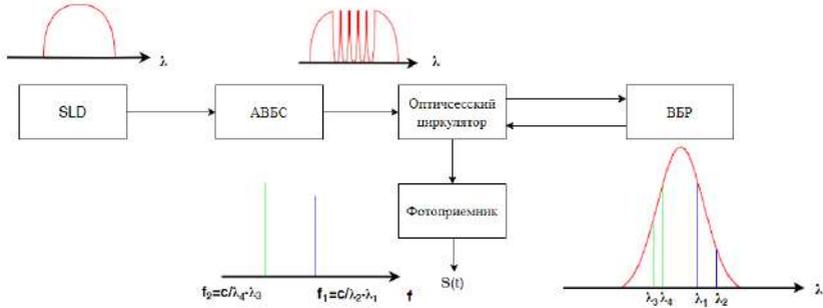


Рис. 2 – Структурная схема опроса МАВБС

Это позволяет использовать все преимущества АВБС и при этом обеспечить однозначное определение взаимного расположения спектров МАВБС и опорной ВБР, по двум адресным частотам. Для упрощения различения двух адресных частот две пары провалов имеют различные разности по длине волны. В таком случае на выходе фотоприемника анализируются два амплитудно-модулированных сигнала. Для контроля параметров воздействующих механических колебаний можно использовать любую пару провалов, внесение дополнительных провалов как раз и позволяет реализовать однозначное определение рабочей точки датчика без добавления дополнительных опорных каналов. Помимо этого, адресные частоты не привязаны к спектральной ширине опорной ВБР. Это позволяет расположить провалы максимально близко, что снижает адресные частоты и позволяет упростить их детектирование.

Список литературы

1. Волоконные брэгговские решетки и мультипликативные датчики на их основе: учебное пособие / А.А. Кузнецов [и др.]; под ред. д-ра техн. наук О.Г. Морозова. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2020. – 116 с.

**ОДНОРОДНАЯ ВБР КАК ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ
ЭЛЕМЕНТ ДАТЧИКОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ
МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ**

Липатников К.А.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**HOMOGENEOUS FBG AS A SENSITIVE ELEMENT
OF SENSORS TO CONTROL THE PARAMETERS
OF MECHANICAL VIBRATIONS**

Lipatnikov K.A.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, dr. tech. sciences, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается возможность использования однородной ВБР в качестве чувствительного элемента для датчиков контроля параметров механических колебаний.

Abstract

The article considers the possibility of using a homogeneous FBG as a sensitive element for sensors for monitoring the parameters of mechanical vibrations.

1. Введение

Идея предлагаемого метода заключается в том, что узкополосный (DFB) лазер установлен на склон ВБР (рабочую точку), при воздействии механических колебаний на ВБР ее спектр будет смещаться относительно лазера, тем самым будет изменяться отраженная мощность по закону искомого воздействия. Таким образом в данном решении реализуется переход в амплитудные измерения, в отличие от традиционных методов опроса ВБР, которые основываются на частотных измерениях. Это позволяет использовать обычный фотоприемник, а использование постоянного лазера приводит к упрощению и удешевлению устройства опроса. Подобная схема рассматривалась нами в ранней работе [1]. Структурная схема устройства опроса, использующего данный метод опроса выглядит

следующим образом, рисунок 1.

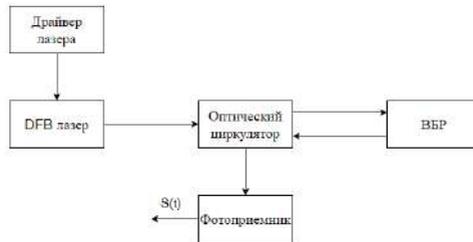


Рис. 1 – Структурная схема устройства опроса с лазером на склоне ВБР

2. Экспериментальные исследования

Для эксперимента была собрана схема, представленная на рисунке 1, с выхода фотоприемника сигнал снимали аудиоанализатором Audio Precision. В качестве источника колебаний использовалась акустическая камера с пьезоэлектрическим элементом. Тестовый сигнал имел синусоидальную форму и частоту от 2 кГц до 240 кГц. На рисунке 2 представлен спектр сигнала с выхода фотоприемника на частоте 35 кГц.

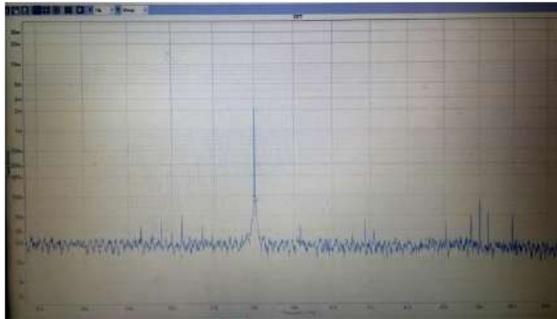


Рис. 2 – Спектр сигнала фотоприемника

3. Заключение

Исследования показали, что данный подход позволяет существенно поднять верхнюю детектируемую частоту механических колебаний. Традиционные решения позволяют измерять частоты вибрации до единиц килогерц, предложенное же решение позволяет измерять десятки килогерц.

Список литературы

1. Волоконно-оптический датчик вибрации «Виб-А» / Липатников. К.А [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 4 (51). – С. 26.

МЕТОД ПОДСТРОЙКИ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ВБР НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЕ

Лиц А.С., Галиев С.Р.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FBG WAVE LENGTH TUNING METHOD BASED ON THE PELTIER ELEMENT

Lits A.S., Galiev S.R.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, Docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье обсуждается метод подстройки длины волны волоконно-брэгговской решетки с помощью элемента пельтье (PZT) который является одним из наиболее распространенных методов для изменения характеристик ВБР. Этот метод основан на использовании эффекта пельтье, который проявляется в изменении температуры элемента под действием электрического тока.

Abstract

This article discusses the method of tuning the wavelength of a fiber Bragg grating using a peltier element (PZT) is one of the most common methods for changing the characteristics of FBG. This method is based on the use of the Peltier effect, which manifests itself in a change in the temperature of an element under the action of an electric current.

1. Введение

Волоконно-оптические системы используются во многих областях. Одним из ключевых элементов волоконно-оптических систем являются волоконно-брэгговские решетки (ВБР), которые могут быть использованы для фильтрации, усиления и подстройки длины волны света.

2. Основная часть

Принцип работы метода подстройки длины волны ВБР на основе элемента пельтье заключается в том, что ВБР фиксируется на пьезоэлектрическом элементе, который может быть приведен в действие путем приложения электрического напряжения. Это приводит к изменению размера

элемента, что, в свою очередь, приводит к изменению периода решетки ВБР и, как следствие, к изменению длины волны. Один из преимуществ этого метода заключается в том, что он позволяет быстро и точно изменять длину волны ВБР в широком диапазоне, что делает его привлекательным для применения в различных приложениях. Однако, метод подстройки длины волны ВБР с помощью элемента пьезье имеет некоторые ограничения. Во-первых, он может быть применен только в тех случаях, когда элемент пьезье может быть установлен непосредственно рядом с ВБР. Во-вторых, он может привести к появлению дополнительных шумовых искажений сигнала из-за термических флуктуаций в окружающей среде.

Существует несколько модификаций метода подстройки длины волны ВБР с помощью элемента пьезье. Например, одной из модификаций является использование двух пьезоэлектрических элементов для изменения длины ВБР в двух направлениях. Это может быть полезно в некоторых приложениях, где требуется точное управление частотой света в двух направлениях.

Еще одной модификацией является использование вместо элемента пьезье полупроводникового лазера, который может быть подстроен по длине волны. Этот метод позволяет достичь более высокой стабильности частоты, поскольку лазер может работать в режиме обратной связи с ВБР.

3. Заключение

В заключение, метод подстройки длины волны волоконно-брэгговской решетки с помощью элемента пьезье представляет собой эффективный и точный способ изменения характеристик ВБР. Он может быть использован во многих приложениях, требующих точного управления длиной волны света, но имеет некоторые ограничения, которые необходимо учитывать при его применении.

Список литературы

1. Yu, H.G. External-Cavity Semiconductor Laser With Bragg Grating in Multimode Fiber / H.G. Yu, C. Q. Xu, Y. Wang, J. et al. // IEEE Photon. Technol. Lett. 2004. V. 16.
2. Inui, T. Highly efficient tunable fiber Bragg grating filters using multilayer piezoelectric transducers / T. Inui, T. Komukai, M. Nakazawa // Opt. Commun. 2001. V. 190. Pp. 1–4.
3. Волоконные брэгговские решетки и мультипликативные датчики на их основе: учебное пособие / А.А. Кузнецов, А.Ж. Сахабутдинов, И.И. Нуреев, В.И. Артемьев; под ред. д-ра техн. наук О.Г. Морозова. – Казань: КНИТУ-КАИ — 2020.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАРИВАНИЯ
ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК ПРИ ВЫСОКИХ
ТЕМПЕРАТУРАХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ДРЕЙФА ПОКАЗАНИЙ
УСТРОЙСТВ НА ИХ ОСНОВЕ**

Лиц А.С., Галиев С.Р.

Научный руководитель: Кузнецов Артем Анатольевич, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF AGING OF FIBER BRAGG
GRATINGS AT HIGH TEMPERATURES TO REDUCE DRIFT OF
DEVICES BASED ON THEIR DEVICES**

Lits A.S., Galiev S.R.

Supervisor: Artem A. Kuznetsov, Docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье обсуждается методика состаривания волоконных брэгговских решеток для снижения дрейфа показаний устройств на их основе при повышенных температурах. Также в работе приведены результаты экспериментального исследования явления дрейфа длины волны волоконной брэгговской решетки.

Abstract

This article discusses the method of aging fiber Bragg gratings to reduce the drift of device readings based on them at elevated temperatures. The paper also presents the results of an experimental study of the phenomenon of the drift of the wavelength of a fiber Bragg grating.

1. Введение

На сегодняшний день существует множество видов волоконно-оптических устройств. Суть исследования заключается в уменьшении содержания водорода путем искусственного состаривания волоконных брэгговских решеток для того, чтобы при применении устройств скорость высвобождения водорода была малой и обеспечивала снижение дрейфа параметров волоконных брэгговских решеток.

2. Основная часть

Для осуществления исследования экспериментальные образцы вбр помещались в термостат. После этого образцы подключались к интеррогатору благодаря которому фиксировались значения длины волны Брэгга для тестируемых примеров. Сами испытания проводились в два этапа. Первый этап заключается в заблаговременном воздействии температуры в течении 2.5 часов. Второй этап заключается в продолжительном стационарном влиянии температур на продолжении шести часов. В итоге после осуществлённых экспериментов были построены зависимости длины волны от времени при непрерывной температуре.

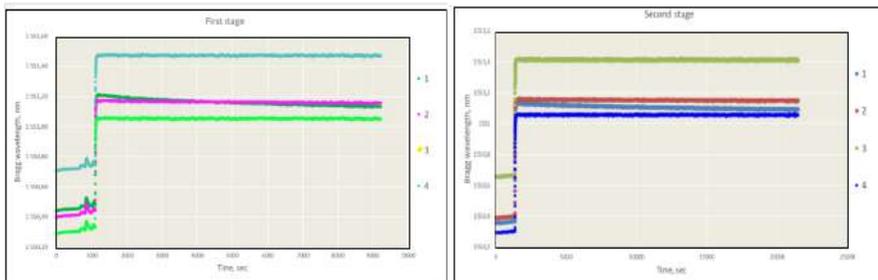


Рис. 1. – Результаты за первый и второй этап измерений

3. Заключение

На представленных графиках четко наблюдается дрейф длины волны Брэгга у первого образца, этот дрейф связан с насыщенным выходом водорода из структуры волокна. Исходя из этого, для уменьшения дрейфа параметров волоконных брэгговских решеток довольно от четырех до шести часов заблаговременной термической обработки волоконных брэгговских решеток при 100 градусов.

Список литературы

1. Кузнецов, А.А. Комплексированный волоконно-оптический датчик износа и температуры трущихся поверхностей / А.А. Кузнецов. – 2016. – № 1. – С. 45-48.
2. Волоконные брэгговские решетки и мультипликативные датчики на их основе: учебное пособие / А.А. Кузнецов, А.Ж. Сахабутдинов, И.И. Нуреев, В.И. Артемьев; под ред. д-ра техн. наук О.Г. Морозова. – Казань: КНИТУ-КАИ — 2020.

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИМЧ НА ОСНОВЕ
ЧАСТОТНО-АМПЛИТУДНЫХ ДИСКРИМИНАТОРОВ
РЕЗОНАНСНОГО ТИПА**

Макаров Р.А., Иванов А.А., Артемьев В.И.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**DEVELOPMENT OF THE IFM METHODS BASED
ON FREQUENCY AND AMPLITUDE DISCRIMINATORS
OF THE RESONANCE TYPE**

Makarov R.A., Ivanov A.A., Artemiev V.I.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье приведен обзор развития методов измерения мгновенной частоты радиосигналов фотонными методами на основе частотно-амплитудных дискриминаторов резонансного типа и представлены принципы работы и описание измерительного устройства.

Abstract

The article provides an overview of the methods development for instantaneous frequency measurement of microwave signals by photonic methods based on frequency-amplitude resonant-type discriminators and presents the principles of operation and description of the measuring device.

1. Введение

Более ранние работы по фотонному ИМЧ, методы которой нашли свое применение и развитие в методах и средствах ИМЧ на основе частотно-амплитудных дискриминаторов резонансного типа, были основаны на измерении оптической мощности несущего лазерного сигнала, модулированного СВЧ-излучением [1]. Идея этого метода заключается в использовании двух лазерных источников с разными длинами волн и оптического фильтра с синусоидальной спектральной характеристикой (например, петлевого фильтра Саньяка) и подачи модулированного лазерного излучения от обоих лазерных источников. Два двухчастотных сигнала, генерируемых на его выходе, подаются на оптический фильтр таким образом, что несущая частота первого лазера настроена на пик

спектральной характеристики синусоидального фильтра, а несущая частота второго лазера - на середину его спада. На выходе оптического фильтра сигналы демультиплексируются для выделения нужной пары гармоник двухчастотного сигнала и подаются на соответствующий фотоприемник канала демультиплексора, на выходе которого измеряются мощности сигналов биений и производится построение функции сравнения амплитуд, где каждая измеряемая частота имеет свое значение мощности.

2. Принципы работы

Блок-схема метода ИМЧ на контроле оптической мощности, показана на рис. 1а, а принцип измерения на основе оптического фильтра с синусоидальной спектральной характеристикой на рис. 1б.

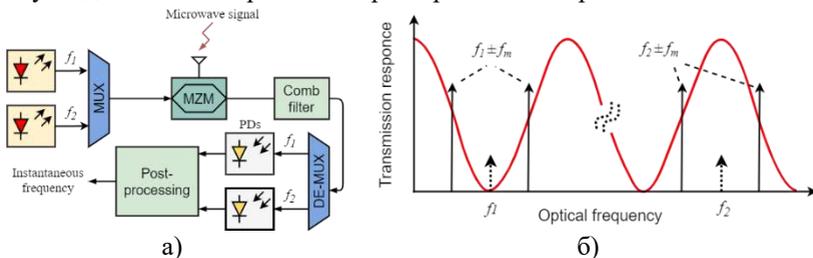


Рис. 1. Схема метода ИМЧ с контролем оптической мощности на оптическом фильтре: а - блок схема; б - принцип работы. MUX – мультиплексор; MZM – модулятор Маха-Цендера; DE-MUX – демультиплексор; PD – фотодиод [1].

Использование двух фотоприемников позволяет уменьшить влияние флуктуации мощности и нестабильности источника лазерного излучения, хотя и требует одинаковых характеристик фотоприемников.

3. Заключение

Дальнейшее усовершенствование этого метода осуществлено за счет использования пары оптических фильтров с одним лазерным источником. Такая реализация позволила упростить структуру ИЧМ-системы, уменьшить погрешность измерения и повысить точность измерения низких частот в диапазоне вблизи вершины и низа спектральной характеристики фильтра. Например, были продемонстрированы альтернативные методы реализации на основе двух каскадных ММЦ и перестраиваемой линии задержки, интерферометра в области поляризации и двух квадратных оптических фильтров.

Список литературы

1. Chi, H.; Zou, X.; Yao, J. An Approach to the Measurement of Microwave Frequency Based on Optical Power Monitoring. IEEE Photon Technol. Lett. 2008, 20, 1249–1251. <https://doi.org/10.1109/lpt.2008.926025>.

**ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ
СВЧ-СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНОЙ НЕПЛОСКОЙ
ГРЕБЕНКЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ**

Мальцев А.В.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MICROWAVE SIGNALS INSTANT FREQUENCY METER ON
SYMMETRIC NON-PLANE COMB. SETTING OF PROBLEMS**

Maltsev A.V.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждается концепция построения радиофотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов в сочетании измерительного преобразования «частота-амплитуда», подавлением несущей и формирования эквидистантных каналов на симметричной неплюсской гребенке частот для оценивания ее величины.

Abstract

The paper discusses the concept of constructing a microwave photonic device for measuring the instantaneous frequency of microwave signals in combination with measuring «frequency-amplitude» conversion, carrier suppression and the formation of equidistant channels on a symmetric non-planar frequency comb to estimate its magnitude.

1. Введение

Развитие радиофотонных технологий и соответствующей элементной базы привело к значительному прогрессу в методах и средствах измерения мгновенной частоты (ИМЧ) СВЧ-сигналов на основе оптических генераторов гребенок [1].

2. Основная часть

Ранее в КНИТУ-КАИ было предложено комбинированное устройство с плоским генератором гребенки и наклонным фильтром с линейно-изменяющейся частотной характеристикой на весь диапазон измерений

на базе ВБР.

Однако, существенным недостатком всех устройств ИМЧ с наличием в их структуре специальных ВБР, предъявление к ним очень высоких требований по точности изготовления и по стабильности к изменению параметров окружающей среды.

Новым шагом к развитию устройств ИМЧ СВЧ-сигналов стало их построение без применения ВБР. Так предложен эффективный метод генерации неплоского треугольного генератора гребенки, основанный на модуляции оптической несущей в ММЦ пилообразным сигналом, который содержит множество пограничных частот спадающей амплитуды с требуемым шагом гребенки в измеряемом диапазоне. Поскольку используется однополосная модуляция оптической несущей измеряемым СВЧ-сигналом во втором ММЦ, а сама несущая сдвинута по частоте в фазовом модуляторе и однополосном фильтре, области нижней и верхней полос гребенки, в которые попадают измеряемые составляющие, далее разделяются с помощью оптического гибрида и подаются на балансные фотоприемники для формирования частот биений.

Учитывая уже известные нам преимущества симметричных методов в данном докладе нами предложено устройство ИМЧ множества СВЧ-сигналов, которое существенно отличается от предложенного выше по простоте реализации. В верхнем плече устройства для двухполосного формирования измеряемых оптических составляющих, соответствующих множеству СВЧ-сигналов, используется ММЦ, работающий в точке минимального пропускания, а в нижнем плече – для формирования треугольной симметричной гребенки используется фазовый модулятор с коммутацией полуволнового напряжения с частотой, равной частоте гребенки. В обоих случаях происходит подавление оптической несущей, что позволяет снизить требования к ее стабильности, поскольку все измерения отвязаны от ее конкретного значения, а привязаны к значению пограничных частот каналов.

3. Заключение

В докладе обсуждены принципы построения радиофотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов на симметричной неплоской гребенке частот.

Список литературы

1. Севастьянов А.А., Морозов О.Г., Талипов А.А. и др. Формирование многочастотного излучения в двухпортовом модуляторе Маха-Цендера. Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 4. С. 232-236.

**ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ
СВЧ-СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНОЙ НЕПЛОСКОЙ
ГРЕБЕНКЕ. ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА**

Мальцев А.В.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MICROWAVE SIGNALS INSTANT FREQUENCY METER
ON SYMMETRIC NON-PLANE COMB. OPERATING PRINCIPLE
OF THE DEVICE**

Andrey Maltsev

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждается принцип работы радиофотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов на симметричной неплоской гребенке частот.

Abstract

The report discusses the principle of operation of a microwave photonics device for measuring the instantaneous frequency of microwave signals on a symmetric non-planar frequency comb.

1. Введение

В работе представлены и проанализированы результаты проектирования радиофотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов, включая ситуацию с одновременным измерением мгновенных частот их множества. Гребенка формируется по результатам ранее представленных исследований [1].

2. Основная часть

На рис. 1 показана структурная схема предлагаемого устройства. Устройство состоит из непрерывного лазера (ЛД), ММЦ, фазового модулятора (ФМ), и фотодетектора (ФД).

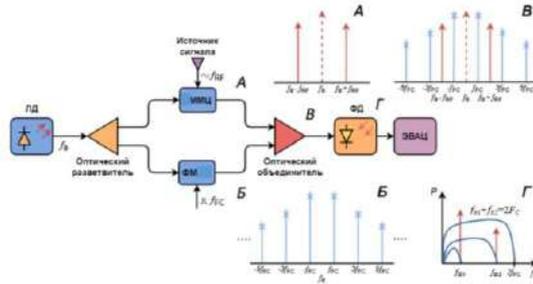


Рис. 1 – Структурная схема измерителя.

ММЦ используется для достижения двухполосной модуляции с подавлением несущей измеряемыми СВЧ-сигналами (А). ФМ используются для создания неплоской треугольной гребенки также с подавлением несущей (Б). На выходе оптического объединителя спектры излучений с выходов ММЦ и ФМ объединяются. Например, неизвестная частота F_R попадает в первый канал, как показано (В). На выходе фотоприемника получим два сигнала биений как в правой, так и левой полосах гребенки. Один от F_R и линии гребенки F_C , а другой от F_R и линии гребенки $3F_C$. Первый определяется как $f_{b1}=F_R-F_C$, а второй определяется как $f_{b2}=F_R-3F_C$. Выходной спектр ФП показан на (Г). Поскольку частоты f_{b1} и f_{b2} в правой и левой полосах получаются одинаковы для квадратичного фотоприемника можно говорить о сумме их амплитуд. На самом деле, когда проектируемое устройство получает неизвестную радиочастоту для измерения, предполагается, что она попадает между i -ой и $(i+2)$ -ой пограничными частотами. Соотношение мощностей α между сигналами биений на частотах f_{b1} и f_{b2} можно описать как:

$$\alpha = P_{f_{b1}} / P_{f_{b2}} = G_i^2 / G_{i+2}^2, \quad (1)$$

где G_i – амплитуда составляющей i -ой пограничной частоты.

Из (1) следует что отношения мощностей этих двух сигналов биений различаются в разных подканалах, поскольку каждому каналу соответствуют разные амплитуды пограничных частот.

3. Заключение

В докладе обсуждены принципы работы радиофотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов на симметричной неплоской гребенке частот.

Список литературы

1. Севастьянов А.А., Морозов О.Г., Талипов А.А. и др. Формирование многочастотного излучения в двухпортовом модуляторе Маха-Цендера. Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 4. С. 232-236.

**ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ
СВЧ-СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНОЙ
НЕПЛОСКОЙ ГРЕБЕНКЕ. МОДЕЛИРОВАНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ**

Мальцев А.В.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MICROWAVE SIGNALS INSTANT FREQUENCY METER ON
SYMMETRIC NON-PLANE COMB. SIMULATION OF
INFORMATION SIGNALS**

Maltsev A.V.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждаются результаты моделирования информационных сигналов радиوفотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов на симметричной неплоской гребенке частот.

Abstract

The report discusses the results of modeling information signals of a microwave photonics device for measuring the instantaneous frequency of microwave signals on a symmetric non-planar frequency comb.

1. Введение

В работе представлены и проанализированы результаты моделирования информационных сигналов радиوفотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов, включая ситуацию с попаданием частот в нулевой канал гребенки [1].

2. Основная часть

Спектральные характеристики информационных сигналом смоделированы в программе OptiWave System, и показаны на рис. 1. На рис. 1/1 показан выходной спектр ММЦ для измеряемой частоты на оптическую несущую. Для примера выбрана частота F_R , равная 1,7 ПГц, которая при

ширине каналов равной 2 ГГц попадает в первый канал. На рис. 1/2 показан выходной спектр ФМ для формирования гребенки частот с неплоским спектром и амплитудных составляющих, изменяющихся по закону $E_n=2E_0/\pi n$. Для примера выбрана частота F_C , равная 1 ГГц.

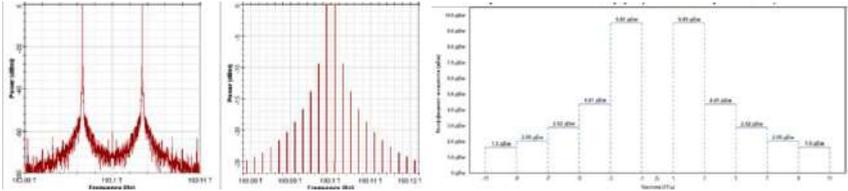


Рис. 1 – Сигналограммы на выходе ММЦ и ФМ, уровни вычислителя порогов.

Таким образом, процедура ИМЧ СВЧ-сигналов сводится к определению номера канала по отношению мощностей сигналов биений (рис. 1/3) и вычислению собственно мгновенной частоты внутри этого канала по значениям частот сигналов биений.

Для нулевого канала должна быть рассмотрена особая ситуация. Спектр сигнала для измерения выбранной в качестве примера измеряемой частоты 0,6 ГГц представлен на рис. 2/1.

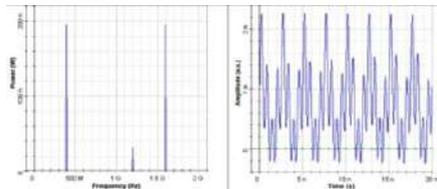


Рис. 2 – Спектр на входе и сигналограмма на выходе ФП для нулевого канала.

Спектр содержит частоту биений F_R с левой пограничной частотой $-F_C$ и правой пограничной частотой F_C . Между ними расположена искомая частота биений $2F_R$. Для нее характерна осциллограмма с коэффициентом амплитудной модуляции равным 1 (рис. 2/2).

3. Заключение

В докладе обсуждены результаты моделирования информационных сигналов радиопотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов на симметричной неплоской гребенке частот.

Список литературы

1. Севастьянов А.А., Морозов О.Г., Талипов А.А. и др. Формирование многочастотного излучения в двухпортовом модуляторе Маха-Цендера. Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 4. С. 232-236.

**ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ
СВЧ-СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНОЙ НЕПЛОСКОЙ
ГРЕБЕНКЕ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД**

Мальцев А.В.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MICROWAVE SIGNALS INSTANT FREQUENCY METER ON
SYMMETRIC NON-PLANE COMB.
EXPERIMENTAL SET-UP**

Maltsev A.V.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждаются результаты моделирования на экспериментальном стенде радиофотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов на симметричной неплоской гребенке частот.

Abstract

The report discusses the results of experimental modeling on set-up of a microwave photonics device for measuring the instantaneous frequency of microwave signals on a symmetric non-planar frequency comb.

1. Введение

В работе представлены и проанализированы результаты экспериментального моделирования на макете радиофотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов, включая ситуацию с попаданием частот в нулевой канал гребенки [1].

2. Основная часть

В стенде устройства (рис. 1) используется узкополосный лазерный источник с распределенной обратной связью с центральной длиной волны 1550 нм и шириной спектра менее 10 МГц. Выход устройства контролировался с помощью ЭВАЦ Rohde & Schwarz FSH8, обладающий диапазоном частот до 8 ГГц, с подключением к ПК через программу

FSH8 View для сохранения результатов измерений в виде массивов данных и Agilent E5071C с частотным диапазоном до 20 ГГц. В качестве ММЦ был использован модулятор, предоставленный ПАО «ПНППК», Пермь. Фазовая модуляция осуществлялась с помощью Thorlabs LN53S-FC.



Рис. 1 – Экспериментальный стенд.

В качестве тестовых частот использовались частоты 0,6, 3,4 и 6,2 ГГц. В результате на выходе фотоприемника были получены сигналы биений со спектрами, изображенными на рис. 2.

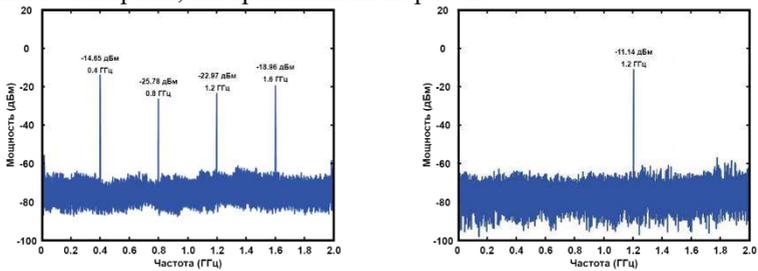


Рис. 2 – Спектрограммы 3,4 и 6,2 ГГц слева и 0,6 ГГц справа.

Для случая измерения частоты 3,4 ГГц отношение амплитуд сигналов биений составило 2,81 дБ, для случая измерения частоты 6,2 ГГц – 4,31 дБ (рис. 2/1). Для нулевого канала (рис. 2/2) показана выделенная информационная составляющая на удвоенной измеряемой частоте 0,6 ГГц. Погрешность измерений 1 МГц.

3. Заключение

В докладе обсуждены результаты экспериментального моделирования радиопотонного устройства измерения мгновенной частоты СВЧ-сигналов на симметричной неплюской гребенке частот.

Список литературы

1. Севастьянов А.А., Морозов О.Г., Талипов А.А. и др. Формирование многочастотного излучения в двухпортовом модуляторе Маха-Цендера. Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 4. С. 232-236.

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ
ЗАДЕРЖКИ КАК БАЗОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ
ДИАГРАММООБРАЗУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

Ольхова М.С.

Научный руководитель: Раевский Алексей Сергеевич,
д.ф.-м.н., профессор
(Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, г. Н.Новгород)

**FIBER-OPTIC DELAY LINE AS A BASIC ELEMENT
OF A DIAGRAM-FORMING DEVICE**

Olkhova M.S.

Supervisor: Aleksei S. Raevskii, professor
(Nizhny Novgorod state technical university named after
R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod)

Аннотация

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований волоконно-оптических линий задержки с различными типами модуляции интенсивности оптической несущей. Рассмотрены применения в линиях задержки источников оптического излучения постоянной интенсивности с модуляцией СВЧ сигнала внешним электрооптическим модулятором, а также лазерных излучателей с прямой модуляцией тока накачки.

Abstract

The report presents the results of experimental studies of fiber-optic delay lines with various types of optical carrier intensity modulation. Applications of constant intensity optical radiation sources with microwave signal modulation by an external electro-optical modulator, as well as laser emitters with direct modulation of the pumping current in delay lines are considered.

1. Основная часть

Для формирования диаграммы направленности фазированной антенной решетки (ФАР) необходимо, чтобы сигналы, подаваемые на элементы антенной решетки, обладали определенным фазовым сдвигом. В настоящее время наблюдается большой интерес к применению радиофо-

тонных и волоконно-оптических технологий при построении диаграммообразующих устройств.

В простейшем варианте заданную задержку, а соответственно, и фазовый сдвиг радиочастотного сигнала можно получить посредством волоконно-оптической линии задержки (ВОЛЗ). В ВОЛЗ может быть применена как внешняя модуляция оптической несущей, так и непосредственно модуляция тока накачки лазерного излучателя. В работе представлены результаты исследования характеристик этих двух типов ВОЛЗ.

Для корректировки времени задержки в небольших пределах можно использовать волоконные брэгговские решетки. На рисунке 1 представлена частотная зависимость времени задержки для ВОЛЗ с внешним электрооптическим модулятором, волоконным циркулятором и волоконной брэгговской решеткой.

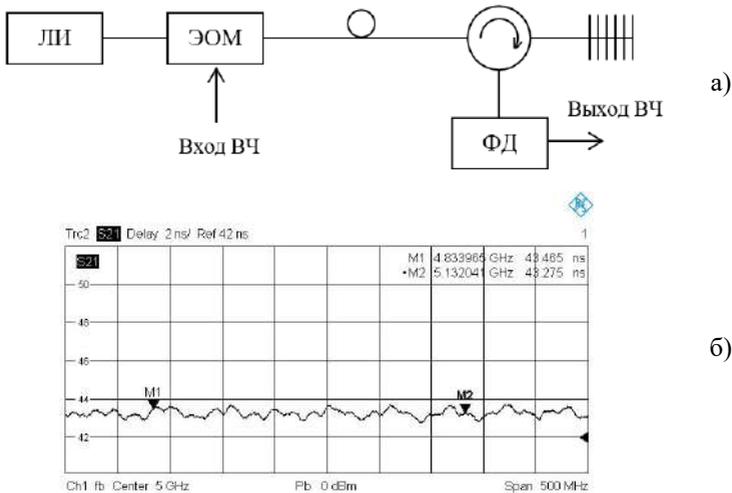


Рис. 1. Блок-схема ВОЛЗ (а) и частотная зависимость ее времени задержки (б)

Список литературы

1. Горшков, Б.Г. Волоконно-оптическая управляемая линия задержки для широкополосных активных фазированных антенных решеток // Радиотехника. – 2010. – №10. – С. 30-36.

ИЗМЕРЕНИЕ ДИАМЕТРА ПОЛЯ МОДЫ ЛИНЗОВАННОГО ВОЛОКНА, ИЗГОТОВЛЕННОГО МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ И ОПЛАВЛЕНИЯ

Паньков А.С., Жуков Л.О., Корнилицын А.Р., Пономарёв Р.С.

Научный руководитель: Пономарев Роман Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент
(Пермский государственный национальный исследовательский университет – ПГНИУ, г. Пермь)

MEASUREMENT OF THE DIAMETER OF THE MODE FIELD OF A LENSED FIBER MADE BY CHEMICAL ETCHING AND REFLOW

Pankov A.S., Zhukov L.O., Kornilicyn A.R., Ponomarev R.S.

Supervisor: Roman S. Ponomarev, assistant professor
(Perm State University - PSU, Perm)

Аннотация

В работе представлены результаты по измерению диаметра модового поля с помощью ИК камеры линзованных волокон, изготовленных методом химического травления и оплавления.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 121101300016-2).

Abstract

The results of measuring the diameter of the mode field using an IR camera of lensed fibers made by chemical etching and reflow are presented.

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. 121101300016-2).

1. Введение

Волоконные световоды с микролинзами на торце, называемые также линзованными волокнами, широко применяются в интегральной и волоконной оптике для повышения эффективности ввода/вывода излучения [1]. Свет на выходе из таких волокон фокусируется на конечном расстоянии, собираясь в пучок с определенным диаметром поля моды, вплоть до 2 мкм [2].

2. Измерение диаметра поля моды

Для определения значений диаметра модового поля D линзованных волокон использовалась ИК камера со съемкой в ближнем поле.

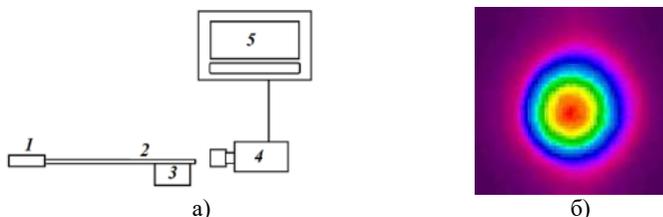


Рис.1. – а) Схема экспериментальной установки для измерения диаметра поля моды: 1 – источник излучения, 2 – исследуемая волоконная линза, 3 – микропозиционер, 4 – ИК камера, 5 – ПК с ПО для обработки изображения
 б) Пример изображения, получаемого с помощью матрицы ИК камеры.

Линза, закрепленная в оснастке и подключенная к источнику излучения с длиной волны 1550 нм располагалась на фокусном расстоянии относительно объектива ИК камеры. Диаметр модового поля линзованного волокна определялся в результате обработки изображения, полученного с матрицы ИК камеры, при фиксированных параметрах съемки. Калибровка камеры проводилась относительно одномодового волокна с плоским сколом. Численные результаты параметров некоторых линзованных волокон, созданных различными способами, приведены в таблице ниже, где f – это фокусное расстояние.

Таблица 1

Номер образца	f , мкм	D , мкм	Метод изготовления
12.58.7.02.23	4.0 ± 0.5	4.5 ± 0.5	Химическое травление
15.31.7.02.23	26.0 ± 1.0	2.0 ± 0.5	Вытягивание-оплавление

3. Заключение

Сравнительный анализ полученных данных показал, что в зависимости от метода производства линзованного волокна варьируются характеристики конечного продукта. Использование ИК камеры для определения поля моды достаточно, чтобы провести сравнительный анализ качества изготавливаемых линзованных волокон и дать рекомендации по усовершенствованию методов их производства.

Список литературы

1. B. Ounnas, B. Sauviac et al, Transactions on Antennas and Propagation // IEEE, – 2015, – Vol. 63(12), – P. 5612-5618.
2. Datasheet. Tapered and lensed fibers, OZ Optics. URL: https://www.ozoptics.com/ALLNEW_PDF/DTS0080.pdf.

ИЗМЕРЕНИЕ ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ ЛИНЗОВАННОГО ВОЛОКНА, ИЗГОТОВЛЕННОГО МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ И ОПЛАВЛЕНИЯ

*Паньков А.С., Жуков Л.Л., Шмырова А.И.,
Корнилицын А.Р., Пономарёв Р.С.*

Научный руководитель: Пономарев Роман Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент
(Пермский государственный национальный исследовательский университет – ПГНИУ, г. Пермь)

MEASUREMENT OF THE FOCAL LENGTH OF A LENSED FIBER MADE BY CHEMICAL ETCHING AND REFLOW

*Pankov A.S., Zhukov L.O., Shmyrova A.I.,
Kornilicyn A.R., Ponomarev R.S.*

Supervisor: Roman S. Ponomarev, assistant professor
(Perm State University - PSU, Perm)

Аннотация

В работе представлены результаты по измерению фокусного расстояния, с использованием интерферометра Фабри-Перо, линзованных волокон, изготовленных методом химического травления и оплавления.

Работа выполнена в рамках гос. задания Минобрнауки РФ (тема № 121101300016-2).

Abstract

The results of measuring the focal length using a Fabry-Perot interferometer of lensed fibers made by chemical etching and reflow are presented.

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Sci. and Higher Ed. of the RF (topic No. 121101300016-2).

1. Введение

Волоконные световоды с микролинзами на торце, называемые также линзованными волокнами, широко применяются в интегральной и волоконной оптике для повышения эффективности ввода/вывода излучения [1]. Они предназначены для оптимизации соединения волоконных световодов с различными оптическими компонентами.

2. Измерение фокусного расстояния

В работе представлен метод измерения фокусного расстояния f линзованных волокон, созданных методами химического травления и методом вытягивания-оплавления. Измерения фокусного расстояния проводились с помощью интерферометра Фабри-Перо (рис.1а). Излучение,

от источника излучения с длиной волны 1550 нм проходило через циркулятор, одна часть которого направлялась в измеритель оптической мощности, вторая – попадала в волоконную линзу.

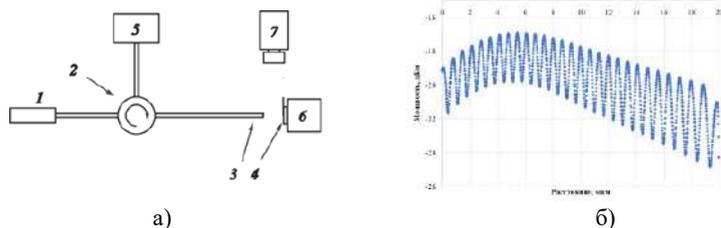


Рис. 1 – а) Схема экспериментальной установки интерферометра Фабри-Перо: 1 – источник излучения, 2 – оптический циркулятор, 3 – исследуемая волоконная линза, 4 – зеркальная поверхность, 5 – измеритель оптической мощности, 6 – микропозиционер, 7 – камера технического зрения
б) Пример распределения интерференционного сигнала.

Предметный луч интерферометра направлялся на зеркальную поверхность. Отражаясь, луч возвращался в волокно, проходя через которое также попадал в измеритель оптической мощности. Движение линзы относительно зеркальной поверхности варьировалось с помощью микропозиционера. С помощью камеры технического зрения осуществлялся визуальный контроль. Результатом измерения было распределение оптической мощности от расстояния между линзой и зеркалом. Распределение представляло собой интерференционный сигнал со средним параболическим профилем, вершина которого соответствует половине фокусного расстояния линзы (рис 1,б).

Численные результаты параметров некоторых линзованных волокон приведены в таблице, где D – диаметр поля моды.

Таблица 1

Номер образца	f , мкм	D , мкм	Метод изготовления
12.58.7.02.23	4.0 ± 0.5	4.5 ± 0.5	Химическое травление
15.31.7.02.23	26.0 ± 1.0	2.0 ± 0.5	Вытягивание-оплавление

3. Заключение

Сравнительный анализ полученных данных показал, что в зависимости от метода производства линзованного волокна варьируются характеристики конечного продукта. Наименьшим фокусным расстоянием обладают линзы, изготовленные методом травления.

Список литературы

1. B. Ounnas, B. Sauviac et al, Transactions on Antennas and Propagation // IEEE, – 2015, – Vol. 63(12), – P. 5612-5618.

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ
РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ
РЕШЕТКАХ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ**

Потанин А.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**FIBER-OPTIC DIFFERENTIAL FLOWMETER ON TWO FIBER
BRAGG GRATINGS. SETTING OF PROBLEMS**

Potinin A.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждается концепция развития оптических датчиков расхода с оценкой направления потока и возможностью повышения разрешающей способности и точности измерений, а также компенсации температуры на основе радиофотонных подходов.

Abstract

The paper discusses the development concept of optical flow sensors with an estimate of the flow direction and the possibility of increasing the resolution and accuracy of measurements, as well as temperature compensation based on microwave photonic approaches.

1. Введение

Во многих приложениях, таких как трубопроводные системы в газовой и нефтяной промышленности, системы канализации и водоснабжения в системах городской инфраструктуры мониторинг расхода жидкости на месте с помощью инновационных технологий высокой точности, надежности, экономичности и простоты установки и эксплуатации высоко востребован. Однако в большинстве из этих приложений, реализуемых в условиях высоких электромагнитных помех, температуры, давления и вибраций или наличия коррозионных веществ традиционные электрические расходомеры не подходят. Волоконно-оптические сенсорные системы превзошли традиционные аналоги своими уникальными преимуществами, такими как невосприимчивость к электромагнитным по-

мехам, компактностью размеров, потенциально низкой стоимостью чувствительных элементов волоконно-оптических датчиков (ВОД) и возможностью распределенного измерения на больших расстояниях [1], в том числе при работе в агрессивных средах.

2. Основная часть

ВОД прошлых поколений можно разделить на три категории: ВОД потока на основе вихреобразования, лазерные доплеровские измерители скорости и интерферометрические волоконные датчики потока с модуляцией низкокогерентного или спекл-спектра. Ни один из указанных датчиков не может дополнительно измерять направление потока, которое очень важно в ряде приложений. С ростом интереса к полностью волоконным системам большое внимание в последнее время уделяется ВОД, использующим волоконные брэгговские решетки (ВБР). Целью работы является поиск научно-обоснованных принципов развития ВОД расхода и направления потока, с возможностью повышения разрешающей способности и точности измерений в области малых расходов, а также компенсации температуры на основе радиофотоники. Для достижения цели должны быть: проанализированы типовые и нетиповые датчики расхода жидкостей, основанные на измерении дифференциального давления ВБР оптико-электронными методами; дана постановка задач определения направления потока с помощью радиофотонных подходов, как один из вариантов их развития; рассмотрена универсальная математическая модель для радиофотонного решения и определены требования к выбору элементной базы, отличной от классических ВБР; обсуждены возможности применения в датчиках расходомеров ВБР с фазовым π -сдвигом и адресных волоконных брэгговских структур, которые на первый взгляд могли бы улучшить их метрологические характеристики, но широко для этого не применяются.

3. Заключение

В докладе обсуждены принципы построения волоконно-оптических дифференциальных расходомеров на двух волоконных брэгговских решетках с радиофотонной обработкой информации.

Список литературы

1. Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Морозов О.Г. Уточнение положения центральной длины волны ВРБ в условиях плохого соотношения сигнал/шум // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2015. Т. 18. № 3-2. С. 98-102.

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ
РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ
РЕШЕТКАХ. АНАЛИЗ ТИПОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ**

Potaniin A.A.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**FIBER-OPTIC DIFFERENTIAL FLOWMETER ON TWO FIBER
BRAGG GRATINGS. ANALYSIS OF TYPICAL FLOWMETERS**

Potaniin A.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждаются результаты анализа расходомеров на ВБР. К ним относятся датчики дифференциального давления, тепловые анемометры, датчики консольного типа. Данные типы датчиков, как правило, не приспособлены и для измерения направления потока, а измерение потока связано с дорогой оптоэлектронной интеррогацией.

Abstract

The report discusses the results of FBG flowmeters analysis. Its include differential pressure sensors, thermal anemometers, cantilever type sensors. As a rule, they are not suitable for measuring the flow direction, and flow measurement is associated with an expensive optoelectronic interrogation.

1. Введение

Две ВБР с одинаковой брэгговской длиной волны симметрично заклеены вдоль внутренней стенки полый цилиндрической консоли. При этом плоскости двух ВБР перпендикулярны поперечному сечению трубопровода. Под воздействием жидкости консоль изгибается, и изгиб передается двум ВБР. В результате брэгговские длины волн двух ВБР смещаются. Одна ВБР показывает «красное» смещение при растяжении, а другая показывает «синее» смещение при сжатии [1].

2. Основная часть

В результате того, что две ВБР расположены близко друг к другу,

сдвиги их длин волн, вызванных температурой, считаются идентичным. Однако сдвиги, вызванные деформацией консоли направлены в противоположные стороны с одинаковыми значениями.

Анализ показывает, что типовые расходомеры на ВБР не позволяют определить направление движение потока. Различия могут возникнуть только в отклике механической системы.

Предварительные экспериментальные результаты показывают, что эти датчики могут быть использованы для измерения расхода жидкости с расходом от 0 до 1000 см³/с. При больших расходах центральные длины волн ВБР четко различимы, при малых они практически совпадают, а проблема перекрестной чувствительности датчиков ВБР при малых расходах решается дифференциальным методом, но не эффективно, поскольку разрешающая способность метода не может превысить ширину полосы отражения ВБР (0,2 нм) и разрешающую способность оптического анализатора спектра (0,02 нм).

Увеличить чувствительность датчика и диапазон измерения можно, изменив материал и размеры конструкции датчика.

Представленный принцип измерения и разработанная структура датчика имеют преимущества, заключающиеся в том, что

- конфигурация датчика состоит из неэлектрического привода и отсутствия движущихся частей;
- принцип измерения, основанный на модуляции длины волны света ВБР, позволяет избежать влияния вариации интенсивности света;
- разработанная консоль равной толщины равнобедренного треугольника улучшает качество спектра ВБР, что приводит к повышению разрешающей способности измерений;
- дифференциальная структура и метод повышают чувствительность датчика.

Основной задачей является задача определения направления потока.

3. Заключение

В докладе по результатам анализа типовых расходомеров ставится задача разработки методов для определения направления потока без изменения общей конструкции расходомера.

Список литературы

1. Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Морозов О.Г. Уточнение положения центральной длины волны ВРБ в условиях плохого соотношения сигнал/шум // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2015. Т. 18. № 3-2. С. 98-102.

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ
РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ
РЕШЕТКАХ. АНАЛИЗ НЕТИПОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ**

Potantin A.A.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**FIBER-OPTIC DIFFERENTIAL FLOWMETER ON TWO
FIBER BRAGG GRATINGS. ANALYSIS OF NON-TYPICAL
FLOWMETERS**

Potantin A.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждаются результаты анализа расходомеров на ВБР. К ним относятся нетиповые датчики с двумя разными ВБР. Данные типы датчиков, как правило, приспособлены для измерения направления потока, но измерение потока связано с дорогой оптоэлектронной интеррогацией.

Abstract

The report discusses the results of the analysis of flow meters at the FBG. These include non-standard sensors with two different FBGs. These types of sensors are generally capable of measuring flow direction, but flow measurement involves expensive optoelectronic interrogation.

1. Введение

Оптический датчик расхода перепада давления (ПД) был разработан для системы контроля гидравлического клапана с оптическим питанием и системы управления с обратной связью. В датчике ПД используются две разные ВБР, которые устанавливаются по обе стороны от его чувствительной диафрагмы. Сигнал расхода жидкости получается в виде дифференциального оптического сдвига длин волн с большой разностной частотой до 240 ГГц, что не просто обработать стандартными фотоприемниками [1], но при этом обеспечивается термокомпенсация.

2. Основная часть

Может быть предложена новая волоконно-оптическая сенсорная система, состоящая из кантилевера с одной волоконной брэгговской решеткой в качестве преобразователя для одновременного измерения скорости и направления потока жидкости. При этом вторая ВБР находится в потоке жидкости для измерения температуры.

Для ВБР, установленной на консоли из нержавеющей или пружинной стали, изменение расхода воды приводит к монотонному сдвигу длины волны брэгговского резонанса решетки, в то время как направление потока приводит либо к красному, либо к синему смещению на длине волны Брэгга из-за растянутого или сжатого состояния решетки. Сдвиги длины волны брэгговского резонанса ВБР на 0,077 и 0,826 нм при расходе воды 90 см³/с могут быть достигнуты с помощью консольных датчиков из нержавеющей стали и пружинной стали соответственно.

Предложен и продемонстрирован датчик скорости потока жидкости на основе ВБР, установленных в трубе и прикрепленных к дугообразной пластиковой конструкции на одинаковом расстоянии от обоих краев. Измеряемый поток жидкости давит на конструкцию, растягивая одну сторону и сжимая другую. Датчик был успешно проверен путем воздействия на устройство различных условий регулирования воздушного потока внутри трубы. Первая ВБР, попадающая под действие воздушного потока, растягивается, а вторая сжимается. Возможный дисбаланс двух сигналов обычно вызван несимметричным размещением или неоднородным потоком.

Анализ обеих схем подтвердил, что сигнал расхода жидкости получается в виде дифференциального оптического сдвига длин волн с большой разностной частотой до 240 ГГц, что не просто обработать стандартными фотоприемниками. При этом при нулевом расходе эта величина составляет 120 ГГц, что также требует дорогостоящего интеррогатора.

3. Заключение

В докладе по результатам анализа нетиповых расходомеров ставится задача разработки радиофотонных методов для определения направления потока без изменения общей конструкции расходомера на частотах до 10-40 ГГц.

Список литературы

1. Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Морозов О.Г. Уточнение положения центральной длины волны ВРБ в условиях плохого соотношения сигнал/шум // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2015. Т. 18. № 3-2. С. 98-102.

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ
РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ
РЕШЕТКАХ. РАДИОФОТОННЫЙ ПОДХОД**

Потанин А.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**FIBER-OPTIC DIFFERENTIAL FLOWMETER ON TWO FIBER
BRAGG GRATINGS. MICROWAVE PHOTONICS APPROACH**

Potaniin A.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе обсуждаются результаты анализа возможностей микро-волновой фотоники для построения расходомеров на ВБР. К ним относятся возможность построения такого расходомера в котором информация может быть получена как частота биений между центральными длинами волн двух одинаковых и разных ВБР.

Abstract

The report discusses the analysis results of microwave photonics possibilities for the construction of flowmeters on the FBG. These include the possibility of constructing such a flowmeter in which information can be obtained as the beat frequency between the central wavelengths of two identical or different FBGs.

1. Введение

Для анализа заменим ВБР на дельта-функцию и рассмотрим две ситуации: две одинаковые ВБР с одной центральной длиной волны и одинаковым температурным смещением, две разные ВБР с равным коэффициентом отражения и разным температурным смещением. Первая ситуация аналогична для типового, а вторая для нетипового волоконно-оптических расходомеров дифференциального давления [1].

2. Основная часть

Пропустим отраженные от ВБР составляющие через оптический

фильтр с наклонной линейной характеристикой. Спектральную характеристику оптического фильтра зададим в виде линейной зависимости.

На выходе фотоприемника в случае типового расходомера будут сформированы колебания биений на составляющих всех частот, из которых с помощью радиочастотных фильтров будут выделены составляющие только на частотах биений ω_1 и ω_2 для первого и второго положения решеток.

В случае не типового расходомера к ВБР1 прикладывается только температура, тогда разнос ω_1 будет меньше чем разнос для ВБР2, в котором учитывается еще и расход – ω_2 . При этом компоненты, формирующие ω_1 и ω_2 никогда не перейдут границы, определенной осью системы ω .

В данном случае определение частоты биений и суждение по ней о величине и направлении расхода не применимо, поскольку определяемая частота биений может лежать произвольно в диапазоне от нижней компоненты для ω_1 и верхней компоненты для ω_2 . Поэтому введем коэффициент модуляции для огибающей биений адресных составляющих M_1 и M_2 . При этом решение неравенств $M_1 < M_2$ или $M_1 > M_2$ дает возможность определить величину расхода и направление потока. Если выполняется первое неравенство, ускорение «положительное», движение вперед, если второе – ускорение «отрицательное», движение назад.

Данная функция была невозможна при обработке сигналов на ОАС.

3. Заключение

Приведенные данные показывают, что радиофотонные методы могут быть применены для измерения расхода жидкостей, однако следует существенно снизить их чувствительность, чтобы разностная частота при измерении максимального потока не выходила за диапазон 40 ГГц, для которого существует отработанная элементная база. В этом случае еще более актуальной становится задача – повысить разрешающую способность измерений и разработать методы для измерения малых расходов.

Список литературы

1. Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Морозов О.Г. Уточнение положения центральной длины волны ВРБ в условиях плохого соотношения сигнал/шум // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2015. Т. 18. № 3-2. С. 98-102.

**ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ
РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ
РЕШЕТКАХ. УЛУЧШЕНИЕ МЕТРОЛОГИИ**

Potantin A.A.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**FIBER-OPTIC DIFFERENTIAL FLOWMETER ON TWO FIBER
BRAGG GRATINGS. IMPROVEMENT OF METROLOGY**

Potantin A.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Учитывая разработанные в Казанской школе радиوفотоники методы измерений предложено использовать в расходомерах либо ВБР с фазовым сдвигом, либо адресные волоконные брэгговские структуры. Обсуждаются возможные преимущества их применения.

Abstract

Taking into account the measurement methods developed at the Kazan School of Microwave Photonics, it is proposed to use either FBG with a phase shift or addressable fiber Bragg structures in flowmeters. Possible advantages of their application are discussed.

1. Введение

Волоконно-оптические технологии предоставляют многочисленные возможности для различных промышленных и муниципальных систем, в том числе мониторинга расхода жидкостей. Показана возможность радиофотонных подходов, что позволит повысить точность измерений, которые будут проводиться по оптической информации, но в радиодиапазоне, где погрешность на несколько порядков ниже. При этом поставлена задача повышения разрешающей способности [1].

2. Основная часть

Увеличение разрешающей способности достигается использованием для анализа характерных сверхузкополосных особенностей спектра

отражения ВБР, применением узкополосных ВБР, построения интерферометров Фабри-Перо со сверхузкой полосой пропускания и т.д. Следует отметить, что в расходомерах практически не используется такая структура, как ВБР с фазовым π -сдвигом, отличающаяся наличием сверхузкополосной зоны пропускания, размещенной при определенных условиях на центральной длине волны решетки. Реально достижимая полуширина резонансного спектра датчика в конфигурации ИФП составляет 0,025 нм, а для ВБР – 0,5 нм. Это значит, что разрешающая способность ИФП в 20 раз лучше, чем у датчика на одной ВБР. Развивая данный подход можно использовать для создания ВБР с фазовым π -сдвигом, которая представляет собой простейший ИФП с длиной резонатора, не превышающей λ_v . Полуширина резонансного пика такого типа решеток может достигать 0,005 нм, что свидетельствует о возможном увеличении разрешающей способности измерений на два порядка по сравнению с датчиком на ВБР.

Кроме того, нами было найдено новое решение, основанное на применении вместо известных типов ВБР адресных волоконных брэгговских структур (АВБС). Основными их преимуществами являются возможность работы с более чем 64 датчиками на одной длине волны, наличие в их структуре сверхузкополосных окон прозрачности, разностная частота между которыми соответствует уникальному адресу каждой АВБС, возможность радиофотонного опроса каждой АВБС на частоте своего адреса и обработка информации в радиочастотной области, что существенно повышает метрологические характеристики расходомера.

3. Заключение

Несмотря на то, что были предприняты значительные усилия в области измерения с помощью АВБС давления, по-прежнему остаются нераскрытые области их применения. Кроме того, работы, выполняемые в лабораториях, далеки от реальных полевых условий. Таким образом, исследования стабильности расходомеров на АВБС должны быть сосредоточены на полевых исследованиях.

Список литературы

1. Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Морозов О.Г. Уточнение положения центральной длины волны ВРБ в условиях плохого соотношения сигнал/шум // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2015. Т. 18. № 3-2. С. 98-102.

МИКРОВОЛНОВЫЕ ФОТОННЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рак О.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE PHOTON PHASE SHIFTERS. STATEMENT OF RESEARCH OBJECTIVES

Rak O.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Чтобы соответствовать требованиям будущей многофункциональной радиолокационной системы, фазированная решетка должна иметь возможность работать в нескольких частотных диапазонах с хорошей частотной перестройкой. Микроволновые фотонные фазовращатели могут решить эту проблему, обеспечивая очень плоскую характеристику в большом спектральном диапазоне, но требуется выбор оптимальной структуры их построения.

Abstract

To meet the requirements of a future multifunctional radar system, a phased array must be able to operate in several frequency bands with good frequency agility. Microwave photonic phase shifters can solve this problem by providing a very flat response in a large spectral range, but the choice of the optimal structure of their construction is required.

1. Введение

В микроволновом фотонном фазовращателе (МФФ) микроволновый сигнал сначала преобразуется в оптическую область, обычно реализуемую посредством электрооптической модуляции. После обработки сигнала оптическим устройством или подсистемой осуществляется оптико-электрическое преобразование с помощью фотодетектора (ФД) для получения СВЧ-сигнала. Фаза микроволнового сигнала регулируется путем настройки параметров оптических устройств. В общем, МФФ можно

разделить на три категории на основе следующих оптических методов: векторного суммирования, медленного света и гетеродинамирования.

2. Основная часть

Принцип работы МФФ с векторным суммированием состоит в том, чтобы ввести начальную разность фаз в два микроволновых сигнала, а затем объединить их в оптической области. Настроив соотношение амплитуд между двумя векторными сигналами, можно регулировать фазу комбинированного сигнала. МФФ имеет большой рабочий спектральный диапазон свыше 30-60 ГГц. Метод векторного суммирования очень прост, но требует точного контроля амплитуд. Конструкция МФФ проста и основана на работе модулятора и фильтра.

Ключом к реализации МФФ на основе медленного света является изменение индекса групповой задержки среды передачи. Одна из таких систем реализована на основе эффекта вынужденного рассеяния Бриллюэна (ВРМБ) в сильно нелинейном волокне. На этом принципе построен МФФ на ВРМБ с диапазоном перестройки фазы 168 градусов и рабочим диапазоном частот 1-18 ГГц. Но реализация достаточно сложна и нестабильна.

МФФ на основе оптического гетеродина обычно реализуется путем введения разности фаз в две фазово-коррелированные оптические длины волны. После фотодетектирования оптическая разность фаз будет сопоставлена с фазой генерируемого микроволнового сигнала. Чтобы ввести разность фаз для двух оптических длин волн, обычно используется ВБР для их разделения на две ветви, а для регулировки фазы в одной ветви применяется электрооптический модулятор. Однако пространственное разделение двух оптических длин волн ухудшит стабильность системы.

3. Заключение

В докладе сравнены варианты реализации МФФ. Не исключая метод 2, метод 1 и метод 3 могут быть реализованы на основе метода Ильина-Морозова при выборе режимов амплитудно-фазовой модуляции. В этом случае можно опираться на результаты комбинированной работы [1], где анализируются как двухчастотные методы с коррелированной фазой, так и определение с их помощью параметров контура ВРМБ.

Список литературы

1. Морозов О.Г., Морозов Г.А., Талипов А.А., Куприянов В.Г. Определение характеристик спектра усиления Манделъштама – Бриллюэна с помощью двухчастотного зондирующего излучения // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2012. Т. 15. № 3. С. 95-100.

МИКРОВОЛНОВЫЕ ФОТОННЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ. АМПЛИТУДА ВЕКТОРНОЙ СУММЫ

Рак О.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE PHOTON PHASE SHIFTERS. AMPLITUDE OF VECTOR SUM

Rak O.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе анализируется векторная сумма двухчастотного сигнала, полученного на основе метода Ильина-Морозова и зависимость мгновенной амплитуды сигнала их биений на выходе фотоприемника.

Abstract

The paper analyzes the vector sum of a two-frequency signal obtained on the basis of the Ilyin-Morozov's method and the dependence of the instantaneous amplitude of the signal of their beats at the output of the photodetector.

1. Введение

На фотодетекторе, как на квадратичном элементе, фиксируется огибающая сигнала биений двух частотных компонент, полученных на основе метода Ильина-Морозова [1]. Определим зависимости для его мгновенной амплитуды.

2. Основная часть

Общий вид огибающей кривой для двухчастотного сигнала (ДС) можно представить в виде:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos((\omega_2 - \omega_1)t + \omega_{02} - \omega_{01}). \quad (1)$$

Обоснуем запись (1) амплитуды огибающей ДС. На рис. 1 представлена векторная диаграмма ДС. Векторы \vec{A}_1 и \vec{A}_2 – векторы первой и второй составляющих ДС соответственно. Модули векторов $A_1 = |\vec{A}_1|$ и

$A_2 = |\mathbf{A}_2|$ равны длинам векторов $\vec{\mathbf{A}}_1$ и $\vec{\mathbf{A}}_2$ соответственно. Для определенности примем, что $|\mathbf{A}_1| > |\mathbf{A}_2|$. Начальные фазы первой и второй составляющих ДС $\phi_1 = \phi_2 = 0$. Вектор $\vec{\mathbf{A}}_1$ расположим вдоль оси OO' , вектор $\vec{\mathbf{A}}_2$ вращается относительно него с угловой частотой Ω , а $\alpha_1(t) = \omega_1 t + \phi_1$ и $\alpha_2(t) = \omega_2 t + \phi_2$ – их мгновенные фазы, соответственно. Отсчет угла Ωt ведется от оси OO' .

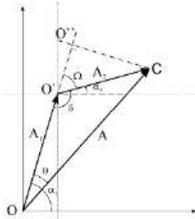


Рис. 1 – Диаграмма векторного сложения ДС

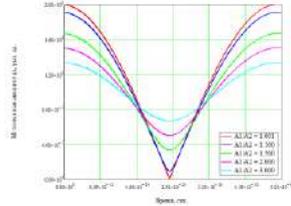


Рис. 2 – Зависимость мгновенной амплитуды от разных отношений A_1/A_2

Вектор $\vec{\mathbf{A}}$ является векторной суммой $\vec{\mathbf{A}}_1$ и $\vec{\mathbf{A}}_2$. Модуль вектора $|\mathbf{A}|$ равен мгновенному значению амплитуды ДС, а θ – мгновенное значение его фазы. Рассмотрим треугольник $OO'C$, угол $\delta(t)$ в нем равен $\delta(t) = \pi + \alpha_2(t) - \alpha_1(t)$. По теореме косинусов получим связь между сторонами треугольника:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2 \cos(\delta(t)). \quad (2)$$

Проанализируем зависимости результирующего значения огибающей ДС для различных значений отношения амплитуд зондирующих сигналов A_1 / A_2 (рис. 2).

3. Заключение

Показано, что МФФ могут быть реализованы на основе метода Ильина-Морозова при выборе режимов амплитудной модуляции.

Список литературы

1. Морозов О.Г., Морозов Г.А., Талипов А.А., Куприянов В.Г. Определение характеристик спектра усиления Манделъштама – Бриллюэна с помощью двухчастотного зондирующего излучения // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2012. Т. 15. № 3. С. 95-100.

МИКРОВОЛНОВЫЕ ФОТОННЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ. ФАЗА ВЕКТОРНОЙ СУММЫ

Рак О.А.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE PHOTON PHASE SHIFTERS. PHASE OF VECTOR SUM

Rak O.A.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе анализируется векторная сумма двухчастотного сигнала, полученного на основе метода Ильина-Морозова и зависимость мгновенной фазы сигнала их биений на выходе фотоприемника.

Abstract

The paper analyzes the vector sum of a two-frequency signal obtained on the basis of the Ilyin-Morozov's method and the dependence of the instantaneous phase of the signal of their beats at the output of the photodetector.

1. Введение

На фотодетекторе, как на квадратичном элементе, фиксируется огибающая сигнала биений двух частотных компонент, полученных на основе метода Ильина-Морозова [1]. Определим зависимости для его мгновенной фазы.

2. Основная часть

Общий вид огибающей кривой для двухчастотного сигнала (ДС) можно представить в виде:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos((\omega_2 - \omega_1)t + \omega_{02} - \omega_{01}). \quad (1)$$

Обоснуем запись (1) для фазы огибающей ДС.

Найдем зависимость между мгновенными фазами каждой из двухчастотных составляющих и фазой результирующего колебания биения.

Рассмотрим треугольник $\Delta OO''C$, для которого справедливо соотношение:

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{OO''C}{OO''} = \frac{A_2 \sin(\Omega t + \Omega_0)}{A_1 + A_2 \cos(\Omega t + \Omega_0)}. \quad (1)$$

Справедлива взаимосвязь между фазами исходных зондирующих колебаний и результирующей фазой:

$$\Omega t + \Omega_0 = \omega_1 t + \phi_1 - \omega_2 t - \phi_2. \quad (2)$$

Очевидно, что при $t = 0$ начальная фаза результирующего колебания имеет вид $\Omega_0 = \phi_1 - \phi_2$, а для произвольного значения времени $\Omega = \omega_1 - \omega_2$.

Перепишем соотношение (3), выразив мгновенную фазу через отношение амплитуд A_1/A_2 .

$$\theta = \arctg \left(\frac{\sin(\Omega t + \Omega_0)}{A_1/A_2 + \cos(\Omega t + \Omega_0)} \right). \quad (3)$$

Проанализируем зависимости результирующего значения фазы огибающей ДС для различных значений отношения амплитуд зондирующих сигналов A_1 / A_2 (рис. 1).

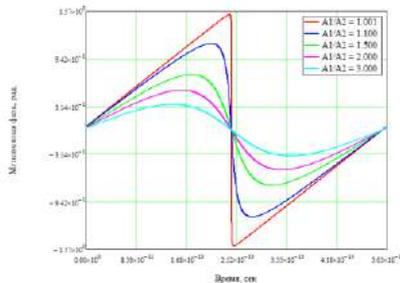


Рис. 1 – Зависимость мгновенной фазы от разных соотношений A_1/A_2

3. Заключение

Показано, что МФФ могут быть реализованы на основе метода Ильина-Морозова при выборе режимов фазовой модуляции.

Список литературы

1. Морозов О.Г., Морозов Г.А., Талипов А.А., Куприянов В.Г. Определение характеристик спектра усиления Манделъштама – Бриллюэна с помощью двухчастотного зондирующего излучения // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2012. Т. 15. № 3. С. 95-100.

РАЗВИТИЕ ДОПЛЕРОВСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ СКОРОСТИ НА ОСНОВЕ РАДИОФОТОННЫХ АРХИТЕКТУР

Силаков К.А., Викулов К.В., Денисенко П.Е., Денисенко Е.П.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE EVOLUTION OF THE DOPPLER VELOCITY MEASURERS BASED ON RADIOPHOTONICS ARCHITECTURES

Silakov K.A., Vikulov K.V., Denisenko P.E., Denisenko E.P.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматриваются особенности методов реализации доплеровских измерителей скорости с применением технологий радиофотоники.

Abstract

In this work the features of the methods for implementation doppler velocity measurers with the application of radiophotonic technologies are considered.

В основе работы доплеровских измерителей скорости лежит принцип определения доплеровского смещения частоты (ДСЧ), что позволяет сделать вывод о скорости объекта и направлении его движения. Применение радиофотонных технологий в этой области дает неоспоримые преимущества.

На данный момент наиболее распространены схемы измерения ДСЧ, реализованные в модуляторах Маха-Цандера. К таким методам, например, относится работа [1]. Преимуществами такой схемы является относительная простота структуры, наличие в схеме только одного канала, независимость результата измерения от фазы сигнала. Недостатком этого метода является возможная нестабильность напряжений смещения модулятора, что приводит к неидеальной модуляции оптической несущей РЧ-сигналами и вызывает присутствие нежелательных сигналов в спектре на выходе измерительной системы, что плохо влияет на динамический диапазон измерений.

Отличительной особенностью метода [2] является внесение частотного сдвига в сигнал при подаче на DC порт DD-MZM модулятора

низкочастотного пилообразного сигнала. Преимуществом такого метода является отсутствие необходимости фиксировать модулятор в конкретной точке передаточной характеристики, а также то, что для измерения ДСЧ требуется обычный частотомер. Однако здесь используется оптический фильтр, который вследствие неидеальности характеристики не полностью подавляет оптическую несущую, что приводит к помехам.

В работе [3] применяется схема на основе петли Саньяка и I/Q-детектирования. Система имеет преимущество в большой полосе рабочих частот и независимости от поляризации. Недостатком системы является необходимость использовать оптические фильтры в качестве демультимплексора WDM для разделения I/Q-каналов с подавлением несущей. Такое решение приводит к возникновению нежелательных сигналов, влияющих на качество измерения ДСЧ.

Таким образом, в системах измерения ДСЧ существует проблема подавления несущей, которую в основном пытаются решить, используя модуляторы Маха-Цандера и оптические фильтры, что не дает идеального результата, однако предложенный подход [4] на основе тандемной амплитудно-фазовой модуляции (ТАФМ) дает возможность полного подавления несущей, что позволяет уменьшить погрешность измерений.

Список литературы

1. H. Zhuo, A. Wen and Z. Tu. Photonic Doppler frequency shift measurement without ambiguity based on cascade modulation // *Optics Communications*. – 2020. – №470. – P. 125798.
2. C. Huang, E.H.W. Chan. All-Optical Pulsed Signal Doppler Frequency Shift Measurement System // *IEEE Photonics Technology Letters*. – 2021. – №13(6).
3. Y. Gao, B. Kang, Y. Chen., Y. Zhao, W. Zhang and Y. Fan. A Simple and All-Optical Microwave Doppler Frequency Shift and Phase Measurement System Based on Sagnac Loop and I/Q Detection // *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. – 2021. – №70.
4. Морозов О.Г., Морозов Г.А., Ильин Г.И., Нуреев И.И., Сахабутдинов А.Ж., Ростокин И.Н., Иванов А.А., Лустина А.А., Денисенко Е.П., Денисенко П.Е., Андреев В.Д. Радиофотонный метод определения доплеровского изменения частоты отражённого радиолокационного сигнала на основе тандемной амплитудно-фазовой модуляции // *Вестник Поволжского государственного технологического университета*. – 2021. – №1(49). – С.63-75.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТЕ ФАЗОВОГО СДВИГА

Смирнов Н.Д., Липатников К.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

COMPUTER MODEL OF A FIBER-OPTIC TEMPERATURE SENSOR BASED ON A PHASE SHIFT

Smirnov N.D., Lipatnikov K.A.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной работе представлено решение по измерению температуры при помощи волоконно-оптического датчика на эффекте фазового сдвига. Представлена компьютерная модель, позволяющая определить оптимальные значения частоты и длины отрезков для создания рабочей модели и дальнейшего подбора аппаратуры.

Abstract

This paper presents a solution for measuring temperature using a fiber-optic sensor based on the phase shift effect. A computer model is presented that makes it possible to determine the optimal values of the frequency and length of segments for creating a working model and further selection of equipment.

Схема волоконно-оптического датчика с фазовым сдвигом представляет собой интерферометр, где одно плечо – опорное, другое – измерительное (подвергается воздействию температуры). Помещенное в изучаемую среду, измерительное плечо подвергается воздействию теплового поля, в следствие чего возникает термооптический эффект, который изменяет показатель преломления, что изменяет длину пути света, и происходит сдвиг фазы информационного сигнала [1].

Компьютерное моделирование системы осуществлялось в программе OptiSystem. В качестве фазовой задержки вызванной температурой использовался блок Phase Shift и данные математической модели. Для верификации математической модели построим схему согласно рисунку 1.

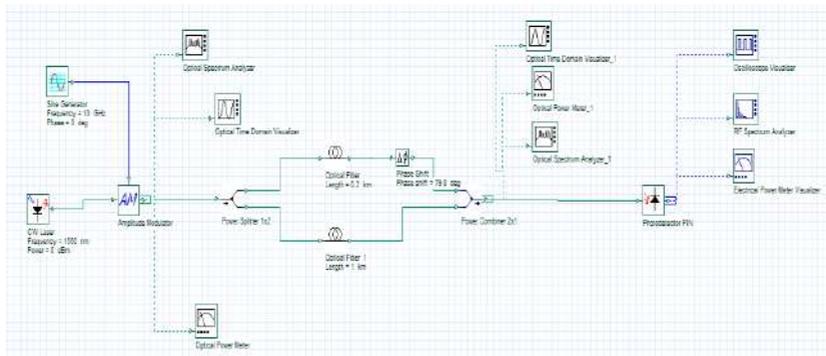


Рис. 1 – Схема волоконно-оптического датчика с фазовым сдвигом

По результатам моделирования построим график зависимости выходной мощности от температуры.

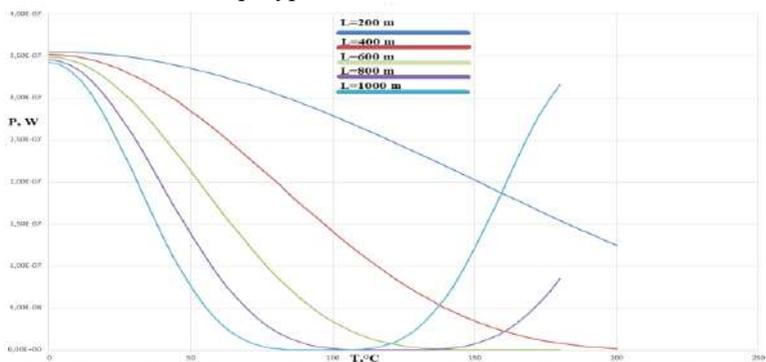


Рис. 2 – График зависимости мощности от температуры

Из рисунка 2 видно, что при длинах линий 200 и 400 метров достигается наибольший диапазон температуры. Большой уклон графиков говорит о большей чувствительности датчика. Наиболее подходящей и сбалансированной является линия длиной 400 м в угоду своей чувствительности и диапазона температур. Получив разные соотношения данных параметров, возможно реализовать каждое из решений под определенную задачу.

Список литературы

1. А. А. Kuznetsov, О. G. Morozov, I. I. Nureev [etc.], Datchik iznosa i temperatury izdeliya na osnove volokonno-opticheskogo chuvstvitelnogo elementa, Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk, 2015, T. 17, № 6-2, pp. 455-460.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТЕ ФАЗОВОГО СДВИГА

Смирнов Н.Д., Липатников К.А.

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MATHEMATICAL MODEL OF A FIBER-OPTIC TEMPERATURE SENSOR BASED ON A PHASE SHIFT

Smirnov N.D., Lipatnikov K.A.

(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе представлено решение по измерению температуры при помощи волоконно-оптического датчика на эффекте фазового сдвига. Рассчитана математическая модель, позволяющая определить оптимальные значения длин отрезков волокна для создания рабочей модели и дальнейшего подбора аппаратуры.

Abstract

This paper presents a solution for measuring temperature using a fiber-optic sensor based on the phase shift effect. A mathematical model has been calculated that makes it possible to determine the optimal values of the lengths of fiber segments for creating a working model and further selection of equipment.

Схема волоконно-оптического датчика с фазовым сдвигом представляет собой интерферометр, где одно плечо – опорное, другое – измерительное (подвергается воздействию температуры). Помещенное в изучаемую среду, измерительное плечо подвергается воздействию теплового поля, в следствие чего возникает термооптический эффект, который изменяет показатель преломления, что изменяет длину пути света, и происходит сдвиг фазы информационного сигнала.

Для создания рабочей модели и дальнейшего подбора аппаратуры необходимо определить оптимальные значения частоты и длины отрезка оптического волокна в опорном и измерительном плече.

$$\Delta n = -0.68 * 10^{-5} * n * \Delta T, \quad (1)$$

$$\Delta t = \frac{L * \Delta n(T)}{c}, \quad (2)$$

$$\varphi = 2\pi * \Delta t * f, \quad (3)$$

Опираясь на формулы 1-3, нам необходимо посчитать зависимость сдвига фазы от разных значений частоты при установленных длинах отрезка: 200 м, 400 м, 600 м, 800 м, 1000 м и значениях частоты 1-10 ГГц с шагом 1 ГГц. По полученным данным построим семейство кривых. Для однозначного определения показаний датчика, сдвиг фазы от воздействия температуры не должен превышать 180 градусов, т.к. форма синусоидальная и имеет периодический характер [1].

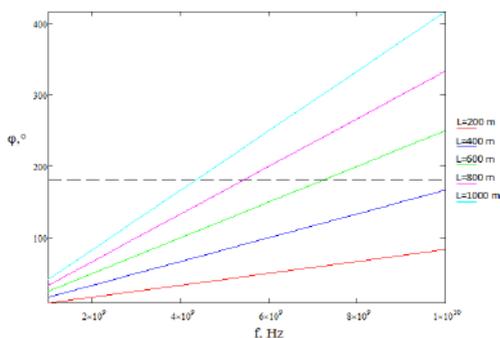


Рис. 1 - Зависимость сдвига фазы от частоты

Из рисунка 1 видно, что сдвиг фазы отрезков 200 м и 400 м полностью укладываются в диапазон сдвига фазы 180 градусов, обеспечивая измерение температуры в 200 °С. А отрезки 600, 800 и 1000 м выходя из этого диапазона и обеспечивают меньший температурный диапазон. Однако если посмотреть на график, видно, что угол наклона для линий 600, 800 и 1000 м значительно больше, что позволяет предположить, что они имеют большую чувствительность.

Список литературы

1. К.А. Lipatnikov, A.Z. Sahabutdinov, I.I. Nureev, A.A. Kuznetsov, L.M. Fashutdinov. Fiber-Optic Vibration Sensor «VIB-A» // 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2019, 3 May 2019, № 8706731.

ВОЛОКОННО-АКУСТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

Федоров А.Г.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FIBER-OPTIC ACOUSTIC COMMUNICATION LINES

Fedorov A.G.

Supervisor: Vasily Yurievich Vinogradov, d.t.s., professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается волоконно-акустические линии связи. Представлены преимущества и недостатки данной технологии. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article discusses fiber-optic acoustic communication lines, presents the advantages and disadvantages of this technology, and identifies the problems associated with it.

1. Введение

Волоконно-акустические линии связи – это передающая технология, которая использует волоконно-оптические кабели для передачи звуковых волн. Она отличается от традиционных электромагнитных линий связи, которые используют радиоволны или электрические импульсы для передачи данных.

2. Преимущества и недостатки волоконно-акустических линий связи

Одним из главных преимуществ волоконно-акустических линий связи является их высокая скорость передачи данных. Это возможно благодаря использованию световых волн вместо электрических сигналов, что позволяет передавать данные на большие расстояния с высокой скоростью. Кроме того, волоконно-акустические линии связи более безопасны для здоровья, чем традиционные линии связи, так как не выделяют радиоактивных волн.

Волоконно-акустические линии связи также имеют более высокую степень надежности и устойчивости к внешним воздействиям, таким как электромагнитные помехи или сильные ветры. Кабели волоконно-акустических линий связи имеют более высокую прочность и долговечность, что позволяет им сохранять свои характеристики в течение длительного времени.

Одним из главных недостатков волоконно-акустических линий связи является их высокая стоимость. Установка и обслуживание волоконно-акустических линий связи требуют значительных затрат, что может стать проблемой для малых и средних предприятий. Кроме того, в случае повреждения кабеля, восстановление связи может занять длительное время, так как требуется проведение ремонтных работ на месте повреждения.

3. Проблемы данной темы

Одной из основных проблем волоконно-акустических линий связи является проблема потери сигнала в кабеле. Потеря сигнала может быть вызвана различными факторами, такими как деформации кабеля, повреждение его поверхности или взаимодействие с внешними электромагнитными полями. Это может привести к снижению качества связи и даже к полной потере связи. Для решения этой проблемы используются специальные усилители, которые усиливают сигнал и компенсируют потери в кабеле.

Другой проблемой волоконно-акустических линий связи является их уязвимость к кибератакам. Хакеры могут использовать различные методы для вторжения в систему и перехвата передаваемых данных. Для защиты от кибератак используются различные методы шифрования данных и механизмы аутентификации.

Также следует учитывать, что для установки волоконно-акустических линий связи требуются специализированные навыки и оборудование.

4. Заключение

Таким образом, волоконно-акустические линии связи представляют собой передовую технологию связи, которая обеспечивает высокую скорость передачи данных, надежность и безопасность. Однако, они имеют и свои недостатки, и проблемы, которые должны быть учтены при реализации такой системы связи.

Список литературы

1. John M. Senior, Stimulated Brillouin scattering // Optical Fiber communications Principles and Practice, – 2003, – Vol.3, – P. 98-99.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО
ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДОПУСКОВ НА ПАРАМЕТРЫ
ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

Хазов Д.В.

Научный руководитель: Карпов Алексей Иванович, к. т. н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**USING THE MONTE CARLO METHOD TO EVALUATE
THE EFFECT OF TOLERANCES ON THE PARAMETERS
OF THE OPTICAL SYSTEM**

Khazov D.V.

Supervisor: Karpov Alexey Ivanovich, Ph.D, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе рассматривается применение метода Монте-Карло к оптической системе.

Abstract

The paper considers the application of the Monte Carlo method to an optical system.

Анализ чувствительности и расчет допусков рассматривают отклонение конструктивных параметров от номинала изолированно. Однако в реальной системе все отклонения происходят одновременно. Чтобы учесть сложение эффектов от изменения отдельных параметров проведем статистическое моделирование. Самым простым его вариантом является применение метода Монте-Карло[1]. В этом случае генерируется большое количество вариантов оптической системы в программе ZEMAX со случайными отклонениями всех конструктивных параметров в рамках указанных допусков[2]. Для каждой из сгенерированных систем вычисляется критерий качества и по всему массиву данных определяется вероятность достижения определенной величины критерия.

В таблице 1 приведены результаты анализа методом Монте-Карло для 200 циклов.

Таблица 1.

Номинальное значение, мм	4.145
Лучшее значение, мм	2.166
Худшее значение, мм	28.07

На рисунке 1 график зависимости вероятности достижения определенного радиуса точечной диаграммы от его значения.

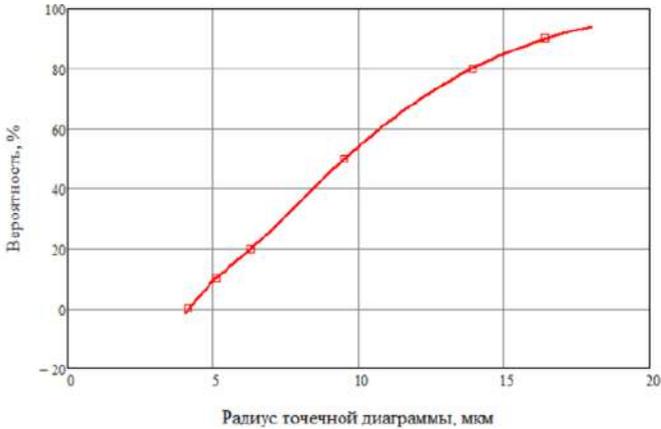


Рисунок 1 Вероятность выполнения требования к размеру пятна рассеяния.

График показывает, что вероятность выполнения выбранного требования, т.е. получения размера пятна рассеяния не более 1 пикселя, составляет 84%.

Список литературы

1. Михайлов, Г. А. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 323 с.
2. ZEMAX: software for optical system design. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.radiantzemax.com/>. (Дата обращения: 02.04.2023).

**СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ
СПЕКТРОГРАФА**

Харитонов Д.Ю.

Научный руководитель: Муслимов Эдуард Ринатович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DATA PROCESSING MEANS FOR EXPERIMENTAL DETERMINA-
TION OF A SPECTROGRAPH RESOLUTION**

Kharitonov D.Yu.

Supervisor: Eduard R. Muslimov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A. N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается установка для экспериментального определения разрешения спектрографа. Описаны программные средства для автоматической обработки данных, получаемых с цифрового микроскопа.

Abstract

The article presents a setup for experimental determination of a slitless spectrograph resolution. Software tools for automatic processing of data obtained from a digital microscope are described.

1. Введение

Качество изображения спектрографа можно охарактеризовать спектральным разрешением, измеряемым в плоскости дисперсии, и пространственным разрешением, измеряемым в перпендикулярной плоскости. Для определения данных характеристик в лабораторных условиях необходимо зарегистрировать цифровое изображение тест-объекта и с помощью программных средств определить его размеры по заданному уровню интенсивности или контраста [1].

2. Состав и работа экспериментальной установки

Для определения разрешения используется установка, показанная на Рис.1А и включающая: 1 – источник излучения (галогеновая лампа),

2 – конденсор, 3 – стандартную спектральную щель, 4 – коллимирующий объектив, 5 – ирисовую диафрагму, 6 – фокусирующий объектив, 7 – цифровой микроскоп «Эксперт».

Изображения, выгружаемые с цифрового микроскопа, обрабатываются в среде MATLAB. Разработанные программные средства позволяют считать серию изображений, устранить децентрировку и разворот изображения щели (Рис.1Б), определить распределение освещенности в изображении и построить сглаживающую кривую Гаусса (Рис.1В). По полученным данным определяется ширина кривой на половине высоты, из которых далее может определяться предел разрешения и спектральное разрешение.

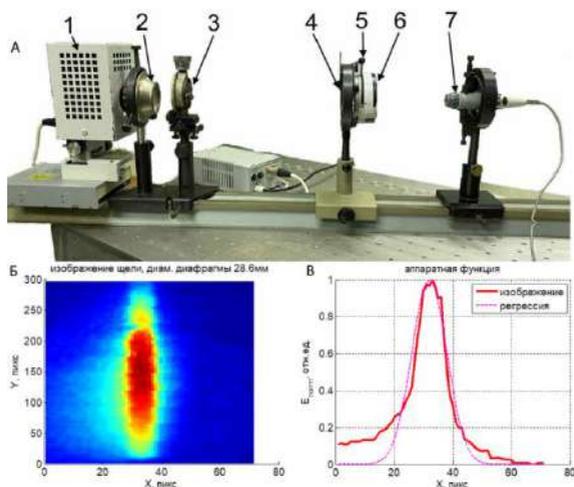


Рис. 1. Измерение разрешения: А – схема установки, Б – изображение щели, В – аппаратная функция.

3. Заключение

Разработана лабораторная установка для определения разрешения спектрографа, а также программные средства для обработки получаемых с ее помощью данных. Далее она будет использована для исследования бесщелевого спектрографа, устанавливаемого в сходящемся пучке после объектива б.

Список литературы

1. Muslimov E, Akhmetov D, Kharitonov D, et al. Optical Design of a Slitless Astronomical Spectrograph with a Composite Holographic Grism // Photonics. 2023; 10(4): 385.

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Чеплаков А.Н.

Научный руководитель: Молин Дмитрий Александрович, к. т. н., доцент
Языковой консультант: Лаптева Елена Юрьевна, к. пед. н. доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

COMBINED METHOD OF HIGH-VOLTAGE EQUIPMENT DIAGNOSTICS

Cheplakov A. N.

Supervisor: Dmitry Aleksandrovich Molin, Ph.D, Associate Professor
Language advisor: Elena Yurievna Lapteva, Ph.D, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматривается комбинированный метод контроля состояния высоковольтного оборудования с использованием оптического диагностического прибора на основе дихроичных фильтров, работающего одновременно в трех спектральных диапазонах.

Abstract

The article deals with a combined method of controlling the condition of high-voltage equipment by using an optical diagnostic device based on dichroic filters, which operates simultaneously in three spectral ranges.

1. Introduction

High-voltage equipment is regularly exposed to the adverse effects of nature and man, and, therefore, consequently fails, what creates the need for premature diagnostics of its condition.

There are the following ways of inspecting the condition of high-voltage equipment: acoustic (ultrasonic method), optical (methods studying ultraviolet, visible and infrared radiation), fluoroscopic [1].

In most cases, ultrasound and a combination of infrared and ultraviolet methods are used for field inspection of high voltage equipment.

Fluoroscopy cannot be used in field inspections, because the equipment

can weigh up to several tons and is designed to inspect internal defects in insulators.

2. Combined method

In this paper we consider a combined method that combines the study of three optical ranges at the same time: ultraviolet, visible and infrared. In this method the functions of the method are divided as follows [2]:

ultraviolet range - allows you to detect and measure the value of corona discharge, which is formed on the surface of high-voltage equipment;

visible - allows you to distinguish insulators, wires and other structural elements that have different resistances and material properties;

infrared - allows you to measure the range, detect and measure the temperature of high-voltage equipment.

It is also proposed that the three-band device will be located on an unmanned aerial vehicle (e. g. quadcopter) capable of performing automatic flight along the route.

At the same time, distinguishing the objects of observation in the three spectral ranges will be done by a trained neural network, since different elements of high-voltage equipment structures have distinctive features, for example in the visible range wires are black and thin structures, while insulators are thicker and lighter and get hotter than wires.

3. Conclusion

The use of three optical bands simultaneously in one device allows you to fully automate the process of diagnosing the condition of high-voltage equipment, which reduces the cost and increases the effectiveness of diagnostics.

Список литературы

1. Арбузов Р.С. Современные методы диагностики воздушных линий электропередачи / Р.С. Арбузов, А.Г. Овсянников Новосибирск: Наука, 2009.136 с., ISBN: 978-5-02-023275-4.

2. Чеплаков А.Н., Мельников А.Н., Лукин А.В. Оптическая схема устройства диагностики высоковольтного оборудования на базе дихроичных фильтров // Оптический журнал. 2023. Т. 90. № 3. С. 60–67. <http://doi.org/10.17586/1023-5086-2023-90-03-60-67>.

ОБЪЕКТИВ ЖЕСТКОГО МЕДИЦИНСКОГО ЭНДОСКОПА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ICG

Чеплаков А.Н.

Научный руководитель: Молин Дмитрий Александрович, к. т. н., доцент
Языковой консультант: Лаптева Елена Юрьевна, к. пед. н. доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

MEDICAL RIGID ENDOSCOPE LENS FOR ICG TECHNOLOGY

Cheplakov A. N.

Supervisor: Dmitry Aleksandrovich Molin, Ph.D, Associate Professor
Language advisor: Lapteva Elena Yurievna, Ph.D, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В работе рассмотрен вариант объектива эндоскопа, предназначенного для использования в технологии флюоресценции индоцианина зеленого. Рассмотрены некоторые требования, которые следует учитывать при расчете оптической системы эндоскопа для технологии флюоресценции индоцианина зеленого.

Abstract

This paper considers a version of an endoscope lens designed for use in the indocyanine green fluorescence technology. Some requirements that should be taken into account when calculating the endoscope optical system for indocyanine green fluorescence technology are analyzed.

1. Introduction

ICG (indocyanine green) fluorescence technology and its analogues are currently spreading in minimally invasive medicine to improve recognition of anatomical structures of the human body in the operating field [1].

Indocyanine has its absorption peak at 789 nm and emission peak at 814 nm; this useful property has found its application in medicine. Radiation in the visible spectral range with a wavelength of less than 650 nm. is well absorbed by water, and the near-infrared spectral range with a wavelength greater than 900 nm. is well absorbed by water. Therefore, fluorescent substances that emit and absorb in the optical range between 650 and 900 nm. are widely used in

medicine.

2. Endoscope lens

The endoscope lens is designed to form a miniaturized image of the studied object. Since the image built by the lens must have a small size due to the small diameter of the endoscope optical channel, the lens must also have a short focal length [2].

In the simplest version, an endoscope lens can be made in the form of a collecting lens. But since the endoscope must have a wide field of view, the endoscope scheme requires more than 5-6 optical elements, the more lenses the unit has, the more aberrations can be corrected.

In doing so, the lenses of the entire endoscope must be made of glass with a wide transmittance spectrum to provide high efficiency for ICG technology.

Based on these conditions, a 70-degree lens unit for a laparoscope with an optical diameter of 6 mm consisting of 6 separate lenses was designed (Fig. 1).

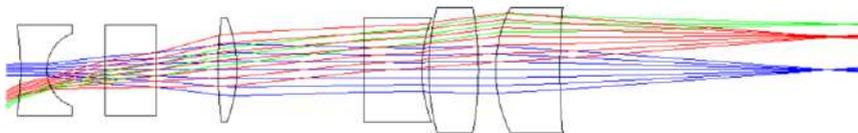


Fig. 1. Laparoscope lens.

3. Conclusion

An endoscope lens with the use of glass grades transparent in the ultra-violet, visible and infrared optical range, designed to work with the ICG technology allows to obtain good image quality: for the center of the field the scattering spot radius is 2.3 μm , for the edge of the field - 2.6 μm , distortion -20%, vignetting 10%.

Список литературы

1. Zhang Z, Kao J, D'Avignon A, Achilefu S. Understanding Dichromic Fluorescence Manifested in Certain ICG Analogs. *Pure Appl Chem*. 2010 Jan 1;82(1):307-311. doi: 10.1351/PAC-CON-08-12-07.
2. Эндоскопы: учебное пособие. 2-е изд., доп. и расш. / Хацевич Т.Н., Михайлов И.О. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 260 с.

МИКРОВОЛНОВАЯ ФОТОНИКА В ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

Якупов Д.Д. Цепелев М.В.

Научный руководитель: Козин Константин Викторович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE PHOTONICS IN OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS

Yakupov D.D. Tsepelev M.V.

Supervisor: Konstantin V. Kozin, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается применение микроволновой фотоники в оптических системах связи. Здесь описываются принципы работы микроволновой фотоники, ее применение и роль в улучшении качества и производительности оптических систем связи.

Abstract

The article discusses the use of microwave photonics in optical communication systems. It describes the principles of microwave photonics, its application and its role in improving the quality and performance of optical communication systems.

1. Введение

Микроволновая фотоника - это область науки и технологии, которая использует световые волны для передачи и обработки информации в микроволновых диапазонах частот. В оптических системах связи микроволновая фотоника используется для улучшения производительности и качества передачи данных, а также для увеличения скорости передачи и расстояния связи.

2. Микроволновые фотоны в оптических связях

Принцип работы микроволновой фотоники в системах оптической связи основан на использовании световых волн в микроволновых диапазонах частот для передачи и обработки информации. Сначала оптический сигнал проходит через оптический кабель и поступает на фотодетектор,

где он преобразуется в электрический сигнал. Затем электрический сигнал поступает на микроволновой генератор, который генерирует микроволновый сигнал с частотой, соответствующей периоду оптического сигнала. Микроволновый сигнал затем передается по микроволновой линии связи к микроволновому устройству, которое выполняет необходимую обработку сигнала, например, модуляцию фазы, амплитуды или частоты. После обработки микроволновый сигнал поступает на антенну для передачи по воздуху или по кабелю для передачи на другой конец системы связи.

3. Роль в улучшении систем оптической связи

Одной из главных проблем в обычных оптических системах связи является ограниченность дальности передачи данных. Микроволновая фотоника позволяет расширить дальность передачи данных до нескольких сотен километров без потери качества сигнала.

Кроме того, микроволновая фотоника обеспечивает более высокую скорость передачи данных по сравнению с традиционными электрическими импульсами. Это позволяет более эффективно использовать доступную пропускную способность и увеличить производительность системы связи.

4. Заключение

Микроволновая фотоника представляет собой эффективный и перспективный подход для улучшения качества и производительности систем оптической связи. Она позволяет расширить дальность передачи данных, увеличить скорость передачи и улучшить надежность и качество связи.

Будущее микроволновой фотоники в системах оптической связи сулит много перспектив в различных направлениях, таких как увеличение скорости передачи данных, повышение надежности и эффективности связи, улучшение качества передачи и многие другие.

Список литературы

1. Grigoriev, S. V. Microwave photonics in communication systems and remote sensing of the Earth. // *Electronics and Communications*. - 2017. - No. 2. - pp. 41-45.
2. Cherenkov, A.V. Microwave photonics in optical communication systems. // *Electronics: Scientific and Technical Journal*. - 2018. - No. 5. - pp. 39-42.

DIGITAL FIBER OPTIC SYSTEMS

Zakirova G.M.

Scientific supervisor: Afonina Elena Vladimirovna, Associate Professor
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ЦИФРОВЫЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Закирова Г.М.

Научный руководитель: Афолина Елена Владимировна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Аннотация

В мире информационных технологий особое место заняла волоконно-оптическая связь, обеспечивающая передачу аудио- и видеосигналов и цифровых данных. Причиной столь широкого использования стал ряд преимуществ перед другими способами построения коммуникаций. В данной статье будут рассмотрены преимущества цифровых оптоволоконных систем по сравнению с аналоговыми решениями.

Abstract

In the world of information technology, fiber-optic communication has taken a special place, which provides the transmission of audio and video signals and digital data. The reason for such widespread use was a number of advantages over other ways of building communication. This article will discuss the advantages of digital fiber optic systems in comparison with analog solutions.

1. Introduction

There are several ways to transmit data: using a twisted pair, coaxial or fiber optic cable. The latter is immune to interference in the electrical network and has a wider bandwidth, which directly depends on the data transfer rate.

The essence of the operation of such digital systems is as follows: the transmitter receives digital data, which, in turn, is converted into an optical signal, and outputs an electrical signal. In other words, the signal enters an analog-to-digital converter, where it is converted to encoding 0 and 1. Then, at the end of the receiver, the reverse conversion from the digital stream to the original data format takes place [1].

2. Advantages of fiber-optic digital systems

Advantages of using optical fiber in data exchange systems:

2.1 Signal transmission accuracy.

In comparison with analog systems, where the quality of transmitted information is lost depending on the distance traveled [2], in digital systems, the accuracy of signal transmission over optical fiber is much higher.

2.2. Low cost.

Talking about a number of advantages of digital fiber optic systems, you might think that they are more expensive than analog or similar other systems. But this is not the case. Digital systems make it possible to use a single cable, the bandwidth of which can be equal to the bandwidth of several twisted pair cables, for example. At the same time, the cost per unit of both cables is not significantly different, besides, the price of fiber began to decrease. Then we can conclude that the use of fiber will allow users to save money.

2.3. High throughput.

Based on the previous advantage, a new one comes out – the amount of information transmitted per unit of time is significantly higher.

2.4. A lot of important factor is high security.

Ensuring the security of digital systems being developed is one of the main tasks of manufacturers. Optical fiber assumes reliable protection of the transmitted information and has the lowest probability of information leakage.

2.5. Appearance.

The visual component is an essential part when discussing the merits of an object. Then we can say that the optical cable is smaller, lighter and more durable than, for example, copper. Of course, small cable sizes are more convenient to use when creating digital systems.

3. Conclusion

The use of optical fiber in the development of digital systems has been highly appreciated in the modern world. Such systems have a number of advantages. Their unique characteristics allow us to say that their use is the most profitable solution and guarantee uninterrupted, safe operation of the system.

References

1. Jacobs I. Optical fiber communication technology and system overview, in Fiber Optics Handbook, McGrawHill Companies Inc., 2002;
2. Agraval G.P. Fiberoptic communication systems, Second edition, John Wiley&Sons Inc., 1997.

3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА, ФОТОНИКА И ИНФОРМАТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ

УДК 621.383

НЕИНВАЗИВНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА САХАРА В КРОВИ НА ОСНОВЕ МИКРОВОЛНОВОГО КОЛЬЦЕВОГО РЕЗОНАТОРА С ЩЕЛЬЮ

Абрамов Д.Е., Силантьева А.А.

Научный руководитель: Самигуллин Дмитрий Владимирович,
канд. биол. наук, доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

NON-INVASIVE BLOOD SUGAR MONITORING SYSTEM BASED ON A MICROWAVE RING RESONATOR WITH A SLIT

Abramov.D.E., Silantjeva A.A.

Supervisor: Dmitry V. Samigullin, PhD, ass. professor
*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной работе описывается высокочувствительный неинвазивный датчик для непрерывного мониторинга уровня глюкозы в интерстициальной жидкости в режиме реального времени. Представлена электродинамическая модель предлагаемого датчика. Продемонстрированы зависимости модуля коэффициента передачи от частоты при различных вариантах расстояния d от метки до считывателя.

Abstract

This paper describes a highly sensitive non-invasive sensor for continuous monitoring of glucose levels in interstitial fluid in real time. An electrodynamic model of the proposed sensor is presented. The dependences of the transmission coefficient module on the frequency are demonstrated for various variants of the distance d from the label to the reader.

Ни один из доступных в настоящее время методов не может полностью вылечить диабет. Пациентам с сахарным диабетом рекомендуется проверять уровень глюкозы по крайней мере четыре-пять раз в день, чтобы избежать гипергликемических явлений. Частый мониторинг уровня глюкозы играет решающую роль в улучшении качества жизни, а также продолжительности жизни диабетика. Тем самым возникает необходимость в использовании датчика, способного с высокой точностью определять уровень сахара в крови. Неинвазивные методы мониторинга уровня глюкозы являются более желательными

Предлагаемая неинвазивная система построена на основе микроволновых кольцевых резонаторов с щелью (рисунок 1).

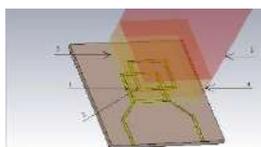


Рис. 1 – Электродинамическая модель неинвазивного датчика
1 – считыватель; 2 – метка; 3 – слой кожи; 4 – слой жира; 5 – слой мышц.

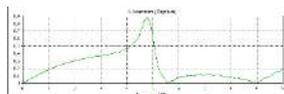


Рис. 2 (а) – Частотная зависимость коэффициента передачи для расстояния $d=8$

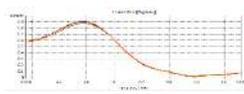


Рис. 2 (б) – Зависимость фазы от частоты при вариации диэлектрической проницаемости материала.

Исходя из полученных частотных зависимостей на рисунке 2 можно сделать вывод о том, что метка продолжает общаться со считывателем при увеличении расстояния между ними от 3 мм до 15мм. Если встроить данный датчик в смартфон или в смарт-часы, а метку прикрепить к руке, то они без особых проблем смогут обмениваться данными между собой.

Список литературы

1. Lin, T., Gal, A., Mayzel, Y., Horman, K. & Bahartan, K. Non-invasive glucose monitoring: A review of challenges and recent advances. *Curr. Trends Biomed. Eng. Biosci.* 6, 1–8 (2017).
2. Burt, M. G., Roberts, G. W., Aguilar-Loza, N. R. & Stranks, S. N. Brief report: Comparison of continuous glucose monitoring and finger-prick blood glucose levels in hospitalized patients administered basal-bolus insulin. *Diabetes Technol.* 15(3), 241–245 (2013).

**МОЛЕКУЛЯРНЫЙ МЕХАНИЗМ УГНЕТЕНИЯ
НЕЙРОТРАНСМИССИИ В ПЕРЕФЕРИЧЕСКИХ СИНАПСАХ
МЫШИ ПРИ ЭКЗОГЕННОЙ АКТИВАЦИИ TRPV1 РЕЦЕПТОРОВ**

Архипов А.Ю.¹, Самигуллин Д.В.^{1,2}

*(¹Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ Казанский
научный центр РАН, Казань*

*²Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева, Казань)*

**MOLECULAR MECHANISM OF NEUROTRANSMISSION
INHIBITION IN MOUSE PERIPHERAL SYNAPSES UPON
EXOGENOUS ACTIVATION OF TRPV1 RECEPTORS.**

Arkhipov A.Y.¹, Samigullin D.V.^{1,2}

*(¹Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific
Center, Russian Academy of Sciences, Kazan*

*²Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev–KAI, Kazan)*

Аннотация

В представленном исследовании описан механизм модуляции холинергической нейротрансмиссии, обусловленный активацией TRPV1 рецепторов и последующим изменением активности кальмодулина и кальмодулин-зависимой серин/треонин фосфотазы (кальцинейрина).

Abstract

The present study describes a mechanism for modulation of cholinergic neurotransmission due to TRPV1 receptor activation and subsequent changes in calmodulin and calmodulin-dependent serine/threonine phosphatase (calcineurin) activity.

TRPV1 рецептор — это неселективный трансмембранный катионный канал, высоко проницаемым для кальция, который может быть активирован: температурой >43°C, изменением pH <5.6 и специфическими химическими соединениями (капсаицин, резиферотоксин и др.) [1]. Ранее, в лаборатории Макаревела было установлено, что TRPV1 рецепторы экспрессируются в препаратах нервно-мышечного синапса у мышей и они могут участвовать в угнетении секреции и ослабление мышечного

сокращения диафрагмальной мышцы мыши при активации их капсаицином [2], однако молекулярный механизм угнетения секреции до сих остается плохо изученным, а существующие данные противоречивыми.

Эксперименты были осуществлены на изолированном нервно-мышечном препарате *Levator auris longus* мыши. Препарат погружался в экспериментальную ванночку в раствор Рингера, состав которого (в мМ): NaCl—137, KCl—5, NaHCO₃—11,9, MgCl₂—1, CaCl₂—2, Na₂HPO₄—1. Мышечные сокращения блокировались μ -конотоксином GПВ (2мкМ). Электрофизиологическим методом отведения потенциалов концевой пластинки осуществлялась регистрация количества выделяемого нейромедиатора (квантовый состав).

Для выяснения молекулярных механизмов ваниллоидной регуляции холинергической передачи было сделано предположение о вовлеченности в этот процесс кальций-связывающих цитоплазматических белков. Одним из основных таких белков, участвующих в везикулярном высвобождении ацетилхолина, является кальмодулин. Серией экспериментов было показано, что предварительное ингибирование кальмодулина кальмидазолиумом (10мкМ) предотвращало эффект активации TRPV1 рецепторов на спонтанное ($110 \pm 13,47\%$; $n=8$; $p=0,78$) и вызванное квантовое высвобождение ацетилхолина ($97,57 \pm 1,20\%$; $n=6$; $p=0,08$), что свидетельствует о вовлеченности кальмодулина в реализацию эффектов капсаицина. Кальмодулин не проявляет ферментативной активности, но является интегральной субъединицей ряда ферментов, одним из которых является кальцинейрин. Проверая гипотезу вовлеченности данного фермента в реализацию угнетения нейропередачи капсаицином были получены данные, что при предварительной аппликации Циклоспорина А (10мкМ), антагониста кальциневрина, угнетающий эффект активации TRPV1 рецепторов как на спонтанную ($123,06 \pm 10,41\%$; $n=7$; $p=0,10$), так и на вызванную ($98,86 \pm 1,54\%$; $n=7$; $p=0,71$) секрецию ацетилхолина исчезал.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что внутриклеточные механизмы угнетения выделения ацетилхолина из двигательной терминали при активации TRPV1 рецепторов включают в себя кальмодулин - кальцинейрин зависимую цепочку.

Список литературы

1. Caterina M. The capsaicin receptor: a heat-activated ion channel in the pain pathway/ Caterina, M., Schumacher, M., Tominaga, M. et al. // Nature. - 1997. - Vol. 389. - P. 816–824.

2. Thyagarajan B. Capsaicin modulates acetylcholine release at the myoneural junction / B. Thyagarajan, J.G. Potian, P. Baskaran et al. // Eur. J. Pharmacol. - 2015. - Vol. 744. - P. 211–219.

ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИЙ НА ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ

Асхатулы Н., Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE INFLUENCE OF EMOTIONS ON THE PERCEPTION OF INFORMATION

Askhatuly N., Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена изучению психофизиологического аспекта восприятия информации, а именно влияние эмоций.

Abstract

The article is devoted to the study of the psychophysiological aspect of information perception, namely the influence of emotions.

1. Введение

В нашей жизни мы ежедневно воспринимаем огромное количество информации. Однако, не всегда мы осознаем, каким образом происходит этот процесс. Очевидно, что обработка информации происходит в нашем мозгу, но как именно физиологические и психологические аспекты влияют на ее восприятие?

2. Влияние эмоций на восприятие информации

Известно, что эмоциональное состояние человека может сильно влиять на процесс восприятия информации. Люди, находясь в состоянии радости, более внимательны к деталям и могут запомнить больше информации, чем при плохом настроении. Это объясняется тем, что радость активизирует преддверные ложа, гиппокамп и затылочные доли мозга, которые отвечают за память и концентрацию.

Одно из исследований, которое доказывает влияние эмоций на восприятие информации, было проведено в 2003 году Лизой Фелдман

Баррет и Шерил Гринберг. В исследовании принимали участие женщины, которые рассказывали о своем ужасном опыте родов. После того, как они поделились своими историями, ученые показали им слайды с фотографиями этих родов. Женщины, которые были в хорошем настроении во время эксперимента, реагировали на эти фотографии более положительно, в то время как женщины в плохом настроении видели эти фотографии как более ужасные и противные.

Кроме того, эмоциональный фон также может влиять и на то, как мы воспринимаем смысл информации. Например, создание привязки между приятным запахом и определенным объектом может привести к тому, что человек будет воспринимать этот объект более положительно, даже если он не связан с этим запахом. Это можно наблюдать как в повседневном жизни, так и в рекламе, где создание некоторых ассоциаций пытаются убедить нас купить товар.

3. Заключение

В конечном итоге, психофизиологические аспекты восприятия информации имеют огромное значение на все аспекты нашей жизни. Например, понимание того, как эмоции влияют на нашу способность запоминать и осмысливать информацию, может помочь нам в нашей работе и ежедневной жизни. Чтобы улучшить свой опыт восприятия информации, необходимо постараться контролировать свои эмоции и осознавать, как они влияют на наше понимание и запоминание информации.

Список литературы

1. Маклаков А.Г. Общая психология: Учеб. Для вузов 2013.
2. Идиатуллово З.Р. Подготовка специалистов по направлению техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования в КНИТУ-КАИ: В сборнике тезисов докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию МГТУ ГА. Москва, 2021. С.513-515.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СГЛАЖИВАНИЯ СИГНАЛОВ СЕРДЦА НА НИЗКОАМПЛИТУДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ

Гилязов А.Р.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RESEARCH OF HEART SIGNAL`S SMOOTHING ON LOW AMPLITUDE POTENTIALS

Gilyazov A.R.

Supervisor: Oscar A. Mukhametzyanov, assistant lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье анализируется влияние сглаживания сигналов сердца на наличие или отсутствие поздних потенциалов желудочков (ППЖ) с последующим сравнением с эталоном. В качестве эталона рассматривается метод Симсона.

Abstract

Influence of heart signal`s smoothing on ventricular late potentials` presence or absence with following comparison is analyzed. Simson`s method is used as a reference.

1. Введение

Проблема сердечно-сосудистой системы весьма актуальна в наше время. Предвестниками возникновения проблем с сердцем являются поздние потенциалы желудочков (ППЖ).

ППЖ – это низкоамплитудные высокочастотные сигналы, которые регистрируются в конечной части комплекса QRS и отражают замедление проводимости электрического сигнала.

Сглаживание сигналов – фильтрация скачкообразных колебаний амплитуды в рамках сигнала. Наличие указанных колебаний может быть связано с составляющими, которые скрыты в шумах – ППЖ. Поэтому в данной работе предлагается проанализировать влияние сглаживания на результат оценки ППЖ. Первичная оценка ППЖ осуществлена на основе метода Симсона [1].

2. Основная часть

38 сигналов по отведениям X, Y и Z [2] подвергаются предварительной обработке (фильтрация помех). Далее выделяются пики сигналов сердцебиения с последующим накоплением, усреднением, двунаправленной фильтрацией 40-250 Гц и получением векторной суммарной величины. В ней анализируются условия наличия ППЖ:

- Длительность фильтрованного QRS-комплекса (f_{qrs}) $D_{f_{qrs}} > 114$ мс
- Длительность низкоамплитудных сигналов в конце f_{qrs} $L_{AS40} > 38$ мс
- Среднеквадратичная амплитуда f_{qrs} в последние 40 мс $RMS_{40} < 20$ мкВ

Для подтверждения наличия ППЖ необходимо выполнение как минимум двух условий. В предлагаемом нами алгоритме в предварительную обработку сигналов также включено сглаживание.

По методу Симсона ППЖ были обнаружены в двух сигналах. По предлагаемому алгоритму ППЖ были обнаружены в четырёх сигналах (причём в двух сигналах произошла смена решения о наличии или отсутствии ППЖ).

3. Заключение

Таким образом, сглаживание влияет на параметры ППЖ. В дальнейшем планируется увеличение количества обрабатываемых сигналов для уточнения полученных нами данных.

Список литературы

1. Simson M. B. Use of signals in the terminal QRS complex to identify patients with ventricular tachycardia after myocardial infarction // *Circulation*. – 1981. – Т. 64. – №. 2. – С. 235-242.
2. Physiobank ATM: PTB Diagnostic ECG Database (ptbdb) [Electronic Resource]. URL: <https://archive.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM?database=ptbdb> (дата обращения: 10.03.2023).

ИЗМЕНЕНИЯ В САТУРАЦИИ У ПЕРЕБОЛЕВШИХ СВИНЫМ ГРИППОМ

Гришина Я.Д., Животова Е.Н., Каштанова Н.М.

*(Казанский государственный медицинский университет, г. Казань;
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

CHANGES IN SATURATION IN SUCCESSFUL PIG FLU

Grishina Ya.D., Zhiotova E.N., Kashtanova N.M.

*(Kazan State Medical University, Kazan;
Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Изучение возможности рассматривать показатели сатурации в покое и под нагрузкой как маркер перенесенного свиного гриппа.

Annotation

The study of the possibility of considering saturation indicators at rest and under exercise as a marker of past swine flu.

1. Введение

Как известно, свиной грипп может дать тяжелые осложнения на организм, среди них поражение легочной системы. У зараженных свиным гриппом появляется одышка, характерно меняется цвет кожных покровов. Часто заболевший или переболевший свиным гриппом затрудняется описать свой статус. Возможна ли экспресс-диагностика перенесенного заболевания свиным гриппом, например, при посещении общественных заведений? Таким критерием может послужить сатурация (насыщенность крови кислородом) из-за компактности устройства и быстроты проведения исследования.

2. Исследование

В исследовании приняли участие 25 студентов 2-го и 3-го курсов Казанского государственного медицинского университета (19 девушек и 6 юношей). Общее число девушек-испытуемых позволило выделить из них группы: неболевших свиным гриппом ($n=8$) и перенесших свиной грипп ($n=7$). В ходе проведения экспериментов были выявлены две болеющие свиным гриппом в тот момент девушки. У неболевших девушек сатурация в покое составила 97.75 ± 0.25 %, а у переболевших 97.29 ± 0.49 %. После нагрузки у неболевших сатурация составила 98.75 ± 0.16 % (что

достоверно отличается от того, что было у этой группы в покое), а у переболевших - 94.75±0.72 %, что тоже имеет достоверное отличие ($p < 0.05$). У болеющих девушек сатурация составила в среднем 92 %, нагрузку им не давали.

3. Заключение

Полученные данные по девушкам позволяют рассматривать показатели сатурации в покое и под нагрузкой как маркер перенесенного свиного гриппа. Что касается юношей, то малый объем выборки не позволил сделать определенные выводы.

УДК 004.8

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЖИЗНЬ ЛЮДЕЙ

Гусаков А.А., Рябов Д.Ю.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INFLUENCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON PEOPLE'S LIFE

Gusakov A.A., Ryabov D.Yu.

Supervisor: Oscar A. Mukhametzyanov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье показана роль искусственного интеллекта (ИИ) в современном мире. Также рассмотрено влияние ИИ на разные сферы жизнедеятельности.

Abstract

The article shows role of artificial intelligence (AI) nowadays. Influence of AI on different spheres of life is also concerned.

1. Введение

В последние годы технологии искусственного интеллекта становятся всё более распространенными и находят применение в различных сферах жизни человека. В связи с этим возникает вопрос о влиянии ИИ на жизнь человека. Появляются нейросети, способные на решение множества задач, к примеру Chat-GPT.

2. Влияние ИИ на различные сферы жизнедеятельности

В наши дни ИИ используется в различных сферах. Далее рассмотрим основные из них.

1) Медицина

В медицине ИИ может использоваться для анализа больших объемов данных, диагностики заболеваний и прогнозирования исхода лечения. Например, с помощью ИИ можно проводить анализ медицинских данных пациентов и на их основе рекомендовать индивидуальную схему лечения. Также ИИ может использоваться для мониторинга состояния пациентов, обнаружения тревожных сигналов и рекомендации обратиться к врачу [1].

2) Транспорт

ИИ может применяться в беспилотных транспортных средствах, что позволит повысить безопасность и комфортность передвижения пассажиров. Также ИИ может использоваться для оптимизации дорожного движения [2].

3) Управление системами

ИИ может применяться для управления сложными системами, такими как производственные линии и энергетические сети. Использование ИИ позволит повысить эффективность управления системами и снизить расходы на их эксплуатацию.

4) Робототехника и автоматизация

С помощью ИИ создаются роботы и автоматизированные системы, которые могут выполнять многие задачи без участия человека. Это улучшает производительность и эффективность процессов в различных отраслях, но также может приводить к уменьшению рабочих мест и сокращению числа работников [3].

3. Заключение

В целом, влияние ИИ на жизнь человека может быть как положительным, так и отрицательным, и все зависит от того, как эта технология используется и регулируется в обществе.

Список литературы

1. Поряева Е. П., Евстафьева В. А. Искусственный интеллект в медицине // Вестник науки и образования. 2019. №6-2 (60).
2. Акьюлов Р. И., Скопень А. А. Роль искусственного интеллекта в трансформации современного рынка труда // Дискуссия. 2019. №3 (94).
3. Аль-Дарабсе, А. М. Ф. Роль искусственного интеллекта в робототехнике / А. М. Ф. Аль-Дарабсе, Е. В. Маркова, В. В. Миллер // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы - Биомедсистемы-2019: Сборник трудов XXXII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 04–06 декабря 2019 года С. 638-641.

ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ ПЕЧЕНИ МЫШИ ПРИ ОКСИТЕТРАЦИКЛИН-ИНДУЦИРОВАННОМ СТЕАТОЗЕ

Дмитриева С.А., Пономарева А.А.
(Казанский институт биохимии и биофизики
ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань)

LIPID PEROXIDATION OF MOUSE LIVER IN OXYTETRACYCLINE-INDUCED STEATOSIS

Dmitrieva S.A., Ponomareva A.A.
(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics FRC KazSC RAS, Kazan)

Аннотация

В работе обсуждаются механизмы развития окислительного стресса при окситетрациклин-индуцированном стеатозе печени мыши.

Abstract

The paper discusses the mechanisms of LPO development in oxytetracycline-induced mouse liver steatosis.

1. Введение

Антибиотики тетрациклинового ряда, благодаря ингибирующему действию на митохондрии, вызывают снижение β -окисления жирных кислот и приводят к накоплению липидных капель (ЛК) в гепатоцитах печени [1]. Целью настоящего исследования была оценка интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях печени при действии окситетрациклина.

2. Материалы и методы

В экспериментах использовали две группы самцов белых лабораторных мышей balb-c. Стеатоз индуцировали пероральным введением в течение 3 дней окситетрациклина (0,5 г/кг веса в день). Уровень ПОЛ определяли по стандартной методике. Анализ ультраструктурных изменений в ткани печени проводили с помощью электронного микроскопа Hitachi HT7800 (Япония).

3. Результаты и обсуждения

Ранее нами было показано, что при постоянном доступе к еде в печени накапливается большое количество ЛК (группа 1), при изменении режима кормления, когда животные в течение суток имеют 16-часовой

доступ к еде, содержание ЛК значительно снижается (группа 2). Применение окситетрациклина приводило в обеих экспериментальных

Таблица – Уровень ПОЛ в тканях печени

Вариант	контроль 1	окситетр 1	контроль 2	окситетр 2
МДА, нг/мг	5,2 ± 0,5	9,0 ± 0,6*	5,3 ± 0,6	7,4 ± 0,2*

* - достоверные отличия от контроля ($p < 0,05$, критерий Манна-Уитни) группах к накоплению ЛК и усилению ПОЛ, которое было более выражено в группе 1 (таблица). Мы предположили, что данное изменение может быть связано с разным состоянием митохондрий (МТ) в клетках. Действительно, группа 1 содержала конденсированные МТ (рис. 1 а), в отличие от ортодоксальных МТ в группе 2 (рис. 1 б).

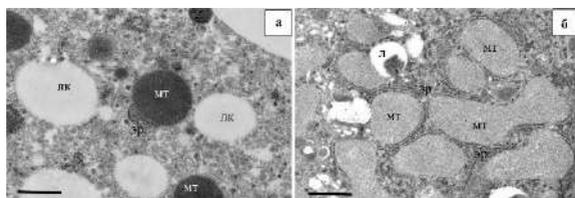


Рис. 1 – Ультраструктура гепатоцитов печени мыши: а – группа 1, б – группа 2. Масштабный отрезок – 1 мкм.

Кроме того, клетки отличались различным морфофункциональным состоянием других органелл (эндоплазматического ретикулума (ЭР), пероксисом, лизосом), функционирование которых может быть вовлечено в редокс-метаболизм и развитие окислительного стресса [2].

3. Заключение

Развитие в печени мыши стеатоза сопровождалось усилением ПОЛ, уровень которого зависел от исходного состояния гепатоцитов и характеризовался разным функциональным состоянием митохондрий.

Работа выполнена в рамках гос. задания КИББ ФИЦ КазНЦ РАН.

Список литературы

1. Deng Z, Yan S, Hu H, Duan Z, Yin L, Liao S, Sun Y, Yin D, Li G. Proteomic profile of carbonylated proteins in rat liver: discovering possible mechanisms for tetracycline-induced steatosis // *Proteomics*, – 2015, – Vol. 15(1), – P. 148-159.
2. Kietzmann T. Cellular Redox Compartments // *Antioxid Redox Signal*, –2019, – Т. 30(1), – P. 1-4.

МИКРОВОЛНОВЫЙ ДАТЧИК ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ КУРИННОГО ПОМЁТА И КОНСКОГО НАВОЗА

Закирьянов Т.М., Смирнов С.В., Никишина О.В.

Научный руководитель: Самигуллин Дмитрий Владимирович,
кандидат биологических наук., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

MICROWAVE SENSOR FOR MEASURING THE HUMIDITY OF CHICKEN MANURE AND HORSE MANURE

Zakiryaynov T.M., Smirnov S.V., Nikishina O.V.

Supervisor: Dmitri V. Samigullin, PhD, ass. professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В работе приводится описание микроволнового датчика для оценки диэлектрических параметров отходов животноводства. Представлена электродинамическая модель предлагаемого чувствительного элемента. Приведены частотные зависимости модуля коэффициента передачи при различных вариантах влажности исследуемого материала.

Abstract

The article describes a microwave converter element for assessing the dielectric parameters of animal husbandry wastes. An electrodynamic model of the proposed sensing element is presented. The frequency dependences of the modulus of the transmission coefficient are given for various variants of the moisture content of the material.

В последние года большой интерес получило направление Охраны окружающей среды в животноводстве. Исследование диэлектрических характеристик куриного помёта и конского навоза может предложить множество преимуществ для методов переработки органических отходов животноводческих ферм [1]. Особенностью решения подобных задач в СВЧ технике является непостоянство диэлектрических параметров сред. Изменение значения диэлектрической проницаемости органических отходов напрямую зависит от их температуры.

Предлагаемый преобразовательный элемент построен на основе

симметричной полосковой линии, исследуемый материал соприкасается с верхним экраном полосковой линии. Полосок имеет П-образную форму для удобства подключения устройств ввода-вывода информации (рисунок 1).

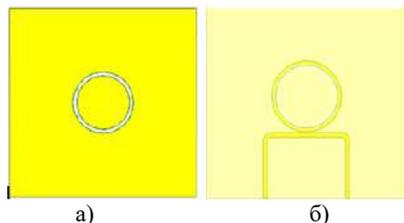


Рис. 1 – Симметричная полосковая линия: а) верхний экран, б) полосок (П-образный) иконтур между экранами в диэлектрике.

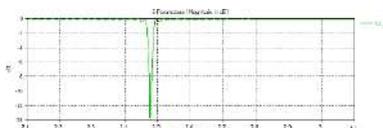


Рис. 2 (а) – Коэффициент передачи и коэффициент отражения резонатора, показанного на рис. 1.

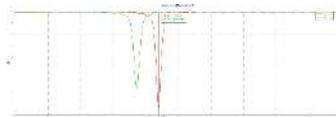


Рис. 2 (б) – Моделирование коэффициентов передачи при измерении диэлектрической проницаемости птичьего помета с влажностью 10% и 71%.

Из приведенных на рисунке 2 зависимостей можно сделать заключение о работоспособности предложенной концепции оценки диэлектрических параметров органических отходов животноводства, также на рисунке 2 (б) прослеживается зависимость коэффициента передачи от изменения влажности исследуемого материала.

Список литературы

1. Горетов, И.Н. Финансовый механизм управления региональными птицеводческими кластерами: автореферат и дис. д-р. экон. наук: 08.00.10: 2010 / Горетов Игорь Николаевич. – Казань. – 2010. – 330.
2. Федоренко, И.Я. Ресурсосберегающие технологии и оборудование животноводстве: учебное пособие / И.Я. Федоренко, В.В. Садов. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 304 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Игошин Я.Е., Сафиуллин И.Р.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF HEART FAILURE OF HUMAN

Igoshin Ya.E., Safiullin I.R.

Supervisor: Vinogradov V.U., professor

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье изложен в общем алгоритм обнаружения сердечной недостаточности человека с помощью линейных дифференциальных уравнений. В работе рассмотрены возможности применения алгоритма.

Abstract

The article outlines, in general, algorithm for detecting human heart failure using linear differential equations. The paper considers the possibilities of applying the algorithm.

Заболееваемость сердечной недостаточностью в современном мире остается одной из самых актуальных тем. Ранние признаки сердечной недостаточности в настоящее время фиксируются визуально и с помощью электронных устройств, базовых функций и уровня помехозащищенности которых недостаточно. Таким образом, появляется необходимость в разработке системы раннего обнаружения сердечной недостаточности [1].

Алгоритм контроля показателей жизненных функций

В данной работе предложен алгоритм работы системы раннего обнаружения сердечной недостаточности, основанный на исследованиях в области сердечных-сосудистых заболеваний, наблюдениях сделанных в медицине и теории линейных уравнений. Известно, что на ранних ста-

дях сердечную недостаточность можно определить по основным симптомам: одышка, усталость, сухой кашель, тошнота, отеки и аритмия.

Некоторые симптомы можно фиксировать с помощью датчиков. Для обработки, получаемых с датчиков данных, можно воспользоваться элементами теории о дельта-функции Дирака [2], чтобы исключить вероятность влияния помех [3].

Представим каждый положительный импульс (направленный вверх зубец), получаемый с датчиков как множество одиночных ступенчатых функций. Исходное условие одной из таких функций будет такое:

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ A, & t = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

Где: A – максимальная амплитуда сигнала (зубец-R Эйтховена), получаемая с выхода усилителя биопотенциала (обычно 5-10 мВ).

Таким образом, если заранее определить максимальную амплитуду каждой функции и найти разность во времени между каждым максимумом, можно найти признаки аритмии. С помощью датчика шагомера, можно определить в каком состоянии находится человек.

Дельта-функцию Дирака можно также использовать для анализа комплекса-QRS. Тогда необходимо использовать предельный переход от второй производной непрерывной функции к первой производной дельта-функции Дирака, имеющий вид:

$$\delta(t) = \frac{d}{dt} \frac{d}{dt} f(t), \quad (2)$$

Где: f(t) – непрерывная единичная функция Хевисайда [2].

Из вышесказанного можно резюмировать, что использование дельта-функции Дирака имеет смысл с позиции обеспечения помехозащищенности системы, путем обработки сигнала, выходящего из усилителя биопотенциала.

Список литературы

1. Системы мониторинга состояния здоровья на занятиях физической культурой и спортом в вузах // РусАльянс "Сова" URL: <https://sowa.ru.com/item-work/2022-0682/> (дата обращения: 13.03.2023).
2. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. - 2 изд. - М: Наука, 1985. - 448 с.
3. Igoshin, Ya. E. Aspects of short-term failure in wireless wearable devices / Ya. E. Igoshin // Английский язык в сфере профессиональной коммуникации: Материалы VIII Всероссийской молодежной научной конференции, Казань, 10 ноября 2022 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2022. – Р. 227-228. – EDN PLPEQV.

МЕЖКЛЕТОЧНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Карпунина О.Е.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INTERCELLULAR SIGNALING

Karpunina O.E.

Supervisor: Oscar A. Mukhametzyanov, assistant lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье представлен механизм передачи информации между клетками организма, который называется межклеточной сигнализацией.

Abstract

This article presents the mechanism of information transfer between cells of the body, which is called intercellular signaling.

1. Введение

Межклеточная сигнализация – это процесс передачи информации между клетками организма. Он необходим для координации многих важных функций, таких как развитие органов, регуляция обмена веществ.

2. Основная часть

Механизм межклеточной сигнализации основан на взаимодействии молекул-сигналов и их рецепторов на поверхности клеток. Молекулы-сигналы могут быть различного происхождения, включая гормоны, нейромедиаторы, цитокины и другие белки. Когда молекула-сигнал связывается с рецептором на поверхности клетки-мишени, это вызывает цепочку событий внутри клетки, которые в конечном итоге приводят к изменению её функции [1].

Эндокринная, паракринная и аутокринная – это основные типы межклеточной сигнализации в организме человека.

Аутокринная сигнализация - процесс, при котором клетки выделяют сигнальные молекулы, которые воздействуют на саму клетку или её

соседей. Этот тип сигнализации применяется для автономной регуляции функций клеток.

Паракринная сигнализация - процесс, при котором сигнальные молекулы передают информацию между близлежащими клетками, но не в кровотоке. Этот тип сигнализации применяется для локальной регуляции клеточных процессов в тканях.

Эндокринная сигнализация - процесс передачи информации (гормонов) от эндокринных клеток, расположенных в железах внутренней секреции, к удалённым целевым клеткам посредством кровотока. Это единственный способ связи с клетками, которые расположены далеко друг от друга.

Данные виды сигнализации представлены на Рис. 1.

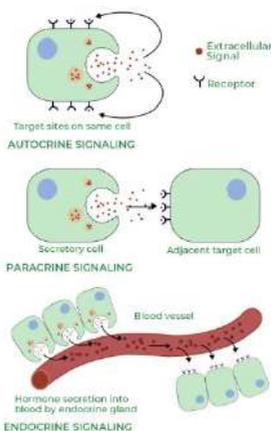


Рис. 1 - Визуальное представление механизмов.

3. Заключение

Таким образом, межклеточная коммуникация играет важную роль в человеческом организме, так как клетки непрерывно обмениваются информацией для координации гомеостаза, выживания и развития.

Список литературы

1. Замощина Т. А. и др. Основы межклеточной сигнализации. Простаноиды и регуляторные пептиды: учебное пособие. – 2009.

УРОВЕНЬ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ БЕЛКОВ В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ МЫШИ ПРИ СТЕАТОЗЕ

Краснова А.Н.¹, Вологин Д.С.², Дмитриева С.А.³

(¹Казанский федеральный университет, Казань, Россия)

*²Казанская государственная академия ветеринарной медицины
имени Н.Э. Баумана, Казань, Россия;*

*³Казанский институт биохимии и биофизики
ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань)*

LEVEL OF OXIDATIVE MODIFICATION OF PROTEINS IN MOUSE LIVER TISSUES WITH STEATOSIS

Krasnova A.N.¹, Vologin D.S.², Dmitrieva S.A.³

(¹Kazan Federal University, Kazan, Russia)

*²Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after
N.E. Bauman, Kazan, Russia)*

³Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics FRC KazSC RAS, Kazan)

Аннотация

В работе обсуждается механизм накопления окисленных белков в печени мыши при пероральном применении окситетрациклина.

Abstract

The paper discusses the mechanisms of oxidative damage to proteins in the mouse liver after oral administration of oxytetracycline.

1. Введение

Тетрациклин-индуцированная модель стеатоза печени представляет собой преимущественно парентеральное введение высоких доз антибиотика, которое уже через сутки приводит к накоплению липидных капель в гепатоцитах и развитию окислительного стресса [1]. Целью настоящего исследования была оценка уровня окисленной модификации белков (ОМБ) в тканях печени мыши при пероральном введении окситетрациклина.

2. Материалы и методы

Стеатоз печени индуцировали пероральным введением в течение 3 дней окситетрациклина (0,5 г/кг веса в день). Эксперименты проводили на четырехмесячных самцах лабораторных мышей линии balb-c. Уровень ОМБ и активность кислых протеаз определяли, как описано ранее [2].

3. Результаты и обсуждения

Применение окситетрациклина уже через сутки приводило к накоплению липидных капель (развитию стеатоза) в гепатоцитах печени мыши и на 3 сутки воздействия – увеличению ОМБ (рис. 1 А).

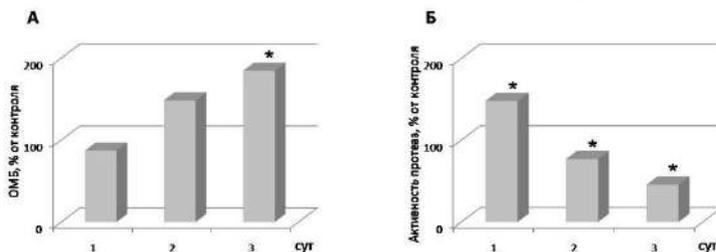


Рис. 1 – Уровень ОМБ (А) и активность кислых протеаз (Б) в тканях печени при применении окситетрациклина.

* - достоверные отличия от контроля (прят за 100 %), вычисленные при помощи критерий Манна-Уитни при $p < 0,05$.

Выявленное нами увеличение ОМБ сопровождалось снижением активности лизосомальных протеаз (рис. 1 Б). Известно, что при жировом гепатозе снижается экспрессия лизосомальных протеаз, вследствие нарушений процессов аутофагии [3]. Роль повышения активности кислых протеаз в начальный период развития стеатоза (рис. 1 Б) требует дальнейшего экспериментального изучения.

3. Заключение

Выявленное в наших экспериментах снижение протеазной активности при окситетрациклин-индуцированном стеатозе может обуславливать недостаточное удаление окисленных белков из метаболизма клетки и способствовать развитию окислительного стресса в гепатоцитах.

Работа выполнена в рамках гос. задания КИББ ФИЦ КазНЦ РАН.

Список литературы

1. Di Pasqua L.G., Cagna M., Berardo C., Vairetti M., Ferrigno A. // *Biomedicines*, – 2022, – 10(1), – P. 194.
2. Яковлев А.В., Дмитриева С.А., Краснова А.Н., Яковлева О.В., Ситдикова Г.Ф. // *Нейрохимия*, – 2022, – 3(3), – С. 243 – 250.
3. Ruiz-Blázquez P., Pistorio V., Fernández-Fernández M., Moles A. // *J Hepatol*, – 2021, – 75(5), – P. 1192-1202.

**СРАВНЕНИЕ КВАНТОВОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ И
КВАНТОВОЙ МИКРОСКОПИИ КАК МЕТОДОВ КВАНТОВЫХ
КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И АДАПТАЦИИ
ЖИВЫХ СИСТЕМ**

Лебедев И.Д., Смирнова Р.А.

Научный руководитель: Афонина Елена Владимировна, к.и.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**COMPARISON OF QUANTUM COHERENCE TOMOGRAPHY AND
QUANTUM ENTANGLEMENT MICROSCOPY AS METHODS OF
QUANTUM COMPLEXES FOR MONITORING AND ADAPTATION
OF LIVING SYSTEMS**

Lebedev I.D., Smirnova R.A.

Supervisor: Afonina Elena Vladimirovna, Ph.D. in History, Associate Profes-
sor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье сравниваются два метода, использующихся для мониторинга и адаптации живых систем. Квантовая когерентная томография и квантовая микроскопия — это два метода, которые позволяют визуализировать биологические ткани на молекулярном уровне. В этой статье мы сравним эти два метода и обсудим их относительные преимущества и недостатки.

Abstract

The article compares two methods for monitoring and adaptation of living systems Quantum Coherence Tomography (QCT) and Quantum Entanglement Microscopy (QEM) are two emerging techniques that have the potential to revolutionize imaging of biological tissues at the molecular level. In this article, we compare these two methods and discuss their relative advantages and disadvantages.

The ability to image biological tissues at the molecular level is critical for understanding complex biological processes and developing new therapies for diseases. Traditional imaging techniques such as X-ray, CT scan, and MRI

have limitations in terms of resolution, sensitivity, and invasiveness. Therefore, new techniques that can overcome these limitations are needed. Quantum Coherence Tomography (QCT) and Quantum Entanglement Microscopy (QEM) are two such emerging techniques that have shown great promise in imaging biological tissues with unprecedented resolution and sensitivity

The basic principle of QCT is interferometry, which involves splitting a beam of light into two parts and then recombining them to create an interference pattern. The interference pattern contains information about the scattering properties of the biological tissue, which can be used to reconstruct a high-resolution image of the tissue.

The mathematical model of QCT can be expressed as follows [1]:

$$I(x) = |E_1(x) + E_2(x)|^2, \quad (1)$$

where $I(x)$ is the interference pattern, $E_1(x)$ and $E_2(x)$ are the electric field amplitudes of the two parts of the light beam, and x is the position of the tissue being imaged. The interference pattern is obtained by detecting the intensity of the light at different positions x and combining them in a certain way.

The mathematical model of QEM can be expressed as follows [2]:

$$P(x, y) = |\Psi(x, y)|^2, \quad (2)$$

where $P(x, y)$ is the probability density function of detecting a photon at position (x, y) , and $\Psi(x, y)$ is the wave function of the entangled photons. The wave function can be expressed as a product of two functions, one describing the state of the photon being sent into the tissue, and the other describing the state of the photon being detected

Both QCT and QEM have the potential to revolutionize imaging of biological tissues at the molecular level. QCT is a well-established technique that has been widely used in clinical applications, while QEM is a relatively new technique that is still in the early stages of development. QCT has the advantage of being non-invasive and easy to implement, but its resolution is limited by the coherence length of the light source. QEM has the advantage of achieving super-resolution imaging, but it requires specialized equipment and expertise to operate effectively. Overall, the choice of technique will depend on the specific application and the trade-offs between resolution, invasiveness, and complexity.

References

1. Drexler, W., & Fujimoto, J. G. (2015). *Optical coherence tomography: technology and applications*. Springer.
2. Krenn, M., Huber, M., Fickler, R., Lapkiewicz, R., Ramelow, S., & Zeilinger, A. (2014). Quantum entanglement microscopy. *Physical Review Letters*, 112(23), 233601.

ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО СТРЕССА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОВ

Либина Д.В.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

IMPACT OF SHORT-TERM STRESS ON STUDENTS' PERFORMANCE

Libina D.V.

Supervisor: Oscar A. Mukhametzyanov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье обсуждается положительное и негативное влияние кратковременного стресса на студента. Представлены результаты эксперимента влияния кратковременного стресса на работоспособность студентов

Abstract

This article discusses the positive and negative influence of short-time stress on students. The results of the experiment of the effect of short-term stress on human performance are presented.

В наше время на человека влияет множество факторов, которые могут вызвать ответную реакцию организма, которая называется стрессом. Данное явление может, как и положительно влиять на человека, так и отрицательно.

Положительное влияние стрессовой ситуации на человека.

1) Стресс может положительно влиять на работоспособность человека и повышать уровень стрессоустойчивости. Благодаря этому человеку становится более устойчивым к стрессовым ситуациям и реагировать на них более спокойно.

2) Стрессоустойчивость позволяет человеку развить свои личностные качества. Приобретая опыт совладания с трудными стрессовыми ситуациями, человек может открыть в себе качества, о которых он и не мог подозревать.

Негативное влияние стрессовой ситуации на человека.

Ученые часто говорят о негативном влиянии стресса на организм человека, приведём пример негативных последствий стрессовых ситуаций на людей.

1) Влияние стресса может ухудшить работоспособность человека, снизить эффективность выполнения какой-либо задачи.

2) Стресс приводит к нарушению мыслительных функций человека. У некоторых людей во время стрессовой ситуации ухудшается работоспособность памяти, гибкость мышления, организованность и концентрация.

3) Регулярный стресс приводит к эмоциональному и психологическому истощению организма, всё это вызывает у человека усталость и упадок сил, эмоциональное выгорание, а также снижение уверенности в себе и самооценки. Эти факторы могут сказаться на снижении работоспособности человека и эффективности выполнения задач.

В период 2021/22 учебного года был проведен эксперимент среди студентов младших курсов КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. Студенты при устном ответе на вопрос были ограничены по времени, что создавало кратковременную стрессовую ситуацию для них[2]. Исследуемая выборка – 334 случая. В 117 случаях студенты давали правильный ответ, а в 217 – не смогли дать верный ответ. Можно сделать вывод, что на 35% кратковременный стресс оказал позитивное влияние.

Данный эксперимент был повторно проведен в 2022/23 учебном году. Исследуемая выборка – 188 случаев. В 75 случаях кратковременный стресс повлиял положительно и повысил работоспособность, это составило около 40% от общего числа участников эксперимента.

В результате анализа мы можем сделать вывод о том, что в 35-40% случаев кратковременный стресс позитивно воздействует на работоспособность студентов.

Список литературы

1. Тигранян Р.А. Стресс и его значение для организма. М.: Наука, 1988.
2. Mukhametzyanov, O. A. The research of short-time stress phenomenon as potential intuition factor // Английский язык в сфере профессиональной коммуникации: Сборник тезисов докладов VII Всероссийской молодежной научной конференции, Казань, 15 ноября 2021 года. – Казань: ИП Сагиева А.Р., 2021. – С. 224-226.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МИКРОКЛИМАТА
ДЛЯ ТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ**

Михайлова М.В.

Научный руководитель: Карловский А.П., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**USING INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY TO CREATE AN
OPTIMAL MICROCLIMATE FOR TROPICAL PLANTS**

Mikhailova M.V.

Scientific advisor: Karlovskiy A.P., associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрены способы выращивания гортензий независимо от сезона и погодных условий в климате РФ. Предложено два варианта: автоматизированная теплица и автономное решение, встраиваемое в грунт, для поддержания допустимых условий жизни в холодное время года.

Abstract

The article discusses the methods of growing hydrangeas regardless of the season and weather conditions in the climate of the Russian Federation. Two options were proposed: an automated greenhouse and an autonomous solution built into the ground to maintain permissible living conditions in the cold season.

Тепличная отрасль в современном мире представляет собой модель автоматизированной системы, способной поддерживать требуемые условия. Предметом данного исследования является круглогодичное выращивание крупнолистных гортензий. Выбор был сделан исходя из результатов анализа цен и спроса на букеты, содержащие данную культуру.

Основными условиями роста гортензий являются: умеренно-кислая почва, полив с заданной частотой орошения, удобрение, освещение, соответствующее дневному и ночному времени суток. Имеется два вари-

анта создания необходимых условий: высадка в открытый грунт и выращивание в теплице. Наиболее оптимальным является второй, т.к. выращивание растений в открытом грунте, требует учета смены времен года, соответственно, погодных условий и адаптации к ним. Теплица, с параметрами, настроенными под выбранную культуру наиболее практична и эффективна, особенно для молодых растений.

Замкнутая конструкция (теплица), размещаемая в помещении, реализующая непрерывный цикл по поддержанию оптимального климата [1] для тропических растений, обеспечивает контроль температуры, влажности и освещенности с точностью 1% во всем диапазоне регулирования. Автоматизированная теплица, с использованием технологии Интернет вещей [2], дает возможность управления системами полива, подогрева, освещения, орошения, циркуляции воздуха и предоставляет возможность дистанционного контроля. В качестве исполнительных устройств и датчиков используются стандартные решения: светодиодные прожектора с управляемым спектром и механические системы полива и опрыскивания, управляемые микрокомпьютером. При данном подходе возможно размещение рядом теплиц, настроенных на разные климатические режимы, для выращивания разных сортов растений.

Встраиваемое решение представляет собой экран из пластика с теплоизолятором, защищающий верхнюю часть растения и систему электрического подогрева корней с использованием углеродной ленты и датчиков температуры. Благодаря такому временному решению можно обеспечить защиту растения зимой в неблагоприятных условиях.

Для всех предложенных решений предусмотрено дистанционное управление с помощью облачного сервиса в автоматизированном и ручном режиме, а также, возможность обработки, визуализации и анализа данных мониторинга климатического режима.

Предложенные технические решения позволяют применить технологию Интернета вещей для создания благоприятных климатических условий для тропических растений в условиях климата РФ.

Список литературы

1. Hamlyn G.Jones/ Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology: Third Edition// ISBN: 9780511845727
2. Suchismita Satapathy, Debesh Mishra Arturo Realyvásquez Vargas/ Innovation in Agriculture with IoT and AI// ISSN 2197-5698, ISSN 2197-5701 (electronic), ISBN 978-3-030-88827-5.

**ИММУНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ PSD95
И СИНАПТОФИЗИНА В МОТОНЕЙРОНАХ ПОЯСНИЧНОГО
ОТДЕЛА СПИННОГО МОЗГА НА РАННИХ ЭТАПАХ ОПОРНОЙ
РАЗГРУЗКИ И РЕАДАПТАЦИИ**

Мустакимов С.Р.¹, Ялтаева С.А.¹, Нуруллин Л.Ф.^{1,2}, Тяпкина О. В.^{1,2}

(¹Казанский государственный медицинский университет, г. Казань

*²Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное
структурное подразделение Федерального государственного
бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский
центр «Казанский научный центр*

Российской академии наук», г. Казань)

**IMMUNOFLUORESCENT STUDY OF PSD95 AND
SYNAPTOPHYSIN IN THE MOTONERONS OF THE LUMBAR RAT
SPINAL CORD AT THE EARLY STAGES OF SUPPORT
UNLOADING AND READAPTATION**

Mustakimov S.R.¹, Yaltaeva S.A.¹, Nurullin L.F.^{1,2}, Tyapkina O.V.^{1,2}

Аннотация

С помощью иммунофлуоресцентного метода оценивали уровень экспрессии белков синаптофизина и PSD95 в мотонейронах поясничного отдела спинного мозга крыс контрольной и подопытных групп, находившихся в условиях антиортостатического вывешивания (АОВ) 12, 24, 72 часа и 7 суток, а также в условиях восстановления 12, 24, 72 часа и 7 суток после 7 суток АОВ. Показано изменение интенсивности флуоресценции как после АОВ, так и в период реадaptации.

Abstract

The level of expression of synaptophysin and PSD95 proteins in the motor neurons of the lumbar spinal cord of rats of the control group and experimental ones, which were under conditions of antiorthostatic suspension for 12, 24, 72 hours and 7 days, as well as under recovery conditions for 12, 24, 72 hours and 7 days after 7-day hanging. A change in the intensity of fluorescence was established both after support unloading and during the recovery period.

1. В настоящее время остаются мало исследованными изменения в мотонейронах спинного мозга млекопитающих на ранних этапах развития гипогравитационного двигательного синдрома (ГДС) и последующей реадaptации. Целью исследования явилось иммунофлуоресцентное исследование экспрессии синаптофизина (белок экзо- и эндоцитоза) и PSD95 (белок постсинаптической плотности) в мотонейронах поясничного утолщения спинного мозга у крыс на ранних этапах развития ГДС и реадaptации.

2. Эксперименты проводили на половозрелых самцах крыс линии Wistar, процедуры с которыми одобрены Комиссией по Биозтике Федерального исследовательского центра Казанского научного центра Российской академии наук (протокол № 12-3 от 28.02.2023 г.). Использовали общепринятую модель АОВ. Крыс разделили на 9 групп: «Контроль» - стандартные условия вивария; «АОВ 12 часов», «АОВ 24 часа», «АОВ 72 часа» и «АОВ 7 суток» крысы пребывали в условиях АОВ; «Pea 12 часов», «Pea 24 часа» «Pea 72 часа» и «Pea 7 суток» - после 7-суточного АОВ у животных проходила реадaptация (Pea). Срезы окрашивали первичными антителами к синаптофизину и PSD95, затем вторичными антителами. Изображения получали на конфокальном микроскопе Leica TCS SP5 MP для анализа интенсивности флуоресцентного свечения в мотонейронах передних рогов поясничного отдела спинного мозга, в программе ImageJ. Обработку результатов проводили в программе Origin 2019b используя U-критерий Манна-Уитни (при $p \leq 0,05$). Анализ интенсивности флуоресценции в мотонейронах, окрашенных антителами к синаптофизину относительно контрольных животных у крыс после антиортостатического вывешивания показал снижение к 3 суткам на 12% и увеличение к 7 суткам на 31%. В ходе реадaptации интенсивность увеличивалась начиная с 24 часов до 72 часов на 18% и снижалась к 7 суткам реадaptации на 15%. При окрашивании мотонейронов антителами к PSD95 интенсивность флуоресценции снижалась у крыс через 12 часов и 7 суток АОВ на 22% и увеличивалась к 1 и 3 суткам АОВ на 20%. У крыс после восстановления наблюдалось увеличение флуоресценции с 24 часов до 72 часов на 18% и снижение к 7 суткам реадaptации на 15% ($p < 0,05$).

3. Таким образом, изменение флуоресценции в мотонейронах поясничного утолщения спинного мозга после окрашивания антителами к синаптофизину и PSD95 свидетельствует об изменении экспрессии этих белков, что может отразиться на реализации синаптической передачи в мотонейронах.

Исследование проведено в рамках Госзадания с использованием оборудования ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН.

**МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА СИГНАЛ-УСРЕДНЕНИЯ
В ЗАДАЧЕ РЕГИСТРАЦИИ НИЗКОАМПЛИТУДНЫХ
ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ
СИГНАЛОВ СЕРДЦА**

Мухаметзянов О.А.

Научные руководители: Надеев Адель Фирадович, д.ф-м.н., профессор;
Седов Станислав Сергеевич, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**MODIFICATION OF SIGNAL-AVERAGED APPROACH IN
REGISTRATION OF HEART SIGNALS' LOW-AMPLITUDE
HIGH-FREQUENCY COMPONENTS**

Mukhametzyanov O.A.

Supervisors: Adel F. Nadeev, professor; Stanislav S. Sedov,
associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

Разработана модификация метода сигнал-усреднения в задаче регистрации низкоамплитудных потенциалов сигналов сердца. Проведён сравнительный анализ результатов.

Abstract

Modification of signal-averaged approach in task of heart signals' low amplitude potentials registration is designed. Comparison analysis of results is performed.

1. Введение

Анализ электрокардиосигналов (ЭКС) на наличие или отсутствие низкоамплитудных потенциалов (НАП) носит актуальный характер, так как наличие НАП в ЭКС свидетельствует о высоком риске развития болезни сердца. Стандартный метод регистрации НАП – метод Симсона. Метод основан на временном усреднении кардиоциклов (КЦ) в сигналах по отведениям X, Y, Z системы Франка [1]. Однако НАП расположены в поздней части КЦ, поэтому сформирована гипотеза о необходимости ана-

лиза только поздней части КЦ. Для исследования были проанализированы 100 ЭКС из [2] в MATLAB. Первичная оценка НАП осуществлена методом Симсона: НАП присутствуют в 17 сигналах.

2. Разработка алгоритма

В анализируемых ЭКС проведены фильтрации для устранения дрейфа изолинии, высокочастотных шумов и сетевой помехи в окрестности 50 Гц. Осуществлено накопление временных интервалов 256 мс после точки синхронизации (R-пик) с последующим усреднением для увеличения отношения сигнал/шум. Осуществлена двунаправленная фильтрация 40÷250 Гц, причём порядок фильтра вдвое меньше по сравнению с методом Симсона. Это обусловлено тем, что анализируемый временной интервал стал вдвое меньше. Получена векторная суммарная величина в соответствии с (1):

$$\rho = \sqrt{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2}, \quad (1)$$

где U_x, U_y, U_z – напряжение в поздней части КЦ по отведениям X, Y, Z.

Проанализированы условия наличия НАП: длительность до точки окончания QRS-комплекса: $D_{RJ} > 69$ мс в соответствии с [3]; Составляющие ниже 40 мкВ в поздней части QRS-комплекса $LAS40 > 39$ мс; Среднеквадратическое напряжение поздних 40 мс QRS-комплекса $RMS40 < 20$ мкВ. Удовлетворение минимум двух условий – основание для принятия решения о наличии НАП.

3. Результаты

НАП были обнаружены в 11 сигналах из 17 в группе наличия НАП по Симсону. В группе отсутствия НАП по Симсону все 83 сигнала были оценены верно. Точность алгоритма составила 94%. В дальнейшем мы планируем увеличить количество анализируемых сигналов для уточнения результатов.

Список литературы

1. Simson M.B. Use of Signals in the Terminal QRS-Complex to Identify Patients with Ventricular Tachycardia after Myocardial Infarction // *Circulation*. 1981. Vol. 64. P. 235–242.
2. Physiobank ATM: PTB Diagnostic ECG Database (ptbdb) [Electronical Resource]. URL: <https://archive.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM?database=ptbdb> (дата обращения: 10.03.2023).
3. Mukhametzyanov O.A. et al. Development of High-Resolution Electrocardiography for Telemedicine Systems [Electronical Resource] // *Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications*. – 2022. – Vol. 5, No. 1. – P. 218-222. – DOI 10.1109/SYNCHROINFO55067.2022.9840936.

ИЗУЧЕНИЕ РАЗНИЦЫ МЕЖДУ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ И МЕЖКЛЕТОЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ

Омарова Д.Т.

Научный руководитель: Кузнецова Виктория Вячеславовна, ассистент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

STUDYING THE DIFFERENCE BETWEEN INTRACELLULAR AND INTERCELLULAR SIGNALING

Omarova D.T.

Supervisor: Victoria V. Kuznetsova, assistant
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье описываются виды клеточной коммуникации и их методы осуществления. Также приведены отличия внутриклеточной и межклеточной передачи сигналов.

Abstract

The article describes the types of cellular communication and their implementation methods. The differences between intracellular and intercellular signaling are also shown.

1. Введение

Клетки выделяют сигнальные молекулы в клетки-мишени и общаются друг с другом через сигнальные молекулы в многоклеточных организмах. Клетки-мишени имеют рецепторы на своих клеточных поверхностях и в цитоплазме, чтобы получать сигналы и действовать соответствующим образом. Кроме того, внутри клетки происходит коммуникация между органеллами и ядром для выполнения клеточных функций.

2. Разница между внутриклеточной и межклеточной передачей сигналов

Процесс внутриклеточной передачи сигналов происходит внутри клетки и включает в себя множество сложных механизмов. Внутри клетки находится набор белков, которые получают сигналы и передают их дальше. Одним из главных инструментов для взаимодействия сигналов с белками являются рецепторы. Рецепторы находятся на поверхности

клетки и функционируют как сенсоры.

Межклеточная передача сигналов происходит между двумя или более клетками. Она может происходить с помощью различных механизмов, включая диффузию, электронный обмен, рецепторо-клеточное взаимодействие и передачу сигналов через нервные окончания.

Связь между клетками имеет большое значение для дифференциации и развития организма, а также имеет решающее значение для обработки сенсорной информации. Между тем, внутриклеточная коммуникация контролирует все функции, происходящие в клетке, включая промежуточный метаболизм, активность клеточного деления, морфологию и программу транскрипции. Таким образом, это подводит итог различию между внутриклеточной и межклеточной передачей сигналов.

3. Заключение

По итогу, ключевое отличие между внутриклеточной и межклеточной передачей сигналов заключается в том, что внутриклеточная передача сигналов - связь внутри клетки, а межклеточная передача сигналов - связь между клетками. Разница между внутриклеточной и межклеточной передачей сигналов очень важна. При нарушении передачи сигналов между клетками и внутри клеток, могут возникать серьезные заболевания.

Список литературы

1. Замощина Т.А., Просекина Е.Ю., Томова Т.А. Основы межклеточной сигнализации. Простаноиды и регуляторные пептиды: Учебное пособие. - Томск: Томский государственный университет, 2009. - 86 с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ГИПОГРАВИТАЦИОННОЙ
РАЗГРУЗКИ АКТИВИРУЕТ ПРОДУКЦИЮ ПЕРЕКИСНОГО
ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ПЕЧЕНИ МЫШИ**

Россомахин Р.А., Дмитриева С.А., Тяпкина О.В.

Научный руководитель: Тяпкина Оксана Викторовна, к.б.н.
(Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное
структурное подразделение ФИЦ Казанский научный
центр РАН», г. Казань)

**MODELING OF LONG-TERM HYPOGRAVITATIONAL
UNLOADING ACTIVATES PRODUCTION OF LIPID
PEROXIDATION IN MOUSE LIVER**

Rossomahin R.A., Dmitrieva S.A., Tyapkina O.V.

Supervisor: Oksana V. Tyapkina, PhD.
(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific
Center of RAS, Kazan)

Аннотация

В настоящей работе исследовано влияние моделирования 30 суточной гипогравитационной разгрузки на уровень продукции перекиси водорода и перекисного окисления липидов в печени мышей, и показало их увеличение.

Abstract

In this work, we studied the effect of modeling 30-day hypogravitational unloading on the level of hydrogen peroxide production and lipid peroxidation in the liver of mice, and showed their increase.

При нахождении в условиях космического полета в организме у млекопитающих наблюдается изменение редокс-статуса, которое может вызывать как адаптивные, так и патологические реакции. Одним из основных редокс-метаболитов является перекись водорода (H_2O_2), регулирующая множество процессов. Малоновый диальдегид (МДА) является продуктом перекисного окисления липидов (ПОЛ) активными формами кислорода в клетке, а повышенный уровень его продукции служит маркером оксидативного стресса. В печени показано снижение активности ферментов антиоксидантной защиты, сопровождающееся активацией аутофагии [1]. Для моделирования эффектов космического полета на Земле широко применяется модель антиортостатического вывешивания

(АОВ), воспроизводящая не только функциональную разгрузки мышц, но и перераспределения крови, смещение внутренних органов у грызунов, аналогичные пребыванию в условиях невесомости и постельного режима.

Таким образом, наши данные об изменениях уровня окислительного стресса в печени мышей после длительного 30 суточного антиортостатического вывешивания позволит сопоставить изменения редокс-статуса в печени у мышей после космического полета и определить насколько модель антиортостатического вывешивания воспроизводит эффекты реального космического полета.

Эксперименты проводили на половозрелых самцах мышей линии c57bl/6, контрольная группа (n=5) и группа антиортостатического вывешивания 30 суток (n=5). Концентрации H₂O₂ и МДА (в мкг/г тканей) измеряли спектрофотометрически по стандартной методике. Статистическую обработку выполняли в программе Origin 2019b, используя непараметрический U-критерием Манна-Уитни.

В контрольной группе мышей концентрация H₂O₂ составила 2.8±0.1 мкг/г, у мышей после 30 суток АОВ - 3.7±0.2 мкг/г. Концентрация МАД у мышей контрольной группы составила 5.4±1.2 мкг/г, а после 30 суток АОВ 13.6±0.5 мкг/г. Статистический анализ результатов показал достоверное увеличение уровня перекиси водорода на 31% (p<0.05) и МАД на 151% (p<0.05) в печени у мышей, находящихся в условиях моделирования эффектов космического полета.

Таким образом, в печени у мышей, находящихся в условиях моделирования гипогравитации на Земле, усиливается продукция перекиси водорода, которая сопровождается ростом перекисного окисления липидов, что соответствует результатам исследований, полученных в условиях реального космического полета.

Исследование проведено в рамках Госзадания с использованием оборудования ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН.

Список литературы

1. Jonscher K.R., Alfonso-Garcia A., Suhaim J.L., Orlicky D.J., Potna E.O., Ferguson V.L., Bouxsein M.L., Bateman T.A., Stodieck L.S., Levi M., Friedman J.E., Gridley D.S., Pecaut M.J. Spaceflight Activates Lipotoxic Pathways in Mouse Liver // PLoS One. - 2016. - 11(4): e0152877.

**ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Рябов Д.Ю.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**THE INFLUENCE OF SOCIAL NETWORKS ON
THE INFORMATION PROVISION OF STUDENT ABOUT
RESEARCH ACTIVITIES**

Ryabov D.Yu.

Supervisor: Oscar A. Mukahmetzyanov, assistant
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье показано то, как социальные сети влияют на молодежь, а именно – на популяризацию научно-исследовательской сферы. Кроме этого разобраны преимущества и недостатки такого информирования.

Abstract

The article shows how social networks influent on students, in particular, - the popularization of the research sphere. In addition, the advantages and disadvantages of such information are analyzed.

1. Введение

Социальные сети в XXI веке оказали огромное влияние на распространение научной информации в жизни молодёжи. Доступность тезисно-логических средств и Интернета приводят к облегчённому использованию различных источников. Молодежь может привнести в нынешнюю науку значительный вклад и помочь развитию новых проектов.

2. Основная часть

Через социальные сети можно информировать молодежь о различных конгрессах, научных конференциях и форумах, а также учить людей верному способу подачи информации.

С одной стороны, платформы социальных сетей облегчили молодому поколению доступ к научным знаниям и обмен ими, сделав их более доступными для широкого круга людей, и научили людей этике в данной

деятельности [1,2]. Это позволило шире распространять научную информацию, а также облегчило людям знакомство с новыми открытиями и достижениями в различных областях. Кроме того, позволило развить умение подачи научных статей и докладов.

Однако распространение научной информации в социальных сетях также имеет свои недостатки. Простота доступа к информации в социальных сетях привела к распространению дезинформации, поддельных новостей и теорий заговора, которые могут подрывать доверие к науке и негативно повлиять на общественное понимание научных концепций [3]. Кроме того, социальные сети часто управляются алгоритмами, которые отдают приоритет распространению сенсационного и противоречивого контента, а не точности, что может привести к продвижению ненаучных идей.

3. Заключение

В целом, хотя социальные сети оказали значительное влияние на распространение научной деятельности в жизни молодежи, важно помнить об ограничениях и проблемах, связанных с этим процессом. А также подходить к информации, найденной в социальных сетях, с критическим мышлением и скептицизмом.

Список литературы

1. Богатов В.В. Этика в научной деятельности: Вестник ДВО РАН. 2008. № 1.
2. Багаутдинов Т.А., Мухаметзянов О.А. Границы науки в эпоху интернета: XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых). 2021. Т.6. С. 707-710
3. Михеев Е.А., Нестик Т.А. Дезинформация в социальных сетях: состояние и перспективы психологических исследований: Социальная психология и общество. 2019. Т.9. №2. С. 5-20.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

Рябов Д.Ю.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE MAIN TECHNOLOGIES OF DATA TRANSMISSION IN THE TELEMEDICINE SYSTEM

Ryabov D.Yu.

Supervisor: Oscar A. Mukahmetzyanov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье дано понятие «телемедицина». А также разобраны основные технологий передачи данных в системе телемедицины и их преимущества.

Abstract

The article gives the concept of "telemedicine". The main technologies of data transmission in the telemedicine system and their advantages are also analyzed.

1. Введение

Современный мир невозможен без применения дистанционных технологий. Одной из таких является телемедицина. Термин «телемедицина» обозначает интегрированную систему оказания медицинской помощи с использованием телекоммуникаций и компьютерной технологии вместо прямого контакта между медиком и пациентом [1].

2. Основные технологии передачи данных в системе телемедицины.

Есть множество способов передачи данных в системе телемедицины. Ниже рассмотрены некоторые из них:

1) Проводные технологии.

В телемедицине они включают Ethernet, цифровую абонентскую линию (DSL) и кабельный модем. Эти технологии обеспечивают быст-

рую и надежную передачу информации и широко используются в больницах и других медицинских учреждениях.

2) Беспроводные технологии.

В беспроводных технологиях для передачи данных используются: Wi-Fi, сотовые сети и спутниковая связь. С помощью них обеспечивается мобильность и доступность, позволяя медицинским работникам получать доступ к информации о пациентах из любого места в любое время.

3) Сетевые протоколы.

Сетевые протоколы - это правила, которые управляют потоком данных между устройствами в сети. В телемедицине использование стандартных сетевых протоколов, таких как TCP/IP и HTTP, имеет решающее значение для обеспечения функциональной совместимости и безопасности передачи информации [3].

3. Заключение

В заключение следует отметить, что технологии передачи данных играют решающую роль в успехе телемедицины. Используя эффективные и безопасные технологии, телемедицина может предоставлять доступные и высококачественные медицинские услуги пациентам, независимо от их местонахождения.

Список литературы

1. Goldberg M.A. Telemedicine an overview//Telemed.J-1995, Vol.1, N1. - P.20-25

2. Рассаднев Э.С. Беспроводные технологии передачи данных, развитие LTE в системе связи//Применение современных инфотелекоммуникационных технологий в повседневной деятельности органов военного управления, 2022, С. 87-91

3. Биджиева С.Х., Шебзухова К.В. Сетевые протоколы передачи данных: преимущества и недостатки//Тенденции развития науки и образования, 2022, 86-1, С. 43-45.

ВЛИЯНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ НО СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ИНТЕЛЛЕКТА

*Сучкова Г.Г., Каштанова Н.М., Утеев В.Д.
(Казанский государственный медицинский университет, г Казань)*

THE IMPACT OF CORONAVIRUS INFECTION BUT A DECREASE IN THE LEVEL OF INTELLIGENCE

*Suchkova G.G., Kashtanova N.M., Uteev V.D.
(Kazan State Medical University, Kazan)*

Аннотация

Изучение влияния заболевания коронавирусом инфекцией на снижение уровня интеллекта студентов.

Annotation

The study of the impact of coronavirus infection but a decrease in the level of intelligence of students.

Переболевшие COVID-19 часто сталкиваются с негативным влиянием перенесенной болезни на уровень интеллекта. В некоторых случаях наблюдается снижение уровня интеллекта до семи баллов в тестах IQ. Способность студентов к обучению в значительной степени зависит от уровня развития интеллекта. В связи с этим была предпринята попытка выявить снижение уровня интеллекта у студентов, перенесших коронавирусную инфекцию.

Исследования проводились с использованием общепринятой методики «Прогрессивные матрицы Равенна». В основу заданий были положены абстрактные геометрические фигуры с рисунками, сгруппированными по определенному закону. Тест состоял из 5 серий (А, В, С, D, E) по 12 вопросов в каждой. Вопросы и серии расположены по возрастанию сложности. На тестирование отводилось 20 минут.

В тестировании принимали участия 120 студентов обоего пола в возрасте от 18 до 23 лет 1 курса казанского медицинского университета:

30 студентов факультета высшего сестринского образования (переболевших COVID-19 - 7); 60 студентов факультета лечебное дело (переболевших COVID-19 – 16); 30 студентов МПФ (переболевших COVID-19 – 5). Результаты исследований приведены в таблице:

Таблица 1

Результаты студентов факультета высшего сестринского образования					
Относительное количество правильных ответов,%	более 95	75-94	25-74	5-24	ниже 5
Относительное количество студентов,%	6,45	67,74	24,58	1,23	0
Результаты студентов переболевших COVID-19					
Относительное количество правильных ответов,%	более 95	75-94	25-74	5-24	ниже 5
Относительное количество студентов,%	5.8	61.54	30,9	1.76	0
Результаты студентов факультета лечебное дело					
Относительное количество правильных ответов,%	более 95	75-94	25-74	5-24	ниже 5
Относительное количество студентов,%	7,81	70,38	21.81	0	0
Результаты студентов переболевших COVID-19					
Относительное количество правильных ответов,%	более 95	75-94	25-74	5-24	ниже 5
Относительное количество студентов,%	7.00	66.02	26,98	0	0
Результаты студентов медико-профилактического факультета					
Относительное количество правильных ответов,%	более 95	75-94	25-74	5-24	ниже 5
Относительное количество студентов,%	4.58	58.46	34.15	2.67	0
Результаты студентов переболевших COVID-19					
Относительное количество правильных ответов,%	более 95	75-94	25-74	5-24	ниже 5
Относительное количество студентов,%	3.88	53.92	39,18	3.02	0

Заключение. Студенты, перенесшие COVID-19 характеризуются более низкими показателями уровня интеллекта

Список литературы

1. A.Hampshire, W.Trender, S. R. Chamberlain, A. E. Jolly, J. E. Grant/ Cognitive deficits in people who have recovered from COVID-19 // The Lancet. T.39, 101021, 01, 2021.

**РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЛИФЕРАЦИИ МИОЦИТОВ КРЫСЫ
IN VITRO В СРЕДАХ РАЗНОГО СОСТАВА**

*Токмакова А.Р.¹, Сибгатуллина Г.В.¹,
Гилиждинова К.Р.², Маломуж А.И.^{1,3}*

*(¹Казанский институт биохимии и биофизики
ФИЦ Казанский научный центр РАН, Казань*

²Казанский федеральный университет, Казань

*³Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**REGULATION OF RAT MYOCYTE PROLIFERATION IN VITRO
IN MEDIA OF DIFFERENT COMPOSITION**

Tokmakova A.R.¹, Sibgatullina G.V.¹, Gilizhdinova K.R.², Malomouzh A.I.¹

*(¹Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific
Center, Russian Academy of Sciences, Kazan*

²Kazan federal university, Kazan

*³Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Исследовали изменение пролиферации миоцитов крысы в культуральных средах различного состава. Установили, что добавление гамма-аминомасляной кислоты в среды, содержащие разные сыворотки, оказывает противоположное действие на пролиферативную активность культуры клеток.

Abstract

The changes in the mitotic index of primary cultures of rat myocytes in media of different composition were studied. It was found that the introduction of exogenous gamma-aminobutyric acid (GABA) into media containing different serums has the opposite effect on their proliferative activity of cell culture.

Участие молекул гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) в регуляции процессов развития ненейрональной ткани выявлено достаточно давно [1]. Однако ее участие в регуляции пролиферации мышечных клеток еще не было изучено. Целью данного исследования было сопоставить

значения митотического индекса миоцитов, растущих в различных средах, а также оценить влияние на него экзогенной ГАМК.

Работа была проведена на первичных культурах миоцитов крыс, получение и культивирование которых описано нами ранее [2]. Морфометрические показатели определяли согласно Yamashita et al [3].

В работе использовали среды, различающиеся входящими в их состав сыворотками: 1) фетальная бычья сыворотка (FBS), которая используется на этапе активного деления клеток, 2) лошадиная сыворотка (HS), которая характеризуется низкой концентрацией полиаминоксидазы [4], что вызывает снижение уровня синтеза полиаминов – важных факторов активации пролиферации. В свою очередь, дезаминирование полиаминов является альтернативным путём синтеза ГАМК [5]. Нами было установлено, что митотический индекс культуры миоцитов на среде с FBS больше, чем на среде с HS в 13 раз. При добавлении ГАМК в среду с FBS частота делений снижается на 10%, а при добавлении аминокислоты в среду с HS, наоборот, наблюдается повышение митотического индекса в 2 раза.

Таким образом, ГАМК может регулировать пролиферативную активность миоцитов *in vitro*.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ Казанский научный центр РАН с использованием оборудования ЦКП-САЦ ФИЦ КазНЦ РАН.

Список литературы

1. Tamayama T. et al. Expression of GABAA and GABAB receptors in rat growth plate chondrocytes: Activation of the GABA receptors promotes proliferation of mouse chondrogenic ATDC5 cells // Mol. Cell. Biochem., - 2005, - Vol. 273, - P. 117-126.
2. Sibgatullina G.V., Malomouzh A.I. GABA in developing rat skeletal muscle and motor neuron // Protoplasma, - 2020, - Vol. 257, - P. 1009–1015.
3. Yamashita A.M.S. et al. Balance between S-nitrosylation and denitrosylation modulates myoblast proliferation independently of soluble guanylyl cyclase activation // American Journal of Physiology-Cell Physiology, - 1995, - Vol. 313(1), - P. 11-26.
4. Freshney R.I. Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Technique and Specialized Applications, Sixth Edition, - 2010.
5. Tillakaratne N.J.K. et al. Gamma-aminobutyric acid (GABA) metabolism in mammalian neural and nonneural tissues // Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, – 1995. –Vol. 112(2), – P. 247-263.

СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Тухбатуллин Т.Р., Рябов Д.Ю.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODERN INFORMATION SECURITY STRATEGIES

Tukhbatullin T.R., Ryabov D.Yu.

Supervisor: Oscar A. Mukhametzyanov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье разобрана сфера информационной безопасности. Также даны основные стратегии информационной безопасности, необходимые в современном мире.

Abstract

The article describes the sphere of information security. The basic information security strategies which are necessary nowadays are also given.

1. Введение

В наше время информационная безопасность играет критически важную роль во всех сферах деятельности, особенно в бизнесе и государственном управлении. Для обеспечения безопасности информации необходимы не только технические средства, но и правильная стратегия управления информационной безопасностью.

2. Современные стратегии информационной безопасности (ИБ)

Видов стратегий ИБ становится все больше, однако в данной статье мы рассмотрим самые основные.

1) Контроль доступа

Контроль доступа - это процесс ограничения доступа к ресурсам информационной системы только авторизованным пользователям, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к конфиденциальной информации или выполнение нежелательных действий в системе. Неавто-

ризованные пользователи не имеют права доступа к защищенным ресурсам и могут быть ограничены в использовании других функций системы. Примерами решений контроля доступа являются физические ключи, пароли, биометрические сканеры, технологии RFID. [1]

2) Мониторинг безопасности

Мониторинг безопасности (Monitoring of Security) является одним из важных аспектов ИБ. Этот процесс представляет собой сбор, систематизацию и анализ информации о состоянии корпоративной сети и поведении ее пользователей. Основная цель мониторинга безопасности заключается в выявлении несанкционированных действий, как со стороны сотрудников, так и со стороны посторонних лиц, которые могут проникнуть в сеть. [2]

3) Защита от вредоносного программного обеспечения (ПО)

Защита от вредоносного ПО – это комплекс мер и технологий, направленных на предотвращение проникновения вредоносного ПО в информационную систему, обнаружение и удаление уже имеющихся вирусов и других вредоносных объектов. Существует несколько подходов к защите от вредоносного ПО. Одним из самых эффективных является использование антивирусного ПО, которое обеспечивает регулярное сканирование системы на наличие вирусов и других вредоносных объектов, блокирует попытки их запуска и удаляет уже имеющиеся вирусы. Кроме того, существует возможность использования средств, предназначенных для блокировки нежелательных сайтов и запрета на загрузку файлов из опасных источников [3]

3. Заключение

Следует отметить, что стратегии информационной безопасности выходят на всё более высокий уровень и начинают играть важную роль в жизни людей. Чем точнее проверка систем, тем меньше опасность.

Список литературы

1. Лось, В. П. Место контроля доступа в системах обеспечения информационной безопасности объектов обработки данных / В. П. Лось, Е. Д. Тышук, Ш. Г. Магомедов // Информация и безопасность. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 356-361. – EDN ZWPCRD.
2. Костарев С.Н. Мониторинг безопасности/ Издательство Пермского национального политехнического университета. – 2015.
3. Атамкулова, М. Т. Компьютерные вирусы и антивирусные программы/ Известия Ошского технологического университета. – 2016. – № 2. – С. 136-140.

МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СУШКИ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ

Саифутдинов Д.А., Петрова А.З.

Научный руководитель: Морозов Геннадий Александрович,
д-р техн. наук, профессор кафедры РФМТ
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE SYSTEMS FOR CONTROLLING THE DRYING OF CONIFEROUS SEEDS

Saifutdinov D.A., Petrova A.Z.

Supervisor: Gennady A. Morozov, Doctor of Sciences, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе рассматривается влияние микроволнового облучения сосновых шишек на качество полученных семян. Шишки подвергались воздействию микроволн, вырабатываемых генератором мощностью 800 Вт. Представлено влияние продолжительности воздействия микроволнового излучения и температуры шишки на качество семян сосны.

Abstract

The article describes the effect of microwave irradiation of pine cones on the quality of the seeds obtained. Cones were exposed to microwaves generated by 800 W generator. The effect of the duration of exposure to microwave radiation and temperature of the cone on the quality of pine seeds is presented.

На сегодняшний день проведены исследования изменений содержания влаги в шишках во время извлечения семян. Несмотря на эти усилия, внедрение новых методов экстракции семян не привело к сокращению продолжительности процесса, а также к предотвращению неодновременного раскрытия шишек в сушильной камере.

Материал для исследования (шишки) был разделен на три партии, каждый из которых содержал 40 образцов. Контрольная партия была подвергнута обычной экстракции семян, а две другие партии были первоначально облучены микроволнами в лабораторной микроволновой печи.

Распределение температуры в микроволновой печи было определено для того, чтобы правильно расположить шишки.

Расположение шишек под микроволновым генератором с вершинами, направленными к центру поворотного стола, приводит к более быстрому нагреву оснований шишек, в то время как противоположное расположение приводит к более быстрому нагреву вершин шишек. В случае 5-секундного облучения, температура как целых шишек, так и половинок шишек была значительно выше для расположения шишек с вершинами, направленными к центру, в то время как в случае микроволнового облучения в течение 10 или 15 с не наблюдалось значительных различий в температуре шишек для обоих расположений. В большинстве случаев самая высокая температура наблюдалась в верхушечной части как целых шишек. Для жизнеспособности семян более благоприятно поместить большее количество шишек под микроволновый генератор вершинами к краю поворотного стола.

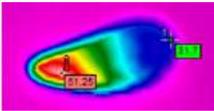


Рис.1(а)- целая шишка с вершиной, направленной наружу, нагрев 5 с;

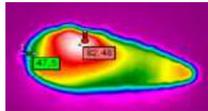


Рис.1(б)- целая шишка с вершиной, направленной к центру, нагрев 10 с;

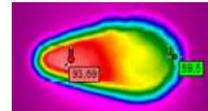


Рис.1(в)- целая шишка с вершиной, направленной наружу, нагрев 15 с.

Можно сделать заключение, данные показывают, что воздействие микроволн в течение более 5 с вызывает повреждение семян. Мощность микроволн должна постепенно снижаться, что в сочетании с контролем содержания влаги в материале должно привести к получению семян с желаемыми свойствами.

Список литературы

1. Aniszewska, M.// The change in weight and surface temperature of a pine cone (*Pinus sylvestris* L.) as a result of microwave irradiation. //For. Res. Pap.- 2016, Vol.77, -P.56–67;
2. Słowiński, K.// The influence of microwave radiation emitted to non-disinfected nursery soil on the survivability and chosen biometric characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.).// Zesz. Nauk. Uniw. Rol. Kołłątaja Krakowie -2013, Vol.517,-P.122.

МОДУЛЯЦИЯ УРОВНЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО Ca^{2+} В МОТОНЕЙРОНАХ ПРИ ПОМОЩИ НАНОМАГНИТНЫХ СИЛ

*Самигуллин Д.В.^{1,2}, Жиляков Н.В.¹,
Сибгатуллина Г.В.¹, Мустафина А.Р.³*

(¹Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ Казанский научный центр РАН, Казань, ²Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, ³Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ Казанский научный центр РАН)

MODULATIONS OF INTRACELLULAR Ca^{2+} LEVEL IN MOTONEURONS BY NANOMAGNETIC FORCES.

Samigullin D.V.^{1,2}, Zhilakov N.V.¹, Sibgatullina G.V.¹, Mustafina A.R.³

¹Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan, ²Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, ³Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan

Аннотация

В работе описан способ модуляции внутриклеточного уровня ионов Ca^{2+} посредством наложения градиента магнитного поля, создаваемого электромагнитной иглой, на интернализированные в мотонейроны магнитные наночастицы (МНЧ).

Abstract

This work describes a method of modulating the intracellular level of Ca^{2+} ions by applying a magnetic field gradient generated by an electromagnetic needle to magnetic nanoparticles (MNPs) internalized in motoneurons.

В каждой из известных у животных клеток сигнальных систем важное значение как вторичный посредник имеют ионы Ca^{2+} (Augustine, 2001). Неинвазивное управление концентрацией ионов Ca^{2+} в клетках открывает широкий спектр возможностей для влияния на процессы клеточной сигнализации. Одним из перспективных инструментов дистанционного неинвазивного воздействия на клетки и клеточную сигнализацию являются магнитные наночастицы (МНЧ). Механическое перемещение МНЧ и их воздействие на кальциевые каналы цитоплазматической мембраны может изменять уровень Ca^{2+} в клетках (Tay et al., 2016; Fedorenko

et al., 2019). В настоящем исследовании мы оценили возможность управления уровнем внутриклеточного Ca^{2+} в культивируемых мотонейронах за счет индукции градиента магнитного поля на новые МНЧ, интернализованные в клетки. Для локальной манипуляции МНЧ использовали электромагнитную иглу (ЭИ), которая позволяет прецизионно воздействовать на отдельные клетки, загруженные МНЧ. В исследовании использовались МНЧ SPION с флуоресцентным комплексом $[\text{Ru}(\text{dipy})_3]^{2+}$, синтезированные в институте ИОФХ им. Арбузова. Мотонейроны, инкубированные с МНЧ в течение 24 часов, загружались Ca^{2+} красителем Fluo3 AM в течение 30 минут. С помощью микроманипулятора ЭИ подвели к клеткам на расстояние около 100 мкм. Оценивали относительную флуоресценцию ($\Delta F/F_0$) кальциевого красителя до и после включения ЭИ, а также при блокаде кальциевых каналов N-типа ω -конотоксином GVIA в концентрации 2 мкМ. Увеличение значения $\Delta F/F_0$ на $37,57 \pm 7,42\%$ ($n=19$) после включения ЭИ четко указывает на увеличение внутриклеточного уровня Ca^{2+} во время магнитной стимуляции, которое имеет тенденцию возвращаться к исходному уровню в течение пятнадцати минут после снятия магнитного воздействия. При блокаде кальциевых каналов N-типа магнитное поле не вызывало изменений флуоресценции кальциевого красителя в мотонейронах. Можно заключить, что повышение внутриклеточного Ca^{2+} является результатом механического воздействия МНЧ на потенциал-чувствительные кальциевые каналы N-типа.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-25-00731, <https://rscf.ru/project/22-25-00731/>.

Список литературы

1. Augustine, G.J. How does calcium trigger neurotransmitter release? / *Current Opinion in Neurobiology*. - 2001. - V. 11. - P. 320–326.
2. Fedorenko, S. Fluorescent magnetic nanoparticles for modulating the level of intracellular Ca^{2+} in motoneurons / A. Stepanov, G. Sibgatullina, D. Samigullin, A. Mukhitov, K. Petrov, R. Mendes, M. Rummeli, L. Giebeler, B. Weise, T. Gemming, I. Nizameev, K. Kholin, A. Mustafina // *Nanoscale*. - 2019. - V. 11. - P. 16103–16113.
3. Tay, A. Induction of Calcium Influx in Cortical Neural Networks by Nanomagnetic Forces / A. Kunze, C. Murray, D. Di Carlo // *ACS Nano*. - 2016. - V. 10. - P. 2331–2341.

**МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
КАЧЕСТВА ВОЗДУХА С ТЕХНОЛОГИЯМИ ОЧИСТКИ**

Хаерова Э.И.

Научный руководитель: Бикмуллина И.И., к.т.н., доцент
*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*

**METHODS OF DEVELOPING AN INTEGRATED INTELLIGENT
AIR QUALITY MONITORING SYSTEM WITH PURIFICATION
TECHNOLOGIES**

Haerova E.I.

Supervisor: Bikmullina I.I., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*

Аннотация

В ходе работы были изучены датчики, которые реагируют на наличие примесей и других нежелательных элементов в воздухе и извещают с помощью сигналов. В процессе исследования был проведен аналитический обзор и осуществлен сравнительный анализ выбора датчиков газа, методов фильтрации. В данной работе освещены этапы разработки прототипа системы автоматизированной очистки воздуха. Ключевая особенность прибора заключается в интегрированной системе обеззараживания воздуха.

Abstract

In the course of the work, sensors that react to the presence of impurities and other undesirable elements in the air and notify with the help of signals were studied. In the course of the study, an analytical review was conducted and a comparative analysis of the choice of gas sensors and filtration methods was carried out. This paper highlights the stages of developing a prototype of an automated air purification system. The key feature of the device is an integrated air disinfection system.

1. Введение

Как свидетельствует практика ведения социально-гигиенического

мониторинга, принятая государственная система контроля недостаточна для характеристики загрязнения воздуха многих территорий [2].

2. Основной текст

В процессе изучения используются датчики загрязнения воздуха, реагирующие на разные типы патогенных веществ. Датчик реагирует на наличие примесей в воздухе, таких как углекислый газ и извещает с помощью сигналов. За счёт этого вычисляется степень загрязнённости воздуха в помещении. Создание интеллектуальной системы, которая позволит интегрировать в данную систему очиститель воздуха, поможет параллельно очищать комнату при определённой степени загрязнения. Задача подбора выбора методов разработки и средств очистки воздуха заключается в поиске альтернатив, обеспечивающих снижение предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. На сегодняшний день в мировой практике применяются различные технологии для удаления летучих органических компонентов из газового потока [3]. В результате анализа методов стерилизации воздуха, фотокаталитические фильтры для очистки воздуха оказались одними из наиболее эффективных методов очистки. Устройства с такими фильтрами чаще всего имеют небольшой расход электрической энергии, экологически безопасные.

3. Заключение

Таким образом, в настоящее время территория г. Казани характеризуется повышенным относительным эпидемиологическим риском первичной заболеваемости населения. Также в результате проведенного исследования был осуществлен сравнительный анализ выбора датчиков газа, методов фильтрации.

Список литературы

1. Авалиани С.Л., Буштуева К.К., Андрианова М.М., Безпалько Л.Е. Оценка вклада выбросов автотранспорта в интегральную характеристику риска загрязнения воздушной среды. Гигиена и санитария. 2002; 6: 21–3.
2. Пинигин М.А., Тепикина Л.А., Сабирова З.Ф., Бударина О.В., Федотова Л.А., Сафиуллин А.А. и др. Итоги и перспективы научных исследований лаборатории гигиены атмосферного воздуха; 2011: 19–38.
3. Афанасьев Д. С., Бардакова Е. А., Быстрыков Д. С. Аналитический обзор датчиков летучих веществ для интернета вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4, № 4. С. 1–12.

ИЗМЕНЕНИЯ В ЕМКОСТИ ЛЕГКИХ У ПЕРЕБОЛЕВШИХ СВИНЫМ ГРИППОМ

Хайрутдинова Е.Е., В.Д., Сучкова Г.Г., Каштанова Н.М.
(Казанский государственный медицинский университет, г. Казань,
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CHANGES IN LUNG CAPACITY IN SUCCESSFUL PIG FLU

Khairutdinova E.E., Suchkova G.G., Kashtanova N.M.
(Kazan State Medical University, Kazan, Kazan National Research Technical
University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Изучение возможности рассматривать жизненную ёмкость лёгких как маркер перенесенного свиного гриппа

Annotation

Studying the possibility of considering lung capacity as a marker of past swine flu.

1. Введение

Как на данный момент стало известно, вероятность тяжелых легочных осложнений после свиного гриппа в несколько раз выше по сравнению с тем, с чем мы ранее привыкли сталкиваться. Штамм гриппа А (H1N1) 2009 или свиной грипп поражает легкие по аналогии с дельта-штаммом коронавируса. Встает вопрос о реабилитации перенесших данное заболевание. Поэтому наиболее важной кажется сейчас оценка лёгочных объемов неболевших и переболевших свиным гриппом как возможная оценка статуса выздоровления.

2. Исследование

В исследовании приняли участие 17 студентов 2-го и 3-го курсов Казанского государственного медицинского университета (12 девушек и 5 юношей). Средний вес девушек составил 51+-5 кг, рост 169+-8 см. Средний вес юношей 65+-8 кг, рост 176+-9 см. У неболевших девушек (n=5) жизненная ёмкость лёгких составила 3.49+-0.31 л, а у неболевших юношей 4.74+-0.58 л. У переболевших свиным гриппом девушек (n=5) жизненная ёмкость лёгких составила 2.40+-0.32 л (что достоверно отличается от контрольной группы), а у переболевших юношей 4.28+-0.63 л.

3. Заключение

Полученные данные по девушкам позволяют рассматривать жизненную ёмкость лёгких как маркер перенесенного свиного гриппа. Что касается юношей, то требуется провести дополнительные исследования.

УДК 53.047

ВЛИЯНИЕ ФУЛЛЕРЕНА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Харитонов А.А.

Научный руководитель: Юнусов Ринат Файзрахманович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EFFECT OF FULLERENE ON THE HUMAN BODY

Haritonova A.A.

Supervisor: Rinat F. Yunusov, PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev –KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья посвящена рассмотрению позитивного и негативного влияния фуллеренов на организм человека. Показано применение данных наноматериалов в качестве лекарства. На основе анализа литературы определены направления исследования фуллеренов.

Abstract

This article is devoted to the consideration of positive and negative effects of fullerenes on the body. The use of these nanomaterials as medicine is shown. On the basis of literature analysis, the directions of fullerenes research are defined.

Фуллерен — это молекулярное соединение, представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из трёхкоординированных атомов углерода. Был открыт в конце 20 века, и с тех пор активно используется в различных сферах жизни [1].

Фуллерен, благодаря своим свойствам, представляет новый наноматериал для терапии акне. Он обладает высокой антиоксидантной активностью, может проникать в эпидермис и работать как носитель для улучшения доставки лекарственных веществ.

Перспективным направлением использования фуллеренов является медицина: установлено, что потенциально, фуллерены можно использовать в качестве препарата в комплексной ВИЧ-терапии. При этом обнаружена их сравнительно низкая токсичность (IV класс токсичности по токсикологической классификации) [2].

Производные фуллерена, а именно: фуллеренолы с различным содержанием гидроксильных групп C₆₀(OH)₁₈₋₂₄ и C₆₀(OH)₃₀₋₃₈, можно использовать в качестве противовирусного препарата. Они обладают широким спектром противовирусной активности в отношении вирусов гриппа, аденовируса и респираторно-синцитиального вируса [3].

Опасное влияние фуллеренов

Фуллерены могут накапливаться в клетках печени и нейронах мозга, изменять функционирование генов в этих клетках и повреждают мембраны клеток. В экспериментах с рыбами при их добавлении были обнаружены биохимические изменения в головном мозге, жабрах и печени, свидетельствующие о негативном воздействии на организм рыб. При этом немодифицированные фуллерены были более токсичны, чем гидроксильированные [4].

Заключение

В статье на основе обзора показано, что фуллерены обладают рядом полезных свойств – антиоксидантная активность, низкая токсичность, что делает их перспективным материалом для использования в медицине в качестве терапевтического средства. Несмотря на это, фуллерены оказались токсичными для ряда животных. Это определяет новый вектор развития – исследования накопительного эффекта фуллеренов на человеческий организм.

Список литературы

1. Юнусов Р.Ф. Электронная образовательная среда в техническом вузе// Современные научные исследования в сфере педагогики и психологии. Сборник результатов научных исследований. Киров, 2018. С. 800-812.

2. Жаровин В.В., Захаров Р.Р. Гидроксильированные фуллерены как перспективные вещества в вич-терапии//Материалы всероссийского научного форума студентов с международным участием «Студенческая наука – 2020», Том 3, СПб., - С.435.

3. Патент РФ № 2011109732, 15.03.2011 Применение фуллеренолов с₆₀(oh)₁₈₋₂₄ и с₆₀(oh)₃₀₋₃₈ в качестве противовирусных препаратов // Патент России № 2675865. 20.09.2012 Бюл. № 26. / Еропкин М. Ю., Меленевская Е. и [др.]

4. Е. Ю. Крысанов, Д. С. Павлов, Т. Б. Демидова, Ю. Ю. Дгебуадзе/ Наночастицы в окружающей среде и их влияние на гидробионтов//Известия российской академии наук. серия биологическая– 2010. – №4 – С. 478-485.

УДК 621.317; 611.127

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА ВРЕМЕННОГО УСРЕДНЕНИЯ

Хафизов И.К.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SPECTRAL ANALYSIS OF ELECTROCARDIOSIGNALS USING MODIFICATION OF TIME-AVERAGING APPROACH

Khafizov I.K.

Supervisor: Oscar A. Mukahmetzyanov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе разработан критерий принятия решения о наличии или отсутствии поздних потенциалов желудочков сердца на основе анализа спектров мощности сигналов сердца.

Abstract

The paper developed a criterion for making a decision about the presence or absence of late potentials of the ventricles of the heart based on the analysis of the power spectra of the heart signals.

Criterion to make a decision about presence or absence of ventricular late potentials based on power spectrums' analysis is designed.

В данной работе проводится спектральный анализ электрокардио-сигналов (ЭКС) с целью обнаружения наличия или отсутствия поздних потенциалов желудочков (ППЖ) сердца. ППЖ – это высокочастотные и низкоамплитудные сигналы, которые расположены в конечной части комплекса QRS [1].

Стандартный подход обнаружения ППЖ базируется на временном усреднении сигналов по отведениям X, Y, Z. В данной работе мы рассматриваем только сигналы по отведению X, так как анализ сигналов по одному отведению позволит уменьшить объёма обрабатываемых данных. Это в свою очередь, приводит к увеличению быстродействия.

Анализируются 100 ЭКС из базы данных РТВ Diagnostic ECG Da-

tabase [2]. Длительность сигналов около 2 минут. Для анализа использовался программный комплекс MATLAB. Анализ ЭКС осуществляется на основе метода Симсона [1] и модификации Мухаметзянова О.А. [3]: при временном усреднении сигналов сердцебиения выделяются только их поздние части. Длительность анализируемого сегмента – 256 мс. В рамках каждого ЭКС мы рассматриваем спектр мощности данного сегмента.

В качестве критерия мы предлагаем коэффициент K , равный отношению полосы верхних частот к полосе нижних частот в спектре мощности:

$$K = \frac{\sum_{f_t+1}^{f_{max}} P_i}{\sum_{i=0}^{f_t} P_i}, \quad (1)$$

где f_{max} - верхняя частота спектра сигнала, f_t – граничная частота, P_i – составляющие спектра мощности.

В работе мы рассматриваем граничные частоты 20÷60 Гц. В результате анализа коэффициентов K для сигналов с ППЖ и без них наибольшая разность зарегистрирована на частоте 40 Гц.

После анализа 100 сигналов были получены следующие средние значения параметра K : при наличии ППЖ: $K=6,11 \cdot 10^{-3}$; при отсутствии ППЖ: $K=7,15 \cdot 10^{-3}$.

После исследования можно сделать вывод, что среднее значение коэффициента K в сигналах с ППЖ меньше, чем при их отсутствии. В дальнейшем планируется продолжение исследования этого отношения путём увеличения количества анализируемых сигналов.

Список литературы

1. Simson M.B. Use of Signals in the Terminal QRS-Complex to Identify Patients with Ventricular Tachycardia after Myocardial Infarction // *Circulation*. 1981. Vol. 64. P. 235–242.
2. Physiobank ATM: PTB Diagnostic ECG Database (ptbdb) [Electronic Resource]. URL: <https://archive.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM?database=ptbdb> (дата обращения: 10.03.2021).
3. Mukhametzyanov O.A. The research of filter order's influence on modified signal-averaged approach in heart signals' analysis // Английский язык в сфере профессиональной коммуникации: Материалы VIII Всероссийской молодежной научной конференции. 10 ноября 2022 г., Казань. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2022. С.251-253.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДАРСОНВАЛИЗАЦИИ В МЕДИЦИНЕ

Шакирова К.Э.

Научный руководитель: Юнусов Ринат Файзрахманович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE USE OF THE DARSONVALIZATION METHOD IN MEDICINE

Shakirova K.E.

Supervisor: Rinat F. Yunusov, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается принцип работы аппарата «Дарсонваль», его применение в медицине и сделаны выводы об эффективности методики.

Abstract

This article discusses the principle of operation of the apparatus "Darsonval", its use in medicine and draws conclusions about the effectiveness of the technique.

Дарсонвализация — это метод электротерапии, который основан на принципе использования импульсного переменного тока высокого напряжения (20–40 кВ) и частоты (110-140 кГц) и низкого энергопотребления (0,015-0,2 А) [1]. Технология была разработана французским физиологом Жаком-Арсени д'Арсонвалем в 1892 году. Ученый обнаружил, что высокочастотные переменные токи могут протекать через тело испытуемого с терапевтическим эффектом.

Во время процедуры между электродом и кожей образуется разряд тока, который имеет разную интенсивность и может оказывать различное воздействие на организм. Высокочастотные разряды могут изменяться от "тихого", не вызывающих особых ощущений, до искрового, который оказывает раздражающее и даже прижигающее воздействие [2].

При соприкосновении с кожей ток, используемый в аппарате Дарсонваля, раздражает нервные окончания и увеличивает венозный и лимфатический кровотоки. Исходя из этого повышается эластичность капилляров и кровеносных сосудов, ускоряются метаболические процессы в

эпидермисе. Также наблюдается вегетативно-сосудистая реакция, характеризующаяся снижением тонуса средних и мелких артерий, повышением тонуса вен. Высокочастотный разряд в совокупности с оксидами азота и озона, которые тоже возникают между кожей и электродом, оказывает противовоспалительное действие [3].

Для лечения головных болей, связанных с заболеваниями центральной нервной системы, используется контактная техника с использованием электрода в виде морского гребешка. Перед началом процедуры из волос следует убрать металлические изделия, затем расчесать волосы, после этого электрод расчески медленно перемещается в направлении ото лба к затылку. Процедура проводится при низкой или средней интенсивности. Процедуры длительностью до 10 минут должны проводиться ежедневно или через день. Курс терапии состоит из 20–25 процедур.

Систематическое применение метода дарсонвализации помогает улучшить функции центральной нервной системы: нормализовать сон, повысить работоспособность, снизить утомляемость, а также физиотерапевтическая процедура положительно влияет на иммунную систему.

Таким образом, метод дарсонвализации эффективен при лечении заболеваний центральной нервной системы и, как следствие, широко используется в области неврологии.

Список литературы

1. Studwood [Электронный ресурс]/ История возникновения метода. - Режим доступа: https://studwood.net/1608207/meditsina/istoriya_vozniknoveniya_metoda, свободный (дата обращения: 09.03.2023)
2. Yunusov R.F., Garipov M.M. Experimental study of voltage fluctuation in a glow discharge//Journal of Physics: Conference Series. 2017. С. 012077.
3. Основы физиотерапии и курортологии: Учебное пособие / [Г.А. Мороз, В.В. Ежов, Н.В. Матвеева и др.]. – Симферополь: Издат. Центр ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». – 2015. – 244 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ R-ЗУБЦОВ В ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОМ СИГНАЛЕ

Щербакова Т. Ф., Седов С. С., Кобызева А. А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

IMPLEMENTATION OF R-PEAKS DETECTION ALGORITHM IN ECG SIGNAL

Scherbakova T. F., Sedov S. S., Kobyzeva A. A.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В работе проведено сравнение различных реализаций алгоритмов детектирования R-зубцов в электрокардиографическом сигнале, дана оценка точности работы реализаций. Представлены результаты оценки точности разработанной реализации определения R-зубцов.

Abstract

The article compares various implementations of algorithms for R-peaks detection in ECG signal and evaluates the accuracy of the implementations. The results of accuracy assessment of the developed high-precision implementation of the R-peaks detection are presented.

1. Введение

При анализе электрокардиосигнала важной является задача точного определения временного положения вершин R-зубцов. Часто этот этап является первым в анализе, и ошибки, допущенные в нем, могут серьёзно влиять на дальнейшие результаты вычислений. Алгоритм определения R-зубцов был реализован на языке программирования Python. Это позволяет использовать созданное нами программное обеспечение в реальных устройствах регистрации и анализа ЭКС сигнала.

2. Реализации алгоритма определения R-зубцов

Рассмотрена библиотека ru-ecg-detectors [1], предназначенная для определения R-зубцов. На тестовом сигнале длительностью 16 минут проведена оценка точности реализаций алгоритмов библиотеки. Наибольшая точность составила 94,78%, однако при этом результат был

нестабилен на зашумленных участках сигнала. В связи с этим было принято решение разработать реализацию алгоритма детектирования R-зубцов, позволяющую получать более достоверные результаты.

Ранее нами проведены исследования по анализу ЭКС, в которых все алгоритмы реализованы с помощью ПО Matlab [2]. Точность работы реализации, использованной в исследованиях, на тестовом сигнале составляет 99,91%. В связи с этим данная реализация взята за основу новой разрабатываемой реализации на Python.

В результате для разработанной реализации тестовом сигнале получена точность 99,82%. На рис. 1 приведен результат определения R-зубцов разработанной реализацией на фрагменте сигнала с шумами.

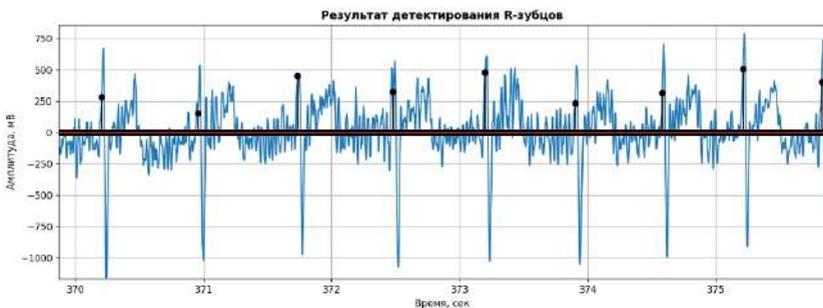


Рис. 1 – Результат определения R-зубцов разработанной реализацией на фрагменте сигнала с шумами.

3. Заключение

Разработана высокоточная реализация алгоритма определения R-зубцов при анализе электрокардиографических сигналов. Данная реализация может быть использована в задачах домашней телемедицины, электрокардиографии высокого разрешения и спортивной медицине.

Список литературы

1. Bernd Porr, Luis Howell, Ioannis Stouraras, & Yoav Nir. (2022, July 8). Popular ECG R peak detectors written in python (Version 1.3.2). Version 1.3.2. Zenodo. doi: 10.5281/zenodo.6812478
2. Определение состояния водителя транспортного средства на основе анализа электрокардиосигнала / Т.Ф. Щербакова, С.С. Седов, Р.Р. Марданов, А.А. Кобызева, А.И. Валиева // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2022. – №3. – С. 129–133.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ

УДК 621.3.049.75

ТЕПЛОТВОД С ПОМОЩЬЮ ВНЕДРЕНИЯ В ПЕЧАТНУЮ ПЛАТУ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ОТВЕРСТИЙ

Артемяева А.А.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

HEAT SINK BY INTRODUCING METALLIZED HOLES INTO THE PRINTED CIRCUIT BOARD

Artemeva A.A.

Supervisor: Mikheev Igor Dmitrievich, – PhD in Physics and
Mathematics, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Охлаждение радиокомпонентов является одной из важнейших проблем при коммутации теплонагруженных электронных компонентов. В статье рассмотрены результаты эксперимента по охлаждению электронных компонентов с помощью металлизированных отверстий.

Abstract

Cooling of radio components is one of the most important problems when switching heat-loaded electronic components. The article discusses the results of an experiment on cooling electronic components using metallized holes.

1. Введение

С развитием технологий увеличилось количество компонентов, одновременно находящихся на одной плате, следовательно, увеличилось количество выделяемого тепла. Появилась проблема отвода тепловой мощности, которую можно решить с помощью внедрения в печатную плату

сквозных металлизированных отверстий. За счет их наличия в ПП увеличивается площадь рассеивания тепла в воздушное пространство. Судя по результатам наблюдений этот подход является эффективным в условиях миниатюризации ПП.

2. Отвод тепла с помощью металлизированных отверстий

Силовые компоненты в корпусах для поверхностного монтажа (SMD) – привлекательный вариант при конструировании крупносерийных силовых преобразователей, поскольку их применение упрощает автоматизацию производства [1]. Для малогабаритных устройств наиболее экономически эффективным способом передачи тепла между слоями ПП является применение массивов переходных отверстий. Однако существует проблема затекания припоя в сквозные металлизированные отверстия, что приводит к возникновению дефектов в паяных соединениях устройств на печатной плате.

Процесс создания металлизированных отверстий является легко выполнимым на производстве и не требует больших затрат. С увеличением количества отверстий увеличивается площадь теплоотводящей поверхности, снижается время охлаждения компонентов. Это связано с тем, что теплопроводность меди приблизительно равна $400 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$, что значительно больше теплопроводности классической печатной платы FR4, которая равна $0,2 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ [2].

3. Заключение

Из приведенных данных можно сделать вывод, что печатные платы, модифицированные металлизированными отверстиями под теплонагруженными электронными компонентами, эффективнее рассеивают тепло в воздушное пространство. Организация теплоотвода компонента приведет к его более эффективному охлаждению и, следовательно, он будет иметь меньшую температуру под нагрузкой, что значительно уменьшит шанс отказа.

Список литературы

1. Леонов А. Рекомендации по проектированию печатных плат для интегральных модулей питания серии LMZ // Компоненты и технологии. Электрон. журн. 2010. №11.
2. А. Медведев. Технология производства печатных плат. – М.: Техносфера, 2005. – 360 с.

БАЗОВЫЙ МЕТОД КОНСТРУИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА

Асташкин А.Е., Петров Р.Р.

Научный руководитель Виноградов Василий Юрьевич, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE BASIC METHOD OF DESIGNING AN ELECTRONIC MEANS

Astashkin A.E., Petrov R.R.

Supervisor: Vinogradov Vasilij Yurevich, professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приведён обзор базового метода конструирования РЭС и его разновидностей. Представлены достоинства метода, а также многоуровневый принцип построения.

Abstract

The article provides an overview of the basic method of designing RES and its varieties. The advantages of the method are presented, as well as the multilevel principle of construction.

Проектирование (в самом общем виде) – создание ещё не существующего объекта на основе первичного описания или задания на проектирование, то есть сведений о назначении параметров, особенностях работы.

Конструирование является частью общего процесса проектирования или разработки изделия, содержащего такие взаимосвязанные этапы, как разработка структурной и принципиальной электрических схем, собственно конструирование, разработка технологии изготовления, внедрение изделия в производство и эксплуатацию.

В основу данного метода положен принцип деления аппаратуры на функционально и конструктивно законченные части. В связи с этим в пределах базового метода выделяют его разновидности: функционально-узловой, функционально-модульный и функционально-блочный.

Функционально-узловой метод заключается в том, что разрабатываемая конструкция расчленяется на функционально законченные узлы,

которые могут быть отдельно сконструированы, изготовлены, настроены и испытаны до объединения их в общей конструкции.

Функционально-модульное конструирование является логическим продолжением функционально-узлового метода. Использование модулей позволяет вследствие единообразия и унификации конструкций дополнительно выиграть в плотности монтажа, подготовке производства, эксплуатации и техническом обслуживании.

Функционально-блочный метод конструирования применяют при относительно несложной РЭС, где выигрыш от упрощения (удешевления) конструкции и увеличение надежности за счет уменьшения числа электрических соединений является решающим.

Базовый метод характеризуется следующими достоинствами:

- на этапе разработки позволяет вести работу над многими узлами и блоками, это упрощает разработку, сокращает её сроки;
- на этапе производства сокращает сроки освоения серийного производства аппаратуры, снижает стоимость аппаратуры;
- при эксплуатации повышает эксплуатационную надежность РЭС, облегчает обслуживание, улучшает ремонтпригодность.

Основой базового метода конструирования является многоуровневый принцип построения, то есть деление конструкции на части, которые находятся в иерархической подчиненности друг другу. Реализуется это с помощью уровней разукрупнения РЭС, габаритные размеры которых стандартизованы. Конструкции нижестоящего уровня совместимы с конструкциями вышестоящего уровня. В конечном итоге выбор метода конструирования производится по результатам сравнительного анализа перечисленных методов с позиций назначения, надежности, технологичности, ремонтпригодности и стоимости РЭС.

Список литературы

1. Основы проектирования электронных средств: учебное пособие / В.Г. Сайткулов, В.Н. Леухин. – Казань: Изд-во казан. гос. техн. ун-та, 2013. – 496 с.
2. Основы конструкторско-технологического проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие / В.А. Зеленский. – Самара: Изд-во СГАУ, 2016. – 80 с.: ил.
3. Основы конструирования и технологии производства РЭС: учебное пособие / Е. И. Кротова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2013. – 192 с.

ВОЛНОВОЙ АЛГОРИТМ ЛИ

Ахметгараева К.Р., Козин К.В.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

LEE 'S WAVE ALGORITHM

Akhmetgaraeva K.R., Kozin K.V.

Supervisor: Mikheev I. D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются основные принципы построения трасс, конкретные примеры трассировки соединений с помощью волнового алгоритма Ли.

Abstract

The article discusses the basic principles of trace construction, specific examples of connection tracing using the Lee wave algorithm.

Алгоритмов поиска минимального пути большое множество. Но, наиболее простым и эффективным является Алгоритм волновой трассировки (Алгоритм Ли), который основан на методах поиска в ширину.

Все ячейки монтажного поля подразделяют на занятые (проводниками, монтажными выводами, запрещёнными участками) и свободные. При проведении новой трассы можно использовать лишь свободные ячейки, число которых по мере проведения трасс сокращается.

Первую ячейку, в которой зарождается волна влияний, называют источником, а вторую - приемником волны. Фрагментам волны на каждом этапе её прохождения присваивают некоторые веса:

$$P_k = P_{k-1} + \varphi(f_1, f_2, \dots, f_g)$$

Где P_k - веса ячеек k -го и $(k - 1)$ -го фронтов; $\varphi(f_1, f_2, \dots, f_g)$ - весовая функция, в которой f_g критерий качества (длина пути, число пересечений и т. п.). На P_k накладывают одно ограничение - веса ячеек предыдущих фронтов не должны быть больше весов ячеек последующих фронтов. Фронт распространяется только на соседние ячейки, которые имеют с ячейками предыдущего фронта либо общую сторону, либо общую точку. Процесс

распространения волны продолжается, пока ее фронт не достигнет приемника или на k -ом шаге не найдется ни одной свободной ячейки, которая могла бы быть включена в очередной фронт, что показывает невозможность проведения трассы при заданных ограничениях.

Если в результате распространения волна достигла приемника, то осуществляют «проведение пути», от приемника к источнику по пройденным на этапе распространения волны ячейкам, так, чтобы значения R_k монотонно убывали. В результате образуется путь между точками.

Рассмотрим конкретный пример трассировки соединений с помощью волнового алгоритма Ли. В данном примере зададим следующий приоритетный порядок проведения пути: сверху, справа, снизу и слева.

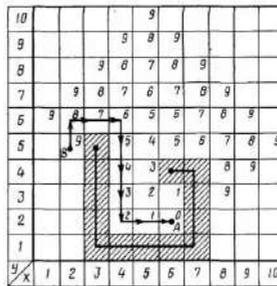


Рис. 1 - Пример трассировки соединений с помощью волнового алгоритма Ли

Преимущества волнового алгоритма в том, что с его помощью можно найти трассу в любом лабиринте и с любым количеством запрещенных элементов (стен) и имеется возможность построения нескольких соединений различной конфигурации, но одинаковой длины. Единственным недостатком этого алгоритма является, то что при построении сложных трасс требуются большие вычислительные мощности.

Список литературы

1. Automation of the design of electronic equipment / Dendobrenko B. N., Malika A. S., 1980. - 226 p.
2. Implementation of the Wave algorithm URL: evileg.com/ru/post/359/#header_Результат_работы_программы:

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРИЕНТИРОВАННОСТИ МИКРОВОЛОКОННЫХ СТРУКТУР

Байбикова Л.А.

Научный руководитель: Морозов Михаил Валерьевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF SOFTWARE CODE FOR THE RESEARCH OF ORIENTATION OF MICROFIBRE STRUCTURES

Baybikova L.A.

Supervisor: Mikhail V. Morozov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлен алгоритм в виде программного кода для исследования ориентированности микроволоконных структур на изображениях полученных со сканирующего электронного микроскопа. Представлен способ обработки изображений с объектами, расположенных на не-контрастном фоне.

Abstract

The article discusses an algorithm in the form of a software code for the study of the orientation of micro-accommodation structures on the images obtained from the scanning electron microscope. The method of processing images with objects located against a non-contrast background is presented.

1. Введение

Ориентация наноструктур влияет на электрические и оптические свойства материала. При разработке новейших наноструктурированных материалов главной целью является определение и регулирование данных параметров. Цель данной работы – разработка программного кода для анализа ориентированности микроволоконных структур.

2. Методическая часть

Для определения ориентации микроволоконных сетей был усовершенствован метод, описанный в работе [1]. Для того, чтобы избежать не-

точностей в расчетах по методу определения средней длины, из-за особенностей микроволоконных структур, было решено фиксировать все пиксели исследуемого объекта на изображении.

На изображение наносятся параллельные секущие линии, которые описываются математической функцией $y = kx + b$, где y и x координаты, параметр k - коэффициент, а параметр b расстояние между секущими линиями. Для того, чтобы расстояние между секущими было одинаковым при изменении угла наклона, были рассчитаны коэффициенты смещения по осям абсцисс и ординат.

$$x_move = \left\lfloor \frac{b}{\sin(\text{atan } k)} \right\rfloor$$
$$y_move = x_move * |k|$$

Формируется список координат секущих линий: $[y, y/k + x_move]$, $[k * x, x + x_move]$, $[y + y_move, y/k]$, $[k * x + y_move, x]$.

По каждой секущей линии фиксируется количество пикселей с определенным значением яркости, задаваемой параметром `grey_level`, включающего значение фона. Выводится угол с максимальным значением пикселей.

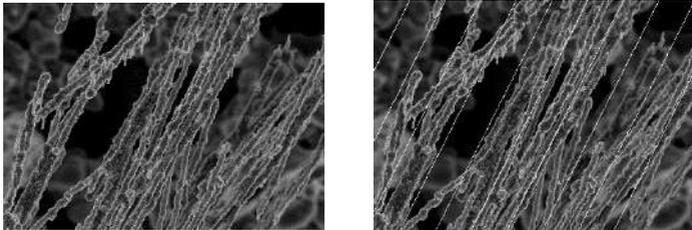


Рис. 1. Исходное и полученное изображения с нанесенными секущими линиями, показывающими угол направления ориентации исследуемых объектов на неконтрастном фоне.

Угол ориентации: 117°

3. Заключение

В результате анализа был получен угол ориентации. Разработанный программный код и полученные данные могут быть использованы для исследования различных микроволоконных структур.

Список литературы

1. Пат. №2491630С2 Российская Федерация, МПК G 06 K 9/46, Способ определения ориентации элементов изображения: заявл. 2011.11.15; опубл. 2013.08.27 / Каменская К. В. – 5с: ил. – Текст: электронный.

МЕМРИСТОР. ЧТО ЭТО ТАКОЕ

Байков Р.А.

Научный руководитель: Крючатов В.И.

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MEMRISTOR. WHAT IS IT

Baykov R.A.

Supervisor: Kryuchatov V.I.

(Kazan National Research Technical University named after
A. N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается новый, ещё широко не применяющийся базовый элемент электротехники, который связывает магнитный поток с зарядом.

Annotation

The article discusses a new, not yet widely used basic element of electrical engineering, which connects the magnetic flux with the charge.

Электрическая цепь может описываться четырьмя физическими величинами: в каждой точке (сечении) – силой тока (I) и зарядом (Q), между двумя точками (поверхностями) – напряжением или разностью потенциалов (U) и магнитным потоком (Φ). Все эти четыре величины попарно соотносятся друг с другом, причём эти соотношения представлены в физических элементах электросхемы.

Так, резистор (сопротивление) реализует взаимосвязь силы тока и напряжения, конденсатор (ёмкость) – напряжения и заряда, катушка индуктивности – магнитного потока и силы тока (рис. 1).



Рис. 1 – Соотношения физических величин в физических элементах электросхемы

Эти три пассивных элемента – резистор, конденсатор и катушка индуктивности – считаются базовыми в электротехнике, поскольку электрическую схему любой сложности теоретически можно свести к эквивалентной схеме, построенной исключительно из сопротивлений, ёмкостей и индуктивностей.

В 1971 году американский физик Леон О. Чуа из Калифорнийского университета в Беркли выдвинул гипотезу, согласно которой должен существовать четвёртый базовый элемент электросхемы, который описывал бы взаимосвязь магнитного потока с зарядом. Такой элемент невозможно составить из других базовых пассивных элементов, хотя уже тогда его можно было смоделировать с помощью комбинации активных элементов, например, операционных усилителей.

Чуа назвал «недостающий» элемент мемристором – от слов «резистор» и «темогу», то есть «память». Это название описывает одну из характеристик мемристора, так называемый гистерезис, «эффект памяти», означающий, что свойства этого элемента зависят от приложенной ранее силы. В данном случае сопротивление мемристора зависит от пропущенного через него заряда, что и позволяет использовать его в качестве ячейки памяти. Это свойство было названо мемрезистивностью (M), значение которой есть отношение изменения магнитного потока к изменению заряда.

Была рассмотрена гипотеза американского физика Леона О. Чуа, которая подразумевала существование ещё одного базового электротехнического элемента.

Список литературы

1. Memristor: "missing element" URL: <https://www.nanonewsnet.ru/articles/2011/memristor-nedostayushchii-element>
2. Semiconductors: memristor in simple words URL: <https://habr.com/ru/post/667082/>

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И БАЛАНСИРОВКИ КОЛЕСНОГО РОБОТА

Белодед Н.М.

Научный руководитель: Кирсанов Александр Юрьевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A CONTROL AND BALANCE SYSTEM FOR A WHEELED ROBOT

Beloded N.M.

Supervisor: Alexander Y. Kirsanov, PHD associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается процесс разработки системы управления и балансировки колесного робота, работающего на основе двух двигателей постоянного тока. Представлена структурная схема системы, описаны ее элементы и способ взаимодействия между элементами.

Abstract

The article discusses the process of developing a control and balancing system for a wheeled robot based on two DC motors. The block diagram of the system is presented, its elements and the way of interaction between the elements are described.

1. Введение

Мобильные роботы находят широкое применение в различных областях [1]. Система управления и балансировки позволяет быстро и точно оперировать колесным роботом для выполнения различных задач. Движение робота осуществляется посредством двух двигателей постоянного тока. Для определения положения платформы робота, а также измерения угла ее отклонения от вертикали используется гироскоп GY-521 и встроенный в него акселерометр.

2. Структурная схема и описание работы системы управления и балансировки колесным роботом.

В данной работе предложен вариант системы управления и балансировки колесного робота, работающего на основе двух двигателей постоянного тока. На рис. 1 приведена структурная схема системы.

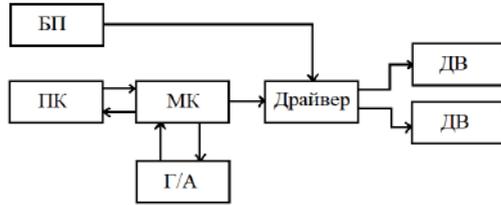


Рис. 1 – Структурная схема системы управления и балансировки колесного робота. БП – блок питания, ПК – компьютер, МК – микроконтроллер, Драйвер – плата управления двигателями L298N, Г/А – гироскоп-акселерометр GY-521, ДВ – двигатель постоянного тока.

Работает система следующим образом: с ПК вводится команда для выполнения роботом, команда с ПК передается на МК. Микроконтроллер преобразует команду в сигнал для драйвера, а драйвер, питаемый от БП, получив сигнал, подает определенное напряжение на ДВ, двигая робота в заданном направлении. В процессе управления положение робота в пространстве (угол наклона) фиксируется гироскопом в Г/А, питаемым напряжением с МК, и отправляется на МК. ПИ-регулятор, программно реализованный на базе микроконтроллера, проверяет значения, поступающие с Г/А, и регулирует положение робота в пространстве (в случае, когда значения с Г/А не входят в допустимый диапазон), посылая на драйвер сигнал для движения двигателей в нужную сторону. Таким образом, данные с Г/А остаются в заданном диапазоне, и система удерживает подвижную платформу робота в вертикальном положении.

3. Заключение

Приведенный пример системы управления и балансировки колесного робота показывает, как реализовано управление движением робота и устройство системы для его балансировки. Следующим этапом работы является разработка регулятора, моделирование работы системы и сопоставление экспериментальных результатов с результатами моделирования.

Список литературы

1. Гасимов А.А., Кирсанов А.Ю. Разработка автоматизированной системы управления ходовой частью колёсного наземного робота // Материалы Международной научно-практической конференции «Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности». Т. II. – 2014. – С.415-417.

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ
ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК, ПОЛУЧАЕМЫХ
С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА**

Бельтюков С.В., Бобина Е.А.

Научный руководитель: Бобина Елена Андреевна, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**ANALYSIS OF THE METHODS FOR THICKNESS CONTROL OF
POLYMER FILMS PRODUCED BY ELECTROSPINNING**

Beltyukov S.V., Bobina E.A.

Supervisor: Elena A. Bobina, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается анализ методов контроля толщины полимерных плёнок, получаемых методом электроспиннинга. Одним из таких методов является фотометрический метод, осуществляемый с помощью турбидиметрического фотометра. Сравнительный анализ показал, что данный метод имеет больше преимуществ по сравнению с другими методами. Фотометрический метод позволяет проводить измерения без разрушения исследуемой плёнки (погрешность измерений ~0.7%) и может быть автоматизирован.

Abstract

Analysis of the methods for thickness control of polymer films obtained by electrospinning is discussed in the article. The photometric method carried out with a turbidimetric photometer is one of such methods. Comparative analysis showed that this method has more advantages compared to other methods. The photometric method allows to carry out measurements without destruction of an investigated film (an error of measurements ~0.7%) and can be automated.

На свойства плёнок, получаемых электроспиннингом, большое влияние оказывает их толщина [1]. Этот параметр необходимо контролировать для получения плёнок с определенными свойствами.

Целью данной работы является определение наиболее предпочтительного метода контроля толщины полимерных плёнок, изготовленных методом электроспиннинга.

Сравнительный анализ методов контроля толщины плёнок

Одними из основных методов контроля толщины пленок являются: дифракция быстрых электронов на отражение (ДБЭО), радиочастотный, полос равной толщины, полос равного хроматического порядка, акустический (резонансный), резистивный, емкостной, рентгеноспектральный, фотометрический.

Для неразрушающего контроля толщины полимерных плёнок не подходят методы ДБЭО, полос равной толщины, полос равного хроматического порядка и рентгеноспектральный, поскольку эти методы влияют на структуру полимерных плёнок и их разрушение. Емкостной метод сложно автоматизировать из-за необходимости калибровки датчика под каждый материал (из-за изменения диэлектрической проницаемости плёнки). Радиочастотный метод подвержен искажениям из-за нестабильной температуры, что также осложняет автоматизацию измерений. Акустический метод не позволяет измерить толщину плёнки, изготовленной методом электроспиннинга, поскольку такие плёнки, как правило, являются пористыми, а данный метод чувствителен к структуре измеряемой плёнки.

В результате сравнительного анализа показано, что наиболее предпочтительным методом контроля толщины полимерных плёнок, полученным методом электроспиннинга, является фотометрический метод, основанный на измерении мутности и коэффициента пропускания по методике, описанной в ГОСТ Р 8.829–2013. Этот метод позволяет проводить достаточно точные измерения (с погрешностью до 0.7% [2]) без разрушения исследуемой плёнки, а также может быть автоматизирован. Ограничения применимости выбранного метода контроля толщины полимерных пленок, получаемых с помощью электроспиннинга, будут рассмотрены в дальнейших исследованиях.

Список литературы

1. Игумнов, В. Н. Физические основы микроэлектроники: практикум // М. -Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 266 стр.
2. Тарасов А.А., Данилаев М.П., Карамов Ф.А., Куклин В.А. Разработка импульсного фотометра и исследование его метрологических характеристик // «Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы-2020» - 2020 г. - 249 – 250 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛИЖНЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В EMCOS PCB VLAB

Бикчантаев А.А.

Научный руководитель: Соколов В.С. старший преподаватель,
заведующий учебной лабораторией кафедры КиТПЭС
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

SIMULATION OF THE NEAR ELECTROMAGNETIC FIELD OF PRINTED CIRCUIT BOARDS IN EMCOS PCB VLAB

Bikchantaev A.A.

Supervisor: Sokolov V.S. senior lecturer, head of the educational
laboratory of department DaTPoEM
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается исследование электромагнитной совместимости печатных плат путём моделирования в САПР, с помощью пакета программ EMCoS PCB Vlab. Графически представлена исследуемая печатная плата и её карта распределения электромагнитного поля.

Abstract

The article discusses the study of electromagnetic compatibility of printed circuit boards by modeling in CAD, using the EMCoS PCB Vlab software package. The investigated printed circuit board and its electromagnetic field distribution map are graphically presented.

Разработка печатных плат – одна из наиболее важных задач в проектировании и технологии производства электронных средств, поскольку в ней заключается повышение надежности и уменьшение дороговизны электроники. Не всегда возможно оценить влияние ЭМС, поэтому для облегчения этой задачи используют моделирование в САПР[3].

В данной работе предложен вариант использования САПР EMCoS PCB Vlab. При проектировании конструктором схемы и печатной платы, он обязан учитывать электромагнитную совместимость компонентов схемы, поскольку все активные элементы могут излучать некоторое электромагнитное поле, а другие элементы способны его принимать и нару-

шать свою работу, необходимо исследовать электромагнитные поля образующиеся на плате [1]. По причине того, что это исследование сложно и трудоемко даже для высококвалифицированных специалистов было придумано программное обеспечение САПР: EMCoS PCB Vlab.

Используя данное САПР возможно графически построить или произвести ввод уже построенной в другой программе печатной платы, произвести её анализ, получить карту распределение электромагнитных полей и исследование наиболее проблемных мест [2].

Для этого необходимо внести параметры исследуемых областей: сопротивления, емкости и другие. Произвести конфигурацию и получить карту распределения электромагнитного поля, позволяющую по цветам произвести анализ интенсивности и частоты электромагнитного поля в различных участках платы.

Из приведенных результатов можно сделать вывод о том, что использование программного пакета EMCoS PCB Vlab, позволяет получить сведения об распределении электромагнитного поля, что необходимо для проектирования печатных плат. Данная программа позволяет снизить трудоемкость процесса проектирования, а точность моделирования позволяет повысить надежность, уменьшить количество эксплуатационных испытаний и понизить дороговизну электроники.

Список литературы

1. Laboratory of Electromagnetic compatibility // [Personal page of M. A. Romashchenko] / Vor. gos. tech. un-t address: <http://www.emc-problem.net>.
2. Andreev, P. G. Modern tasks and methods of ensuring electromagnetic compatibility of radioelectronic means / P. G. Andreev, A.S. Zhumabaeva // Robotics and system analysis: proceedings of the international scientific and practical youth conference. – Penza: Penza State Technical University, 2015. – pp. 115 – 119.
3. Grishko, A. K. Expert information systems for designing radio-electronic means / A. K. Grishko, I. I. Kochegarov, N. A. Bekniyazov // Innovations based on information and communication technologies. - 2015. – Vol. 1. – pp. 304 – 306.

СПОСОБ СУБНАНОСЕКУНДНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ СИНХРОННОЙ СЕТИ ETHERNET

Блинов А.А.

Научный руководитель: Муратов Р.М., старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SUBNANOSECOND SYNCHRONIZATION METHOD DEVICES BASED ON SYNCHRONOUS ETHERNET NETWORK

Blinov A.A.

Supervisor: Muratov R.M., senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

За последние два десятка лет Ethernet стала доминирующей технологией передачи данных, особенно в телекоммуникационных и беспроводных сетях поставщиков услуг благодаря своей простоте и низкой стоимости. Однако асинхронная природа этой технологии вызывает определенные трудности передачи данных.

Abstraction

Over the past two decades, Ethernet has become the dominant data transmission technology, especially in telecommunications and wireless networks of service providers due to its simplicity and low cost. However, the asynchronous nature of this technology causes certain difficulties in data transmission.

Услуги по мультиплексной передаче с временным разделением каналов (Time Division Multiplexing — TDM) как T1/E1 и SONET/SDH требуют синхронизации между источником и узлом назначения. Несмотря на то, что существует несколько способов для установления синхронизации по Ethernet-сети, все они построены на основе стандарта Synchronous Ethernet (SyncE). В SyncE применяется интерфейс физического уровня для межузловой синхронизации, которая осуществляется так же, как в технологиях SONET/SDH или T1/E1.

Синхронизация — определяющее требование для функционирования систем связи. Малая задержка передачи сигнала достигается только при условии минимальной буферизации данных в каждом узле. Это значит, что все узлы в TDM-сети должны быть жестко синхронизированы с задающим генератором, чтобы предотвратить потерю данных. Синхронизация сети в системах связи основана на иерархии, в которой самая верхняя позиция отведена опорному генератору с наивысшей точностью.

Высокоточная синхронизация пространственно разнесенных устройств является важным этапом для современных телекоммуникационных систем, радиолокационных комплексов, системы регистрации быстропротекающих процессов. Использование протокола PTP в синхронных сетях Ethernet позволяет достичь субнаносекундной точности синхронизации времени между устройствами.

На первом этапе синхронизации производится установка соединения, далее производится измерение разности фаз. Измеренная разность фаз компенсируется в PLL ведомого устройства. Производится измерение смещения часов и соответствующая коррекция. Завершающий этап — слежение за фазой и коррекция в случае необходимости.

Разработанный способ увеличения точности синхронизации времени позволяет добиться систематической ошибки не более 100 пс и среднее квадратичное отклонение ошибки около 300 пс. Такая высокая точность синхронизации, которая обеспечивается с использованием только канала передачи полезных данных, является очень эффективной при повышении уровня интеграции разрабатываемых радиоэлектронных устройств.

Список литературы

1. Технология синхронизации Ethernet-сети (электронный ресурс) <https://russianelectronics.ru/tehnologiya-sinhronizaczii-ethernet-seti/> [дата доступа 26.03.2023]
2. Синхронизация в больших и неоднородных сетях SyncE (электронный ресурс) <http://elcomdesign.ru/wp-content/uploads/2021/01/30.pdf> [дата доступа 26.03.2023]
3. Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы (электронный ресурс) <https://kai.ru/documents/131969/12548565/> Сборник+МНТК+ИРЭФЖС-2022_compressed.pdf/bf25625e-02e1-4990-bbd4-df9a0fa21909

ВЛИЯНИЕ БЛА КАК НОСИТЕЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Валиев А.Р.

Научный руководитель: Соколов В.С.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE INFLUENCE OF UAVS AS A CARRIER OF RADIOELECTRONIC SPECIAL PURPOSE COMPLEX

Valiev A.R.

Supervisor: Sokolov V.S.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается исследование влияния антенной решетки на беспилотные летательные аппараты. Графически представлена исследуемая модель и зависимость ошибки пеленга от частоты сигнала.

Abstract

The article discusses the study of the effect of the antenna array on unmanned aerial vehicles. The investigated model and the dependence of the bearing error on the signal frequency are graphically presented.

Появившаяся в последние годы миниатюризация электронных носителей позволяет размещать сложные электронные устройства в корпусах небольшого объема. За счет этого они имеют небольшую массу и могут содержать, например, комплекс радиоэлектронной борьбы, который включает пеленгатор и антенную решетку. Такие комплексы могут размещаться на малогабаритных беспилотных летательных аппаратах (БЛА).

Предлагается разработка антенной решетки бортовой мобильной системы пеленгации для соответствующего диапазона частот (от 0 до 2000 МГц). Носителем такого комплекса может быть, например, квадрокоптер. Как показывает опыт боевых операций последних лет, противник использует сотовую связь на поле боя, поэтому представленная тема актуальна. Рассматривались два варианта конструкции антенной решетки (АР), размещаемой на БЛА: традиционно используемая многоэлементная

АР из девяти полуволновых вибраторов и трехэлементная АР. Проанализированы зависимости угла прихода электромагнитной волны от частоты, рассчитанной методом фазовой пеленгации.

Для девятиэлементной АР ошибки в определении угла прихода волны не существенны. Для большей части рабочего диапазона погрешности не превышают 1° по азимуту (углы определяются по горизонтали).

Для трехэлементной АР на графиках видно, что такая решетка дает гораздо более высокую погрешность измерения пеленга, особенно на низких и высоких частотах (ниже 200 и выше 1400 МГц). В диапазоне от 300 до 1300 МГц погрешность не превышает 2° .

В направлениях входного угла волны $60, 120, 180^\circ$ и т. д. расположен один из элементов решетки, в то время как два других находятся на одинаковом расстоянии друг от друга, поэтому погрешность в этих случаях минимальна и не превышает 1° то же самое для трехэлементной.

На низких частотах пеленг стремится к вибратору, от которого исходит электромагнитная волна. На высоких частотах происходит то же самое. Это объясняется тем, что при углах $\varphi = 10, 80, 90, 100^\circ$, металлические элементы конструкции квадрокоптера оказывают влияние, поскольку двигатели расположены точно в положениях $\varphi = 0^\circ$ и $\varphi = 90^\circ$.

Из приведенных выше результатов можно сделать вывод, что погрешность не превышает 1° в диапазоне частот от 200 до 1300 МГц. Также была проанализирована зависимость системы СКО от направления прихода электромагнитной волны. Для трехэлементной антенной решетки погрешность не превышает 3° для всех углов входа, а для девятиэлементной 2° .

Список литературы

1. Самодуров, А. С. Разработка элементов программного комплекса анализа и синтеза сверхширокополосных антенн аппаратуры радиоконтроля мобильного и стационарного базирования / А. С. Самодуров // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – Т. 8, № 7.1. – С. 122 – 125.

2. Мишанин Василий Васильевич. Боевое применение беспилотных летательных аппаратов с комплексами радиоэлектронной борьбы // Военная мысль. 2022. №1.

РАЗРАБОТКА ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ ДЛЯ ФОРМАТА 3U - CUBESAT

Валиуллин Ш.Р., Липатников К.А.

Научный руководитель: Васильев И.И., доцент, к.т.н.,

Кузнецов А.А., доцент, к.т.н.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

DEVELOPMENT OF THE ARTIFICIAL SATELLITE FOR 3U-CUBESAT FORMAT

Valiullin Sh.R., Lipatnikov K.A.

Supervisor: Igor I. Vasilev, assistant professor, c.t.s.,

Artem A. Kuznetsov, assistant professor, c.t.s.

(Kazan National Research Technical University A. N. Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе рассматривается процесс разработки искусственного спутника Земли под формат спутника CubeSat 3U. Будут рассмотрены различные аспекты, и проблемы, с которыми пришлось столкнуться в процессе разработки, как их решали, а также результаты и рекомендации, которые были получены в результате запуска спутника на орбиту.

Abstract

This document contains description of the development process of the artificial satellite for CubeSat 3U format. We will describe different aspects, problems, which we've faced with, during development process and how they were solved, as well as the results and recommends which were made after launching the satellite on to the orbit in space.

1. Введение

В феврале 2021 года, по инициативе СУНЦ Инженерный лицей-интернат КНИТУ-КАИ, и ИРЭФ-ЦТ КНИТУ-КАИ в рамках программы “Дежурные по планете” было решено разработать мини-спутник формата 3U с полезной нагрузкой в виде оптического измерителя температуры на основе решетки Брэгга, и сборки из цифровых камер для построения 3D проекции, места где будет находится спутник.

2. Описание проекта

Спутник содержит в себе несколько модулей:

- стабилизатор ориентации
- система навигации
- вычислительный узел (мини-ПК)
- накопитель информации
- блок фото-видео съемки
- приемо-передатчик
- система питания

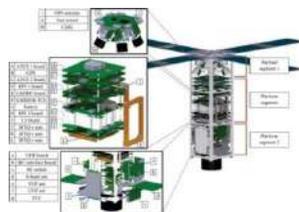


Рис. 1 – абстрактная модель спутника

3. Разработка проекта

Разработка спутника включала в себя множество этапов, с которыми читатель может ознакомиться, отсканировав QR код ниже – содержащий полную версию статьи (рис. 2).



Рис.2 – фото собранного спутника

Финальным этапом была передача спутника на тестирование на вибростенде, сертификацию, а также подготовку к отправке для запуска на ракета-носителе “Союз-2.1б” с разгонным блоком Фрегат. Ссылка на запуск спутника находится в QR коде ниже (рис. 3).



Рис.3 – результаты запуска фото со спутника и запуск

ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Васильев К.Е.

Научный руководитель: Горбунов Игорь Александрович
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

RELIABILITY AND QUALITY ISSUES ELECTRONIC EQUIPMENT

Vasilev K.E.

Supervisor: Gorbunov Igor Alexandrovich
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается проблема некачественной радиоэлектронной аппаратуры. Представлены и объяснены методы повышения надежности и качества РЭА.

Abstract

The article discusses the problem of low-quality electronic equipment. Methods of increasing the reliability and quality of REA are presented and explained.

Надежность и качество радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и их компонентов во многом зависят от производственно-технологических факторов и производственной культуры на предприятии. В рамках различных государственных программ исследованиями ведущих предприятий промышленности была подтверждена актуальность решения проблемы выпуска некачественной продукции, которая обусловлена рядом причин: значительное увеличение объема выпускаемой продукции, что приводит к снижению ее качества; усложнение функций устройства; полное или частичное устранение оператора; продукция эксплуатируется в сложных условиях.

С развитием технологического процесса и ужесточением требований к конкурентоспособности товаров важнейшей задачей становится комплексный подход к улучшению характеристик имущественного комплекса оборудования, который, согласно своему назначению, отвечает

потребностям покупателей. Важную роль в развитии современных электронных устройств играет тот факт, что инновации часто усложняют электронные компоненты, что приводит к резкому снижению надежности аппаратуры. Снижение надежности, в свою очередь, увеличивает эксплуатационные расходы устройства в несколько раз в год. Эти факторы приводят к значительным экономическим потерям и значительно снижают эффективность использования РЭА.

Чтобы определить оптимальный метод контроля, необходимо выбрать более надежный метод диагностики оборудования, чтобы выявить и устранить возможные дефекты на ранней стадии с минимальными затратами. Показателем выбранной и успешно внедренной стратегии управления качеством и надежностью является стоимость ремонтных работ в производственном процессе. Поскольку традиционно принято классифицировать все причины, влияющие на надежность и качество, на три последовательных этапа жизненного цикла оборудования: проектирование, производство и эксплуатация. Проблема обеспечения надежности оборудования и элементов также включает в себя множество различных этапов - от процесса создания оборудования до его использования.

Развитие новейших технологий образует потребность в товарах более высокого качества, спрос на которые будет во много раз выше. Для этого при изготовлении продукции должны соблюдаться все условия и факторы надежности и качества.

Список литературы

1. Андреев, П. Г. Комплексное исследование блока РЭС на примере светоакустической приставки / П. Г. Андреев, И. Ю. Наумова, М. В. Ширшов // Надежность и качество: труды международного симпозиума. – 2010. – Т. 2. – С. 137 – 142.
2. Андреева, Т. В. Информационное обеспечение проектирования узлов на печатных платах на основе дискретно-непрерывного моделирования / Т. В. Андреева, В. Е. Курносов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. – 2003. – № 8. – С. 130 – 137.

БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ СОТОВОЙ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Вельгас И.А., Саиткулов В.Г.

Научный руководитель: Соколов В.С. старший преподаватель.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CELLULAR BASE STATIONS IN MOBILE RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

Velgas I.A., Saitkulov V.G.

Supervisor: Sokolov V.S. senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается исследование мобильной радиосвязи, как она устроена и в чем её смысл. Рассмотрим различные технические моменты по их размещению, конструкции и дальности действия.

Abstract

The article discusses the study of mobile radio communication, how it works and what its meaning is. Let's consider various technical aspects of their placement, design and range.

В современном мире устройства мобильной связи невероятно популярны, поскольку этот вид связи позволяет абонентам свободно ориентироваться в сетевых сервисах и получать круглосуточное обслуживание. Одним из самых популярных видов мобильной связи в современном мире является сотовая радиосвязь [1].

Его главная особенность заключается в том, что зона обслуживания представляет собой большое количество рабочих пространств (ячеек), где связь между мобильными устройствами и базовыми станциями (БС) осуществляется по радиоканалу. Размер ячеек в крупных городах составляет около 2 км и может быть уменьшен до полукилометра по мере увеличения числа участников. В пригородных районах дальность действия ячеек может достигать десятков километров и ограничена только расстоянием прямой видимости антенны BS. Принцип сотовой ра-

диосвязи довольно прост: как только абонент набирает номер на мобильном устройстве, это средство связи находит ближайшую BS по каналу обслуживания и просит назначить голосовой канал. После получения запроса от устройства BS отправляет запрос контроллеру, откуда он позже поступает на коммутатор, где определяется оператор вызываемого абонента. Когда вызов поступает в сеть, коммутатор выполняет поиск вызываемого абонента, и когда вызываемый абонент найден, коммутатор передает вызов на контроллер автоответчика, затем в вашу операционную систему, а затем на устройство связи вызываемого абонента. Если коммутатор обнаруживает, что вызываемый абонент является оператором другой сети, сигнал отправляется на коммутатор этого оператора сотовой связи. БС - это небольшие контейнеры, устанавливаемые в основном на крышах зданий (в основном в городских районах) или на башнях (в основном на открытых пространствах). Сила излучения BS в течение дня непостоянна. Нагрузка определяется количеством устройств связи, расположенных в зоне обслуживания BS, и интенсивностью разговора. Например, ночью нагрузка на БС намного ниже, чем днем. Но, например, в канун Нового года нагрузка на БС возрастает гораздо больше, чем обычно. При организации сети и установке операционных систем необходимо учитывать определенные факторы, которые определенным образом влияют на распространение радиоволн. В городских условиях на распространение радиоволн и качество сотовой связи влияют различные зоны затенения, многократные отражения и рассеивание волн. Различные факторы влияют на качество распространения сотовых радиоволн. Принимая во внимание эти факторы, при размещении базовых станций сотовой связи можно добиться оптимального качества сотовой связи [1].

Сотовые сети приобретают особое значение во всех сферах человеческой деятельности в связи с активным внедрением персональных компьютеров, различных баз данных и компьютерных сетей. Их доступ через сотовые сети позволяет абоненту сотовой связи быстро и надежно получать необходимую информацию. Соответственно, возрастет и роль систем связи, возрастут требования к качеству передачи информации, пропускной способности и надежности работы.

Список литературы

1. Gavrilenko, V. G. Propagation of radio waves in modern mobile communication systems: a course of lectures [electronic edition] / V. G. Gavrilenko, V. A. Yashnov. – URL: <http://wl.unn.ru/study/?page=9>.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ
ОСНОВАНИЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛОВОЙ И
МАЛОГАБАРИТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Габдрафиков В.И.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**THE USE OF PRINTED CIRCUIT BOARDS WITH A METAL
BASE IN THE PRODUCTION OF POWER AND
SMALL-SIZED ELECTRONICS**

Gabdrafikov V.I.

Supervisor: Mikheev Igor Dmitrievich, – PhD, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье сравнивается рентабельность использования печатных плат на металлической основе с ПП на основе фольгированного стекловолокна и гетинакса. Также рассматриваются теплопередача и рассеивание тепла различными диэлектрическими основаниями.

Abstract

The article compares the profitability of using printed circuit boards on metal base with PP based on foiled fiberglass and getinax. Heat transfer and heat dissipation of various dielectric bases are also considered.

В связи с постоянным уменьшением размеров и увеличивающейся энергонагруженностью электронных и электромеханических устройств в последние годы очень серьезно стоит проблема отвода выделяемого при работе устройств тепла, так как несоблюдение требуемого теплового режима работы любых электронных компонентов ведет к быстрой деградации их характеристик и выходу их из строя значительно раньше заложенного в них потенциально срока службы.

Применяющиеся в силовой электронике для отвода тепла платы на металлической подложке представляют собой конструкцию из теплоотводящей подложки, диэлектрика и слоя медной фольги. Конструкция может быть многослойной и иметь переходные отверстия. Теплоотводящая

подложка обычно алюминиевая. Она сопоставима по цене с стекловолоконным и гетинаксом и может использоваться в массовом производстве. Кроме того, позволяет в несколько раз увеличить токовую нагрузку печатных проводников платы. В следствии того, что металлы лучше отводят тепло нежели классические подложки типа FR4 (таблица 1) [1].

Таблица 1

Материал – переносчик энергии	Теплопроводность Вт/м·К
FR4	~0.2
Воздух	~0.02
Алюминий	~220
Медь	~400

Алюминиевые ПП используются там, где требуется легкий корпус, поскольку они обеспечивают меньший размер корпуса из-за наличия алюминиевой подложки, которая легче по сравнению со стекловолокном и керамическими материалами. Основанные на нетоксичном алюминиевом материале, алюминиевые платы являются экологически чистыми и не вносят вредных веществ в окружающую среду, что делает их идеальным выбором для источников питания. В случаях, когда требуется очень высокая теплопроводность, в качестве металлического основания используется медь. К недостаткам можно отнести высокую стоимость и сложность обработки фрезерованием из-за высокой вязкости. Когда требуется высокая коррозионная стойкость и механическая прочность, в качестве основания используется нержавеющая сталь [2].

Из приведенных данных можно сделать вывод, что печатные платы на основе металлических оснований будут все больше востребованы, в связи их отличных характеристик по сравнению с классическими ПП и разнообразных специфических сценариев использования электроприборов.

Список литературы

1. Технологии в электронной промышленности №6'2011. https://tech-e.ru/2011_6_26.php
2. Технология производства и монтажа печатных плат. <https://www.rezonit.ru/directory/baza-znaniy/tekhnologiya-proizvodstva-pechatnykh-plat/bazovye-materialy-dlya-proizvodstva-pechatnykh-plat/>

**НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ
ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОДОРОДНЫХ
ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Гайсин Н.Р.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**NEURAL NETWORK SYSTEM FOR PARAMETERS
IDENTIFICATION OF HYDROGEN FUEL CELLS
ELECTRICAL MODEL**

Gaisin N.R.

Supervisor: Evgenii S. Denisov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается разработка нейросетевого метода идентификации параметров электрической модели топливного элемента на основе релаксационных процессов, вызванных модуляцией нагрузки. Результаты могут быть применены при разработке перспективных средств исследования и диагностики ТЭ с твердым полимерным электролитом.

Abstract

The article discusses the development of a neural network method for identifying the parameters of the fuel cell electrical model. The results can be used to develop promising research and diagnostics tools for PEMFC.

Водородный топливный элемент с твердым полимерным электролитом (ТЭПЭ) является конструктивно сложным дорогостоящим оборудованием. Своевременная диагностика и определение отклонений в работе позволяет значительно увеличить эффективность работы и срок службы ТЭПЭ. В работе [1] предложен один из наиболее эффективных способов диагностики электрохимических систем – анализ релаксационных процессов, вызванных модуляцией нагрузки. Однако реализация этого метода ограничивается сложностью получаемых вычислительных процедур. Для преодоления этого в данной работе предлагается нейросетевой алгоритм идентификации параметров.

Для моделирования релаксационного процесса ТЭПЭ рассматривалась эквивалентная электрическая в форме линейной электрической цепи второго порядка в нагруженном режиме (рис. 1). Более подробно решение этой задачи на основе классических методов можно найти в [1]. В работе [2] показана возможность применения нейронной сети для решения более простой задачи – идентификации параметров модели 1го порядка. В данном исследовании проводится адаптация алгоритма для более сложного случая. В качестве набора данных для обучения нейронной сети были использованы модельные переходных характеристик при различных значениях параметров модели $R1$, $R2$, $R3$, $C1$, $C2$. В работе подобраны оптимальные гиперпараметры и архитектура нейронной сети, которая имела 5 скрытых слоев по 1000-2500 нейронов в каждом скрытом слое при коэффициенте отброса 0.3 – 0.4 в зависимости от слоя. Точность нейронной сети при идентификации пяти параметров составила 97% (рис. 1).

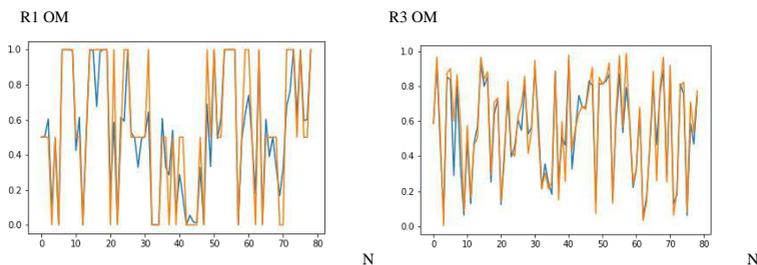


Рис. 1. – Результат классификации параметров.

Из приведенных результатов работы нейросетевой модели можно сделать вывод, что данный подход имеет высокую точность определения параметров цепи и может использоваться для создания перспективных средств диагностики ТЭПЭ.

Список литературы

1. Г.В. Никишина, Е.С. Денисов / Диагностика электрохимических источников тока на основе анализа переходных процессов, вызванных изменениями нагрузки // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2021. – Т. 77, № 2. – С. 74-81.
2. Е.С. Денисов, Н.Р. Гайсин, А.Р. Хаирова / Нейросетевая система релаксационной диагностики водородных топливных элементов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2023. – № 1(47). – С. 16-22.

УПРАВЛЯЮЩИЕ ФЕРРИТОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Галиуллина Р.И. Черепанов М.Ю.

Научный руководитель: Идиатуллов Заур Рафикович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FERRITE CONTROL DEVICES

Galiullina R.I. Cherepanov M.Y.

Supervisor: Idiatullov Z.R., Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В этой статье мы рассмотрим принципы работы управляющих ферритовых устройств, их применение и особенности.

Abstract

In this article we will consider the principles of operation of ferrite control devices, their application and features.

Управляющие ферритовые устройства представляют собой устройства, в которых магнитный поток регулируется путем изменения магнитной проницаемости ферромагнитного материала. Такие устройства широко используются в электронике, электроэнергетике, медицине, автомобильной промышленности и других областях. Управляющие ферритовые устройства имеют низкое потребление энергии, высокую точность и малые габариты.

Одной из ключевых особенностей управляющих ферритовых устройств является возможность регулирования магнитного поля путем изменения магнитной проницаемости ферромагнитного материала. Это позволяет регулировать электрический ток и напряжение в цепи, проходящей через устройство. Управляющие ферритовые устройства также имеют высокую точность и малые габариты, что делает их привлекательными для применения в различных областях.

Управляющие ферритовые устройства являются важной составляющей современной электроники и электроэнергетики. Они обладают высокой точностью, низким потреблением энергии и малыми

габаритами, что делает их привлекательными для использования в различных областях. Они нашли свое применение в создании эффективных источников питания, управлении электрическими моторами и других устройствах, используемых в промышленности и транспорте.

Рассмотрим основные управляющие устройства с ферритом.

- Гираторы с регулируемым полем намагничивания H_0 служат для корректировки плоскостей поляризации волн H_{11}^C и H_{11}^S перед входом в разделительный поляризационный фильтр.

- Амплитудные модуляторы, переключатели, выключатели строятся на основе циркуляторов и вентилях с изменяемым полем H_0 .

В будущем ожидается, что развитие управляющих ферритовых устройств будет продолжаться, и они будут играть все более важную роль в создании более эффективных и экономичных электронных устройств.

Список литературы

1. Семенов Н.А. Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов. – М., «Связь», 1973.

Использование теории сетей в электромагнитной совместимости Мамкина И.К. В сборнике: Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы - 2020. VII Молодежная международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов. Казань, 2020. С. 89-91.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО КАК ДИСКРЕТНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ

Гарифуллов М.Р.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

FIBER-OPTIC CABLE AS A DISCRETE INFORMATION STORAGE DEVICE

Garifullov M.R.

Supervisor: Vasilij Yurievich Vinogradov, PhD, professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается использование волоконно-оптического волокна как дискретного накопителя информации. Представлены преимущества и недостатки, данного метода. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article discusses the use of fiber-optic fiber as a discrete information storage device. The advantages and disadvantages of this method are presented. The problems of this topic were also identified.

Волоконно-оптическое волокно (ВОВ) может быть использовано как дискретный накопитель информации, но чаще служит, как метод передачи данных. ВОВ состоит из тонкого стеклянного волокна, через которое свет проходит с минимальными потерями.

Для использования ВОВ как дискретного накопителя информации необходимо модифицировать стандартный способ передачи информации по оптическому волокну. Вместо того, чтобы передавать информацию в виде серии непрерывных импульсов света, информация может быть передана в виде серии импульсов света, каждый из которых имеет определенное время задержки.

В такой системе каждый импульс света соответствует биту информации, а время задержки определяет позицию бита в последовательности. Для чтения информации из волокна необходимо применить технику

временной корреляции, которая позволяет определить время задержки каждого импульса света и восстановить последовательность битов информации.

Преимущества и недостатки, а также проблемы данного метода

Преимущество такой системы заключается в том, что она позволяет использовать волоконно-оптическое волокно в качестве накопителя информации с высокой плотностью хранения. Однако для реализации такой системы необходимо использовать специальные компоненты, которые позволяют изменять время задержки импульсов света в волокне.

ВОВ имеет свои преимущества перед другими видами хранения информации, такие как высокая плотность хранения, высокая скорость передачи данных, малая потребляемая мощность и высокая надежность.

Также, как и у любой технологии, есть недостатки хранения данных в волоконно-оптическом волокне, например, высокая стоимость, сложность монтажа и обслуживания, ограниченная дальность передачи, невозможность модификации.

Другие проблемы хранения данных в волоконно-оптическом волокне включают уязвимость к механическим повреждениям, ограниченную совместимость с другими технологиями, требовательность к условиям хранения и недостаток гибкости. Кроме того, такая технология может быть уязвима для взлома и кражи данных, а восстановление данных может быть сложным и дорогостоящим.

В данной работе была рассмотрена возможность использования волоконно-оптического волокна в качестве дискретного накопителя информации. Было выяснено, что волоконно-оптическое волокно может быть использовано как эффективный и быстрый накопитель информации благодаря своим особенностям, таким как высокая скорость передачи данных, низкий уровень шума и малый размер. Но из-за ряда недостатков требует дальнейшего исследования и разработки новых технологий. Тем не менее волоконно-оптическое волокно в качестве накопителя информации может стать перспективным направлением для дальнейшего развития телекоммуникаций и информационных технологий.

Список литературы

1. David Lou, Alice Chance Optical Disk Storage // Optical Storage and Retrieval: Memory and Neural Networks, – 1996, – Vol.54, – P. 5-15.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Гасанов А.А., Виноградов В.Ю.

Научный руководитель: В.С. Соколов, старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

FIBER-OPTIC DIAGNOSTICS OF OIL TRANSFORMERS

Gasanov A.A., Vinogradov V.Yu

Supervisor: Vladislav S. Sokolov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается применение волоконно-оптической диагностики для оценки состояния масляных трансформаторов. Преимущества и недостатки данного метода, а также проблемы в использовании.

Abstract

This article discusses the use of fiber-optic diagnostics to assess the condition of oil transformers. Advantages and disadvantages of this method, as well as problems in use.

Волоконно-оптическая диагностика масляных трансформаторов — это современный метод диагностирования технического состояния высоковольтного оборудования (в частности, трансформаторов) с использованием оптических волокон. Данный метод основан на измерении испускаемого маслом света, который проходит через оптические волокна, установленные на обмотках трансформатора.

Предпосылками к разработке оптических методов диагностики масляных трансформаторов было тесное взаимодействие ученых и инженеров в области электроэнергетики и физики. В результате для диагностирования состояния обмоток трансформаторов был предложен метод, который позволяет измерять параметры, характеризующие состояние масла в обмотках.

Чтобы проиллюстрировать практическое применение волоконно-

оптических методов диагностики масляных трансформаторов, было проведено тематическое исследование масляного трансформатора мощностью 100 МВА на электростанции. В прошлом у трансформатора были неисправности, включая ухудшение изоляции и частичный разряд. В трансформатор были вмонтированы волоконно-оптические кабели и подключены датчики для измерения различных параметров, таких как температура, давление и уровень влажности. Данные, собранные датчиками, передавались в систему мониторинга, которая анализировала данные с использованием алгоритмов обработки сигналов и методов машинного обучения.

В первую очередь, главным преимуществом волоконно-оптической диагностики является ее высокая точность и быстродействие. Данная технология позволяет провести исследование объекта в максимально короткие сроки, минимизируя простои и недоступность техники для профилактических работ. Также преимуществами этой диагностики являются: нечувствительность к электромагнитным помехам, стойкость к коррозии и т. д. К недостаткам этой методики можно отнести сложность монтажа специального оборудования, необходимость наличия высококвалифицированных узкоспециализированных специалистов и ограниченность возможности проведения масштабных диагностических мероприятий в группе трансформаторов [1].

Одной из наиболее серьезных проблем при работе с волоконно-оптическими методами диагностики является их высокая чувствительность. Необходима точная настройка приборов, а также высокоточная калибровка и проверка результатов испытаний [1].

В заключение следует отметить, что волоконно-оптическая диагностика масляных трансформаторов — это инновационный метод, который позволяет в короткие сроки провести обследование объектов энергетики высокого напряжения. Несмотря на некоторые недостатки данной методики, она является перспективной и при должной разработке может стать одной из ведущих технологий диагностики масляных трансформаторов.

Список литературы

1. Wu, Y., & Wang, J. (2019). Review of fiber optic sensing technology for power transformer condition monitoring//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 516(1), 012057.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КОМПЕНСАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВОЛЬТМЕТРОВ

Гилумханов С.Р.

Научный руководитель: Петровский Владимир Владимирович,
к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

STUDY OF METHODS TO COMPENSATE FOR VOLTMETER ERRORS

Gilumkhanov S.R.

Supervisor: Vladimir V. Petrovskiy, associate professor
*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье представлены различные методы компенсации погрешностей вольтметров, включая метод нулевой точки, метод калибровки, методы математической обработки данных и методы коррекции. Рассмотрены особенности и принципы работы каждого метода, а также преимущества и недостатки их применения.

Abstract

This article presents various methods for compensating for voltmeter errors, including the zero point method, the calibration method, mathematical data processing methods and correction methods. The features and principles of each method are discussed, as well as the advantages and disadvantages of their application.

В процессе измерения электрических параметров в электронике, важным инструментом является вольтметр. Однако, любой прибор измерения имеет некоторую погрешность, которая может привести к неточности и неправильному пониманию результата измерения. Поэтому, компенсация погрешностей вольтметров имеет важное значение для точных измерений.

Для проведения исследования использовался ряд различных типов вольтметров, включая аналоговые вольтметры, цифровые вольтметры и

прецизионные мультиметры. Вольтметры тестировались с использованием различных методов для имитации реальных сценариев, включая различные условия температуры и влажности, различные частоты и амплитуды входного сигнала, а также различные диапазоны измерений.

Результаты исследования показали, что существует несколько эффективных методов компенсации ошибок при измерении вольтметром. Одним из наиболее эффективных методов было использование калиброванного источника опорного напряжения для калибровки вольтметра. Для этого к вольтметру прикладывалось известное напряжение и калибровка регулировалась до тех пор, пока вольтметр не показывал правильное значение напряжения.

Другим эффективным методом является метод нулевой регулировки. При этом вольтметр настраивается на нулевое показание при отсутствии входного сигнала, чтобы устранить любые ошибки смещения.

Третий метод заключается в использовании эталонного источника с температурной компенсацией для калибровки вольтметра, что помогает компенсировать любые ошибки, связанные с температурой.

В заключение, проведенное исследование показало, что существует несколько эффективных методов компенсации ошибок при измерении вольтметром. Используя эти методы, можно повысить точность и надежность измерений вольтметром в различных сценариях. Для изучения эффективности этих методов в различных приложениях и условиях могут потребоваться дальнейшие исследования, однако результаты данного исследования закладывают прочную основу для будущей работы в этой области.

Список литературы

1. Мирский, Г. Я. Электронные измерения / Г. Я. Мирский. – Переработанный и дополнительный вариант. – Москва: Радио и связь, 1986. – 440 с.
2. Орнатский, П. П. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые) / П. П. Орнатский. – Переработанный и дополнительный вариант. – Киев: Вища школа, 1986. – 504 с.

АНАЛИЗАТОР КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Гиниятуллин А.А.

Научный руководитель: Петровский Владимир Владимирович,
к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

ELECTRICITY QUALITY ANALYZER

Giniyatullin A.A.

Supervisor: Vladimir V. Petrovskiy, associate professor
*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Данная статья посвящена описанию анализатора качества электроэнергии, который является устройством для измерения и анализа основных параметров электрической сети. В статье представлено подробное описание устройства анализатора, его компонентов и принципа работы. Рассмотрены основные параметры, которые измеряет анализатор, а также методы анализа данных. Приведены примеры применения анализатора в различных областях, таких как промышленность и электроэнергетика. Основной целью статьи является ознакомление читателя с принципом работы анализатора качества электроэнергии и его практическим применением.

Abstract

This article describes the Power Quality Analyzer, which is a device for measuring and analyzing the main parameters of an electrical network. The article provides a detailed description of the analyzer device, its components and operating principle. The basic parameters that the analyzer measures, as well as methods of data analysis are considered. Examples of the analyzer's application in various fields, such as industry and electric power industry, are given. The main purpose of the article is to familiarize the reader with the principles of the power quality analyzer and its practical applications.

В настоящее время управление качеством электроэнергии становится все более актуальным в связи с растущими требованиями к надеж-

ности электроэнергетических систем и увеличением числа чувствительных к качеству потребителей. Анализатор качества электроэнергии является одним из важнейших инструментов для мониторинга и контроля качества электроэнергии. Он позволяет оценить показатели качества электроэнергии в реальном времени и выявить возможные неисправности в сети. В данной статье рассмотрим состав и принцип работы анализатора качества электроэнергии.

Анализатор качества электроэнергии состоит из различных компонентов, которые позволяют измерять, анализировать и регистрировать параметры электроэнергии.

Основными компонентами анализатора качества электроэнергии являются: измерительные приборы, анализаторы спектра, системы хранения данных

Принцип работы анализатора качества электроэнергии основан на измерении параметров электрической сети и анализе полученных данных.

Перед началом работы анализатора, его необходимо подключить к сети питания, после чего он начинает считывать данные о напряжении, токе, мощности, энергии и других параметрах, с помощью датчиков и трансформаторов, установленных на линиях электроснабжения.

Полученные данные затем анализируются микропроцессором, который выполняет ряд вычислений и обработки сигналов.

После анализа данных, анализатор может предоставить результаты в виде графиков, таблиц и диаграмм, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа и улучшения качества электроэнергии.

Таким образом, анализатор качества электроэнергии является важным инструментом для обеспечения надежной и эффективной работы электроэнергетических систем, и его использование позволяет повысить качество электроэнергии и снизить риски возникновения аварийных ситуаций.

Список литературы

1. А. В. Булатов, В. С. Васильев, И. А. Гончаров, С. В. Котляревский. Анализ и контроль качества электрической энергии. М.: Энергоатомиздат, 2008.
2. И. А. Гончаров, С. В. Котляревский, В. С. Васильев. Анализ и контроль качества электрической энергии. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010.

СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ

Гут Е.В., Романычев Д.Г.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SPATIAL ORIENTATION SYSTEM FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

Gut E.V., Romanychev D.G.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Рассматривается структура прототипа системы ориентации людей с нарушениями зрения. Система состоит из вспомогательного оборудования, GPS, датчика направления, пьезоизлучателей и микрокомпьютера.

Abstract

The structure of the orientation system for people with visual impairments is considered. The system consists of auxiliary equipment, GPS, direction sensors, piezo oscillators and a microcomputer.

В наше время для помощи людям с нарушениями зрения используют специально обученных собак-поводырей. Специальная подготовка и регулярный уход за ними являются достаточно трудоёмким, требующим также немалых финансовых вложений. Поэтому рассматриваемая в данной работе задача разработки носимого устройства для слабовидящих людей является актуальной. Применение подобной системы позволит сократить временные и финансовые затраты.

Основные свойства разрабатываемого устройства для ориентации слабовидящих людей – GPS-пояса заключаются в следующем: 1) Носимое устройство поясного типа; 2) Тактильный дисплей, который позволяет пользователям интуитивно получать информацию о направлении; 3) Различные приложения, особенно для информационных служб с учетом местоположения. Структурная схема системы представлена на рисунке 2. Структурная схема использует следующие основные элементы: пульт

управления, микропроцессорное устройство, датчики определения местоположения и ориентации (GPS-приемник и геомагнитный датчик), вибро-излучатели и их драйверы.

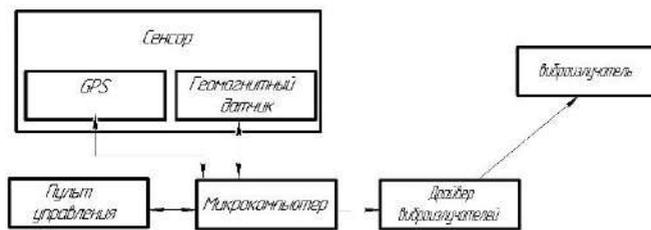


Рисунок 1 – Архитектура системы GPS-пояса.

Питание система осуществляется от литиевых аккумуляторов, обеспечивающих до 48 часов непрерывной работы. В дальнейшем систему планируется дополнить системой ультразвуковых датчиков, позволяющих обнаруживать препятствия для улучшения функций ориентации на местности. Возможна модификация системы для использования в больших помещениях на основе использования специализированных систем навигации [1,2]. При схемотехнической реализации системы должны учитываться особенности разработки устройств носимой электроники [3].

В работе был разработан прототип системы GPS-ориентирования на основе пояса. Данная система дешевле и быстрее в изготовлении, чем процесс подготовки собаки-поводыря, а также менее требовательна к уходу и не требует постоянных финансовых затрат в процессе эксплуатации.

Список литературы

1. З.С. Хисматулина, Е.С. Денисов, И.Д. Шафигуллин / Исследование точности СВЧ-системы позиционирования внутри помещений и способов ее повышения // Южно-Сибирский научный вестник. – 2022. – № 6(46). – С. 250-255.
2. E. Denisov, Z. Khismatulina, I. Shafigullin / Peculiarities of Time of Flight Indoor Positioning based on DWM1000 Modules // Proceedings - ICOECS 2021: 2021 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems, Ufa, 16–18 ноября 2021 года. – Ufa, 2021. – P. 376-379.
3. Seneviratne S. и др. A Survey of Wearable Devices and Challenges // IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2017. Vol. 19(4).

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Егоров Г.И., Юртунбаев Д.Р.

Научный руководитель: Никишина Гузель Венеровна, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SIMULATION OF THE CHARGER OPERATION LITHIUM-ION BATTERIES

Egorov G.I., Yurtunbaev D.R.

Supervisor: Guzel V. Nikishina,
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье проведено моделирование работы зарядного устройства литий-ионных аккумуляторов на основе метода CC-CV, позволяющего проводить эффективную зарядку.

Abstract

The article simulates the operation of a lithium-ion battery charger based on the CC-CV method, which allows efficient charging.

Литий-ионные аккумуляторы, далее ЛИА, являются одними из самых распространенных типов аккумуляторов, используемых в настоящее время в широком диапазоне устройств: смартфоны, ноутбуки, планшеты, электромобили, системы хранения энергии и многие другие. ЛИА обладают высокой плотностью энергии и низкой скоростью саморазряда, что делает их привлекательными для использования в различных приложениях.

В процессе эксплуатации ЛИА не редки случаи неправильного процесса заряда. Это может привести к повреждению батарей, сокращению срока их службы и даже возгоранию [1]. Таким образом, возникает необходимость создания надежного зарядного устройства, удовлетворяющего условиям процесса заряда ЛИА.

Метод CC-CV (постоянный ток/постоянное напряжение) является одним из наиболее распространенных методов заряда ЛИА. Этот метод использует постоянный ток для зарядки ЛИА до определенного напряжения, после чего применяется постоянное напряжение до полного заряда.

На базе этого метода может быть реализовано быстрое и эффективное зарядное устройство, которое может быть использовано в большинстве приложений.

При моделировании работы зарядного устройства на основе вышеописанного метода используется линейный стабилизатор напряжения LM317, обеспечивающий ток нагрузки 1,5 А, с выходным диапазоном от 1,2 В до 37 В. Принципиальная схема зарядного устройства представлена на рис. 1.

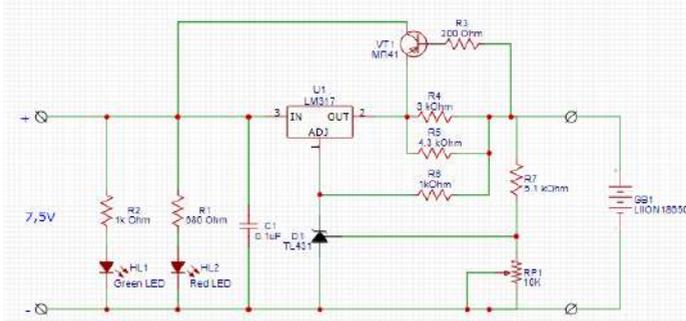


Рис. 1 – Принципиальная схема зарядного устройства.

В работе было проведено моделирование работы зарядного устройства ЛИА в среде EasyEDA, установлено, что модель выполняет функции контроля заряда. В дальнейшем планируется модернизация и оптимизация зарядного устройства на основе отечественной базы электронных компонентов.

Список литературы

1. Д. В. Сердечный, Ю. Б. Томашевский. Особенности эксплуатации накопителя энергии на базе многоэлементной литий-ионной аккумуляторной батареи // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. - 2017. - № 9-10. - С. 140-145.

РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО УСТРОЙСТВА С ГОЛОСОВЫМ ИИ-ПОМОЩНИКОМ

Егоров Г.И.

Научный руководитель: Никишина Гузель Венеровна, к.т.н
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A PORTABLE DEVICE WITH A VOICE AI ASSISTANT

Egorov G.I.

Supervisor: Guzel V. Nikishina
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья описывает разработку портативного устройства с голосовым ИИ-помощником. Представлена структурная схема, которая позволяет реализовать требуемый функционал голосового помощника.

Abstract

This article describes the development of a portable device with a voice AI assistant. The description of the principle of operation of the device presents a block diagram that allows you to implement the functionality of a voice assistant.

На сегодняшний день актуальной задачей является разработка различных устройств с голосовым помощником с искусственным интеллектом (ИИ-помощник), которые позволяют сократить время, затрачиваемое на выполнение различных задач, таких как поиск нужной информации в интернете, составление списка покупок, управление бытовой техникой и других задач, благодаря возможности управления ими голосом. Важной особенностью таких устройств является их портативность, так как они должны быть компактными и переносными. Целью данной работы является разработка портативного устройства с голосовым ИИ-помощником, который может быть использован для выполнения различных задач.

Структурная схема устройства представлена на рисунке 1, она включает следующие блоки: наушник, с которого можно прослушивать ответ ИИ, разработанные смарт-часы, позволяющие управлять запросами

ИИ, смартфон, Яндекс.Алиса, сервер Яндекс.диалоги и сервер, на котором находится искусственный интеллект.

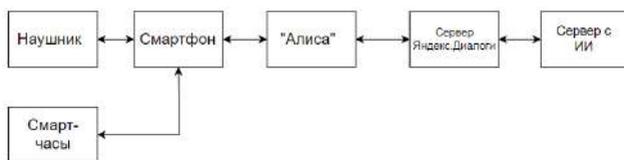


Рис.1. Структурная схема разработанного устройства.

Устройство работает следующим образом. Наушник при помощи встроенного микрофона записывает голосовые команды пользователя и передает их на смартфон, встроенный динамик наушника используется для воспроизведения голосовых ответов голосового ассистента Яндекс.Алисы. Смарт-часы используются для управления некоторыми функциями устройства, например, можно просматривать предыдущие сообщения. Смартфон используется для передачи данных подключенных устройств. Голосовой ассистент Яндекс.Алиса получает и распознает голосовые команды от пользователя. «Яндекс.Диалоги» - сервер Яндекс.Алисы, который настроен для работы с конкретным устройством. Он обрабатывает запросы пользователя, отправляя API запрос на сервер с ИИ, и используя API Яндекс.Алисы, отправляет ответы на устройство [1]. Сервер с ИИ – сервер с разработанным ИИ, который способен обрабатывать информацию и формировать ответное сообщение. Блоки этой системы общаются с сервером с помощью POST-запросов с JSON данными. В результате пользователь имеет возможность использовать голосовой ассистент с ИИ, имея широкие возможности для взаимодействия.

Разработано устройство, позволяющее реализовывать общение с системой искусственного интеллекта на основе голосового ассистента «Алиса», в состав системы входят 3 компонента – наушник, смарт-часы и смартфон.

Список литературы

1. Разработка навыков для Алисы. Опыт работы с голосовыми интерфейсами, советы начинающим // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/434194/> (дата обращения: 29.03.2023).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ НА БАЗЕ ПЛИС И МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Егоров Г.И., Юртунбаев Д.Р.

Научный руководитель: Никишина Гузель Венеровна, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A QUADROCOPTER CONTROL SYSTEM BASED ON FPGA AND MICROCONTROLLER

Egorov G.I., Yurunbaev D.R.

Supervisor: Guzel V. Nikishina
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Данная статья описывает разработку системы управления квадрокоптером на базе ПЛИС и микроконтроллера. Представлена структурная схема системы и алгоритм работы, что позволяет реализовать эффективное управление квадрокоптером.

Abstract

This article describes the development of a quadcopter control system based on an FPGA and a microcontroller. The structural scheme of the system and the algorithm of operation are presented, which allows for effective control of the quadcopter.

При разработке большинства квадрокоптеров используются системы управления на основе микроконтроллеров (МК), например STM32, такие системы обеспечивают высокую производительность и широкие возможности для управления квадрокоптером. При построении системы управления квадрокоптером совместно с МК также могут использоваться программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), которые позволяют обеспечить высокую производительность и низкую задержку при обработке цифровых сигналов в режиме реального времени [1]. Это может быть полезно в системе гоночных-FPV (first person view) квадрокоптеров, где важной характеристикой является скорость обработки и передачи видеосигнала оператору.

Предлагаемая структурная схема системы управления состоит из

видеокамеры, большого количества датчиков, таких как барометр, акселерометр, гироскоп и других, необходимых для корректного управления работой квадрокоптера, микросхемы со встроенным МК и ПЛИС, антенного блока с приемо-передатчиком, блока управления двигателями и аккумулятором.

Для корректной работы системы был разработан алгоритм управления квадрокоптером, который состоит из следующих этапов:

1) получение сигналов от датчиков (гироскопов, акселерометров, магнитометров и других) и видеокамеры;

2) обработка полученных данных, вычисление ориентации и положения квадрокоптера;

3) вычисление параметров управляющих сигналов для каждого двигателя на основе текущего положения квадрокоптера и желаемого направления движения;

4) отправка управляющих сигналов на двигатели для управления полетом квадрокоптера.

Разработана система управления квадрокоптером на основе ПЛИС и МК, которая обладает высоким быстродействием при обработке полученных сигналов. В дальнейшем на базе алгоритмического обеспечения планируется доработка и отладка программного обеспечения системы на языке описания аппаратуры VHDL.

Список литературы

1. И.Д. Шафигуллин, Е.С. Денисов. Квадрокоптер с направленной антенной // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: матер. II Всерос. нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2019 года. Том Часть 1. – С. 486-489.

СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И ДИСТАНЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ СИСТЕМЫ РЕЛАКСАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ЛИТИЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Енилиев Р.Р.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

STAND FOR SIGNALS MEASURING AND REMOTE PROCESSING OF LITHIUM BATTERIES RELAXATION DIAGNOSTICS SYSTEM

Eniliev R.R.

Supervisor: E.S. Denisov, assistant professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

Данная статья посвящена модернизации стенда для измерения релаксационных динамических характеристик литиевого аккумулятора, вызванных ступенчатым изменением нагрузки, посредством использования Wi-fi модуля.

Abstract

This article is devoted to the modernization of the stand for measuring the relaxation dynamic characteristics of a lithium battery, caused by a step change in the load, through the use of a Wi-fi module.

С целью поддержания высокой стабильности и обеспечения безотказности работы информационно-измерительного оборудования в источниках бесперебойного питания в последнее время все чаще используются электрохимические источники тока (ЭХИТ). Среди них наиболее перспективными являются литиевые аккумуляторы за счет того, что они имеют длительный срок службы, большое количество циклов заряда-разряда и могут обеспечивать высокую мощность. В работе [1] предложен стенд для измерения релаксационных характеристик литиевых аккумуляторов, вызванных ступенчатым изменением нагрузки на основе оригинального метода [2], позволяющего проводить быструю оценку в процессе нормальной работы аккумулятора.

В данной работе представлен модернизированный вариант экспериментального стенда с возможностью передачи измеренных данных, полученных от микропроцессорной системы (МПС1), по Wi-fi модулю и дальнейшей обработки переходных характеристик ЭХИТ с помощью МПС2 (рис. 1).

Усовершенствованный стенд обеспечивает возможность дистанционной обработки измеряемых переходных характеристик литиевого аккумулятора. Такой подход позволяет ускорить процесс измерения и обработки за счет возможности параллельно производить указанные действия, не прекращая при этом процесс разрядки испытываемого аккумулятора на нагрузку.

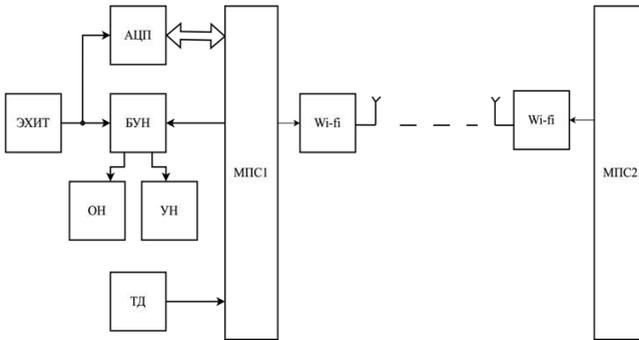


Рис.1 – Структурная схема стенда

Список литературы

1. Енилиев Р.Р., Никишина Г. В., Денисов Е. С. Экспериментальный стенд для измерения релаксационных динамических характеристик литиевых аккумуляторов, вызванных ступенчатым изменением нагрузки. // Проблемы техники и технологии телекоммуникаций: материалы XXIV Международной научно-технической конференции / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: РИК УГАТУ, С. 286-287.
2. Никишина Г.В., Денисов Е.С. Диагностика электрохимических источников тока на основе анализа переходных процессов, вызванных изменениями нагрузки // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2021. – Т. 77. – № 2. – С. 74-81.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРФОРИРОВАННОЙ ФОЛЬГИ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОДНОЙ ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Жукова Д.Н.

Научный руководитель: Морозов Михаил Валерьевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE USE OF PERFORATED FOIL AS AN ELECTRODE FOR ALKALINE BATTERIES

Zhukova D.N.

Supervisor: Mikhail V. Morozov, PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматриваются преимущества использования перфорированной фольги в качестве электродной токопроводящей основы для щелочных аккумуляторов.

Abstract

This article discusses the advantages of using perforated foil as an electrode conductive base for alkaline batteries.

Перфорированная фольга – это материал, который может использоваться в качестве электродной токопроводящей основы для щелочных аккумуляторов. Он имеет ряд преимуществ перед другими материалами, такими как металлы или углерод. В данной работе рассмотрим, как перфорированная фольга может использоваться в качестве электродной токопроводящей основы для щелочных аккумуляторов и как это может улучшить работу аккумуляторов.

Перфорированная фольга изготавливается из металла или сплава, такого как алюминий, медь или никель. Это делается путем пробивки мелких отверстий в металлической пленке.

В таких аккумуляторах с фольговыми электродами тонкий слой активной массы удерживается, например, на поверхности никелевой фольги. При изготовлении электродов фольга, предварительно обезжиренная в бензине, покрывается слоем суспензии, содержащей порошок

карбонильного никеля. Затем порошок никеля спекается в атмосфере водорода при 850—950 °С, образуя на поверхности фольги пористый слой. Поры этого слоя заполняются активной массой путем последовательной пропитки растворами солей и щелочи. Толщина фольговых электродов достигает несколько десятых долей миллиметра [1].

В щелочных аккумуляторах перфорированная фольга может улучшить производительность аккумулятора, так как обеспечивает более равномерное распределение заряда и тока. Это, в свою очередь, приводит к меньшим потерям энергии и более эффективному процессу зарядки и разрядки аккумуляторов [2].

Кроме того, перфорированная фольга также может улучшить устойчивость аккумулятора к коррозии и окислению. Это особенно важно для щелочных аккумуляторов, которые работают в агрессивных средах. Использование перфорированной фольги в качестве электродной токопроводящей основы может снизить риск повреждения аккумулятора и увеличить его срок службы.

Использование перфорированной фольги в качестве электродной токопроводящей основы для щелочных аккумуляторов может улучшить их производительность и срок службы. Она обеспечивает более равномерное распределение заряда и тока, а также повышает устойчивость аккумулятора к коррозии и окислению. В итоге это может привести к более эффективному использованию энергии и уменьшению затрат на обслуживание аккумуляторов.

Список литературы

1. Агладзе Р.И., Гофман Н.Г., Кудрявцев Н.Т. (ред.), Кузьмин Л.Л., Томилов А.П. Прикладная электрохимия. - 2-е изд. - Москва: Химия, 1975. - 552 с.

2. Патент RU 10008 U1 РФ, Фольговый никель-кадмиевый аккумулятор: 98107930/20: заявл. 1998.04.23; опубл. 1999.05.16/ Панов В.В., Тымчук В.Ю., Писчасов Г.П., Ковалев Н.Г., Стихин А.С., Чижик С.П., Ведерников П.П., Аршинов А.Н.— 6 с.

МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ ПАСТ НА ЭЛЕКТРОДЫ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Жукова Д.Н.

Научный руководитель: Морозов Михаил Валерьевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHODS OF APPLYING PASTES TO THE ELECTRODES OF ALKALINE BATTERIES

Zhukova D.N.

Supervisor: Mikhail V. Morozov, PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматриваются методы нанесения паст на электроды щелочных аккумуляторов, их недостатки и преимущества.

Abstract

This article discusses the methods of applying pastes to the electrodes of alkaline batteries, their disadvantages and advantages.

Щелочные аккумуляторы очень часто используются в нашей повседневной жизни. Они используются в мобильных устройствах, в автомобильных батареях, в солнечных батареях и других приборах, которые нуждаются в надежном источнике электропитания. Чтобы эти аккумуляторы работали более эффективно, необходимо правильно наносить пасты на электроды. Пасты на электродах аккумуляторов используются для того, чтобы увеличить поверхность контакта активных веществ с электролитом и тем самым увеличить площадь, на которой происходят химические реакции, отдающие или принимающие электроны. Это позволяет увеличить эффективность зарядки и разрядки аккумулятора. В данной статье рассмотрены методы нанесения паст на электродные токопроводящие основы щелочных аккумуляторов.

Первый метод заключается в использовании специального инструмента для нанесения паст - шпателя. Шпатель представляет собой лезвие из нержавеющей стали с деревянной ручкой. Пасту необходимо резать небольшими порциями и тщательно распределять ее на поверхности

электродной основы. Этот метод имеет свои преимущества, поскольку он позволяет более равномерно распределить пасту на поверхности электрода.

Второй метод – нанесение пасты с помощью кисти, он также является простым и доступным. Достаточно погрузить кисть в пасту и тщательно нанести ее на поверхность электродной токопроводящей основы. Однако этот метод имеет свои ограничения. При использовании кисти необходимо убедиться, что паста распределена равномерно на всей поверхности электрода. В противном случае, от неравномерного распределения пасты на электроде может сильно пострадать производительность аккумулятора.

Третий метод – использование ручного диспенсера. Данный метод подходит для нанесения пасты на более сложные поверхности, такие как концы электродных токопроводящих основ. Ручной диспенсер позволяет наносить пасту в точности там, где она нужна. Он также подходит для работы с различными типами паст.

Четвертый метод – использование различных приборов. Например устройство, пастопитатель которого выполнен многочервячным, а щетинки цилиндрической щетки собраны в однорядные строчки, расположенные на винтовой линии с шагом не менее 5 мм, а за щеткой установлен скребок с регулируемым прижимом. Такие устройства позволяют наносить пасту с регулируемой толщиной [1].

Таким образом, каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Выбор метода зависит от того, насколько сложно распределить пасту на поверхности электрода, а также от того, какой тип пасты используется. Важно помнить, что правильный выбор метода нанесения пасты на электродные токопроводящие основы может повысить эффективность и продолжительность работы щелочного аккумулятора.

Список литературы

1. Патент SU 184299 A1 СССР, Устройство для нанесения пасты на решетку пластины свинцово-кислотного аккумулятора: 947775/24-7: заявл. 1965.03.18: опубл. 1966.07.21/ Корнилов К.А.– 2 с.

ТРИГГЕР: ОПИСАНИЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Загидуллин А.Р., Саиткулов В.Г.

Научный руководитель: Муратов Р.М., старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

TRIGGER: DESCRIPTION, OPERATING PRINCIPLE AND APPLICATION

Zagidullin A.R., Saitkulov V.G.

Supervisor: Muratov R.M., Senior Lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы о назначении и принципа работы такого электронного устройства, как триггер. Представлена информация о работе RS-триггера. Также изучен вопрос об основном применении этого устройства.

Abstract

The article deals with questions about the purpose and principle of operation of such an electronic device as a trigger. Information about the operation of the RS flip-flop is presented. The question of the main application of this device is also studied.

Триггеры — это цифровые электронные устройства с двумя состояниями. Они предназначены для запоминания двоичной информации. Использование триггеров в цифровой электронике позволяет реализовывать устройства оперативной памяти. Каждому состоянию триггера соответствует определённый (высокий или низкий) уровень выходного напряжения.

RS-триггер получил название по названию своих входов. Вход S (Set — установить) позволяет устанавливать выход Q в единичное состояние. (Устанавливать означает записывать логическую единицу). Вход R (Reset — сбросить) позволяет сбрасывать выход Q (Quit — выход) в нулевое состояние.

Рассмотрим работу схемы триггера подробнее. Пусть на входы R и S подаются единичные потенциалы. Если на выходе верхнего логического элемента "2И-НЕ" Q присутствует логический ноль, то на выходе нижнего логического элемента "2И-НЕ" появится логическая единица. Эта единица подтвердит логический ноль на выходе триггера Q. Если на выходе верхнего логического элемента "2И-НЕ" Q первоначально присутствует логическая единица, то на выходе нижнего логического элемента "2И-НЕ" появится логический ноль. Этот ноль подтвердит логическую единицу на выходе Q. То есть, при единичных уровнях на входах R и S, схема RS-триггера работает точно так же, как и схема триггера на инверторах.

Подадим на вход S триггера нулевой потенциал. Согласно таблице истинности логического элемента "2И-НЕ" на выходе Q появится единичный потенциал. Это приведёт к появлению на инверсном выходе триггера нулевого потенциала. Теперь, даже если снять нулевой потенциал с входа S, на выходе триггера останется единичный потенциал. То есть мы записали в триггер логическую единицу.

Область применения триггеров очень широка. Они применяются в электронных схемах самого различного назначения для выполнения следующих задач:

- формирования прямоугольных импульсов из остроконечных;
- формирования прямоугольных импульсов из гармонических входных сигналов и импульсов специальной формы;
- в качестве делителей частоты;
- в качестве переключающих устройств.

Список литературы

1. Триггеры в электронике URL: digteh.ru/CVT/trigg/
2. Применение триггеров URL: studfile.net/preview/3108986/page:3/
3. Цифровые устройства: триггеры, компараторы и регистры URL: <http://electricalschool.info/electronica/1165-cifrovye-ustrojstva-trigery.html>

РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Задорина Д.А.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A REMOTE CONTROL SYSTEM FOR A ROBOT MANIPULATOR

Zadorina D.A.

Supervisor: Evgeniy S. Denisov, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье описан процесс разработки системы дистанционного управления робота-манипулятора. Представлена структурная схема системы, описаны ее элементы и способ взаимодействия между элементами.

Abstract

The article describes the process of developing a remote control system for a robot manipulator. The structural scheme of the system is presented, its elements and the method of interaction between the elements are described.

1. Введение

Роботы-манипуляторы – разновидность промышленных роботов, которые выполняют функции человеческой руки. Они могут осуществлять как вращательные, так и поступательные движения. Широко применяются на производствах по сборке деталей и в сельском хозяйстве. Также используются в областях, где часто человеку не хватает скорости и точности в работе. Использование таких роботов позволяет сделать процесс работы быстрее, точнее, и обеспечивать беспереывное производство.

2. Структурная схема и описание работы дистанционной системы управления робота-манипулятора.

В данной работе предложен вариант системы дистанционного управления роботом-манипулятором. На рис. 1 приведена структурная

схема системы управления.

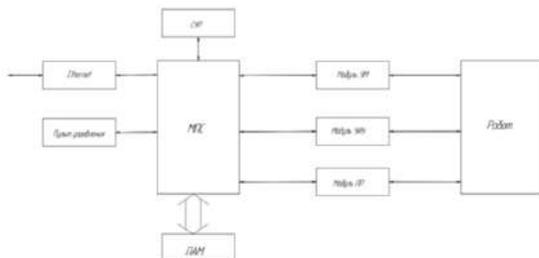


Рис. 1 – Структурная схема дистанционной системы управления манипулятором

Система управления включает в себя следующие основные блоки: СУП – система управления питанием, МПС – микропроцессорная система, ПАМ – память, УМ – управление манипулятором, УИУ – управление исполнительным устройством, ПП – перемещение в пространстве. Работает система следующим образом. От удаленного устройства поступает очередная команда для выполнения операции. Она передается на микропроцессорную систему и преобразуются в команды на перемещение в пространстве, изменения положения манипулятора или активации исполнительного устройства. После выполнения команды на удаленное устройство отправляется подтверждение выполнения и необходимая телеметрическая информация (например, температуры приводов, механическая нагрузка, положение и т.д.). Такая организация позволит использовать, например, современные методы оценки и прогнозирования технического состояния [1]. Пульт управления позволяет приостановить выполнение операций при нештатной ситуации, а также организовывать локальное управление роботом.

3. Заключение

В работе приведен пример системы дистанционного управления роботом-манипулятором, которое может выполнять автоматизированные операции при управлении от удаленного устройства. Система может найти свое применение при разработке различных технологических линий.

Список литературы

1. R.R. Nigmatullin, Y.K. Evdokimov, E.S. Denisov, W. Zhang / New methods of complex systems inspection: Comparison of the ADC device in different operating modes // Lecture Notes in Electrical Engineering. – 2015. – Vol. 343. – P. 187-204.

ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ НА ПЛИС

Замалдинова Е.В., Данилаев Д.П.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева- КАИ, Казань, Россия)*

THE OPTIONS OF SERIAL INTERFACES IMPLEMENTATION ON FPGA

Zamaldinova E.V., Danilaev D.P.

*(Kazan National Research Technical University
A.N.Tupolev - KAI, Kazan, Russia)*

Аннотация: К вопросу выбора интерфейса можно подходить не только с позиций их целевого назначения, но и по ряду объективных критериев. Целью данной работы является обзор вариантов последовательных интерфейсов, их свойств и критериев выбора при проектировании цифровых схем, в том числе на ПЛИС.

Abstract: The issue of interface choosing can be approached not only from the standpoint of their intended purpose, but also according to a number of objective criteria. The purpose of this work is to review the serial interfaces options, their properties and selection criteria for digital circuits designing, including on FPGAs.

При проектировании цифровых устройств часто возникает необходимость выбора интерфейса передачи данных, наиболее подходящего для решения поставленной задачи. В первую очередь, выбор осуществляется исходя из назначения, например, внутрисхемная передача данных между микросхемами или связь с периферийными устройствами. Однако, целый ряд имеющихся стандартизированных решений позволяет подойти к выбору с учетом других критериев и свойств разных интерфейсов. Реализация интерфейсов на кристалле при проектировании цифровых устройств на ПЛИС позволяет снять некоторые ограничения и расширить функциональные возможности интерфейсов в части реализации их программных и аппаратных средств при условии соблюдения общих требований стандартов.

Функциональные описания и свойства последовательных интерфейсов раскрываются такими показателями как: максимальная скорость

передачи данных, максимальная протяженность линии связи, число линий связи, число двунаправленных линий связи, способ передачи «1», способ передачи «0», число информационных бит в кадре, требования к передатчику, требования к приемнику [1-4]. Эти показатели могут стать дополнительными критериями выбора типа последовательного интерфейса при равноценности функциональных особенностей для конкретного практического применения.

Также в докладе показана возможность сочетание программно-аппаратной реализации одного стандарта и применение физического уровня другого интерфейса, для получения новых свойств. Например, предложено объединение программной и сигнальной реализации интерфейса PCI с аппаратной реализацией LVDS. Интерфейс LVDS отличается пониженным уровнем электромагнитных излучений, повышенной устойчивостью к шуму, низким энергопотреблением. Если в интерфейсе SPI физический уровень связи реализовать по принципу LVDS, то можно реализовать относительно простую и при этом помехозащищенную связь, с повышенной скрытностью. Такой подход может быть интересен, например, для реализации простых автономных устройств с низким энергопотреблением и с повышенными требованиями к их защите.

Благодарности. Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 1022041100774-3 / 1022041100496-8 от 03.06.2022.

Список литературы

1. Горюнов А.Г., Ливенцов С.Н., Чурсин Ю.А. Интерфейсы микропроцессорных систем: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Микропроцессорные системы». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 51 с.
2. Севбо В., Титов М. Проблемы выбора интерфейсов // Компоненты и технологии. 2001. №6. С. 68-70.
3. Данилин А.А., Лавренко Н.С. Измерения в радиоэлектронике. – 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 408 с.
4. Watterson С. Руководство по реализации схем с интерфейсами LVDS и M-LVDS / Компоненты и технологии. 2013. №8. – С.122-130.

**МАГИСТЕРСКИЙ КУРС «ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА
ЦИФРОВОЙ БИОНИКИ»**

Замалдинова Е.В., Данилаев Д.П.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева- КАИ, Казань, Россия)*

**MASTER'S COURSE "ELECTRONIC DEVICES
OF DIGITAL BIONICS"**

Zamaldinova E.V., Danilaev D.P.

*(Kazan National Research Technical University
A.N.Tupolev - KAI, Kazan, Russia)*

Аннотация: Целью доклада является презентация нового учебного курса для студентов – магистров, разрабатываемого победителем грантового конкурса благотворительного фонда Потанина для преподавателей магистратуры 2023.

Abstract: The report purpose is the presentation of the new training course for master students, developed by the grant competition for teachers of the master's program 2023 winner of the Potanin Charitable Foundation.

Направление создания технических систем и устройств по примеру живых организмов – относительно новое и бурно развивающееся. Концепция этого направления была формализована в работах Крайзмера Л.П., Сочивко В.П., Л. Жередена, Решодько Р.В. и др. Такой подход позволяет создавать технические системы с параметрами, близкими к оптимальным, обладающими высокой адаптивностью своих показателей и устойчивостью. Существующие разработки, проводимые в настоящее время, в основном за рубежом, подтверждают этот тезис. В этой связи актуальна задача разработки образовательных программ и учебных курсов, направленных на подготовку кадров, владеющих соответствующими знаниями и навыками.

Специализации в подготовке кадров по цифровой бионике только начинают развиваться в России. На сегодняшний день в КНИТУ-КАИ открыт новый профиль подготовки бакалавров – Цифровая бионика. Однако востребованность специалистов в рамках данного направления в России требует введения специальных курсов и в некоторые программы обучения магистров.

Курс "Электронные устройства цифровой бионики" запланирован к реализации в рамках магистерской программы "Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов" по направлению магистерской подготовки 11.04.01 "Радиотехника". Курс "Электронные устройства цифровой бионики" разрабатывается в соответствии с ФГОС по направлению подготовки магистров 11.04.01 "Радиотехника". Принимаются во внимание действующие профессиональные стандарты 40.182 "Подготовка производства, ремонт и техническое обслуживание биотехнических и медицинских аппаратов и систем" и 26.014 "Разработка, сопровождение и интеграция технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий".

Основной акцент в рамках учебного курса при традиционном обучении делается на систематизацию ранее полученных знаний в области схемотехники, цифровой электроники (микроконтроллеров, микропроцессоров), приборостроения, программирования и на их применение для решения прикладных практических задач в области бионики. В том числе для проектирования, применения и управления сложными техническими системами на основе принципов организации, свойств, функций и структур живой природы.

Это приводит к необходимости введения в теоретическую часть курса разделов, посвященных биофизике, биофизическим основам живых систем, физиологии, а также основам бионики. При этом основное внимание планируется уделить разработке лабораторного практикума по данному курсу, включая проработку материально-технической базы и методического обеспечения. Планируется формирование лабораторного комплекса для изучения инженерно-биологических систем, робототехнических системам, с устройствами сохранения и передачи данных для них.

Курс "Электронные устройства цифровой бионики" направлен на подготовку специалистов, обладающих профессиональными компетенциями в области ключевых технологий, обозначенных в национальном проекте "Цифровая экономика Российской Федерации", и владеющих современными технологиями решения текущих и перспективных производственных и научных задач.

**РАЗРАБОТКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ АС/DC С НЕБОЛЬШИМ
УРОВНЕМ ЭМИССИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В ЭЛЕКТРОСЕТЬ**

Зарипов Р.К., Тукушаитов Р.Х.

(Казанский государственный энергетический университет, Казань)

**DEVELOPMENT OF AN AC/DC CONVERTER WITH A LOW
LEVEL OF EMISSION OF HIGHER HARMONICS OF INDUSTRIAL
FREQUENCY INTO THE POWER GRID**

Zaripov R.K., Tukshaitov R.H.

(Kazan State Power Engineering University, Kazan)

Аннотация

В докладе рассмотрен один из способов эффективного снижения эмиссии высших гармоник в электросеть, заключающийся в параллельном подключении ко входу нелинейной нагрузки – светодиодной лампы конденсатора большой емкости.

Abstract

The report considers one of the ways to effectively reduce the emission of higher harmonics into the power grid, which is connected in parallel to the input of a nonlinear load – a high-capacity LED capacitor lamp.

Одним из источников оптического диапазона в Li-Fi системе используется светодиодная лампа. Она среди многих источников света имеет большое значение коэффициента нелинейных искажений, на уровне 150-200 %, что является причиной значительной эмиссии высших гармоник (ВГ) тока промышленной частоты в электросеть. В выпрямительных устройствах на его входе устанавливаются фильтры, которые предназначены для подавления только частот тока порядка 50000 Гц инвертора драйвера. Предложенное усовершенствование схемы выпрямительного устройства АС/DC заключается в том, что к входу выпрямительного моста в соответствии с [1, 2] параллельно подключен конденсатор C_1 с реактивной мощностью в 100-1000 раз больше мощности нагрузки (рис. 1). По мере повышения емкости конденсатора C_2 пульсации выпрямленного напряжения обычно уменьшаются, вызывая уменьшение длительности импульса входного тока нагрузки, а это ведет к значительному росту эмиссию ВГ промышленной частоты в электросеть [3].

По мере увеличения емкости конденсатора C_1 наблюдается обратное явление – уменьшение эмиссии ВГ тока в электросеть. Подключение емкости в 20 мкФ к входу светодиодной лампы позволяет уменьшить коэффициент нелинейных искажений тока во входной электросети со 150-190 % до 10-15%.

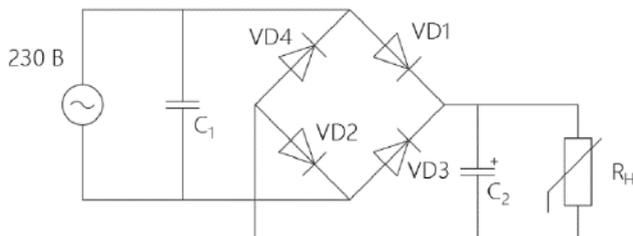


Рис. 1 Усовершенствованная схема преобразователя напряжения AC/DC

Установка конденсатора большой емкости в точке одновременного присоединения ряда нелинейных нагрузок также способствует повышению коэффициента мощности, то есть большему перетоку электроэнергии в электросети за счет уменьшения сдвига фазы тока относительно напряжения электросети.

Список литературы

1. Тукшаитов Р.Х., Зарипов Р.К. Светодиодная лампа. Заявка на полезную модель № 20221664/09(058149) от 13.10.2022.
2. Тукшаитов Р.Х., Зарипов Р.К. Об одном эффективном способе снижения уровня эмиссии светодиодных ламп в электросеть высших гармоник промышленной частоты // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение. 2023. № 1 (76). С. 70-74.
3. Тукшаитов Р.Х., Семенова О.Д., Новокрещенов В.В. Оценка уровня нелинейных искажений электроустановок на основе моделирования длительности импульса их входного тока // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение. 2022. № 3. С. 23-26.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ

Земелёв Я.А., Соколов В.С.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович,
старший преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

LASER ABLATION TECHNOLOGY

Zemelev Y.A., Sokolov V.S.

*Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассмотрена технология лазерной абляции, её основные параметры, для достижения наиболее качественной абляции и представлена её экспериментальная установка. А также её основные преимущества.

Abstract

The article considers the laser ablation technology, its main parameters for achieving the highest quality ablation and presents its experimental setup. As well as its main advantages.

Лазерная абляция лежит в основе процессов лазерной обработки материалов и применяется в высокотехнологичных производствах [1, 2]. Это процесс, который удаляет слои материалов с поверхности твердого объекта, оставляя основной материал неповрежденным.

Технология абляции заключается в проникновении лазера на поверхность материала в зависимости от длины волны и показателя преломления материала мишени. Высокое электрическое поле, которое создаёт лазерное излучение, достаточно для удаления электронов из образца. Стенерированный свободный электрон сталкивается с атомами основного образца, при этом происходит передача энергии, что впоследствии приводит к нагреву поверхности с дальнейшим испарением. Когда поток лазерного излучения достаточно высок, материал переходит в плазменное состояние, включая атомы, молекулы и ионы.

В современной обрабатывающей промышленности для генерации лазерной абляции широко применяются лазерные системы на CO₂ и волоконных лазерах. Все материалы имеют порог абляции и это свойство уникально для каждого материала. Когда интенсивность, генерируемая лазером, превышает порог абляции материала, происходит абляция материала. Но если интенсивность ниже порога абляции, ничего не происходит, кроме небольшого повышения температуры.

К основным параметрам можно отнести: *длина волны, диаметр луча, качество луча, фокусное расстояние, мощность лазера, скорость сканирования, количество проходов.*

К преимуществам лазерной абляции относят:

- Лазерная абляция является бесконтактным процессом и лазер не требует особого обслуживания;
- Высокая эффективность и качество получаемого изделия;
- Абляция заменяет технологии в которых используются химикаты, абразивные материалы и другие виды расходных материалов;
- Лазерную абляцию можно легко автоматизировать, что позволяет делать её оптимальным выбором для производственных линий.

Таким образом, в современном мире лазерная абляция является перспективным направлением по обработке материалов, применяющееся в производствах, где необходима высокая точность и автоматизация самого производства.

Список литературы

1. Булгаков А.В., Булгакова Н.М., Бураков И.М. и др. Синтез наноразмерных материалов при воздействии мощных потоков энергии на вещество. Новосибирск: Институт теплофизики СО РАН, 2009. 462 с.
2. Bäuerle D. Laser Processing and Chemistry. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2000. 368 p.

СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ AWR И ADS В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИМС

Злобин М.А.

Научный руководитель: Ишкаев Тимур Маратович, ассистент.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

COMPARISON OF AWR AND ADS SOFTWARE PRODUCTS FOR IC SIMULATION

Zlobin M.A.

Supervisor: Timur M. Ishkaev, assistant.
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В работе приведено сравнение двух программных обеспечений для моделирования интегральных микросхем AWR и ADS. Показаны возможности обеих программ при решении задачи разработки интегральных микросхем.

Abstract

The paper compares two software for modeling integrated circuits AWR and ADS. The possibilities of both programs in solving the problem of developing integrated circuits are shown.

В настоящее время вопрос разработки интегральных микросхем довольно актуален. Большой объем производимой электроники в мире содержит микроконтроллеры, микропроцессоры и другие разновидности интегральных схем, обеспечивающие корректную работу. В свою очередь процесс разработки ИМС достаточно сложен. Именно поэтому, применение систем автоматического проектирования (САПР) в разработке подобных устройств крайне необходимо. Наиболее распространенными коммерческими продуктами, для решения подобных задач, выступают AWR (Caddence) [1] и ADS (KeySight) [2]. Краткое описание возможностей обоих видов САПР сведено в таблицу 1.

Таблица 1. Возможности программных пакетов AWR и ADS.

AWR (Caddence)	ADS (KeySight)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Большой диапазон в выборе моделирования устройств 2. Понятное управление 3. Хороший функционал, позволяющий проектировать как простые, так и сложные ИМС 4. Возможность анализа компонентов на схеме 5. Понятная система оптимизации компонентов, которая позволяет в несложных задачах добиться желаемого результата. 6. Наличие функциональных модулей таких как: Microwave Office, Visual System Simulator, AXIEM и т.д. 7. Возможность рассматривать топологию в объеме 8. Обширный перечень документации 9. Хорошая производительность 10. Глубокая работа с электромагнитным диапазоном и компонентами, которая влияют на работу устройства в этом направлении 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Присутствие дополнительных модулей для работы с устройствами в диапазоне ВЧ и СВЧ устройств 2. Глубокая система оптимизации и настройки компонентов, которая обеспечивает нужный нам результат 3. Глубокий анализ всех компонентов 4. Приятный интерфейс 5. Отсутствие лишних программ 6. Просмотр отдельных параметров происходит легче 7. Электронные схемы являются более понятными для восприятия. 8. Многолетняя история и опыт разработчиков

Исходя из проведенного обзора можно сделать заключение, что AWR и ADS закрывают потребности решения похожих задач, при этом выделяясь своими сильными сторонами. У AWR к преимуществам стоит отнести: большой функционал, простота в обращении и возможность моделирования 3D моделей. ADS лучше приспособлен для более точного расчета параметров схем, их оптимизации, удобном интерфейсе. Однако стоит отметить, что во многих профильных предприятиях применяют AWR, что в свою очередь означает о наличии большого архива библиотек элементов.

Список литературы

1. PCBSoftware [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pcbsoftware.com/vendors/cadence/>
2. KeySight [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://go.keysight.com/us/en/home>

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО
УЗЛА БЕСЩЕЛЕВОГО СПЕКТРОГРАФА**

Ибатуллин Э. Г.

Научный руководитель: Муслимов Эдуард Ринатович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DESIGN OF CONSTRUCTION OF THE OPTOMECHANICAL UNIT
OF THE SLITLESS SPECTROGRAPH**

Ibatullin E. G.

Supervisor: Muslimov E. R., professor
(Kazan National Research Technical Univ. named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается разработка вариантов конструкции оптико-механического узла бесщелевого спектрографа. Представлены разработанные модели деталей оптико-механических узлов.

Abstract

The article discusses development of optomechanical unit design options for a slitless spectrograph. Models of the designed optomechanical unit are presented.

Спектроскопия является наиболее распространенным методом для исследования химического состава астрономических объектов. В частности, с помощью бесщелевого спектрографа с широким полем зрения можно одновременно регистрировать спектры низкого и среднего разрешения от нескольких объектов. Такие спектрографы отличаются простотой оптической схемы, однако должны быть сопряжены с высокой точностью с телескопом и приемником изображения. Таким образом, возникает необходимость разработки оптико-механического механического узла.

В данной работе была проведена разработка конструкции оптико-механического узла бесщелевого спектрографа. Диспергирующим элементом в нем выступает гризма – склеенный компонент из пропускающей дифракционной решетки и призмы.

Для проведения съема информации при помощи гризмы необходимо закрепить ее в выходном фланце телескопа CDK500 [1] на расстоянии 160

мм от фокуса телескопа. Через призму проходит сходящийся оптический пучок с относительным отверстием 1:6,7, который раскладывается в спектр и регистрируется астрономической камерой SBIG STX-16803 совместно с блоком светофильтров. Размер изображения 36,9x36,5 мм. Оптическая схема является внеосевой из-за углового и линейного смещения изображения, вносимого призмой. Крепление призмы осуществляется во фланце 2 (рис. 1), который располагается внутри телескопа. Для выдерживания необходимого расстояния внутри телескопа используется тубус 3. Приемник устанавливается под расчетным углом на одной из сторон крепежного фланца 5. Данная деталь скрепляет между собой камеру с блоком фильтров 6, тубус 3 с фланцем 2 и выходной фланец телескопа 4. Крепежный фланец 5 имеет продолговатые крепежные отверстия под блок фильтров с камерой, что позволяет отъюстировать децентрировку камеры. Юстировка ее наклона производится юстировочными шайбами. Детали крепления изготавливаются из алюминиевого сплава АМг6, отличающегося коррозионной стойкостью и низкой плотностью и подвергаются анодному оксидированию. Масса узла составила 0,579 кг. Для компенсации разности температурного расширения и сжатия призмы 1 и фланца 2 используются пружины 8.

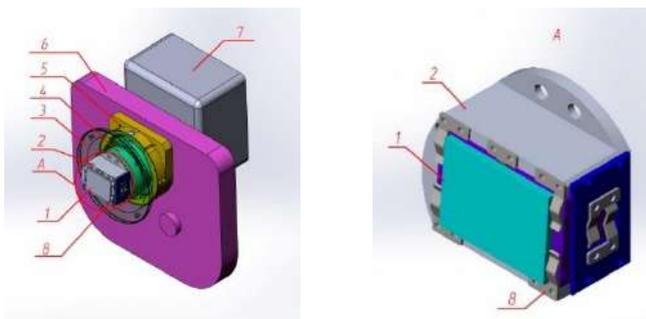


Рис. 1. Модель оптико-механического узла в сборке с компонентами телескопа

В результате проделанной работы была разработана конструкция оптико-механического узла бесщелевого спектрографа, создана и параметризована его модель. Выпущена конструкторская документация, по которой были произведены детали.

Список литературы

1. CDK500 Observatory System: <https://planewave.com/>
2. Ludovici, D.A.; Mutel, R.L./ A compact grism spectrometer for small optical telescopes // Am. J. Phys. Vol. 85, 2017, 873–879.
3. Muslimov, E.; Pavlycheva, N.; Guskov, I et al./Spectrograph with a composite holographic dispersive element // SPIE Proc. 2021, 11871, 1187112.

**АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ
КОРПУСА РЭС ВЫПОЛНЕННОЙ МЕТОДОМ
ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ**

Игошин Я.Е.

Научный руководитель: Горбунов Игорь Александрович, ст. преп.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**SOLIDITY CALCULATION ALGORITHM FOR BODY OF REM
THAT MADE BY THE COLD FORGING METHOD**

Igoshin Ya.E.

Supervisor: Gorbunov I.A., senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье изложен в общий алгоритм расчета прочности конструкции корпуса РЭС, выполненного методом холодной листовой штамповки.

Abstract

The article outlines the general algorithm for calculating the strength of the REM housing structure, made by the method of cold sheet stamping.

Технологичность и экономичность [1], достаточно долго остаются основными преимуществами, применения метода холодной листовой штамповки для производства корпуса для радиоэлектронного средства (РЭС). В процессе проектирования корпуса для будущего РЭС необходимо учитывать влияние возможных нагрузок (внешних и внутренних), путем расчета прочности.

В данной работе рассмотрен общий алгоритм расчета прочности для корпуса РЭС. Общие и основные требования к конструкции продиктованы физическими свойствами материала, такие как: упругость, предельное растяжение, предельное сжатие, предел текучести, теплопроводность и другие. В качестве рассматриваемых исходных данных, при проектировании корпуса, рассматриваются габаритно-массовые характеристики в техническом задании (ТЗ).

1 – Расчет габаритов корпуса с учетом требований к материалоемкости и облегчению. Оценить материалоемкость можно с помощью коэффициента использования объема корпуса [2]:

$$K_{\text{исп.}} = \frac{V_{\text{зан.}}}{V_{\text{к.}}}, \quad (1)$$

где: $V_{\text{зан.}}$ – объем занятого пространства корпуса [м^3]; $V_{\text{к.}}$ – объем корпуса внутри [м^3]. Приемлемым считается $0,8 \leq K_{\text{исп.}} \leq 0,95$.

2 – Выбор материала корпуса по плотности [$\text{кг}/\text{м}^3$] в соответствии с требованием к массе в ТЗ и по коэффициенту запаса нагрузки:

$$K_{\text{зап.н.}} = \frac{P_{\text{кр.}}}{P_{\text{max.}}} \geq K_{\text{зап.д.}}, \quad (2)$$

где: $P_{\text{кр.}}$ – критическая нагрузка; $P_{\text{max.}}$ – наибольшее значение нагрузки в рабочих условиях; $K_{\text{зап.д.}}$ – допускаемое значение коэффициента запаса, назначаемое из практического опыта [3]. Можно выбрать также расчет по разрушающим нагрузкам или предельному состоянию

3 – Условием прочности считаются данные, получаемые в ходе испытаний на нагрузку. Существует три теории прочности, исходя из которых делается вывод о допустимости использования рассматриваемой конструкции с выбранными параметрами или недопустимости [4].

Несмотря на то, что рассмотренный в работе алгоритм охватывает лишь самые общие понятия о прочности конструкции, этого достаточно, чтобы определить способность конструкции корпуса выдерживать нагрузку.

Список литературы

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
2. Бышов Н.В. Основы инженерного проектирования: Монография / Н.В. Бышов, А.М. Кравченко, С.Н. Борычев, Н.В. Кравчук, Е.И. Андрищенко. – Рязань: РГАТУ, 2010 – 289 с.
3. Рудицын М.Н., Артемов П.Я., Любошиц М.И. Справочное пособие по сопротивлению материалов. - 3 изд. - Минск: Высшая школа, 1970. - 630 с.
4. Дарков А.В., Шширо Г.С. Сопротивление материалов: Учеб. для техн. вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989. – 624 с.

ЗАЩИТА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОТ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Игошин Д.А., Соколов В.С.

Научный руководитель: Горбунов Игорь Александрович,
старший преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

PROTECTION OF RADIO-ELECTRONIC SYSTEMS FROM VIBRATION EFFECTS

Igoshin D.A., Sokolov V.S.

Supervisor: Gorbunov Igor Alexandrovich, senior lecturer
*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается исследование влияния вибрационного воздействия на радиоэлектронные системы и активные и пассивные способы защиты радиоэлектронных систем от вибрационных воздействий.

Abstract

The article discusses the study of the effect of vibration on radioelectronic systems and active and passive methods of protecting radioelectronic systems from vibration effects.

Вибрация – вид механических колебаний, возникающих при передаче телу механической энергии от источника колебаний. Радиоэлектронные приборы в значительной степени оснащены радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратурой, на показания которых может повлиять вибрация.

Одной из наиболее эффективных мер защиты радиоэлектроники от вибраций является защита с помощью различных систем виброизоляции. Суть виброизоляции заключается в том, что между защищаемым объектом и вибрирующей поверхностью размещаются устройства, ослабляющие воздействие вибраций на объект. Основным элементом антивибрационной системы является демпфер. Демпфер представляет собой конструкцию, сочетающую в себе упругий и демпфирующий эле-

мент. Конструктивные варианты защиты радиоэлектронных систем с помощью демпферов заключаются в том, что за счет увеличения жесткости конструкции можно увеличить силу вибрации, тем самым уменьшив число степеней свободы. Системы активного контроля вибрации с автоматическими системами управления применяются там, где пассивные методы контроля вибрации неэффективны или неприемлемы. В этих системах управление параметром вынужденной вибрации (перемещением или скоростью) основано либо на полной компенсации вибрационного возмущения, либо на поддержании параметров движения защищаемого объекта в пределах определенных уровней вибрационного воздействия, допустимых для его использования.

На данный момент имеется большое количество методов защиты радиоэлектронных систем от вибрационных воздействий. Эти методы необходимо применять для увеличения надежности, срока работоспособности и самое главное точности измерения.

Список литературы

1. Юрков, Н. К. К проблеме моделирования риска отказа электронной аппаратуры длительного функционирования / Н. К. Юрков, И. И. Кочегаров, Д. Л. Петрянин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4(32). – С. 220 – 231.
2. Лысенко, А. В. Анализ особенностей применения современных активных систем виброзащиты для нестационарных РЭС / А. В. Лысенко, Г. В. Таньков, Д. А. Рындин // Надежность и качество: труды международного симпозиума. – 2013. – Т. 2. – С. 155 – 158.
3. Емашкина, Т. С. Природа в технике. Основы совершенствования технических систем / Т. С. Емашкина, И. И. Кочегаров // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2015. – № 4(16). – С. 165 – 169.
4. Талицкий, Е. Н. Защита электронных средств от механических воздействий. Теоретические основы: учебное пособие / Е. Н. Талицкий. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2001. – 256 с.

**УПРАВЛЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ
НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОД НАГРУЗКОЙ В
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ**

Камалетдинов И.З., Горбунов И.А.

Научный руководитель: Соколов В. С. ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**OPERATING SEMICONDUCTOR VOLTAGE REGULATORS OF
TRANSFORMERS UNDER 6-10 KV LOAD IN POWER
DISTRIBUTION NETWORKS**

Kamaletdinov I.Z., Gorbunov I.A.

Supervisor: Sokolov Vladislav Sergeyeovich senior lecturer)
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье описываются подходы к осуществлению управления полупроводниковыми устройствами регулирования напряжения трансформаторов под нагрузкой (ПУРНТ) в распределительных сетях 6-10 кВ.

Abstraction

The article describes approaches to the implementation of control of innovative semiconductor devices for regulating the voltage of transformers under load (SDRVT) in 6-10 kV distribution networks.

В распределительных электрических сетях на сегодняшний день существует проблема обеспечения качества электроэнергии у потребителей электрической энергии. Отклонение напряжения электропитания в точке передачи электрической энергии является одним из наиболее существенных показателей качества электрической энергии и нормируется ГОСТ 32144.

Силовая часть ПУРНТ схемотехнически реализуется на основе тиристоров и представляет собой тиристорный коммутатор. Тиристорный коммутатор ПУРНТ подключается к стандартным регулировочным ответвлениям серийно выпускаемых сухих силовых трансформаторов класса 6-10/0,4 кв.

Существуют два подхода к управлению состоянием ДТК: по ventilное и по ключевое управление. По ключевое управление обладает рядом преимуществ, определяющих его, как наиболее подходящее для практической реализации надежной работы тиристорного коммутатора ПУРНТ. По ключевое управление ДТК может быть реализовано с помощью двух основных алгоритмов управления тиристорным коммутатором ПУРНТ: Переключение ДТК при нулевом значении тока; Переключение ДТК путем приложения обратного напряжения на определенных (разрешенных) временных интервалах.

С целью повышения надежности тиристорного коммутатора ПУРНТ и возможности использования ДТК с тиристорами пониженного класса по напряжению, необходимо использовать следующие алгоритмы переключения ДТК тиристорного коммутатора ПУРНТ: переключение ДТК путем приложения обратного напряжения на определенных (разрешенных) временных интервалах, а в случае активной нагрузки алгоритм переключения при одинаковых знаках токов и напряжений ДТК с контролируемым током КЗ.

Список литературы

1. Панфилов Д.И., Асташев М.Г., Горчаков А.В. Полупроводниковое устройство регулирования напряжения под нагрузкой для силовых трансформаторов распределительных электрических сетей 10–0,4 кВ. Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. 2020. № 6. С. 82–90.

2. Тульский В.Н. Оценка эффективности применения быстродействующих полупроводниковых устройств регулирования в распределительных электрических сетях / В.Н. Тульский, А.С. Ванин, М.Г. Асташев и др. // журнал «Электротехника», 2020, №10, С. 37-44.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ
ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ
ПОСТОЯННОГО ТОКА МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

Карпов А.М.

Научный руководитель: Кирсанов А.Ю., к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**AUTOMATED SYSTEM FOR MEASURING THE TRANSIENT
RESPONSE OF LOW POWER DC MOTORS**

Karpov A.M.

Supervisor: Alexander Y. Kirsanov, PhD, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В работе показана структурная схема автоматизированной системы для измерения переходной характеристики двигателей постоянного тока, используемых в качестве приводов различных робототехнических систем. Описан алгоритм работы системы и методика измерения.

Abstract

The paper shows a block diagram of the automated system for measuring the transient response of DC motors used as drives for various robotic systems. The working algorithm of the system and the measurement method are described.

1. Введение

Переходная характеристика – реакция системы при нулевых начальных условиях на единичный ступенчатый сигнал. Для оценки динамических свойств системы и отдельных звеньев необходимо исследовать их реакцию на типовые входные воздействия, отражающие особенности реальных возмущений. Это может быть полезным для сравнения между собой отдельных элементов системы, с точки зрения их динамических свойств, а также, зная реакцию системы на типовые воздействия, можно судить о поведении системы при сложных изменениях входной величины. Знание фактической переходной характеристики звеньев поз-

волит более точно синтезировать и настраивать регулятора систем управления [1].

2. В данной работе представлен вариант измерения и анализа переходной характеристики с помощью виртуального прибора, разработанного в среде LabVIEW [1]. На рис.1. приведена структурная схема виртуального прибора.

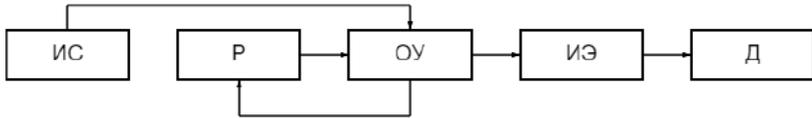


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы измерения переходной характеристики: ИС – источник сигнала, Р – регулятор, ОУ- объект управления, ИЭ – измеряющий элемент, Д - дисплей

Работает система следующим образом: генератор сигналов (ИС) создаёт входной сигнал для системы, подавая его на двигатель постоянного тока (ОУ). Информация с двигателя постоянного тока по обратной связи поступает на регулятор (Р), который задаёт управляющий сигнал, оказывающий регулирующее воздействие на двигатель постоянного тока. Измеритель (ИЭ) измеряет выходной сигнал с двигателя постоянного тока и отправляет его на дисплей (Д), на котором отображается график переходной характеристики.

3. Заключение

Таким образом, моделирование переходной характеристики регулятора скорости двигателя постоянного тока в среде LabVIEW является эффективным и удобным способом анализа и оптимизации работы систем автоматического регулирования. Использование созданного ВП, позволяет изменять параметры системы в режиме реального времени, исследовать различные моменты в работе системы, и оптимизировать их для достижения желаемых результатов.

Список литературы

1. Галиев И.Р. Разработка цифрового регулятора скорости вращения двигателя постоянного тока// Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: «Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли». Том 3. – 2018. – С.415-417.

**МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ТРАФИКА
В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ
КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ**

Клименко Е.С.

Научный руководитель: Карловский Александр Петрович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**TRAFFIC ESTIMATION MODELS IN INFOCOMMUNICATION
CORPORATE COMMUNICATION NETWORKS**

Klimenko E.S.

Supervisor: Alexander P. Karlovskiy, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье речь пойдет о принципах построения локальных корпоративных сетей связи и моделях оценки передаваемого в них трафика.

Abstract

This article will focus on the principles of building local corporate communication networks and models for evaluating the traffic transmitted in them.

1. Введение

Повсеместное внедрение информационных технологий приводит к созданию разнородных сетей обмена информации, которые используют существующую телекоммуникационную инфраструктуру. Классические теории оценки трафика не позволяют адекватно моделировать современные сложные системы без учета особенностей их работы. Поэтому, встает вопрос об оценке информационной нагрузки, синтезу и моделированию сетей, учитывающих характер передаваемой информации и сценарии поведения пользователей.

2. Построение корпоративной сети связи

В настоящее время в корпоративных сетях распространена клиент - серверная архитектура [1]. Интеграция пространственно распределенных серверных узлов и облачных решений создает сложную систему, в которой необходимо количественно определять качество обслуживания

запросов. Основным критерием этого качества являются задержки и потери данных [2].

3. Модели трафика, сценарии работы пользователей

Для определения информационной нагрузки существует традиционная система расчета, базирующаяся на классической телефонии. Такой расчет является малоприменимым, т.к. он описывает лишь примитивную модель трафика. Сейчас сети связи строятся с использованием коммутации пакетов, из-за чего трафик генерируется очень неравномерно. К тому же, сценарии работы пользователей могут сильно отличаться друг от друга. Поэтому, оценку производительности сети рациональнее делать, руководствуясь схемой на рис.1.



Рис.1 - Схема процесса моделирования

В первую очередь для системы строится модель сети, за которой проводится наблюдение, осуществляется измерение, анализ параметров качества работы, проверка результатов, а затем проводится оптимизация и уточнение модели. Этот алгоритм повторяется до тех пор, пока сеть не начнет демонстрировать наилучшие показатели производительности [3].

4. Заключение

Таким образом, анализ трафика и сценариев работы пользователей является неотъемлемой частью при проектировании корпоративных систем связи. Он помогает осуществить выбор и конфигурирование всего сетевого и серверного оборудования с целью обеспечения устойчивой и качественной работы.

Список литературы

1. Стригунов, В. В. Введение в компьютерные сети: учеб. пособие / В. В. Стригунов; [науч. ред. Э. М. Вихтенко]. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. университета, 2016 – 103 с.
2. Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1 / А. М. Тюрликов, И. А. Пастушок, А. В. Борисовская. – СПб.: ГУАП, 2019. – 111 с.
3. Baiocchi, A., Network Traffic Engineering: Stochastic Models and Applications, First Edition. – Wiley Telecom, 2020, ISBN: 978-1-119-63251-1.

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Ковалев В.К.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

OPTICAL METHOD OF ANALYSIS OF SPACE OBJECTS

Kovalev V.K.

Supervisor: Vasily Yurievich Vinogradov, PhD, professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье оптический метод анализа космических объектов. Представлены преимущества и недостатки данной технологии. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article optical method of analysis of space objects, presents the advantages and disadvantages of this technology, and identifies the problems associated with it.

1. Введение

Оптический метод анализа космических объектов – это способ дистанционного зондирования поверхности планет, спутников, астероидов или комет с помощью оптических устройств. Он позволяет получать изображения поверхности космических объектов, а также получать информацию о химическом и физическом состоянии веществ, составляющих эти объекты.

2. Преимущества оптического метода анализа космических объектов

Плюсы метода:

Высокое разрешение. Оптические системы могут привлечь объекты на большом расстоянии и получить изображение высокого разрешения.

Безопасность. Оптические системы являются безопасными для исследования космических объектов и не оказывают негативного влияния на них.

Большой спектр возможностей. Оптические системы могут изучать разные аспекты космических объектов, такие как поверхность, состав, форму, температуру и т.д.

Низкая стоимость. В некоторых случаях оптические системы могут быть более доступны, чем другие виды средств исследования космических объектов.

3. Недостатки оптического метода анализа космических объектов

Недостатки метода:

Ограниченные возможности. Оптические системы не могут пройти через толстые слои атмосферы, облака или туман, что ограничивает их возможности.

Зависимость от условий. Оптические системы могут быть чувствительны к изменяющимся условиям, таким как погода, освещение и другие детали.

Недоступность. Оптические системы могут быть недоступными для исследования объектов из-за большого расстояния, большой скорости или других факторов.

Потребность в интенсивном анализе данных. Для получения максимальной выгоды от оптических систем необходимо проводить интенсивный анализ и обработку данных для получения информации из собираемых изображений.

4. Заключение

В целом, оптический метод анализа космических объектов имеет свои преимущества и недостатки. Однако, он остается одним из наиболее широко используемых методов исследования космической области благодаря своим способностям и высокой точности данных, которые он может выдавать для исследования космоса.

Список литературы

1. Jason Bertrand Rapp, identification of orbital objects by spectral analysis and observation of space environment effects – 2012.

ЗАЩИТА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Комар К.О.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

PROTECTION OF RADIO-ELECTRONIC MEANS FROM THE INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS OF THE ENVIRONMENT

Комар К.О.

Supervisor: Vasily Yurievich Vinogradov, PhD, professor
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

Радиоэлектронное средство является сложной конструкцией и для ее слаженной работы требуется обеспечить защиту от многих факторов, в том числе и от климатических.

Abstraction

The radio-electronic means is a complex design and for its well-coordinated operation it is required to provide protection from many factors, including climatic ones.

1. Введение

Радиоэлектронное средство (РЭС) – это изделие и его компоненты, в основу функционирования которых положены принципы радиотехники и электроники. При конструировании РЭС учитываются многие факторы, одним из них является воздействие климатических факторов окружающей среды.

2. Климатические факторы воздействующие на РЭС

К климатическим факторам, воздействующим на РЭС, относятся:

- 1) температурные воздействия (пониженная, повышенная и циклическая смена температуры);
- 2) воздействия влаги в виде дождя, инея, росы, снега или повышенного содержания водяных паров в атмосфере;
- 3) воздействие соляного тумана;

4) воздействие атмосферного давления; воздействие атмосферного давления;

5) воздействие пыли, промышленных газов;

6) воздействие солнечной радиации

В зависимости от климатических условий эксплуатации к ЭС предъявляются те или иные требования.

Холодный климат: условия эксплуатации ЭС суровые, из-за длительного воздействия низких температур до -60°C , что существенно изменяет геометрические размеры деталей, многие материалы становятся хрупкими, ухудшаются электрические параметры деталей и узлов, ухудшается работа гальванических элементов и жидкокристаллических индикаторов. Так же может появиться коррозия внутренних элементов ЭС из-за попадания снега.

Жаркий сухой климат: условия эксплуатации характеризуются высокой температурой, низкой влажностью, наличие песка и пыли. Воздействие этих факторов вызывает изменение линейных размеров элементов конструкции, размягчение, деформацию и высыхание некоторых материалов.

Жаркий влажный климат: основными дестабилизирующими факторами являются высокая влажность и высокая температура. На поверхности материалов образуются пленки жидкости, которые вызывает ускоренную коррозию металлов, набухание пористых материалов, изменение электрофизических свойств материалов, развитие микроорганизмов.

Для защиты радиоэлектронных средств от воздействия вышеперечисленных климатов используют наиболее прочную герметизацию корпусов; защитные покрытия для металлических материалов от коррозии; использование системы термостатирования [1].

3. Заключение

Из приведенных мною рассуждений, можно сделать вывод, что защита радиоэлектронных средств является важным фактором при разработке, так как без необходимых условий защиты РЭС будет работать не исправно.

Список литературы

1. Классификация РЭС по климатическому исполнению [Электронный ресурс] URL: <https://studopedia.org/3-136375.html>

**СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО
ИМПЕДАНСА ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
С ПРОТОНООБМЕННОЙ МЕМБРАНОЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗА**

Коньков К.В.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**SYSTEM OF MONITORING OF THE ELECTROCHEMICAL
IMPEDANCE OF FUEL CELLS WITH A PROTON-EXCHANGE
MEMBRANE USING WAVELET ANALYSIS**

Konkov K.V.

Supervisor: Evgeniy S. Denisov, PhD
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод контроля состояния топливного элемента с протонообменной мембраной с использованием методики нахождения электрохимического импеданса по переходным характеристикам с применением вейвлет-анализа. Представлена схематичное отображение прибора для измерения.

Abstract

The article discusses a method for monitoring the state of a fuel cell with a proton-exchange membrane using a technique for finding the electrochemical impedance from transient responses using wavelet analysis. A schematic representation of the instrument for measurement is presented.

1. Введение

В современном мире топливные элементы имеют достаточно широкое распространение от автомобильной промышленности (электромобили) до промышленных установок по генерации энергии. С помощью импедансной характеристики можно диагностировать множество параметров топливного элемента, как например образование конденсата внутри протонообменной мембраны. В современной науке уже известны многие способы нахождения электрохимического импеданса по переход-

ным характеристикам. Большинство из них использует вариации Быстрого или Дискретного Преобразования Фурье. В данной работе предлагается использование функций Вейвлет анализа для ускорения обработки получаемых результатов [1].

2. Основные математические соотношения и структура прибора

В общем виде получение электрохимического импеданса можно записать следующим образом:

$$Z = \frac{WT(pU)}{WT(pI)}, \quad (1)$$

где Z – импедансная характеристика, WT – вейвлет преобразование, pU , pI – переходные (релаксационные) характеристики по напряжению и по току соответственно, измеренные одновременно. В общем виде математическая функция вейвлет преобразования выглядит следующим образом:

$$WTf(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\psi_{a,b}^*(t)dt, \quad (2)$$

где $f(t)$ – переходная характеристика; $\psi_{a,b}^*(t)$ является масштабированной и приведенной версией исходного вектора $\psi(t)$.

Для получения экспериментальных данных и обработки данных разработана структура прибора, представленная на рис. 1.

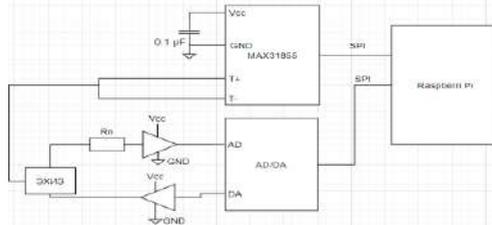


Рис 1 - Структура прибора на основе микрокомпьютера Raspberry Pi

3. Заключение

Предложена структура прибора, позволяющего проводить оценку импедансных характеристик на основе вейвлет анализа. Преимуществом такого подхода является лучшая адаптация вейвлет анализа для обработки широкополосных нестационарных сигналов, позволяющих сократить время измерения.

Список литературы

1. Денисов, Е. С. Система измерения электрохимического импеданса водородных топливных элементов на основе широкополосных зондирующих сигналов // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2022. – № 1. – С. 92-98.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Крючатов В.И., Цепелев М.В., Якупов Д.Д.

Научный руководитель: Козин Константин Викторович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE USE OF NEURAL NETWORKS IN RADIO ELECTRONICS FOR SIGNAL PROCESSING

Kryuchatov V.I., Tsepelev M.V., Yakupov D.D.

Supervisor: Kozin Konstantin Viktorovich, assistant
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Нейросети в радиоэлектронике для обработки сигналов могут использоваться для многих задач, таких как распознавание сигналов, фильтрация шума, определение параметров сигнала и многое другое. Они могут быть применены в различных областях радиоэлектроники, включая радиосвязь, телевидение, спутниковую связь и многие другие. В данной статье будет рассмотрен принцип работы нейросетей в радиоэлектронике, их преимущества перед традиционными методами обработки сигналов, а также примеры их успешного применения в данной области.

Abstract

Neural networks in radio electronics for signal processing can be used for many tasks, such as signal recognition, noise filtering, signal parameter determination, and much more. They can be applied in various areas of radio electronics, including radio communications, television, satellite communications, and many others. This article will consider the principle of operation of neural networks in radio electronics, their advantages over traditional signal processing methods, as well as examples of their successful application in this area.

Нейросеть - это математическая модель, которая имитирует работу человеческого мозга. Она состоит из множества связанных между собой нейронов, которые могут обрабатывать и передавать информацию.

Нейросети могут обучаться на основе определенных алгоритмов, которые позволяют им адаптироваться к новым условиям и задачам.

Нейросети могут использоваться для решения многих задач в радиоэлектронике, включая:

- определение и классификация сигналов:

Нейросети могут использоваться для определения и классификации различных типов сигналов, таких как аналоговые и цифровые сигналы, радиосигналы и другие;

- декодирование и восстановление данных:

Нейросети могут использоваться для декодирования и восстановления данных, которые были повреждены или потеряны в процессе передачи;

- повышение качества передачи данных:

Нейросети могут использоваться для повышения качества передачи данных в радиосистемах путем оптимизации параметров передачи и уменьшения ошибок передачи;

- анализ и обработка сигналов:

Нейросети могут использоваться для анализа и обработки сигналов, таких как мощность, частота и фаза сигналов.

Применение нейросетей в радиоэлектронике может значительно улучшить качество передачи данных и повысить эффективность радиосистем. Нейросети являются мощным инструментом для обработки сигналов и могут использоваться во многих областях радиоэлектроники.

Список литературы

1. Vladimir G. Redko / Evolution, neural networks, intelligence: Models and concepts of evolutionary cybernetics // Proc. of SPIE Vol. 9807 98070M-1 ISSN: 0277-786X, ISSN: 1996-756X (electronic), ISBN: 978-5-9519-3322-5
2. Nielsen M. A. / Neural Networks and Deep Learning: A Textbook // Proc. of SPIE Vol. 9807 98070M-1 ISSN: 0277-786X, ISSN: 1996-756X (electronic), ISBN: 978-3-319-94463-0
3. Bishop C. M. / Pattern Recognition and Machine Learning. Springer // Proc. of SPIE Vol. 9807 98070M-1 ISSN: 0277-786X, ISSN: 1996-756X (electronic), ISBN: 978-1-4939-3843-8

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИЙ

Кудряшов Д.А., Соколов В.С

Научный руководитель: Горбунов И.А., ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

METHODS OF PROTECTING RADIO-ELECTRONIC SYSTEMS FROM THE EFFECTS OF VIBRATIONS

Kudryashov D.A., Sokolov V.S.

Supervisor: Gorbunov I.A., senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматриваются основные виды вибраций в радиоэлектронных средствах, а также способы борьбы с ними.

Abstract

In this article discusses the main types of vibrations in electronic means as well as ways to combat them.

В настоящее время защита от вибрации любых радиоэлектронных средств является насущной проблемой. Вибрация - это тип механических колебаний, которые возникают, когда механическая энергия передается от источника вибрации к телу. Согласно ГОСТ 24346-80 "вибрация. Термины и определения" вибрация-это движение точки или механической системы, в которой значения или, по крайней мере, одна координата попеременно увеличиваются и уменьшаются со временем.

Одной из наиболее эффективных мер по борьбе с вибрацией является антивибрационная защита РЭС с использованием различных систем антивибрационной изоляции. Суть виброизоляции заключается в том, что виброизоляторы располагаются между защищаемым объектом и вибрирующей поверхностью, что ослабляет воздействие вибрации на объект. Основным элементом системы защиты от вибрации является амортизатор (виброизолятор). Амортизатор представляет собой конструкцию, которая сочетает в себе эластичный элемент и амортизирующий элемент.

В зависимости от типа упругого элемента и способа деформации амортизаторы можно разделить на следующие классификационные группы: резинометаллические, пружинные с воздушным деформированием, пружинные с фрикционным деформированием, цельнометаллические со структурным деформированием.

Конструктивные способы защиты РЭС с амортизаторами состоят в том, что можно повысить вибрационную стойкость за счет увеличения жесткости конструкции, тем самым уменьшив количество степеней свободы. На него влияют:

- способ крепления;
- геометрические размеры;
- применение конструкции арматуры, рамы;
- использование вибрационных герметиков, адгезивов.

В случаях, когда методы пассивной защиты от вибрации неэффективны или неприемлемы, используются системы активной защиты от вибрации, которые являются саморегулирующимися системами. В этих системах управление параметром принудительных колебаний (отклонения или скорости) основано на полной компенсации вибрационных помех или поддержании параметров движения защищаемого объекта в пределах заданных уровней вибрационных нагрузок, приемлемых для его работы.

Применение внутренних демпфирующих слоев в ячейках радиотехнических устройств позволяет снижать амплитуды виброускорений до допустимых уровней. При этом важным является то, что многослойное демпфирующее основание ячейки радиотехнического устройства может заменять штатное основание в ранее разработанных устройствах без серьезных изменений конструкторской документации.

Список литературы

1. Nenashev, A. P. Designing radio-electronic means: textbook for radio engineering. spec. universities / A. P. Nenashev. – М.: Higher. school, 1990.
2. Yurkov, N. K. To the problem of modeling the risk of failure of long-term electronic equipment / N. K. Yurkov, I. I. Kochegarov, D. L. Petryanin // Caspian Journal: management and high technologies. – 2015. – № 4(32). – P. 220 – 231.
3. Styukhin, V. V. Choosing the optimal option for constructing electronic means / V. V. Styukhin, I. I. Kochegarov, V.Ya. Bannov // Reliability and quality: Proceedings of the international symposium. – 2014. –Vol. 2. – S. 383 – 385.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ КАНАЛ СВЯЗИ РАДИОЧАСТОТНЫХ МЕТОК

Кузнецова Е.П.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

FIBER-OPTIC COMMUNICATION CHANNEL OF RADIO-FREQUENCY LABELS

Kuznetsova E.P.

Supervisor: Vasilii Y. Vinogradov, PhD, professor
*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается волоконно-оптический канал связи радиочастотных меток. Представлены математическая модель канала связи, преимущества и недостатки радиочастотных.

Abstract

The article discusses the fiber-optic communication channel of RFID tags. The mathematical model of the communication channel, the advantages and disadvantages of radio frequency are presented.

Радиочастотные метки состоят из небольшой пассивной метки и считывателя, который излучает радиочастотный сигнал для питания метки и связи с ней.

Математическая модель канала связи для радиочастотных (РЧ) меток может быть описана с помощью следующих параметров:

- Передатчик: отправляет радиочастотный сигнал на метку.
- Метка: получает радиочастотный сигнал от передатчика и использует его для передачи данных обратно на считыватель.
- Канал: среда, по которой РЧ-сигнал проходит от передатчика к метке и обратно к считывателю.

• Приемник: получает отраженный сигнал от метки и преобразует его в цифровой сигнал, который может быть декодирован считывателем.

Математическая модель канала связи для радиочастотных меток

может быть представлена следующим уравнением: $r(t) = h(t)*s(t)+n(t)$

Где: $r(t)$ — принятый сигнал в приемнике, $h(t)$ — импульсная характеристика канала, $s(t)$ — переданный сигнал от передатчика, $n(t)$ — аддитивный шум в канале.

В целом, математическая модель канала связи для радиочастотных меток обеспечивает основу для анализа и оптимизации производительности системы связи с точки зрения скорости передачи данных, дальности и надежности.

К преимуществам использования оптоволоконных каналов связи радиочастотных меток относятся:

- Высокая пропускная способность: более быстрая передача данных.
- Низкое затухание: сигнал может передаваться на большие расстояния без существенной потери мощности сигнала.
- Невосприимчивость к электромагнитным помехам.
- Безопасность: волоконно-оптические кабели трудно подключить или перехватить.

К недостаткам использования оптоволоконных каналов связи радиочастотных меток относятся:

- Стоимость установки.
- Хрупкость.
- Ограниченная гибкость: оптоволоконные кабели фиксируются на месте, и их нельзя легко переместить или перенаправить.
- Сложность: волоконно-оптические системы связи требуют специального оборудования и опыта для установки и обслуживания.

Из приведенных исследований можно сделать вывод, что использование оптоволоконных каналов связи в сочетании с радиочастотными метками предлагает надежное и безопасное решение для широкого спектра приложений.

Список литературы

1. M. Bhuptani, RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems – 2007, – P. 65- 290 с.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАМОРОЗКИ МЯСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Макаров А.Д.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

BLOCK DIAGRAM OF A DEVICE FOR ULTRASOUND ASSISTING MEAT FREEZING

Makarov A.D.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, docent
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приводится структурная схема установки для заморозки мяса с использованием ультразвука. Описывается принцип работы устройства и назначение элементов структурной схемы.

Abstract

The article presents a block diagram of a meat freezing device using ultrasound. The principle of operation of the device and the purpose of the elements of the block diagram are described.

Заморозка продлевает срок хранения мяса, но значительно ухудшает его гастрономические свойства. Образующиеся кристаллы льда разрушают мясные волокна, ухудшая текстуру мяса. Из-за чего при разморозке продукт теряет значительную часть жидкости [1]. Облучение мяса ультразвуком во время заморозки снижает вероятность возникновения крупных кристаллов льда, позволяя сохранить гастрономические качества продукта [2].

Структурная схема установки представлена на рисунке 1. В ней управляющий контроллер ESP 8266 отвечает за связь с удаленным сервером и позволяет переключать режимы работы устройств.



Рис.1 Структурная схема устройства для ультразвуковой заморозки мяса

Управляющая плата состоит из блока питания и генератора, настроенного на резонансную частоту ультразвуковых излучателей. Система работает следующим образом. Во время начала заморозки мяса удаленный сервер отправляет сигнал управляющему контроллеру для формирования ультразвукового излучения, согласно предварительно заданным характеристикам.

Управляющий контроллер подает сигнал плате управления, формирующей ультразвуковые колебания и передающей их на специализированные облучатели.

Для оценки динамики процесса заморозки мяса могут использоваться датчики температуры, устанавливаемые внутрь куска мяса на разную глубину. Они позволяют наблюдать процесс заморозки мяса, оценить влияние на него ультразвука.

Все данные с датчиков обрабатываются отдельным измерительным контроллером, помещенным в утепленный корпус. И передаются на удаленный сервер

Накопление большого объема данных о протекании заморозки под влиянием ультразвука совместно с экспертными оценками качества мяса позволит в будущем создать программу для оптимальной заморозки различных видов и объемов продукции. Также планируется исследовать процесс заморозки мясных волокон при помощи измерения импеданса.

Список литературы

1. M. Gallo, L. Ferrara, D. Naviglio, Application of Ultrasound in Food Science and Technology: A Perspective, *Foods* 7 (2018) 164.
2. Mahmoud Soltani Firouz, Hamed Sardari, Peyman Alikhani Chamgordani, Maryam Behjati / Power ultrasound in the meat industry: Mechanisms, advances and challenges // Elsevier – 2022 - №86

УСТРОЙСТВО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРА RASPBERRYPI

Миндубаев Б.И.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

VIDEO SURVEILLANCE DEVICE BASED ON RASPBERRY PI

Mindubaev B.I.

Supervisor: Radik M. Muratov, Senior lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрен проект устройства видеонаблюдения на основе RASPBERRYPI его технические возможности и достоинства.

Abstract

The article discusses the project of a video surveillance device based on RASPBERRY PI, its technical capabilities and advantages.

Системы видеонаблюдения являются одним из основных компонентов и занимают важное место в общей структуре систем обеспечения безопасности объектов и физических лиц. Система видеонаблюдения – это комплекс охранных устройств, предназначенный для постоянного визуального наблюдения над защищаемой территорией [1].

Основной отличительной черной RaspberryPi от обычного ПК, является наличие на плате портов общего назначения GPIO (рис. 1).



Рис. 1 – Выводы GPIO.

Основой RaspberryPi является система-на-кристалле, BroadcomBCM2835 (линейка BCM2708), которая включает процессорное ядро ARM11 с базовой частотой 700 МГц (возможен разгон до 1 ГГц) и графическое ядро BroadcomVideoCore IV. Из-за того, что использована ныне слегка устаревшая архитектура ARMv6, ряд дистрибутивов не поддерживают данный процессор. К ним относится, например, Ubuntu. Про Android тоже нельзя сказать, что он хорошо работает. С другой стороны, разработчики приложили максимум усилий для того, чтобы как следует подготовить ОС к работе на данном железе, чего, кстати говоря, не скажешь о многих других одноплатных ARM-компьютерах. GPU поддерживает стандарты OpenGL ES 1.1/2.0, OpenVG 1.1, Open EGL, OpenMAX и способен кодировать, декодировать и выводить Full HD-видео (1080p, 30 FPS, H.264 High-Profile) [2].

В основе камеры лежит сенсор изображения OmniVision OV5647 на базе светочувствительной КМОП-матрицы с разрешением пять мегапикселей. В отличие от большинства USB-решений, модуль камеры спроектирован специально для семейства плат RaspberryPi. Он подключается напрямую к видеочипу VideoCore IV и экономит системные ресурсы, при этом USB-порты остаются свободными для другой периферии.

Хотя данная модель и имеет аналоги на рынке, ее можно модернизировать, интегрировать в систему, благо ресурсы и память микрокомпьютера позволяет улучшить систему. Так же огромным плюсом проекта является, ее можно развить и использовать в коммерческих целях.

Список литературы

1. Система видеонаблюдения [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rfcmd.ru/know_how/chto-takoe-videonabljudenuje (дата обращения 26.03.2022).
2. RaspberryPI hardware [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html#raspberry-pi-4-model-b> (дата обращения 26.03.2022).

СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Мирханова А.Н., Соколов В.С.

Научный руководитель: Виноградов В.Ю., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань)

METHODS OF PROTECTION OF RADIO-ELECTRONIC MEANS FROM MECHANICAL INFLUENCES

Mirkhanova A.N., Sokolov V.S.

Scientific supervisor: Vinogradov V.Y., PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Аннотация. В последнее время большее внимание стали уделять проблемам защиты конструкций радиоэлектронных средств и её элементов от механических воздействий. В данной статье рассматриваются способы защиты радиоэлектронных средств от механических воздействий.

Annotation. Recently, more attention has been paid to the problems of protecting the structures of electronic means and its elements from mechanical influences. This article will consider ways to protect electronic devices from mechanical influences.

Механические воздействия на РЭС вызывают разного рода изменения всех элементов конструкции. Способность РЭС противостоять изменениям устанавливается в виде требований к свойствам конструкции.

Механическое воздействие – это механическая энергия, которая передается на конструкцию аппаратуры в ее элементы, за счет действия внешних или внутренних сил, приводящее к изменению исходного состояния конструкций. Они могут деформировать механические и другие функциональные связи в составе конструкции РЭС и в процессе эксплуатации влиять на точность и надежность ее функционирования[1,с.9]. В зависимости от временной функции, которая описывает механические воздействия различают такие виды механических воздействий как вибрацию, линейные ускорения, акустические шумы и т.д.

Для того чтобы обеспечить необходимую надежность и стабильность работы ЭС при интенсивных механических воздействиях применяются ряд способов, то есть необходимо:

- 1) использовать электрорадиоэлементы и узлы, которые устойчивы к механическим воздействиям;
- 2) повышать прочность и надежность элементов;
- 3) изолировать ЭС от источников механических воздействий;
- 4) уменьшать резонансные колебания за верхнюю границу диапазона частот возмущающего воздействия;
- 5) уменьшать активность источников механических воздействий;
- 6) применять виброзащиту в виде автоматических систем с внешним источником энергии.

Обеспечение нормального функционирования ЭС начинается со сравнения допустимых параметров механических воздействий электрорадиоэлементов с требованиями технического задания (ТЗ). Если применяемые электрорадиоэлементы удовлетворяют требованиям ТЗ, то их необходимо направлять на устранение резонансных колебаний и обеспечение прочности элементов конструкций ЭС. Если резонансные колебания не удастся устранить или уменьшить до допустимого уровня, то следует применять общую или локальную виброизоляцию. Часто рассмотренные способы применяют совместно, для того чтобы обеспечить необходимую защиту от механических воздействий [2].

Механические воздействия на РЭС приводят к снижению надежности и стабильной работы ЭС, чтобы избежать этого следует применять специальные средства и способы для защиты ЭС.

Список литературы

1. Талицкий Е.Н. Защита электронных средств от механических воздействий. Теоретические основы: Учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2001
2. Механические воздействия и защита радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для вузов / Н.И. Каленкович, Е.П. Фастовец, Ю.В. Шамгин. Мн.: ВьШ. шк., 1989. -244 с.: ил.

МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ ST25R ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА

Михайлов Р.И.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CHIPS OF THE ST25R SERIES FOR ACCESS CONTROL SYSTEMS

Mikhailov R.I.

*Scientific supervisor: Muratov Radik Maskhutovich, senior lecturer.
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan)*

Аннотация

Сегодня NFC считыватели работают на различных системах и микропроцессорах. Однако хочется уделить отдельное внимание микросхеме серии ST25R.

Abstract

Today NFC readers work on various systems and microprocessors. However, I would like to pay special attention to the ST25R series chip.

NFC (Near Field Communication, коммуникация ближнего поля) — технология беспроводной передачи данных малого радиуса действия. Данная технология служит расширением для мобильных устройств стандарта ISO 14443, описывающего частотный диапазон, метод модуляции и протокол обмена бесконтактных пассивных карт (RFID). Передача данных осуществляется с помощью индуктивной связи на частоте 13,56 МГц со скоростью до 424 кбит/с на расстоянии до 20 см [1].

Протокол NFC может работать в соответствии с одним из трех заданных режимов работы [2]:

– пассивный (эмуляция смарт-карты). В данном случае девайс будет выполнять роль бесконтактной карты, работающей по одному из существующих стандартов;

– передача между равноправными устройствами. В данном режиме задействованы два устройства, между которыми осуществляется передача данных. Стоит отметить, что NFC может использоваться даже в

случае отключенного питания опрашивающего устройства, используя батарею и ресурсы прослушивающего устройства;

– активный режим (чтение или запись). В данном режиме возможно не только считывать данные, но и вести запись.

Для работы трех режимов разработаны соответствующие способы передачи. Это NFC-A (14443 A), NFC-B (14443 B), NFC-F (JIS X 6319-4). Способ передачи определяется путем отправки тестового запроса и получения ответа на установление соединения

NFC считыватель может работать на микросхеме ST25R фирмы Stmicrocontroller с выходным напряжением до 5 В, а так же благодаря некоторым функциям, таких как: автоматическая настройка антенны (AAT), пробуждение при изменении емкости и динамическое управление выходной мощностью. Кроме того, эти функции упрощают процесс проектирования, оптимизируют время выхода на рынок и себестоимость решения. Номенклатура серий ST25R включает в себя также продукты для чувствительных к цене приложений, таких как устройства для игр, контроля доступа и систем учета энергоресурсов [3].

Таким образом, можно сказать, что Микросхемы серии ST25R отлично подходят для систем контроля доступа, в частности как NFC считыватель. Однако в плане безопасности данная технология ещё далека от совершенства.

Список литературы

1. Электронный ресурс: <http://xn--elafpuhk.com/kak-voruyut-dengi-s-beskontaktnyx-kart-rfid-i-nfc>.
2. Дементьев В.Е., Андриянов Н.А. Обеспечение требований по защите информации, не составляющей государственную тайну, в связи с проектом изменений в приказ ФСТЭК №17 / В сборнике: СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии (КрыМиКо'2017) Материалы 27-ой Международной Крымской конференции. В 9-ти томах. 2017. С. 523-528.
3. Электронный ресурс: <https://ptelectronics.ru/wp-content/uploads/ST25R-series-High-performance-NFC-RFID-readers.pdf>

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФЛУКТУАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Могомедов М.М.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**AUTOMATED SYSTEM FOR MEASURING ELECTRICAL
FLUCTUATION PROCESSES OF ELECTROCHEMICAL SYSTEMS**

Mogomedov M.M.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, PhD docent
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлена автоматизированная система измерения электрических флуктуационных сигналов электрохимических систем. Используются два канала измерения напряжения и каналы измерения тока и температуры, а также беспроводной канал передачи данных в облако.

Abstract

The article presents an automated system for measuring electrical fluctuation signals of electrochemical systems. The system uses two voltage measurement channels and current and temperature measurement channels, as well as wireless data transmission channel for cloud data processing.

Практически все электронные устройства и системы являются источником электрических флуктуаций и шумов, представляющих собой случайные изменения электрических параметров во времени. Эти эффекты ухудшают работу оборудования, поэтому активно разрабатываются методы минимизации их влияния. Однако, различные исследования показывают возможность использования флуктуаций и шума для контроля состояния электрических и электрохимических систем [1,2]. Измерения флуктуационных сигналов достаточно длительная процедура, требующая высокоточного измерительного оборудования. Поэтому в работе

решается актуальная задача разработки систему измерения флуктуационных сигналов в электрохимических системах.

Структурная схема системы включает в себя топливный элемент (ТЭ) и два канала измерения напряжения (КИН), каждый из которых предназначен для измерения определенного компонента сигнала на выходе ТЭ. С целью контроля и уменьшения влияния температуры ТЭ на его выходное напряжение, ток и мощность, система содержит Канал измерения температуры (КИТемп). После прохождения каналов измерения сигналы оцифровываются и поступают в микропроцессорную систему (МПС) для дальнейшей обработки и вычисления интересующих диагностических признаков, например, амплитуды спектральных компонент. На выходе МПС данные сохраняются в память (ПАМ) для последующего изучения. Для обеспечения возможности облачной обработки информации имеется беспроводной канал связи. Подробная структурная схема автоматизированной системы представлена на рис. 1.

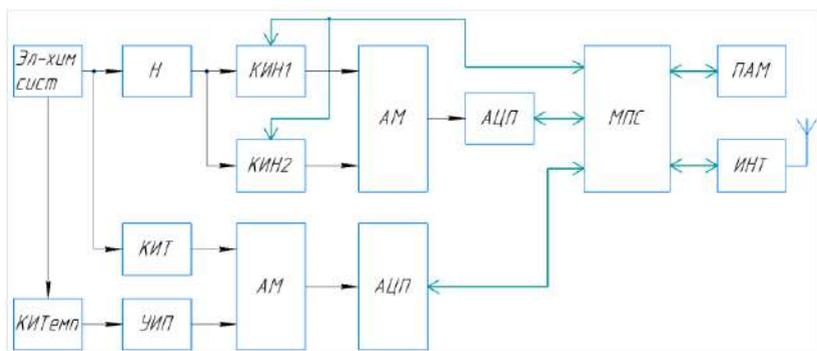


Рис. 1 – Структурная схема автоматизированной системы измерения электрических флуктуационных процессов.

В статье был разработан вариант структурной схемы автоматизированной системы измерения электрических параметров флуктуационных сигналов электрохимических систем таких как водородный топливный элемент и аккумуляторы.

Список литературы

1. Nigmatullin R.R., et al. New methods of complex systems inspection: Comparison of the ADC device in different operating modes // Lecture Notes in Electrical Engineering. – 2015. – Vol. 343. – P. 187-204.

2. Денисов Е.С., Салахова А.Ш. Оценка диагностических свойств электрического шума водородного топливного элемента // Нелинейный мир. – 2017. – Т. 15. – №1. – С. 71-77.

ДЕШИФРАТОР СИНХРОГРУПП ЗАПРОСНЫХ СИГНАЛОВ В РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ (РЛС)

Набиуллина Г.Р.

Научный руководитель: Данилаев Д.П., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DECODER OF INTERROGATING SIGNALS SYNCHROGROUPS IN RADAR SYSTEM

Nabiullina G.R.

Supervisor: Danilaev D.P., PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассматривается работа дешифратора синхрогрупп запросных сигналов в системе радиолокации и способ его реализации.

Abstract

The report discusses the operation of the interrogation signal synchrogroups decoder in the radar system and the method of its implementation.

Дешифратор синхрогрупп запросных сигналов – это составная часть РЛС, которое используется для обработки запросных сигналов на объекте, идущих от передатчиков или других источников. Запросные сигналы используют для обнаружения объекта в пространстве, а также для получения дополнительной информации об объекте. Для синхронизации передачи данных между базовой станцией РЛС и объектом в структуру запросного сигнала включают синхроимпульсы [1]. Для декодирования этих импульсов используется дешифратор синхрогрупп запросных сигналов.

В простейшем случае дешифратор синхрогрупп запросных сигналов состоит из трех основных компонентов: приемника сигнала, детектора синхрогрупп и декодера. После приема сигнала, он обрабатывается и поступает на детектор синхрогрупп. Детектор выделяет синхроимпульсы путем определения последовательностей битов в запросном сигнале, которые указывают на тип информации, передаваемой в этом сигнале. Затем декодер расшифровывает информацию.

Дешифраторы на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС) являются эффективным способом реализации аппаратных декодеров для радиолокации. Использование ПЛИС для реализации дешифратора позволяет создать наиболее эффективное решение с малым временем отклика и высокой производительностью. Это особенно важно в радиолокации, где задержки между получением сигнала и его декодированием должны быть минимальными. Преимущества использования дешифратора на ПЛИС для радиолокации включают следующее[2]:

- Высокая скорость обработки данных и низкое время отклика.
- Минимальная задержка при передаче данных между устройствами.
- Прямое соединение с радарной антенной, что позволяет снизить задержку между получением сигнала и его обработкой
- Возможность программирования непосредственно в системе, то есть после установки на печатную плату.

Переход к реализации дешифратора на ПЛИС позволяет не только обеспечить все требования, предъявляемые к этому устройству, но и расширить его функционал. Быстродействие ПЛИС, а также ресурсы этой схемы позволяют фактически на одной микросхеме реализовать целый блок, и даже интегрировать его с другими функциональными узлами системы. Тем самым снижаются массогабаритные показатели системы, энергопотребление, повышается надежность и защищенность схемы.

Список литературы

1. Радиолокационные системы / В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин, Ю.Л. Фатеев [и др.]. – Красноярск: Издание СФУ, 2019. – 380 с.
2. Сафьянников, Н. М. Информационно-измерительные преобразователи киберфизических систем. / Н. М. Сафьянников, О. И. Буренева, А. Н. Алипов. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 236 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/152596> (дата обращения: 30.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей – ISBN ISBN 978-5-8114-5402-0.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Назипов И.М.

Научный руководитель: Гайнуллина Н.Р., к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A MODULE FOR GRAPHIC DISPLAY OF INFORMATION

Nazipov I.M.

Supervisor: Gainullina N. R., PhD., associate professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются дисплейные модули и о том, как они используются в различных устройствах, таких как мобильные телефоны, планшеты и медицинские приборы. Обсуждаются важные характеристики дисплейных модулей, такие как разрешение, размер, угол обзора, яркость и потребляемая мощность. В этой статье обращается внимание на графическое представление информации в устройствах и на универсальность интерфейсов в дисплеях.

Abstract

The article looks at display modules and how they are used in various devices such as mobile phones, tablets and medical devices. Important characteristics of display modules are discussed, such as resolution, size, viewing angle, brightness, and power consumption. This article draws attention to the graphical representation of information in devices and the versatility of interfaces in displays.

Дисплейный модуль - это электронный модуль, который используется для отображения информации на экране. Он обычно состоит из матрицы жидкокристаллических дисплеев (LCD), платы управления и других компонентов, таких как подсветка и сенсорный экран, элементы управления. Дисплейный модуль может использоваться в различных устройствах, таких как мобильные телефоны, планшеты, ноутбуки, меди-

цинские приборы, автомобильные приборные панели и т.д. Важным аспектом дисплейного модуля является его разрешение, размер, угол обзора, яркость и потребляемая мощность, уникальные возможности, которые определяют качество и производительность отображения информации.

Графическое представление в устройствах позволяет визуально отображать информацию и данные, что облегчает понимание и анализ полученных результатов. Графические элементы, такие как графики, диаграммы, индикаторы и т.д., позволяют представлять данные в удобном и наглядном виде, что упрощает их интерпретацию. Кроме того, графическое представление позволяет быстро определить тренды и изменения в данных, что может быть важным для принятия решений. В приборах, графическое представление может использоваться для отображения информации о температуре, давлении, скорости, уровне заряда и т.д.

Универсальность интерфейсов в дисплеях является преимуществом и решает многие проблемы. Когда интерфейсы универсальны, это означает, что дисплеи могут быть подключены к различным устройствам с разными портами и интерфейсами. Это снижает затраты на разработку и производство дисплеев, так как один и тот же дисплей может использоваться в разных устройствах. Кроме того, универсальность интерфейсов позволяет пользователям легко обмениваться дисплеями между устройствами, что упрощает их использование и повышает гибкость системы. Однако, в некоторых случаях, универсальность интерфейсов может быть ограничена ресурсами устройств и необходимостью поддержки высоких скоростей передачи данных.

В целом, разработка модуля для графического отображения информации является важным элементом для повышения функциональности и удобства использования различных систем и устройств.

Список литературы

1. Программирование встроенных систем на C++17 / пер. с англ. А. В. Снастина. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 394 с.: ил.
2. Жидкокристаллические дисплеи. Схемотехника, конструкция и применение /А. В. Самарин - М.: СОЛОН-Р, 2002. 304 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО СОГЛАСОВАННОГО ФИЛЬТРА

Насыров А.Д., Виноградов В.Ю.

Научный руководитель: Соколов В.С., ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE RESEARCH OF ADAPTIVE MATCHED FILTER

Nasyrov A.D., Vinogradov V.Y.

Supervisor: Sokolov Vladislav Sergeevich, Senior Lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается согласованный фильтр, как активно используемый для шумопонижения и нахождения сигналов фильтр, его недостатки и преимущества. Также рассматривается современное применение данного фильтра с дополнительной адаптивной функцией.

Abstract

The article discusses the matched filter as an actively used filter for noise reduction and detection of signals, its disadvantages and advantages. The modern application of this filter with an additional adaptive function is also considered.

В информационных системах связи, радарх и гидролокаторах согласованный фильтр (MF) наиболее часто используется среди множества других методов обнаружения сигналов, поскольку MF является оптимальным линейным фильтром, который обеспечивает максимальное отношение выходной сигнал/помеха (SNR) для обнаружения известных сигналов среди шума, но только при неизменяющихся параметрах, что может ухудшить качество сигнала.

MF используется в широком спектре применений, таких как определение местоположения цели, оценка канала и связь с расширенным спектром. Однако несмотря на высокое отношение SNR, MF не может принимать сигнал в изменяющихся условиях, поэтому для улучшения этого показателя используется адаптивный согласованный фильтр AMF.

Для наглядности сравнения MF и AMF воспользуемся результатами эксперимента [1], где ЛЧМ сигнал с начальной частотой 10 кГц, полосой пропускания 10 кГц и длительностью 30 мс. Фоновый шум равен нулевому среднему значению АБГШ, а входное SNR составляет -15 дБ.

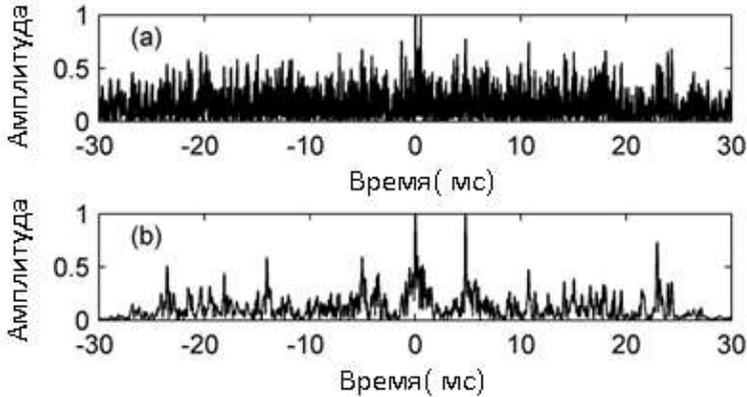


Рис. 1. Нормализованные выходные сигналы MF и AMF при входном SNR = -15 дБ. (a) MF (SNR = 13,3 дБ); (b) FDAMF (SNR = 19,5 дБ).

Однако несмотря на такие плюсы как шумопонижение и обнаружение сигнала, существуют и негативные стороны, например: вычислительная сложность, что может повлиять на время расчетов и сделать их менее подходящими для использования в системах с ограниченными вычислительными ресурсами.

Из приведенных выше результатов исследования можно сделать, что адаптивный согласованный фильтр представляет собой перспективную разработку в сфере радиолокации

Список литературы

1. Zhishan Zhao, Anbang Zhao, Juan Hui, Baochun Hou, Reza Sotudeh, and Fang Niu / A Frequency-Domain Adaptive Matched Filter for Active Sonar Detection // Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). 2017. doi: 10.3390/s17071565 /// PMID: 28677622

РАЗРАБОТКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОСТЕЙШЕГО БЕЗМАСОЧНОГО ЛИТОГРАФА

Наумов О.А.

Научный руководитель: Насыбуллин А.Р., к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

DEVELOPMENT AND TECHNOLOGY OF AN ELEMENTARY MASKLESS LITHOGRAPH

Naumov O.A.

Supervisor: Aidar R.N., PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia)

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию конструирования и технологии элементарного безмасочного литографа. Рассмотрен вариант технологии создания литографана основе проектора.

Abstract

This article is devoted to the study of the design and technology of an elementary maskless lithograph. A variant of the technology for creating a lithograph based on a projector is considered.

Безмасочная литография (MPL) — это технология фотолитографии без фотошаблона, используемая для проецирования или фокальной записи рисунка изображения на подложку, покрытую химическим резистом, с помощью УФ-излучения или электронного луча. [1].

Ключевым преимуществом безмасочной литографии является возможность менять литографические узоры от одного прогона к другому без затрат на создание нового фотошаблона. Это может оказаться полезным для создания двойного рисунка или компенсации нелинейного поведения материала.

Для реализации простейшего безмасочного фотолитографа необходимо использовать DLP проектор с извлечённым цветовым колесом и модернизированной лампой, чтобы обеспечить лучшее облучение ультрафиолетом. Цветное колесо DLP проектора извлекается, поскольку

цветные светофильтры этого колеса частично отфильтровывают ультрафиолет. В лампе проектора используется светофильтрующее стекло, не пропускающее ультрафиолетовое излучение для обеспечения безопасности работы с проектором. Это стекло необходимо заменить кварцевым стеклом, которое не будет отфильтровывать ультрафиолет.

Следует изменить систему линз проектора для уменьшения площади виртуального трафарета. При самом простом безмасочном литографе, оптику проектора просто переворачивают, чтобы фокус линзы был не внутри проектора, а в корпусе микроскопа. Тогда изображение на выходе будет не увеличено, а уменьшено до нескольких квадратных миллиметров.

Микроскоп используется для большего уменьшения площади изображения на подложке и возможности наблюдения за подложкой, а также для лучшей настройки положения изображения в фокусе оптики с помощью подвижного крепления для подложки. Подвижное крепление подложки выполняется с помощью шаговых двигателей для того, чтобы убрать всевозможные люфты и передвижения в процессе экспонирования.

Для того, чтобы процесс экспонирования не начался сразу, между проектором и подложкой помещают светофильтр, не пропускающий ультрафиолетовое излучение.

Подводя итог, можно сделать вывод, что преимущества такого самодельного фотолитографа останутся такими же, за исключением стоимости, как и у выпущенного с завода. Однако калибровка самодельного фотолитографа занимает много времени. Так же процент брака на самодельном фотолитографе будет выше из-за неточной настройки, возможных засветов и тд.

Список литературы

1. Walsh, M.E.; Zhang, F.; Menon, R.; Smith, H.I. (2014). "Maskless photolithography". *Nanolithography*. pp. 179–193

**ПОЧЕМУ В РОССИИ НЕ ОСВОЕН 2 НМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ?**

Нестеров И.А.

Научный руководитель: Соколов В.С., ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**WHY IS THE 2 NM TECHNOLOGICAL PROCESS FOR THE
PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICES NOT
MADE IN RUSSIA?**

Nesterov I.A.

Supervisor: Sokolov Vladislav Sergeevich, Senior Lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается проблема перехода на 2 нм технологический процесс производства полупроводниковых приборов, в первую очередь процессоров и возможные пути решения данной проблемы.

Abstract

The article discusses the problem of transition to a 2 nm technological process for the production of semiconductor devices, primarily processors, and possible solutions to this problem.

Технологический процесс полупроводникового производства – это производственный процесс по изготовлению полупроводниковых изделий, который состоит из ряда технологических и контрольных операций. Название применяемого технологического процесса определяется разрешающей способностью фотолитографического или литографического оборудования и размеров транзистора, применяемого при производстве п/п изделий. Это играет большую роль для ядер процессора, в аспектах повышения производительности и уменьшения электропотребления, поэтому в дальнейшем будем раскрывать тему с точки зрения производства процессоров.

На данный момент полностью освоен и локализован 65-нм технологический процесс производства процессоров. Для освоения 2-нм технологического процесса производства процессоров требуется значительные инвестиции в исследования и разработки, а также в создание новых производственных линий и инфраструктуры.

Во-первых, нужно использовать более технологичный литографический метод производства, который позволит создавать более мелкие структуры на кремниевых подложках. Экстремальная УФ-литография (EUV)- использует крайний ультрафиолетовый свет с длиной волны 13,5 нм. Использование чистых материалов и газов является важным аспектом в EUV-литографии, так как любая примесь может негативно повлиять на производственный процесс. EUV в настоящее время является самым высокотехнологичным методом производства, но требует дополнительного исследования и значительных финансовых вложений.

Во-вторых, можно использовать более мощные и эффективные компьютерные моделирования, чтобы проектировать более оптимизированные структуры процессоров. В частности, изменять размер и форму токопроводящих каналов транзисторов, так как изменить площадь всего транзистора становится всё сложнее и сложнее, на микроскопических уровнях электроны начинают просачиваться через изоляционный слой, вызывая эффекты искажения. Эту проблему можно решить при помощи изменения материалов и конструкции изоляционных слоев.

В-третьих, можно использовать альтернативные материалы в качестве подложки для производства процессоров. Например, вместо кремния можно использовать графен или другие материалы, которые могут быть более эффективными и экологически чистыми.

Конечно, каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки, и их выбор зависит от конкретной ситуации и целей, которые ставит перед собой производитель процессоров.

Список литературы

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Semiconductor_device_fabrication
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Extreme_ultraviolet_lithography

2D LIDAR НА ОСНОВЕ ДАТЧИКА ДАЛЬНОСТИ VL53L1X

Нурлыбаев М.А.

Научный руководитель: Муратов Р.М., старший преподаватель.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

2D LIDAR BASED ON VL53L1X RANGE SENSOR

Nurlybayev M.A.

Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приведено описание 2D LiDAR на основе датчика дальности VL53L1X. Была применена экстраполяция для обработки результатов.

Abstract

The article provides a description of 2D LiDAR based on VL53L1X range sensor. Extrapolation was applied to process the results.

LiDAR состоит из 9 время пролетных (ToF) датчиков VL53L1X. Датчик имеет 27-градусный угол обзора и функцию программирования регионов интересов (ROI).

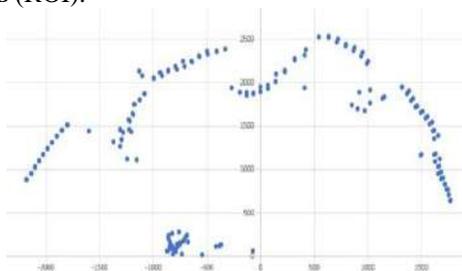


Рис. 1 – Облако точек LiDAR без обработки

Управление датчиками будет обеспечивать Arduino Nano последовательно обращаясь к датчикам через интерфейс I2C. В результате в LiDAR, каждый датчик был настроен на измерение 20 точек с интервалом

в 1 градус, что в сумме дает итоговый угол обзора LiDAR равный 180 градусам и с разрешением в 180 точек.

Для упрощения анализа результатов полученного облака точек применяется экстраполяция первого порядка. Геометрическая формула нахождения является:

$$y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} * (x - x_1), \quad (1)$$

где: y – ордината искомой точки, y_1 – ордината первой точки, y_2 – ордината второй точки, x – абсцисса искомой точки, x_1 – абсцисса первой точки, x_2 – абсцисса второй точки.

В результате был описан 2D LiDAR с упрощенной системой работы, но с низким разрешением. Данный LiDAR имеет преимущество благодаря небольшому весу и простотой в использовании, так как в нем нет механических элементов. При необходимости LiDAR можно использовать для элементарных и не комплексных алгоритмов пути.

Список литературы

1. 2D LIDAR Using Multiple ST VL53L1X Time-of-Flight Sensors // STMicroelectronics URL: https://www.youtube.com/watch?v=J_4giQJt7WI / (дата обращения: 17.03.2023).
2. VL53L1X ultra lite driver multiple zone implementation// VL53L1X Datasheet, – 2022.
3. VL53L1X Distance Sensor User Man// VL53L1X Datasheet, – 2018.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ С ДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Петров М.Д., Дробышев С.В., Клабуков М.А.

Научный руководитель: Данилаев М.П., д.т.н., профессор,

Дорогов Н.В., старший преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)*

MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITION WITH DISPERSED PARTICLES

Petrov M.D., Drobyshev S.W., Klabukov M.A.

Supervisor: Maxim P. Danilaev, PhD, professor,

Nikolai V. Dorogov, Senior Lecturer

*(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе приводятся исследование влияния полимерной оболочки на дисперсных частицах на структуру и механические свойства полимерной композиции.

Abstract

The influence of polymer coating on the surfaces of dispersed fillers on the polymer composition structure and mechanical properties is considered in that paper.

При создании композиционного материала важным является повышение адгезии частиц наполнителя к полимерной матрице. Один из перспективных методов повышения адгезии основан на формировании сплошной полимерной оболочки на поверхности отдельных частиц наполнителя. Формирование полимерной оболочки вокруг отдельных субмикронных частиц возможно за счет осаждения на их поверхность частиц мономера, при смешении двух многофазных газовых потоков [1], с последующей полимеризацией мономера на поверхности субмикронных частиц [2]. При этом требуемая толщина полимерной оболочки, которую необходимо обеспечить на поверхности субмикронных частиц для различных применений, лежит в пределах от монослойной оболочки, толщиной несколько молекул мономера, до толщин ~100 нм.

Целью данной работы является исследование влияния полимерной оболочки на дисперсных частицах наполнителя полимерного композиционного материала на структуру и механические свойства ДПКМ.

В основе подхода к формированию сплошной полимерной оболочки на поверхности субмикронных частиц в многофазных газовых потоках лежат три процесса: диспергирование исходных конгломератов субмикронных частиц и капель мономера, находящихся в газовых потоках; осаждение мелкодисперсных капель мономера на поверхность субмикронных частиц; полимеризация мономера на поверхности субмикронных частиц. Для достижения цели работы было изготовлено 3 вида образцов: Образец 1: ЭД-20:М4; Образец 2: ЭД-20:ZnO:М4; Образец 3: ЭД-20: ZnO/PS:М4. Проведены исследования механических характеристик образцов.

Установлено, что введение капсулированных полистиролом субмикронных частиц оксида цинка в полимерную композицию на основе эпоксидной смолы ЭД-20 позволяет увеличить твердость на 45% и модуль упругости на 15% по сравнению с композицией, в которой частицы не капсулированы.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 1022041100774-3 / 1022041100496-8 от 03.06.2022.

Список литературы

1. Данилаев М.П., Михайлов С.А, Польский Ю.Е., Файзуллин К.В. Сопоставительный анализ камер смешения двух многофазных потоков противоположено заряженных частиц// Изв.вузов. Авиационная техника. 2012. №2. с.69-71
2. М.П.Данилаев, О.Ю.Богомолова, Е.А.Богослов, С.А.Михайлов, Ю.Е.Польский, Д.М.Пашин // Российские нанотехнологии. 11-12 (2014) 41.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ В СУСПЕНЗИИ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО СВЕТОРАССЕЯНИЯ

Петров М.Д., Дробышев С.В.

Научный руководитель: Данилаев М.П., д.т.н., профессор,
Дорогов Н.В., старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)

PARTICLE SIZE FOTO-CORRELATION ANALYSES IN SUSPENSION

Petrov M.D., Drobyshev S.W.

Supervisor: Maxim P. Danilaev, PhD, professor,
Nikolai V. Dorogov, Senior Lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассматривается оптическая схема устройства, осуществляющего построение индикатрисы рассеяния субмикронных частиц.

Abstract

The structure scheme of submicron particles scattering indicatrix measurement device is considered in that paper.

Широкое применение полимерных композиционных материалов требует разработки технологий, обеспечивающих воспроизводимость свойств при заданной концентрации. Обеспечить воспроизводимость свойств полимерных композиционных материалов можно за счет обеспечения однородного распределения субмикронных частиц наполнителя в полимерной матрице при их требуемой концентрации. Существует способ [1] формирования полимерной оболочки вокруг отдельных частиц наполнителя, выступающих в роли центров конденсации. Принципиально важным параметром является размер капсулированных частиц. Для определения параметров субмикронных частиц наиболее часто используют устройства, основанные на методе статического рассеяния света. Одним из таких устройств является измеритель индикатрис рассеяния.

Целью работы является разработка приемной оптической схемы, которая позволяет оценить потери информационного сигнала за счет рассеяния на аэрозольных частицах для типовых значений их размеров и концентраций.

Для измерения величины рассеяния света на частицах использовали сканирующий приемник с переменным углом обзора. Для определения предельного угла обзора осуществляли сканирование рассеивающей среды вдоль распространения информационного сигнала при маломугловом рассеянии. Для расчета приемной оптической схемы были в работе рассчитаны оптические характеристики (индикатрисы) среды при типовых значениях концентрации и размеров частиц в программной среде MiePlot по теории Ми. Проведенные расчеты показали, что увеличение угла обзора сканирующей приемной системы приводит к сглаживанию индикатрисы рассеяния. Для возможности использования схемы в дневное время в условиях сильной фоновой засветки в схему были включены узкополосный оптический фильтр (1550 нм), точечная диафрагма в фокальной плоскости линзы и ограничивающая апертуру приемника диафрагма на входе.

Разработана оптическая схема, позволяющая оценивать потери информационного сигнала за счет рассеяния света на аэрозольных частицах в диапазоне размеров 1..10 мкм при максимальной типовой концентрации 10^4 частиц в см^3 . Изменение угла обзора приемника в диапазоне 2..10 градусов в процессе измерений позволяет выделить в пространстве рассеивающий объем, при котором не наблюдается прием многократно рассеянного излучения.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 1022041100774-3 / 1022041100496-8 от 03.06.2022.

Список литературы

1. Danilaev, M. P., Drobyshev, S. V., Klabukov, M. A., Kuklin, V. A., & Mironova, D. A. (2021). Formation of a Polymer Shell of a Given Thickness on Surfaces of Submicronic Particles. *Nanobiotechnology Reports*, 16(2), 162-166.
2. Дейрменджан Д. Рассеяние электромагнитного излучения сферическими полидисперсными частицами.— М.: Мир, 1971.— 165 с.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: «Наука». 1973 г.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ СЕТИ ПИТАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА

Петров М.Д., Дробышев С.В.

Научный руководитель: Данилаев М.П., д.т.н., профессор,
Дорогов Н.В., старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)

ELECTRIC POWER CONTROL DEVICES OF THE LAB SYSTEM

Petrov M.D., Drobyshev S.W.

Supervisor: Maxim P. Danilaev, PhD, professor,
Nikolai V. Dorogov, Senior Lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассматривается устройство контроля состояния экспериментального оборудования предназначенного для проведения биологических исследований. Данное устройство позволяет контролировать наличие электроэнергии в течении проведения эксперимента с одновременным дистанционным оповещением в случае пропадания электроэнергии на длительное время.

Abstract

The electric power control devices of the bioLab laboratory stand is considered in that paper. The electric power control is provided during experimental investigation considered in that stand. The distant notification is provided when the electric power outage for a long time.

Эксплуатация лабораторного оборудования, в особенности при проведении биологических исследований, требует стабильного и бесперебойного электропитания. Например, культивирование клеток в инкубаторе невозможно, в случае пропадания электропитания. Нарушается режим влажности и температуры, что губительно сказывается на росте клеточной культуры. При кратковременном отключении электропитания актуален хронометраж времени. Информация об интервале времени отсутствия электропитания позволяет спрогнозировать возможность дальнейшего продолжения эксперимента или необходимости его прерывания

[1]. Таким образом, целесообразным является разработка устройства контроля отключения электроэнергии с возможностью дистанционного сообщения.

Целью данной работы является разработка и экспериментальная проверка устройства хронометрического контроля отключений напряжений в электросети.

В соответствии с поставленной целью разрабатываемое устройство должно содержать модуль времени, блок индикации, иметь входы контроля напряжения, обеспечивать дистанционное подключение, контроль и управление прибором, а также продолжать автономную работу при отключениях питания. Применение микроконтроллера позволяет достаточно просто реализовать эти блоки в программно-аппаратном исполнении, а также в дальнейшем расширить функционал устройства [2]. Блок питания в устройстве одновременно обеспечивает: информативную составляющую о наличии напряжения (через делитель напряжения), питание самого устройства, а также заряд аккумуляторного блока через модуль заряда. Обработка информации об изменениях на входе устройства, а также хранение данных осуществляется микроконтроллером.

Результаты экспериментальной проверки применения разработанного устройства показывают достаточно устойчивую работу в течение длительного периода. Для первичной апробации устройства предусмотрено хранение событий не менее 10 последних включений, и 10 последних отключений. После заполнения данных происходит перезапись с утрай ранних событий.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 1022041100774-3 / 1022041100496-8 от 03.06.2022.

Список литературы

1. Лабораторные инкубаторы (термостаты) [электронный ресурс] // Сайт компании ООО «БМТ». URL: <http://www.sterilizatori-bmt.ru/laboratornie-inkubatori-termostati-2> (Дата обращения: 19.07.2018).
2. Arduino Nano [электронный ресурс] // Сайт Arduino.ru. URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardNano> (Дата обращения: 19.07.2018).

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДЛОЖКЕ

Петров М.Д., Дробышев С.В.

Научный руководитель: Данилаев М.П., д.т.н., профессор,
Дорогов Н.В., старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)

FILM COATINGS FORMATION ON THE DIELECTRIC SURFACES

Petrov M.D., Drobyshev S.W.

Supervisor: Maxim P. Danilaev, PhD, professor,
Nikolai V. Dorogov, Senior Lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе приводятся экспериментальные исследования способа получения многослойных полимерных пленок с заданными физико-химическими свойствами отдельных слоев.

Abstract

The method of multilayer polymer films formation with individual physicochemical properties of each layers is considered in that paper.

Основными требованиями, предъявляемыми к многослойным полимерным пленкам, являются: обеспечение заданных физико-химических свойств внешнего слоя; сильная связь между всеми слоями многослойной полимерной пленки. Один из перспективных способов достижения данных требований [1,2] основан на получении многослойных полимерных пленок за счет инициирования реакции радикальной поверхностной прививочной полимеризации молекул мономера, образующего тонкий (вплоть до мономолекулярного, но не более 100 нм) связующий слой, с поверхностными молекулами склеиваемых полимерных пленок. Предварительные оценки показали [2], что в результате этой реакции должны возникнуть химические связи между молекулами отдельных слоев.

Для подтверждения полученных оценок были проведены экспериментальные исследования способа получения многослойных полимерных пленок с заданными физико-химическими свойствами отдельных

слоев: исследовалось влияние коронного разряда на поверхность полимерной пленки до и после осаждения на нее мономера, определялся механизм реакции полимеризации (радикальный, анионный или катионный), определялся тип образовавшихся связей молекул полимерной пленки с молекулами связующего слоя.

В ходе экспериментальных исследований были получены следующие результаты: полимеризация молекул стирола происходит на поверхности полимерной пленки на остриях пиков, при этом средняя частота пиков остается неизменной; после обработки пленки в коронном разряде средняя высота пиков уменьшается на 17% относительно необработанного образца, а после обработки пленки в коронном разряде с последующим нанесением на ее поверхность стирола средняя высота пиков увеличивается на 14% относительно необработанного образца; реакция полимеризации мономера на поверхности пленки происходит по радикальному механизму; реализована реакция поверхностной прививочной полимеризации: образуется ковалентная связь молекул полимерной пленки с молекулами связующего слоя.

Таким образом, способ, предложенный в работе позволяет получать многослойные полимерные пленки, удовлетворяющие предъявляемым к ним требованиям. Разработка физических и химических основ этого способа позволили разработать экспериментальную установку для модификации полимерных материалов плазмохимическим методом в многофазных газовых потоках.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 1022041100774-3 / 1022041100496-8 от 03.06.2022.

Список литературы

1. Honda Y. et al. Low-temperature SiO₂ film coatings onto Cu particles using the polygonal barrel-plasma chemical vapor deposition method // *Applied Surface Science*. – 2022. – Т. 588. – С. 152646.
2. Богослов Е.А., Данилаев М.П., Ефимов М.В., Михайлов С.А., Польский Ю.Е., Файзуллин К.В. Экспериментальные исследования способа формирования многослойных полимерных пленок с заданными физико-химическими свойствами отдельных слоев// *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2013. Т.49. №3. С.1-5.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
В КОНСТРУКЦИЯХ РЭС АНАЛИТИЧЕСКИМИ
И ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ**

Подпругина Н.Ю., Горбунов И.А.

Научный руководитель: Сайткулов В.Г. д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**MODELING AND ANALYSIS OF THERMAL PROCESSES IN THE
DESIGNS OF RES ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS**

Podprugina N.Y., Gorbunov I.A.

Supervisor: *Vladimir G. Saïtkulov PhD, professor*
(*Kazan National Research Technical University*
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается проектирование РЭС, его моделирование и обеспечение теплового режима, который основан на моделировании тепловых процессов и температурных полей различные конструкций. Показано моделирование численным и аналитическим способами, предоставлено сравнения полученных результатов.

Abstract

The article discusses the design of the radio electronic means, its modeling and the provision of a thermal regime, which is based on the modeling of thermal processes and temperature fields of various structures. Modeling is shown by numerical and analytical methods.

На сегодняшний день для анализа и моделирования тепловых режимов РЭС нашли применение аналитический и численный методы моделирования. Следовательно, необходимо сравнивать полученные двумя методами результаты.

В данной работе предложены варианты получения данных аналитическим методом с помощью интегральных преобразований, моделирование было произведено с помощью программного комплекса MathCAD [1]. Результаты численного метода моделирования были получены с помощью программного пакета Pro/ENGINEER [2].

Сравнение результатов моделирования численного и аналитиче-

ского методов показывает, что расхождение результатов для одномерного поля составляет около 2%. Для двумерного поля (платы) разница между результатами аналитического и численного моделирования составляет 25%. В то же время расхождение между результатами для аналитической пластины, полученного с помощью двух разных моделей анализа, составило менее 2%. Получив графическое представление численного и аналитического методов (Рис.1), можем увидеть расхождение между этими методами.

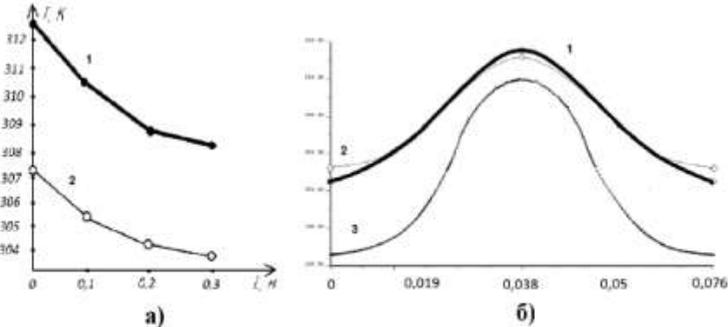


Рис.1 – Результаты измерения для одномерного поля (а) и двумерного поля (б): а) 1 - численное моделирование, 2 – аналитическое моделирование; б) 1, 2 - аналитическое моделирование, 3 - численное моделирование

Анализ полученных значений температурного поля предоставляет различие аналитических и численных результатов моделирования. Расхождение этих двух методов моделирования возрастает с увеличением сложности теплового и, следовательно, математического моделирования. Для двумерного поля (печатной платы) это расхождение является значительным. Следовательно, обоснованный выбор подходящего метода моделирования, при обеспечении теплового моделирования, требует анализа уровня сложности определенных задач, а также выполнение дополнительных вычислительных экспериментов для различных задач моделирования тепловых процессов в конструкциях радиоэлектронных средств, при учёте размерности и сложность физических моделей.

Список литературы

1. Dulnev, G. N. Heat transfer in radio–electronic devices / G. N. Dulnev, E. M. Semyashkin. – L.: Energiya, 1968. - 360 p.
2. Dulnev, G. N. Methods of calculating the thermal regime of devices / G. N. Dulnev, V. G. Parfenov, A.V. Sigalov. – M.: Radio and Communications, 1990. – 312 p.

РЕЗОНАНСНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЁНОК

Попов А.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RESONANT PROPERTIES OF FILMS

Popov A.A.

Supervisor: Vasilii Yurievich Vinogradov, PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются резонансные свойства плёнок, как важный аспект их функциональности. Представлены преимущества и недостатки данных свойств. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article discusses the resonant properties of films as an important aspect of their functionality. The advantages and disadvantages of these properties are presented. The problems associated with this topic have also been identified.

Пленки – это тонкие слои материала, которые широко используются в различных областях, включая электронику, оптику, энергетику и другие. Резонансные свойства пленок – это важный аспект их функциональности, который позволяет им быть использованными в различных приложениях. В этой статье мы рассмотрим резонансные свойства пленок, их преимущества и недостатки, а также проблемы, связанные с их использованием.

Одним из основных преимуществ резонансных свойств пленок является их способность обеспечивать точный контроль определенных характеристик материала. Например, пленки могут использоваться для контроля прозрачности, отражательной способности, проводимости и других свойств. Это делает пленки полезными для различных приложений, включая солнечные батареи, дисплеи и другие электронные устройства.

Однако резонансные свойства пленок также имеют свои недостатки. Например, процесс создания пленок может быть дорогостоящим и сложным. Некоторые пленки также могут быть неустойчивыми и подверженными деградации в условиях эксплуатации.

Одной из основных проблем, связанных с использованием резонансных свойств пленок, является необходимость точного контроля их толщины. Даже небольшое отклонение в толщине пленки может привести к изменению ее свойств и, как следствие, к снижению производительности устройства, которое использует такую пленку.

Еще одной проблемой, связанной с использованием резонансных свойств пленок, является их низкая устойчивость к механическим повреждениям. Например, царапины и повреждения могут привести к деградации свойств пленки, что может привести к снижению производительности устройства, которое использует такую пленку.

Резонансные свойства пленок являются важным аспектом их функциональности и позволяют им быть использованными в различных областях, включая электронику, оптику, энергетику и другие. Однако, резонансные свойства пленок также имеют свои недостатки и проблемы, связанные с их использованием.

Для решения этих проблем существует ряд технологий и методов, которые позволяют создавать более устойчивые и точные пленки. Например, используется нанотехнология для создания более тонких и точных пленок, а также используются различные методы обработки, которые повышают устойчивость пленок к механическим повреждениям и деградации.

Таким образом, резонансные свойства пленок являются важным аспектом их функциональности и имеют широкий спектр приложений. Однако, проблемы, связанные с использованием резонансных свойств пленок, требуют дальнейших исследований и разработок для создания более устойчивых и точных пленок.

Список литературы

1. O. S. Heavens, Calculation of the Optical Properties of Thin Film Systems // Optical Properties of Thin Solid Films, – 1965, – Vol.1, – P. 2-3.

**ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА
РАДИОКОМПОНЕНТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ
ЗАО «ЭЛЕКТРОКОНТАКТ» Г. ЙОШКАР-ОЛА**

Романов С.С.

Научный руководитель: Шишкин Геннадий Анатольевич, к.т.н., доцент
(Поволжский государственный технологический университет – ПГТУ,
г. Йошкар-Ола)

**INFORMATION SUPPORT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
FOR THE PRODUCTION OF RADIO COMPONENTS AT THE
ENTERPRISE CJSC "ELECTROCONTACT" YOSHKAR-OLA**

Romanov S.S.

Supervisor: Gennady A. Shishkin, PhD
(Volga State Technological University – PSTU, Yoshkar-Ola)

Аннотация

Данная статья рассматривает различные аспекты внедрения автоматизированной информационной системы управления и контроля производства. Разработана и представлена структурная схема АСУ для конкретного предприятия в г. Йошкар – Ола.

Abstract

This article examines various aspects of the implementation of an automated information system for management and control of production. A block diagram of an automated control system for a specific enterprise in Yoshkar–Ola has been developed and presented.

Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП) представляет собой комплекс программно-технических средств, который обеспечивает автоматический контроль и управление процессами производства. Внедрение АСУТП обеспечивает возможность быстрого и гибкого реагирования на изменения в производственных процессах, уменьшает риски ошибок и сбоев в работе, что повышает надежность работы производственного оборудования.

В данной работе предложен вариант создания автоматизированной информационной системы управления и контроля технологическими процессами на производстве радиокомпонентов ЗАО «Электроконтакт».

Анализируя структуру работы производства, его технологические процессы, рабочие участки была разработана общая структурная схема АСУТП предприятия:

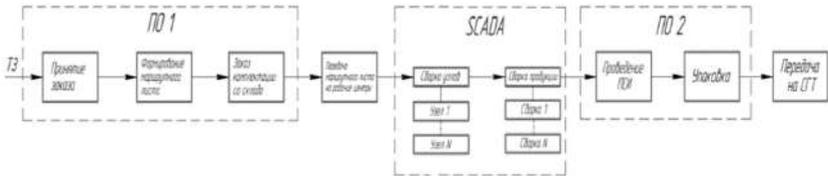


Рис. 1 – Структурная схема АСУТП предприятия.

Автоматизированная система управления технологическими процессами состоит из трёх уровней:

- Технологическая задача поступает на пункт принятия заказов на АРМ мастера производства. Мастер при помощи прикладного программного обеспечения просматривает данные о типе продукции, его комплектации и наличии её на складе, либо на рабочих центрах производства. После просмотра информации формируется операционная карта, которая передаётся на рабочие центры работников, где начинается сборка узлов и сама продукция.

- При помощи SCADA – систем и прикладных программ каждый рабочий за конкретным АРМ просматривает данные заказа, а также технологический процесс сборки, заносит данные серийных номеров присоединяющихся комплектаций в систему.

- После сборки продукции происходит процесс приёмо-сдаточных испытаний, где рабочий из испытываемого персонала проводят проверку правильности собранной продукции и полученных данных испытаний.

Предложенная модель внедрения АСУТП позволит организовать процессы производства с максимальной эффективностью и надёжностью. Структурная схема включает в себя различные подсистемы, которые обеспечивают автоматизацию управления производством, информационное сопровождение технологических процессов, контроль качества продукции.

Список литературы

1. Vdovenko, L.A. Automated production management systems// Economic education, – 1992, – P. 395.
2. Korotkova, E.M. Research of control systems// DeKa, – 200, – P. 160.

**ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НИТРИД ГАЛЛИЯ
НА КРЕМНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЩНЫХ
СВЧ МИКРОСХЕМ**

Романчева Т.А.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

**POSSIBILITIES OF GALLIUM NITRIDE TECHNOLOGY
ON SILICON FOR THE PRODUCTION OF HIGH-POWER
MICROWAVE CHIPS**

Romancheva T.A.

Supervisor: Aidar R. Nasybullin, PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia)

Аннотация

Данная статья посвящена технология производства мощных СВЧ микросхем. Рассмотрен вариант технологии создания СВЧ электроники на основе нитрида галлия на кремниевой подложке.

Abstract

This article is devoted to the production technology of high-power microwave chips. A variant of the technology for creating microwave electronics based on gallium nitride on a silicon substrate is considered.

Нитрид-галлиевая технология входит в число наиболее прогрессивных направлений развития электронной компонентной базы для СВЧ-электроники. Создания структур GaN на Si является перспективным с точки зрения удешевления производства ввиду доступности пластин кремния большого диаметра, простоты его механической обработки и возможности адаптации нитридных технологий на кремнии к современному кремниевому производству [1]. Обладая широкой запрещенной зоной, высокой подвижностью носителей заряда, а также высокими значениями критического поля пробоя, нитрид галлия идеально подходит для создания мощных СВЧ микросхем. [2]

В первую очередь выращивается активная пленка, которая в свою очередь состоит из нескольких слоев, выращенных один за другим. Их общая толщина варьируется в пределах нескольких микрометров.

Поскольку нитрид галлия и кремний имеют разные периоды кристаллической решетки и коэффициенты теплового расширения, сначала создаются переходные слои, которые представляют собой подходящую основу для роста слоев GaN. На границе раздела слоев образуется тонкий слой свободных электронов. Этот слой имеет очень высокую проводимость за счет исключительно высокой подвижности электронов.

После формирования пленки на нем создаются рабочие структуры: транзисторы и микросхемы, выполняющие заданные геометрией и топологией функции (травление, осаждение, нейтрализация, депонирование активных зон и др.) будущего СВЧ-устройства. После этого пленку начинают уменьшать до 100 микрон (исходно толщины кремниевой пластины могут составлять 675, 950 микрон). Чтобы дать возможность приблизиться к оставшейся толщине, к пленке приклеивается матрица, удерживающая всю конструкцию, и только после этого кремниевая часть полируется до 100 микрон. Все технологические операции контакта с активными элементами выполняются на кремниевом остатке. И только после всей выполненной работы пластина разделяется на кристаллы, готовые к установке в СВЧ-приборы.

Подводя итог, можно отметить, что гетероструктуры GaN-Si имеют один недостаток. Из-за различия в размере кристаллической решетки Si и GaN пластины с эпитаксиальными структурами GaN-Si подвержены механическим деформациям и прогибу, особенно при увеличении толщины эпитаксиальной пленки GaN и диаметра пластин.

Список литературы:

1. K.J. Chen, O. Haberlen, A. Lidow, C.L. Tsai, T. Ueda, Y. Uemoto, Y. Wu, (2017). IEEE Trans. Electron Dev., p.64
2. Тарасов С. В., Дикарев В. И., Цоцорин А. Н. Мощные GaN-транзисторы для применения в перспективных системах связи и радиолокации //Электронные компоненты. 2017. №7. С. 80-83.

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Романычев Д.Г., Гут Е.В.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент,
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MUSCLE CONTRACTION MEASUREMENT SYSTEM

Romanychev D.G., Gut E.V.

Supervisor: Denisov Evgeniy Sergeevich, PhD, associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Рассматривается прототип системы мышечных сокращений на основе гибких тензометрических датчиков, состоящий из тензометрических гибких датчиков, каналов измерения электрического сопротивления, микропроцессорной системы и беспроводного интерфейса.

Abstract

A prototype of a system of muscle contractions based on flexible strain-gauge sensors is considered. The system comprises flexible sensors, electrical resistance measuring channels, microprocessor system and a wireless interface,

Мышцы - органы, способные сокращаться под влиянием нервных импульсов. Мониторинг мышечных сокращений позволяет диагностировать и провести анализ биоритмов человека, а также заболеваний, связанных с нервной системой. Таким образом, возникает необходимость в разработке системы мониторинга и детектирования мышечных сокращений с использованием доступных средств и материалов. Тензорезистивные датчики являются наиболее удобными и экономически выгодными устройствами, позволяющими оценить состояние мышц человека.

Прототип системы работает из тензометрических гибких датчиков, каналов измерения электрического сопротивления, микропроцессорной системы и беспроводного интерфейса. Состояние мышц оценивается по показаниям тензометрических датчиков. На рисунке 1 представлена структурная схема системы измерения мышечных сокращений: Д – датчик, ТМП – тензометрический преобразователь, ПН – преобразователь

напряжения, АМ - аналоговый мультиплексор, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, МП – микропроцессор (Arduino), И – интерфейсное устройство.

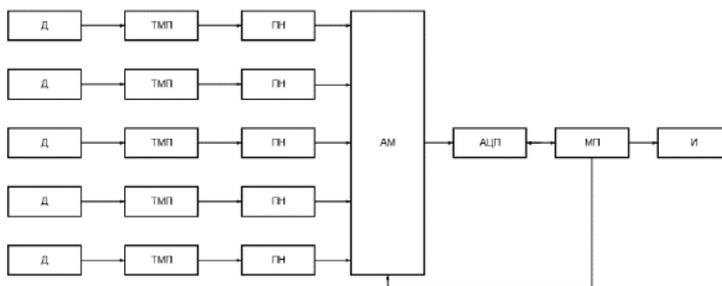


Рисунок 1 – Структурная схема системы измерения мышечных сокращений.

Следующим этапом развития проекта является применение новых способов опроса большого количества резистивных чувствительных элементов [1,2].

В результате исследования была разработана автоматизированная система измерения мышечных сокращений, которая была реализована на базе тензорезистивного датчика с использованием программного обеспечения, разработанного в программной среде Arduino. Данная система может быть применена для оценки физиологического состояния людей, биомеханических технологий управления техническими системами, такими как манипуляторы и других медицинских и технических приложений датчиков.

Список литературы

1. Патент № 2766991 С2 Российская Федерация, МПК G01D 5/16. Квазираспределенный резистивный датчик и способ измерения распределенных параметров физических величин на его основе: № 2020126840: заявл. 10.08.2020: опубл. 16.03.2022 / Е. С. Денисов, И. Д. Шафигуллин, Ю. К. Евдокимов; заявитель КНИТУ-КАИ.

2. Е.С. Денисов, И.Д. Шафигуллин, Ю.К. Евдокимов /. Квазираспределённый резистивный датчик с древовидной структурой // Автометрия. – 2021. – Т. 57, № 2. – С. 117-121.

**ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ DHT-11
ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ «УМНЫЙ ДОМ»**

Русских Д.С., Козин К.В.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**DHT-11 TEMPERATURE AND HUMIDITY SENSOR FOR SMART
HOME CONTROL SYSTEMS**

Russkikh D.S., Kozin K.V.

Supervisor: Vasily Yurievich Vinogradov, PhD, professor
*(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В наше время датчик температуры и влажности стал использоваться практически в любом доме. Температура и влажность в помещении напрямую влияют на здоровье и самочувствие человека, датчик помогает обеспечить комфортные условия в доме.

Abstraction

Nowadays, the temperature and humidity sensor has been used in almost any home. The temperature and humidity in the room directly affect the health and well-being of a person, the sensor helps to ensure comfortable conditions in the house.

Датчики DHT-11 очень популярны в среде Arduino и часто используются в проектах метеостанций и умного дома. Датчик DHT11 не обладают высоким быстродействием и точностью, но зато прост, недорог и отлично подходит для обучения и контроля влажности в помещении.

- 1) потребляемый ток – 2,5 мА;
- 2) измерение влажности в диапазоне от 20 до 80 %;
- 3) измерение температуры в интервале от 0 до 50 °С;
- 4) габаритные размеры: 15,5 мм длина; 12 мм ширина; 5,5 мм высота
- 5) напряжение питания от 3 до 5 В;
- 6) частота f – 1 Гц

Компонент, который используется для измерения влажности имеет два электрода с влагоудерживающей подложкой, зажатой между ними. По мере поглощения водяного пара подложка высвобождает ионы, что увеличивает проводимость между электродами. Изменение сопротивления между двумя электродами пропорционально относительной влажности. Более высокая относительная влажность уменьшает сопротивление между электродами, в то время как низкая относительная влажность увеличивает это сопротивление.

Кроме того, в этих датчиках для измерения температуры имеется датчик температуры NTC (термистор). Термистор – это терморезистор – резистор, который меняет свое сопротивление в зависимости от температуры. Технически все резисторы являются термисторами – их сопротивление слегка изменяется в зависимости от температуры, но обычно это изменение очень мало и его трудно измерить. Термисторы сделаны так, чтобы их сопротивление резко изменялось при изменении температуры, и изменение на один градус может составлять 100 Ом или более.

Используя DHT-11 в проектах Arduino, можно строить элементы систем умного дома и умные теплицы. Варианты сфер применения датчика практически неисчерпаемы, можно найти множество примеров.

Список литературы

1. Инструкция на датчик DHT-11 (электронный ресурс) https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/DHT11_Aosong.pdf [дата доступа 01.11.2020].

2. Авдеев А. С., Герасимова А. И. Основные проблемы программирования систем умного дома // М.: Перспективы науки, — 2014. — 245 с.

ПОРИСТЫЙ КРЕМНИЙ В СТРУКТУРАХ КНИ

Савинова А.А., Козин К.В.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

POROUS SILICON IN SOI STRUCTURES

Savinova A.A., Kozin K.V.

Supervisor: Igor D. Mikheev, PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются характеристики пористого кремния, преимущества, которые можно получить, используя пористый кремний в конструировании. А также метод получения пористого кремния на КНИ.

Abstract

The article discusses the characteristics of porous silicon, the benefits that can be obtained using porous silicon in construction. As well as a method for obtaining porous silicon on SOI.

Пористый кремний (porous Si) представляет собой новый тип одномерного нанофотонного кристаллического материала, который имеет микроструктуру «квантовой губки» с кластерами нанокремния в качестве скелета. Это уникальный в своем роде материал, а потому имеет широкий спектр применения.

Пористый кремний обладает широким диапазоном величин диэлектрической проницаемости и удельного сопротивления, поэтому его можно использовать как полупроводник, так и в качестве диэлектрических слоев интегральных схемах. Применение пористого кремния на изоляторе может решить целый ряд важных проблем, таких как высокое энергопотребление из-за паразитной емкости, отводы корпуса, большие показатели тока утечки за счет плохой изоляции. То есть, возможно, повысить быстродействие схем, значительно снизить потребляемую мощность и уменьшить габариты схем, используя пористый кремний [1].

Так как традиционные методы электрохимического травления не позволяют получить высококачественные слои пористого кремния на

кремниевых пластинах КНИ. И если традиционная технология обработки электрохимической коррозией будет усовершенствована, способ получения пористого кремния может быть расширен, и можно будет хорошо контролировать различные структурные параметры пористого кремния. Для решения этой проблемы подходит метод селективного получения слоя пористого кремния с регулируемыми структурными параметрами на основе кремния на изоляторе. Метод заключается в получении пористого кремния после двукратного травления кремниевой пластины КНИ, при первом травлении канавки на нижнем кремнии кремниевой пластины КНИ, а при втором травлении изолирующего слоя, обнаженного на канавке. Пористый кремний после того, как поверхность кремния протравливается током в электролитическом растворе и становится пористой, энергетическая зона сворачивается, а ее непрягая энергетическая запрещенная зона становится прямой запрещенной зоной. Пористый кремний получают на верхнем слое кремния, соответствующем канавке, с помощью электрохимического травления. Пористый кремний может быть приготовлен с обеих сторон верхнего слоя кремния, или пористый кремний может быть вытравлен с обеих сторон. В процессе подготовки ток проводится только в области, где изоляционный материал подвергся коррозии, поэтому форма и размер подготовленной поверхности пористого кремния соответствуют светопропускающей области, предусмотренной на пластине.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что получение пористого кремния в структурах КНИ, где используется процесс травления, в котором подготовка очень проста, а стоимость низкая, имеет особое значение для популяризации в области микроэлектромеханических систем и интегральных схем.

Список литературы

1. Lenshin, A.S. Formation and functional properties nanostructures based on porous silicon // Semiconductor physics, - 2020, - P. 360-382.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

Саидзода К.С.

Научный руководитель: Гайнуллина Наталья Романовна, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MICROWAVE PHOTONICS IN OPTICAL COMMUNICATION SYSTEMS

Saidzoda K.S.

*Supervisor: Gainullina N.R., PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье исследуются два метода для увеличения срока службы светодиодных ламп. В первом методе мы увеличиваем емкость конденсатора, во втором методе увеличиваем сопротивление резистора. Огромная часть электроэнергии, потребляемая предприятиями и организациями, расходуется на освещение производственных помещений и уличное освещение. Значит, возникает задача производства модернизации в области освещения путём применения энергосберегающих источников света.

Abstract

This article explores two methods to increase the lifetime of LED lamps. In the first method we increase the capacitance of the capacitor, in the second method we increase the resistance of the resistor. A huge part of the electricity consumed by enterprises and organizations is spent on lighting industrial premises and street lighting. So there is a task of producing modernization in the field of lighting through the use of energy-saving light sources.

Светодиод — это полупроводниковый прибор, излучающий фотоны определенной частоты при пропускании через него электрического тока. Часто термин «светодиод» заменяется англоязычной аббревиатурой LED от «led emitting diod» — светоизлучающий диод. Классический LED светильник представляет собой сборное устройство, состоящее из следующих основных узлов. Несколько светодиодных излучателей, размещенных на теплоотводящей алюминиевой подложке (радиаторе).

Метод №1

Продлить срок службы светодиодных ламп небольшая доработка драйвера сетевого питания лампы (LED E 27). Внутри лампы небольшая плата с конденсаторным балластом, на которой установлен электролитический конденсатор емкостью 1.7мкФ 400V мы заменяем на 1мкФ 450V, для устранения пульсации света ставим более емкий электролитический конденсатор 150мкФ 400 V. Это уменьшает ток через светодиод и рабочую температуру, следовательно, увеличивает срок службы.

Метод №2

В этом методе мы снижаем рабочий ток светодиодной лампы на 10-15 %. Для это мы с помощью амперметра измеряем рабочий стабилизационный ток драйвера. Чтобы снизить ток мы увеличиваем сопротивление токоограничивающего резистора.

На сегодняшний день светодиодные лампы, это самый экологически чистый источник - домашнего освещения. Такие лампочки не содержат в своем составе опасные токсичные вещества (к примеру, ртуть) и именно поэтому они не несут опасности в случае неисправности для здоровья человека. Но, несмотря на это, выбрать хорошую, а самое главное качественную лампу дело не простое.

Список литературы

- 1.Срок службы светодиодов: рекомендации по тестированию. Выдержки из доклада Life time and Reliability Working Group при Департаменте энергетики США // Современная светотехника, 2010. № 5. С. 78 – 82.
- 2.Иванова В. Р. Контроль параметров маломощных светодиодов при проектировании осветительных устройств на основе исследования их характеристик //Автореф. кандид. дисс. Казань: КГЭУ, 2012. – 16 с. – 2012.
3. Сурайкин А. И. и др. Регулирование тока нагрузки в устройствах питания светодиодных светильников //XLVIII Огарёвские чтения. – 2020. – С. 76-84.

АНАЛИЗ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ В ПРИЁМНОМ ТРАКТЕ АКУСТИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ

Сафарова В.В.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ANALYSIS OF THE SIGNAL-TO-NOISE RATIO IN THE RECEIVING PATH OF ACOUSTIC AMPLIFIER

Safarova V.V.

Supervisor: Vasilii Yurievich Vinogradov, PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается отношение сигнал/шум в приёмном тракте акустического усилителя. Представлены преимущества и недостатки данного отношения. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article discusses the signal-to-noise ratio in the receiving path of an acoustic amplifier. The advantages and disadvantages of this relationship are presented. Problems of this topic were also identified.

Отношение сигнал/шум (англ. Signal-to-Noise Ratio, SNR) является важным параметром приемного тракта акустического усилителя. Оно определяет соотношение между полезным сигналом и нежелательным шумом в усилителе. Чем выше отношение сигнал/шум, тем лучше качество звука, поскольку шум снижается до неуловимого уровня.

Преимущества и недостатки отношения сигнал/шум
Преимущества:

- Улучшение качества звука: Высокое отношение сигнал/шум обеспечивает более чистый звук и позволяет услышать даже тонкие нюансы в музыке.
- Увеличение динамического диапазона: Высокое отношение сигнал/шум также позволяет увеличить динамический диапазон, что означает, что слушатель может услышать более широкий диапазон громкости

звуков.

- Уменьшение искажений: Высокое отношение сигнал/шум также уменьшает искажения, что в свою очередь повышает качество звука.

Недостатки: сложность измерения; высокие затраты; проблемы со сбоями.

Существует несколько проблем, связанных с отношением сигнал/шум в приемном тракте акустического усилителя. Одной из главных проблем является то, что при низком отношении сигнал/шум шум может стать значительным и даже сильнее, чем сигнал, что приводит к потере качества звука.

Кроме того, важно учитывать, что отношение сигнал/шум зависит не только от приемного тракта усилителя, но и от качества самого источника сигнала и качества акустических систем. Например, если источник сигнала имеет низкую чувствительность, то это может привести к ухудшению отношения сигнал/шум.

Другой проблемой может быть выбор оптимального уровня усиления в усилителе. Если уровень усиления слишком низкий, то сигнал может быть слабым, что также может привести к ухудшению отношения сигнал/шум. С другой стороны, если уровень усиления слишком высокий, то возможны искажения сигнала и другие проблемы, связанные с усилением.

Отношение сигнал/шум является важным параметром для приемного тракта акустического усилителя, который определяет качество звука. Высокое отношение сигнал/шум позволяет получить более чистый звук, увеличить динамический диапазон и уменьшить искажения. Однако, существуют проблемы, связанные с определением и увеличением отношения сигнал/шум, которые требуют специального внимания и опыта. Правильный выбор компонентов, уровня усиления и качества источника сигнала помогут достичь оптимального отношения сигнал/шум и получить наилучшее качество звука.

Список литературы

1. Description of the Noise Performance of Amplifiers and Receiving Systems, Sponsored by IRE subcommittee 7.9 on Noise, Proc. of the IEEE, March, 1963, pp. 436 442.

ШИФРАТОР ОТВЕТНЫХ КОДОВ НА ПЛИС В РЛС

Скудина Е. Р.

Научный руководитель: Данилаев Дмитрий Петрович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

A RESPONSE CODE ENCODER BASED ON FPGA IN A RADIOLOCATION SYSTEM

Skudina E. R.

Supervisor: Dmitriy P. Danilaev, PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В докладе рассмотрен шифратор ответных кодов РЛС и его реализация на ПЛИС.

Abstract

The report considers the encoder of the response codes of the radiolocation system and its implementation on the FPGA.

Шифратор ответных кодов - это структурный элемент радиолокационной системы, который обеспечивает безопасность и конфиденциальность передачи данных [1]. В данной статье мы рассмотрим, как шифратор ответных кодов используется на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС) в радиолокационной системе.

Запросные сигналы РЛС могут быть использованы не только для обнаружения объекта в пространстве, но и для передачи дополнительной информации. Это, например, запрос станции РЛС на ответ свой/чужой, или передача данных (номер борта, номер рейса, полетные параметры и пр.), или даже радиосвязь. Тогда запросный сигнал представляется пачкой импульсов. Структура запросного сигнала формируется по некоторому алгоритму. Обычно запросный сигнал состоит из пачки импульсов, которые формируются модулятором. Для передачи дополнительной информации, эти импульсы могут быть носителем кода, соответствующего необходимой информации. Например, в системе радиолокационного опознавания («свой-чужой») запросные сигналы могут использоваться для передачи кодов идентификации. В этом случае один или несколько

импульсов запросного сигнала могут быть заменены на импульсы, содержащие коды идентификации. Эти импульсы могут быть распознаны приемником и использованы для идентификации объекта. Это может быть использовано для передачи различных типов информации, таких как данные о скорости или направлении объекта[1].

К устройству формирования предъявляются жесткие требования по быстродействию, поэтому эти операции удобно реализовать на ПЛИС. Это позволяет создавать устройства, которые могут обрабатывать большие объемы данных и работать в режиме реального времени.

Для шифрации информации в сигналах, используемых в РЛС, предлагается использовать стандартные методы шифрования. Например, с использованием алгоритмов шифрования: AES (Advanced Encryption Standard), DES (Data Encryption Standard) или RSA (Rivest-Shamir-Adleman) [2]. Каждый из этих алгоритмов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного алгоритма зависит от требований к безопасности и производительности.

Переход к реализации шифратора на ПЛИС позволяет не только обеспечить все требования, предъявляемые к этому устройству, но и расширить его функционал. Поскольку схема реализована внутри ПЛИС, то она не доступна постороннему. В-третьих, быстродействие ПЛИС, а также ресурсы этой схемы позволяют фактически на одной микросхеме реализовать целый блок, и даже интегрировать его с другими функциональными узлами системы.

Список литературы

1. Радиолокация для всех / В. С. Верба, К. Ю. Гаврилов, А. Р. Ильчук [и др.]; под редакцией В. С. Вербы. — Москва: Техносфера, 2020. — 504 с. — ISBN 978-5-94836-555-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175551> (дата обращения: 29.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Голиков, А. М. Методы шифрования информации в сетях и системах радиосвязи: учебное пособие / А. М. Голиков. — Москва: ТУСУР, 2012. — 329 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/11380> (дата обращения: 30.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ

Смагин И.А.

Научный руководитель: Кирсанов А.Ю., д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DESIGN OF A LABORATORY INSTALLATION FOR THE STUDY OF AUTOMATIC CONTROLLERS

Smagin I.A.

Supervisor: Kirsanov A. Yurievich, PhD, assistant professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается создание лабораторной установки для исследования автоматических регуляторов. Представлена модель автоматических регуляторов, состоящих оптического энкодера и бесколлекторного мотора.

Abstract

The article discusses the creation of a laboratory setup for the study of automatic regulators. A model of automatic regulators consisting of an optical encoder and a brushless motor is presented.

Системы автоматического управления находят практическое применение как в промышленных, так и в бытовых условиях [1, 2]. При разработке таких систем основная цель состоит в том, чтобы обеспечить полное автоматическое регулирование в заданных условиях эксплуатации.

Блок-схема системы показана на Рис 1. Она включает в себя энкодер, который отслеживает текущий угол поворота двигателя. Сбор основных данных происходит с помощью устройства ввода-вывода, предназначенного для аналоговых и цифровых сигналов, а также персонального компьютера.

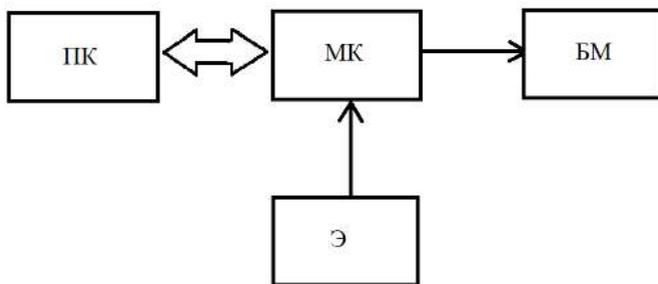


Рис. 1. Структурная схема лабораторной установки: МК – микроконтроллер; Э – энкодер; БМ – бесколлекторный мотор

Благодаря бесколлекторному двигателю подвижный рычаг установки может регулировать угол наклона. Оценивая текущее измерение угла, контроллер устанавливает оптимальную скорость вращения лопасти для двигателя.

Включение микроконтроллера упрощает настройку контроллера и позволяет корректировать алгоритм его работы по мере необходимости.

Эта установка облегчает изучение атрибутов автоматизированного управления (при этом все собранные данные представляются на мониторе компьютера). Основным преимуществом непрерывного развития лабораторного стенда является его зависимость от технологии виртуального измерительного оборудования.

Список литературы

1. Официальный сайт компании Arduino: [Электронный ресурс]. URL: www.arduino.cc
2. Изосимова Т.А., Евдокимов Ю.К., Кирсанов А.Ю. Устройство и алгоритм адаптивного управления для активного магнитного подвеса на основе программируемых логических интегральных схем // Вестник Каз. гос. техн. у-та им. А.Н. Туполева. 2017. Т. 73. № 1. С. 152-157.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «СИНТЕЗ СИГНАЛОВ ПО КОТЕЛЬНИКОВУ»

Тихонов К.А., Гумаров Е.Р., Фазылов Р.Р.

Научный руководитель: Сагдиев Рафаэль Касимович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

LABORATORY STAND "SIGNAL SYNTHESIS BY KOTELNIKOV"

Tikhonov K.A., Gumarov E.R., Fazylov R.R.

Supervisor: Rafael K. Sagdiev, PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье приводятся результаты разработки и исследования стенда для выполнения лабораторной работы синтез сигналов по Котельникову по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы»

Abstract

The article presents the results of the development and research of a stand for laboratory work signal synthesis by Kotelnikov in the course "Radio circuits and signals"

Стенд был разработан и собран для выполнения лабораторной работы по изучению возможности синтеза сигналов по дискретным отсчетам в соответствии с теоремой Котельникова в рамках курса «Радиотехнические цепи и сигналы» для студентов радиотехнических специальностей.

Изучение данного материала является необходимым для понимания принципов синтеза радиотехнических сигналов по Котельникову, влияния частоты выборки на качество синтеза.

Лабораторный стенд старого образца представляет собой комплекс математических выражений, примененных в системе Mathcad. Все действия по преобразованию и построению сигналов выполняются в расчётно-графическом виде внутри самих программ, без какой-либо привязки к реальным приборам в виде генераторов, преобразователей и т.д. Студенты, изменяя внутренние переменные в выражениях в системе

Mathcad, наблюдают за изменением показаний на графиках в системе Mathcad, на основе которых делают выводы о влиянии различных параметров на выходные данные при преобразовании и синтезе.

Новый макет является установкой, собранной из радиотехнических элементов, которая представляет собой совокупность дискретизатора и активного фильтра нижних частот на операционных усилителях. Частоты дискретизации и дискретизируемого сигнала задаются с двух генераторов. Восстановленный и входной сигналы наблюдаются на осциллографе. Изменяя частоты сигналов, студент может наблюдать практическое применение теоремы Котельникова.

Функциональная схема лабораторного макета показана на рис. 1.

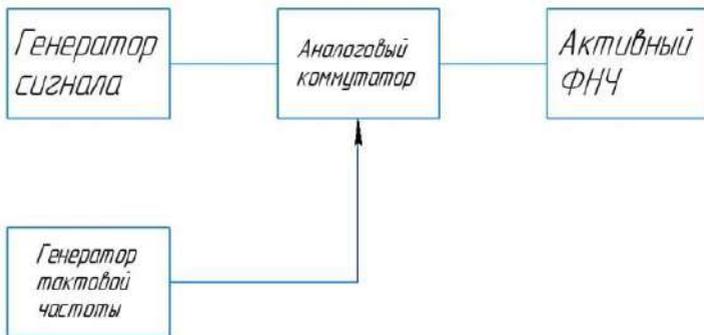


Рис. 1 Функциональная схема лабораторного макета.

В данной схеме реализована защита интегральных микросхем от случайного ввода слишком больших значений амплитуды сигнала на вход, которые могли бы привести к их выходу из строя.

Использование генераторов для ввода сигналов позволяет увидеть формы реального сигнала и восстановленного по теореме Котельникова, опираясь не только на их математическую модель из системы Mathcad.

Список литературы

1. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. пособие / В.А.Козлов, Е.Ф.Базлов, Д.В.Шахтурин; Мин-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО КНИТУ им. А.Н. Туполева-КАИ. - 2-е изд., испр. перераб. и доп. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. - 240 с.

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЗОСТРУКТУР В КРЕМНИИ

Туганова Д.Ю.

Научный руководитель: Насыбуллин Айдар Ревкатович, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия)

LASER TECHNOLOGIES FOR THE FORMATION OF MESOSTRUCTURES IN SILICON

Tuganova D.Yu.

Supervisor: Aidar R. Nasybullin, PhD, associate professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia)

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию лазерных технологий для формирования мезоструктур в кремнии. Рассмотрен вариант модификации кремния с помощью воздействия фемтосекундным лазерным излучением.

Abstract

This article is devoted to the study of laser technologies for the formation of mesostructures in silicon. A variant of silicon modification based on femtosecond laser pulse technology is considered.

Мезоструктуры – это структурные объемные элементы, обладающие масштабом между сотнями микрон и миллиметрами. Кремниевые мезоструктуры могут использоваться в микроэлектронных изделиях, например, в датчиках. Для создания мезоструктур на полупроводниковых и керамических материалах используются особенные лазерные технологии.

В настоящее время большую эффективность приобрел фемтосекундный лазерный импульс (ФЛИ). Модифицированные таким образом поверхности изделий обладают уникальными эффективными физико-химическими свойствами. [1]

Фемтосекундный лазер генерирует световые импульсы длительностью значительно меньше пикосекунды. Генерация таких коротких импульсов практически достигнута с помощью технологии пассивной синхронизации мод.

Принцип действия лазеров ультракоротких импульсов основывается на синхронизации продольных мод лазерного резонатора. Существует два варианта процесса синхронизации: генерация может начинаться на одной моде, затем на двух соседних с требуемыми фазами. Они, в свою очередь, дают новые соседние моды с требуемыми фазами и так далее. По этому принципу работают лазеры с активной синхронизацией мод при помощи внешней модуляции внутриволнового излучения.

В другом случае генерация начинается сразу в нескольких режимах, но с произвольными фазами. Временная зависимость интенсивности от времени в этом случае представляет собой случайный набор пиков флуктуаций с интервалом, равным времени прохождения лазерным светом зеркал резонатора. На этом принципе основана работа лазеров с пассивной синхронизацией мод, что делается за счет введения в резонатор нелинейного элемента, способного изменять потери в зависимости от интенсивности проходящего через него излучения.

Таким образом, можно сделать вывод, что экспонирование пленок фемтосекундным лазером позволяет управлять изменением структуры материала, его фотоэлектрическими и оптическими свойствами. Важным преимуществом использования ФЛИ является локализация воздействия, которая позволяет осуществлять микро- и нанобработку различных материалов без повреждения прилегающих слоев.

Список литературы

1. Abbey B., Dilanian R.A., Darmanin C., Ryan R.A. X-Ray Laser-Induced Electron Dynamics Observed by Femtosecond Diffraction from Nanocrystals of Buckminsterfullerene // Science Advances. 2016.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ДВИЖЕНИЯ STEINEL IS 360-1 DE И EKF PROXIMA DD-MS-2000 ДЛЯ ЭКОНОМИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ

Тукова О.А.

Научный руководитель: Карловский Александр Петрович, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

USE OF MOTION DETECTORS STEINEL IS 360-1 DE AND EKF PROXIMA DMS-2000 FOR ECONOMICAL LIGHTING OF THE HOUSEHOLD TERRITORY

Tukova O.A.

Scientific advisor: Karlovskiy A.P., associate professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются датчики движения, в частности датчик движения от фирмы Steinel, модель – IS 360-1 DE и датчик движения фирмы EKF PROxima, модель – DD-MS-2000, их режимы работы и основные характеристики.

Annotation

The article discusses motion sensors, in particular the motion sensor from the company Steinel, model – IS 360-1 DE and the motion sensor from the company EKF PROxima, model – DD-MS-2000, their operating modes and main characteristics.

Датчик движения – это электронное устройство, которое фиксирует наличие движения в окружающем пространстве в режиме реального времени, за счет измерения ИК-излучения. Основой таких устройств обычно служит пироэлектрический датчик, который имеет два фотодиода, которые преобразуют инфракрасный свет, который излучает объект, в электрический заряд. [1]

На данный момент на рынке представлено большое количество датчиков движения с различными характеристиками, которые позволяют реализовать «умное» освещение в помещении и наружи с разной точностью и дальностью.

Инфракрасный датчик движения Steinel предназначен для контроля движения и освещенности на улице и в помещении. Модель IS 360-1 DE имеет угол охвата 180° и радиус действия 4 метра, что позволяет обеспечить высокую точность работы. Согласно документации, датчик поддерживает режимы работы LUX/TIME. Когда в соответствии с заданными параметрами порога чувствительности (LUX) наступит темнота, детектор начнет свою работу. В параметре рабочего периода (TIME) будет задаваться интервал, на который необходимо включить свет при обнаружении сигнала о наличии объекта в радиусе действия. Данная модель позволяет задавать интервал времени от 8 секунд до 35 минут [2]. Угол обзора данного устройства составляет всего 140°, а вот радиус действия можно настраивать в диапазоне от 2 до 12 метров. Основное преимущество этого вида датчика движения перед предыдущим, наличие режима работы «SENS», который отвечает за чувствительность срабатывания. При оптимальной настройке данного параметра датчик сможет реагировать на появление именно людей с высокой точностью, чего не может сделать датчик Steinel IS 360-1 DE, который не имеет данного режима работы и будет срабатывать на любой живой объект [3].

На основе сравнения характеристик датчиков Steinel IS 360-1 DE и EKF PROxima DD-MS-2000 можно сказать, что они имеют практически одинаковые показатели, но датчик от EKF PROxima выигрывает за счет наличия режима SENS, который значительно повышает точность срабатывания устройства на человека, попадающего в зону видимости.

Список литературы

1. What is a Motion Sensor and How Does it Work [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.disruptive-technologies.com/blog/what-is-a-motion-sensor-and-how-does-it-work> (дата обращения 11.02.2023)
2. Motion detector IS 360-1 DE [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.steinel.de/en/lights-sensors/products-oxid/sensors/motion-detectors-photoelectric-lighting-controller/motion-detectors-outdoor/is-360-1-de-032852.html> (дата обращения 11.02.2023)
3. ПАСПОРТ Датчики движения инфракрасные MS-2000, MS-19B, MS-21B EKF PROxima [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ekf-electric.ru/wp-content/uploads/pasport-datchiki-dvizhenija-infrakrasnye-ms-2000-ms-19b-ms-21b_65x80_red.pdf (дата обращения 12.02.2023).

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ СЕТЕЙ 5G В ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Тукова О.А.

Научный руководитель: Карловский А.П., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE PERSPECTIVE OF APPLICATION OF 5G NETWORKS IN THE TECHNOLOGY OF THE INTERNET OF THINGS

Tukova O.A.

Scientific advisor: Karlovskiy A.P., associate professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрены перспективы реализации технологии Интернет вещей в условиях сетей пятого поколения.

Annotation

The article considers the prospects for the implementation of the Internet of Things technology in the conditions of fifth generation networks.

Сеть 5G – это новый сверхбыстрый стандарт беспроводной передачи данных с пиковыми скоростями 10 Гбит в секунду. Интернет вещей (IoT) играет значимую роль в сфере вертикальных приложений, обусловленную экономическим фактором. [1]

Растущее число устройств и приложений влечет за собой возникновение потребности в повсеместном и массовом доступе к Интернету. Массовый доступ для промышленного Интернета вещей подразумевает наличие надежной связи, низкого энергопотребления, широкого покрытия для огромного количества IoT-устройств. Чтобы раскрыть огромный потенциал экосистем IoT, огромное количество устройств должны быть связаны беспроводным способом через сеть с повсеместным покрытием, что позволит устройствам подключаться, взаимодействовать и обмениваться данными в любом месте и в любое время. Однако эти технологии поддерживают только беспроводной доступ ближнего действия, который серьезно препятствует их применению в будущих беспроводных сетях IoT. Значительная доля будущих IoT-устройств должны быть доступны

через маломощные глобальные сети (LPWAN) для повсеместного подключения. [2]

Сетевая архитектура является основой массивных систем доступа IoT. Предыдущие решения, как правило, использовали наземные базовые станции (БС) для обеспечения сотовой связи, что затруднительно в удаленных участках. Более того, поскольку устройства с малой мощностью широко распространены, нужно большое количество БС, чтобы гарантировать доступность повсеместного соединения. Из-за развертывания большого числа БС могут возникать помехи множественного доступа между несколькими нескоординированными БС, которые используют один и тот же радиочастотный спектр. [3]

Следовательно, существует потребность в архитектуре, которая даст возможность удобно обрабатывать, хранить и передавать данные. На данный момент эту проблему можно решить с помощью облачных сервисов (Cloud) и туманных вычислений (Fog), которые позволяют масштабировать и оптимизировать данные процессы.

На «облаках» реализуется быстрая обработка больших объемов данных, полученных с «умных» устройств, их визуализация. Туманные вычисления позволяют реализовать быстрый отклик при запросах и минимальную задержку при обработке данных, т.е. они больше предназначены для решения real-time задач. Таким образом, использование туманных вычислений расширяет возможности систем облачных серверов, значительно увеличивая возможности технологии Интернет вещей. [4]

Список литературы

1. Вэнь Тонг, Пейин Чжу Сети 6G. Путь от 5G к 6G глазами разработчиков. От подключенных людей и вещей к подключенному интеллекту – М.: ДМК Пресс, 2022 – 624 с.
2. Zhen Gao, Malong Ke, Li Qiao, Yikun Mei Massive IoT Access for 6G – Singapore: Springer, 2023 – 181 с.
3. Yulei Wu, Haojun Huang, Cheng-Xiang Wang, Yi Pan 5G-Enabled Internet of Things – London: CRC Press 9 by Taylor & Francis Group, 2019 – 419 с.
4. IoT, туман и облака: поговорим про технологии? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/cloud4y/blog/467711/> (дата обращения 04.03.2023).

ДЕШИФРАТОР: ОПИСАНИЕ ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Федотов П.С., Соколов В.С.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DECODER: THE PRINCIPLE OF OPERATION, PROPERTIES AND SCOPE OF APPLICATION

Fedotov P.S., Sokolov V.S.

*Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы о назначении и принципа работы такого логического элемента, как дешифратор. Представлена подробная таблица с преобразованием параллельного двоичного кода в унитарный. Также изучен вопрос об основном применении этого комбинационного устройства.

Abstract

The article discusses the issues of the purpose and principle of operation of such a logical element as a decoder. A detailed table is presented with the conversion of a parallel binary code into a unitary one. The question of the main application of this combination device has also been studied.

Дешифратор является логической интегральной схемой (ИС), содержащей n входов и 2^n выходов. На входы дешифратора подается двоичное число, что приводит к изменению состояния одного из его выходов. Дешифраторы предназначены для преобразования параллельного двоичного кода в унитарный код, то есть позиционный. Дешифратор называется полным, если он имеет количество выходов m , связанных с количеством разрядов n входного двоичного числа следующим соотношением: $m=2^n$. Дешифратор, у которого при n входах число выходов меньше $2n$ ($m < 2^n$), называется неполным.

Принцип работы дешифратора лежит в основе работы известного устройства - домофона. Когда мы набираем номер на домофоне, дверной звонок раздается только в квартире с указанным номером.

Когда параллельный двоичный код подается на вход устройства, на выходе дешифратора отображается сигнал, соответствующий десятичному эквиваленту двоичного кода. Из этого следует, что в любой момент вывод будет происходить только на одном выходе дешифратора. В зависимости от типа дешифратора этот сигнал может иметь как уровень логической единицы (с логическим уровнем 0 на всех других выходах), так и логический уровень 0 (с логическим уровнем 1 на всех других выходах). На рис.1 приведено символическое изображение декодера и его таблицы истинности. Символ DC образован от английского слова Decoder. Слева расположены входные данные, на которых отмечены весовые коэффициенты двоичного кода, справа - выходные данные десятичных чисел. При каждом вводе формируется десятичное число для определенных комбинаций входного кода.

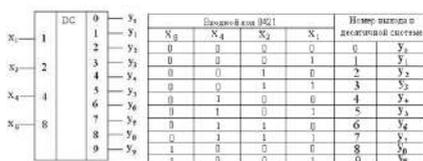


Рис.1. Дешифратор и его таблица истинности

Дешифраторы используются для расшифровки адресов ячеек запоминающих устройств, выделения букв и цифр на мониторах, индикаторах и других устройствах. Дешифратор, основанный на технологии TTL – K155ID1, когда-то использовался для управления цифровым газоразрядным индикатором типа IN8, IN12, которые были очень популярны в 70-х годах, поскольку низковольтные светодиодные индикаторы все еще были большой редкостью.

Все изменилось в 80-е годы. Стало возможным свободно покупать семисегментные светодиодные матрицы (индикаторы), и бум на сборку электронных часов смел радиолюбителей.

Список литературы

1. ДЕШИФРАТОРЫ URL: m-elek.h1n.ru/elektronic/teorie/dt/dc.html
2. Принцип работы дешифратора URL: principraboty.ru/principraboty-deshifratora/?ysclid=lfk2umcmil265181403.
3. Шифраторы и дешифраторы. Назначение, устройство, область применения. Типовые интегральные схемы шифраторов и дешифраторов URL: mydocx.ru/1-44194.html?ysclid=lfk3no8127662900346.

**ОНЛАЙН СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ НАБОРА ДАННЫХ ДЛЯ
ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ
ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Хаирова А.Р.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**ONLINE DATA SET GENERATION SYSTEM FOR TRAINING
NEURAL NETWORK METHODS OF HYDROGEN FUEL
CELLS DIAGNOSTICS**

Khairova A.R.

Supervisor: Evgeniy S. Denisov, PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается реализация онлайн системы для формирования набора данных, который в последствии может быть использован для обучения нейросетей. Представлена структура системы сбора данных.

Abstract

The article discusses the implementation of an online system for the formation of a data set, which can later be used for training neural networks. A block diagram of the data acquisition system is presented.

Разработка эффективных средств диагностики и прогнозирования технического состояния водородных топливных элементов (ТЭ) позволит существенно повысить КПД и стабильность работы соответствующих энергетических установок. Основной сложностью здесь является большое разнообразие рабочих режимов, конструкций и высокой стоимостью проводимых экспериментов. Для преодоления этих ограничений предлагается распределенная система сбора и накопления измерительной информации с возможностью формирования набора данных для разработки методов диагностики и прогнозирования в том числе с применением искусственных нейронных сетей [1,2]. Предлагается система сбора данных с возможностью передачи данных на сервер.

На рис. 1 представлена структурная схема системы сбора и передачи данных на удаленный сервер. Система включает в себя: ТЭ - топливный элемент, Дт – датчик измерения температуры, ДИ – датчик измерения тока, ДУ- датчик измерения напряжения, РН2, РО2 – датчики измерения давления топлива и окислителя, Qa, Qc – датчик измерения влажности на аноде и катоде, МПС - микропроцессорная система; Wi-Fi – беспроводной модуль для доступа в сеть Интернет. Датчики снимают показатели об основных характеристиках топливного элемента и передают данные на МПС. МПС проводит обработку сигналов и управление схемой измерения и может обмениваться данными с сервером.

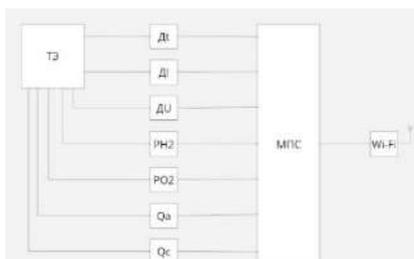


Рис. 1 – Структурная схема системы формирования набора данных

Полученным данным присваивается id, учитывающих особенности ТЭ. Обеспечивается их передача через сеть Интернет на удаленный сервер, где они записываются для дальнейшей обработки.

Применение предложенной системы позволит упростить обмен данными между научными лабораториями и накопить набор данных для разработки эффективных средств диагностики и прогнозирования технического состояния ТЭ.

Список литературы

1. Е.С. Денисов, Н.Р. Гайсин, А.Р. Хаирова / Нейросетевая система релаксационной диагностики водородных топливных элементов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2023. – № 1(47). – С. 16-22.
2. Е.С. Денисов, Н.Р. Гайсин, Т.П. Никишин, Н.А. Адьютантов / Контроль и прогнозирование критических режимов работы водородных топливных элементов в процессе эксплуатации на основе искусственных нейронных сетей // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2021. – № 12. – С. 11-16.

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ В ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ

Хамитов Д.А., Зиганшин Р.В.

Научный руководитель: Михеев Игорь Дмитриевич, к.ф.-м.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INTERCONNECT METALLIZATION IN INTEGRATED CIRCUITS

Khamitov D.A., Ziganshin R.V.

Supervisor: Mikheev Igor Dmitrievich, PhD, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обзореваются методы создания переходных отверстий в кремниевых пластинах для создания кремниевых микроструктур для 3D сборки кристаллов ИМС. Также рассматривается метод непосредственного осаждения меди на барьерный слой TiN без затравочного покрытия.

Abstract

The article reviews the methods of creating through-silicon-vias (TSVs) in silicon wafers to create silicon microstructures for 3D assembly of IC crystals. Seedless copper electrochemical deposition (SECD) is also considered.

При изготовлении современных ИМС наиболее серьезные технологические проблемы связаны с формированием металлических межсоединений. Для решения этой проблемы бы придуман принцип трехмерной сборки кристаллов (3D-технология) [1].

Традиционно, при изготовлении трехмерных микро- и наноструктур металлы осаждают на кремниевую подложку методами химического осаждения из паровой фазы (CVD, chemical vapor deposition) и физического осаждения из паровой фазы (PVD, physical vapor deposition). Альтернативным становится метод электрохимического осаждения (ECD, electrochemical deposition), который может быть реализован как экономически эффективный низкотемпературный процесс, обладающий всеми преимуществами, характерными для электрохимических процессов. [2-3].

По мере того, как размеры канавок и отверстий уменьшаются, становится все труднее осаждать непрерывный и не содержащий дефектов затравочный слой. Поэтому были разработаны новые способы непосредственного осаждения меди на барьерный слой TiN без затравочного покрытия [1].

Непосредственное электрохимическое осаждение меди (SECD) на поверхность диффузионного барьерного слоя TiN, TaN и др. без медного затравочного покрытия может стать перспективной технологией для устройств ультравысокого уровня интеграция (ULSI, ultra large-scale integration). В зависимости от химического состава электролита, особенно pH, условий осаждения (потенциал осаждения), осадки меди на диффузионных барьерах имеют различные варианты зародышеобразования и роста [1].

На данный момент такой способ пригоден для беззатравочного осаждения Cu в отверстия диаметром (500–2000) нм и аспектным отношением меньше 5. Осаждение на поверхность TiN с пониженным содержанием оксидов (и органических загрязнений) приводит к образованию смачивающего слоя Cu и к более быстрой коалесценции зародышей, а также к улучшению адгезии между Cu и TiN [1].

Непосредственное электрохимическое осаждение меди (SECD) является перспективной технологией изготовления переходных отверстий в кремниевых структурах, однако данная технология требует большего изучения для возможности упрощения её применения в производстве ИМС.

Список литературы

1. А. И. Воробьева Металлизация переходных отверстий в кремниевых пластинах для создания трехмерных микроструктур / А. И. Воробьева, В. А. Лабунов, Е. А. Уткина, Д. В. Грапов – Микроэлектроника, 2021, том 50, № 1, с. 1–11.
2. Park K.S., Kim S. Seedless Copper Electrodeposition onto Tungsten Diffusion Barrier // J. Electrochem. Soc. 2010. V. 157. P. D609.
3. Radisic, A., Cao Yang, Taephaisitphongse Premratn., et al. Direct Copper Electrodeposition on TaN Barrier Layers // J. Electrochem. Soc. 2003. V. 150 № 5. P. C362.
4. Турцевич А.С., Колос В.В., Адашкевич С.В. и др. Способ формирования пленки дисилицида титана на кремниевой подложке. Пат. ВУ № 16839, С1. 2013.02.28.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ АВТОНОМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ПОМЕЩЕНИИ

Хисматулина З.С.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

DEVELOPMENT OF THE REFERENCE MODULE DESIGN FOR INDOOR POSITIONING SYSTEM

Khismatulina Z.S.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, phd, associate professor.
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной работе описывается вариант реализации опорных приемопередатчиков для использования их в системах позиционирования внутри помещений. Также приводится топология печатной платы.

Abstract

This paper describes a variant of implementation of reference transceivers for use in indoor positioning systems. The layout of the printed circuit board is also given.

На сегодняшний день вопрос высокоточного позиционирования внутри помещений остается открытым и крайне актуальным. Предлагаемый метод основывается на использовании стационарных опорных станций для определения местоположения «метки» путем определения точки пересечения окружностей с радиусами, равными расстоянию от каждой опорной станции до метки. Расстояние определяется вычислением задержки распространения радиосигнала от станций до метки.

Для выполнения необходимых функций была разработана печатная плата (рис. 1) модуля, предназначенная для размещения датчика позиционирования (DWM1000), микропроцессорной системы (ESP8266) и аккумуляторной батареи с контроллером питания.

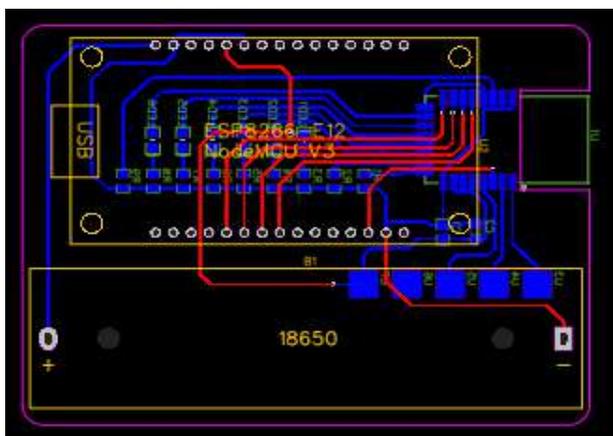


Рис. 1 – Схема печатной платы

В качестве источника питания выбрана аккумуляторная батарея с номинальным максимальным напряжением 9 В. Этого вполне достаточно для обеспечения корректной работы модуля DWM1000 и микроконтроллера ESP8266, рабочее напряжение которых 3,3 В и 5 В соответственно.

Печатная плата состоит из двух слоев стеклотекстолита FR4. Разведение проводящих дорожек выполнено таким образом, чтобы обеспечить минимальную потерю мощности при передаче сигналов между модулями.

В ходе выполненной работы предложена схема печатной платы модулей системы позиционирования внутри помещений. Разработанные модули могут использоваться для широкого круга приложения связанных с навигацией внутри промышленных, торговых и спортивных помещений.

Список литературы

1. Хисматулина З. С. Система позиционирования в закрытых помещениях на основе датчика DWM1000 / З. С. Хисматулина, Е. С. Денисов // Молодежная научно-техническая конференция. — М.: ОАО «ВТИ», 2020. — с. 97-98.
2. Хисматулина З.С., Денисов Е.С., Шафигуллин И.Д. / Исследование точности СВЧ-системы позиционирования внутри помещений и способов ее повышения // Южно-Сибирский научный вестник. – 2022. – № 6(46). – С. 250-255.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NB-IOT
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ РЕШЕНИЙ
ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

Хуснуллин Д.А.

Научный руководитель: Карловский Александр Петрович, к.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**USING NB-IOT TECHNOLOGY FOR BUILDING APPLIED
SOLUTIONS FOR THE INTERNET OF THINGS**

Khusnullin D.A.

Supervisor: Alexander P. Karlovsky, PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье представлен обзор технологии узкополосного Интернета вещей. Представлены преимущества данного стандарта перед альтернативными.

Abstract

The article provides an overview of the narrowband Internet of Things technology. The advantages of this standard over alternative ones are presented.

Интернет вещей – концепция вычислительной сети физических предметов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Стандарт NB-IoT – это технология сотовой связи на основе LTE, предназначенная для устройств телеметрии с низкими объемами передаваемых данных и малым энергопотреблением.

В России развитием технологии NB-IoT занимается компания «МТС», реализуя на базе данного стандарта ряд проектов, например, «Управление автопарком», «EnergyTool» в области мониторинга автотранспорта и сетей электропитания соответственно.

Кроме NB-IoT существуют другие стандарты в области Интернета вещей. Одним из самых популярных и быстроразвивающихся является технология LoRaWAN.

Таблица 1. Технические характеристики технологии NB-IoT

Параметр	Значение
Скорость передачи данных	200 кбит/с
Автономное питание устройств	Порядка 10 лет
Полоса частот	200 кГц
Диапазоны частот (РФ), МГц	453-457,4; 463-467,4;
Количество подключенных абонентов на 1 базовую станцию	До 50 тыс.

Преимущества NB-IoT по сравнению с LoRaWAN:

- NB-IoT лучше всего работает в сложных городских районах. Высокая производительность сети будет эффективна для отраслевых решений в сельскохозяйственной области. NB-IoT наилучшим образом подходит для приложений, требовательным к времени задержки (оно должно быть минимальным) и регулярному приему и отправке сообщений.

- NB-IoT работает в лицензированном диапазоне

- Сеть NB-IoT можно развернуть на уже имеющейся сети оператора связи

Из приведенной информации можно сделать вывод перспективах технологии NB-IoT для построения прикладных решений Интернета вещей.

Список литературы

1. 5G LTE Narrowband Internet of Things (NB-IoT) / Hossam Fattah – CRC Press, 2019.

2. LoRaWAN против NB-IoT: сравнение стандартов [Электронный ресурс]/ Сайт iot.ru – Режим доступа: <https://iot.ru/promyshlennost/lorawan-protiv-nb-iot-sravnenie-standartov> свободный. – Загл. с экрана – яз. рус

3. Технология NB-IoT в России: Устройства, инфраструктура и внедрение [Электронный ресурс]/ ЕВРОМОБАЙЛ – Режим доступа: <https://www.euromobile.ru/m2m-resheniya/tehnologiya-nb-iot-v-rossii-ustroystva-infrastruktura-i-vnedrenie/> свободный. – Загл. с экрана – яз. рус.

СИГНАЛИЗАТОР ПЕРЕПОЛНЕНИЯ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Хуссамов Р.Р

Научный руководитель: Петровский В.В., к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

OVERFLOW ALARM OF THE STORM SEWER

Khussamov R.R.

Supervisor: Vladimir V. Petrovskiy, PhD, ass. professor
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

Данная статья рассматривает разработку и принцип работы сигнализатора переполнения ливневой канализации. Были рассмотрены основные проблемы, связанные с переполнением канализации, а также преимущества использования данного устройства. Описаны основные компоненты сигнализатора и принцип его работы. Были проведены эксперименты для проверки эффективности устройства. Результаты показали, что сигнализатор переполнения ливневой канализации является надежным и эффективным инструментом для предотвращения наводнений и других проблем, связанных с переполнением канализации.

Abstract

This article discusses the design and operation of the storm drain overflow alarm. The main problems associated with sewer overflow, as well as the advantages of using this device have been discussed. The main components of the alarm device and the principle of its operation are described. Experiments were conducted to test the effectiveness of the device. The results showed that the storm sewer overflow alarm device is a reliable and effective tool for preventing floods and other problems related to sewer overflow.

Переполнение ливневой канализации является серьезной проблемой в городских условиях, особенно в периоды сильных дождей. Возможные последствия включают затопление дорог и тротуаров, затопление зданий и возникновение других проблем с окружающей средой и об-

щественной безопасностью. Для предотвращения этих негативных последствий необходимо иметь надежный механизм, который предупредит об опасности переполнения канализации.

Сигнализатор переполнения ливневой канализации состоит из нескольких компонентов: датчика уровня воды, контроллера и сигнализатора. Датчик уровня воды устанавливается в ливневой канализации и измеряет уровень воды в канализации. Контроллер обрабатывает информацию от датчика и определяет, когда уровень воды достигает определенного уровня, что сигнализирует о возможности переполнения канализации. Сигнализатор предупреждает об опасности переполнения канализации, например, звуковым или световым сигналом.

Сигнализатор переполнения ливневой канализации работает на основе датчиков уровня воды, расположенных внутри колодца. При нормальной работе системы уровень воды находится на определенной высоте, и датчики не срабатывают. Однако, когда уровень воды поднимается выше установленной отметки, датчики сигнализируют об этом контроллеру.

Контроллер, в свою очередь, обрабатывает сигналы от датчиков и запускает механизм оповещения.

Сигнализатор переполнения ливневой канализации - это незаменимый инструмент для обеспечения надежной и безопасной работы системы водоотведения. Он позволяет предотвратить загрязнение окружающей среды и уменьшить риск аварийных ситуаций, а также оперативно оповещать владельца системы о возможных проблемах с водоотведением и предоставлять возможность для быстрой реакции на них.

Список литературы

1. Kimmelman, M., G. Helfman, and J. Harrison. "Storm water management and stream quality: An evaluation of stream restoration in suburban watersheds." *Journal of the American Water Resources Association* 44.1 (2008): 1-13.
2. Yang, Y., et al. "Development of an ultrasonic water level detector for stormwater overflow detection." *Sensors and Actuators A: Physical* 247 (2016): 193-203.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Хышов Н.Е.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

AUTOMATED DATA ACQUISITION SYSTEM FOR DIAGNOSIS OF WIND GENERATORS

Khyshov N.E.

Supervisor: Evgeniy S. Denisov, PhD, ass. professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье предложена автоматизированная система, позволяющая проводить сбор технической информации необходимой для диагностики ветрогенераторов и передавать ее на удаленный сервер для последующей обработки.

Abstract

The article proposes an automated system that allows collecting technical information necessary for diagnosing wind turbines and transferring it to a remote server for further processing.

Ветрогенератор – довольно сложное в плане технического обслуживания устройство [1]. Обилие разнообразных датчиков может значительно упростить выяснение причины в случае поломки, либо же вовсе предотвратить её, если будет известно состояние отдельных деталей, что позволит обнаруживать критические режимы работы на ранних этапах.

На рис. 1 представлена структура автоматизированной системы сбора данных для организации диагностики ветрогенераторов с дистанционным доступом. Система позволит отслеживать техническое состояние генератора в реальном времени.

Система включает в себя следующие датчики: датчики направления и скорости ветра используются для правильного выставления направления и угла атаки лопастей; датчики вибрации, при значениях превышающих норму, предупреждают о механической неисправности

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМООБРАБОТКИ
КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СХЕМАХ
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Цепелев М.В., Якупов Д.Д., Соколов В.С.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**INVESTIGATION OF HEAT TREATMENT OF SILICON WAFERS
AND THEIR APPLICATION IN RADIO ELECTRONICS CIRCUITS**

Tsepelev M.V., Yakupov D.D., Sokolov V.S.

Supervisor: Muratov Radik Mashutovich, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Кремний - распространенный полупроводник в электронной промышленности, идеальный для создания электронных компонентов благодаря высокой подвижности электронов и широкому зазору запрещенных зон. Однако, для достижения оптимальных свойств и производительности, кремний требует термообработки. В данной статье мы рассмотрим процессы термообработки кремниевых пластин и их применение в радиоэлектронике.

Abstract

Silicon is a common semiconductor in the electronics industry, ideal for making electronic components due to its high electron mobility and wide band gap. However, for optimum properties and performance, silicon requires heat treatment. In this article, we will consider the processes of heat treatment of silicon wafers and their application in radio electronics.

Термообработка кремниевых пластин - процесс, который позволяет изменять свойства кремния путем воздействия на него высоких температур. Этот процесс может улучшать электрические и механические свойства кремниевых пластин, делая их наиболее надежными и эффективными в производстве изделий.

Кремниевые пластины широко применяются в электронных

устройствах. Они используются для создания диодов, транзисторов и интегральных схем. Кремниевые полупроводниковые диоды имеют высокую эффективность и меньшие потери мощности, чем диоды на других материалах. Транзисторы, созданные из кремниевых пластин, используются для управления электрическим током и являются ключевым компонентом в большинстве электронных устройств. Интегральные схемы объединяют множество компонентов на одной кремниевой пластине.

Существует 3 метода термообработки: в вакууме, в атмосфере инертного газа, в атмосфере активных газов.

Вакуумная термообработка кремниевых пластин улучшает их электрические свойства, предотвращает окисление поверхности и обеспечивает чистоту материала. Она может проводиться при разных условиях и газовых атмосферах. Вакуумная термообработка улучшает проводимость, мобильность и концентрацию носителей заряда.

Термообработка кремниевых пластин в инертной газовой атмосфере. Кремниевые пластины помещают в камеру с инертным газом, которая нагревается до нужной температуры и на нужное время. Газы не взаимодействуют с материалом при нагревании, что предотвращает окисление поверхности и повышает проводимость.

Термообработка кремниевых пластин в атмосфере активных газов. Каждый газ, такой как хлор, фтор или бром, может изменять свойства кремния по-разному, улучшая электрические свойства пластины. Пластина помещается в специальную камеру, заполненную выбранным газом, и нагревается до определенной температуры.

Термообработка позволяет улучшить электрические свойства кремния и получить оптимальную производительность компонентов. Кремниевые пластины широко используются в радиоэлектронике для создания диодов, транзисторов и интегральных схем, которые являются основой многих современных электронных устройств.

Список литературы

1. Shashkov U.M / Semiconductor metallurgy // ISBN:978-5-4458-4074-9
2. Zaplatin V.N. / Fundamentals of materials science (metalworking) // ISBN: 978-5-4468-4122-6
3. Kushner V.S. / Materials science // ISBN: 978-5-9860-662-9

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Цепелев М.В., Якупов Д.Д., Соколов В.С.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC EQUIPMENT
FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES**

Tsepelev M.V., Yakupov D.D., Sokolov V.S.

Supervisor: Muratov Radik Mashutovich, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Беспилотные воздушные транспортные средства (БВТС) становятся все более популярными в современном мире и используются в различных целях. Одним из наиболее важных элементов такого транспорта является радиоэлектронная аппаратура, которая обеспечивает самопилотирование, взаимодействие между беспилотным транспортом и внешней средой, а также обеспечивает безопасность полетов.

Abstract

Unmanned aerial vehicles (UAVs) are becoming more and more popular in the modern world and are used for various purposes. One of the most important elements of such transport is electronic equipment, which provides self-piloting, interaction between unmanned vehicles and the environment, and also ensures flight safety.

Беспилотные воздушные транспортные средства (БВТС) - это автономные, беспилотные летательные аппараты, которые могут выполнять задачи различной сложности. Они используются в военных и гражданских целях и могут иметь различные размеры и формы. БВТС могут быть использованы для разведки, мониторинга и контроля, грузоперевозок, а также для перевозки пассажиров. Они обычно оснащены различными средствами навигации, связи и радиоэлектронной аппаратурой, ко-

которые обеспечивают бесперебойную работу и безопасность во время полетов.

В проектировании радиоэлектронной аппаратуры для БВТС важны три параметра: автономность, безопасность и взаимодействие. БВТС должны быть автономными и безопасными для использования в городских условиях. Для обеспечения безопасности необходима высокая надежность аппаратуры, а для эффективности полетов БВТС должны взаимодействовать с внешней средой.

Автопилот в БВТС позволяет выполнять задачи без человеческого вмешательства, обеспечивая точное управление и избегание непредвиденных ситуаций. Важными частями радиоэлектронной аппаратуры являются системы связи и навигации, которые должны обеспечивать высокую стабильность и надежность для передачи и получения данных с высокой скоростью и точностью, а также точное определение местоположения для безопасности полетов. Энергосбережение и защита от электромагнитных помех также являются важными задачами в проектировании радиоэлектронной аппаратуры для БВТС.

Радиоэлектронная аппаратура является одним из наиболее важных элементов БВТС. Она обеспечивает безопасность и эффективность полетов, а также позволяет автономно выполнять задачи. При проектировании и разработке радиоэлектронной аппаратуры для БВТС необходимо учитывать основные характеристики БВТС, такие как автономность, безопасность и взаимодействие, а также использовать энергосберегающие технологии и средства защиты от электромагнитных помех.

Список литературы

1. Kumar, S., Saini, R., Gupta, R. / Applications of Unmanned Aerial Vehicles for Civil Engineering: A State-of-the-Art Review. Drones // ISBN: 978-5-9519-3322-5
2. Beyktal J. / We design robots. Drones. Beginner's Guide // ISBN: 978-5-00101-027-2
3. Suomalaynen A. / Drones: cars, drones, multicopters // ISBN: 978-5-97060-662-9

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНЫХ МЕТОК В МАШИНОСТРОЕНИИ

Чернова П.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

STUDY OF THE PRACTICAL APPLICATION OF RADIO FREQUENCY TAGS IN MECHANICAL ENGINEERING

Chernova P. A.

Supervisor: Vasilii Yurievich Vinogradov, PhD, professor
*(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается практическое применение радиочастотных меток в машиностроение. Представлены преимущества и недостатки данной технологии. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

In this article, we will discuss the practical application of radio frequency identification (RFID) tags in the field of mechanical engineering. We will present the advantages and disadvantages of this technology, as well as identify some of the challenges associated with its use.

Радиочастотные метки (RFID) - это технология автоматической идентификации и отслеживания объектов с помощью беспроводной связи. RFID-метки используются в различных отраслях, включая машиностроение. В этой статье мы рассмотрим исследование практического применения RFID-меток в машиностроении, их преимущества, недостатки и их проблемы.

RFID-метки имеют ряд преимуществ в машиностроении они позволяют автоматизировать процесс отслеживания и управления запасами. RFID-метки можно легко прикрепить к объектам, таким как детали, компоненты и инструменты, и использовать для быстрого и точного отслеживания их местоположения и состояния. Это помогает улучшить эффек-

тивность производства, сократить время на поиск и инвентаризацию запасов, а также уменьшить вероятность ошибок в управлении запасами.

RFID-метки позволяют повысить уровень безопасности производства. Они могут использоваться для отслеживания перемещения работников на производственном объекте и контроля доступа к определенным зонам.

Однако у RFID-меток есть и недостатки. Одним из них является высокая стоимость технологии. Внедрение RFID-системы требует значительных инвестиций, включая приобретение оборудования и настройку инфраструктуры. Кроме того, некоторые компоненты могут не работать вместе с RFID-метками, что ограничивает возможности применения технологии в машиностроении.

Одной из проблем использования RFID-меток в машиностроении, является надежность технологии. В некоторых случаях метки могут не работать из-за перегрузки сигнала или вмешательства других радиочастотных устройств, что может привести к сбоям в работе системы и проблемам в производственном процессе. Кроме того, для использования RFID-меток требуется наличие специального оборудования и программного обеспечения, что может повлечь за собой дополнительные затраты на его приобретение и обучение персонала.

Так же проблемой, является их ограниченная дальность действия. Радиочастотный сигнал, используемый для связи с метками, может ограничиваться металлическими конструкциями или другими препятствиями, что может снижать точность отслеживания и уменьшать область применения технологии.

Итак, RFID-метки могут быть полезным инструментом в машиностроении, позволяющим улучшить эффективность производства и повысить уровень безопасности. Но, как и любая технология, они имеют свои преимущества и недостатки, а также проблемы, связанные с их использованием. При внедрении RFID-системы в машиностроение необходимо учитывать все эти факторы и выбирать оптимальное решение, учитывая особенности производства и бизнес-цели компании.

Список литературы

1. M. Bhuptani, RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems – 2007, – P. 65- 290 с.

РАЗРАБОТКА БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И АВТОПОЛИВА

Чигрунов Д.Ф.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A WIRELESS SYSTEM FOR MONITORING SOIL MOISTURE AND AUTOMATIC IRRIGATION

Chigrunov D.F.

*Supervisor: Muratov Radik Maskhutovich, senior lecturer.
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье описывается технология реализации системы беспроводных датчиков влажности почвы с возможностью управления системой полива, а также отправкой и мониторингом данных на сервере с помощью микроконтроллера ESP-8266.

Abstract

The article describes the technology for implementing a system of wireless soil moisture sensors with the ability to control the irrigation system as well as sending and monitoring data on the server using the ESP-8266 microcontroller.

Подобная система позволяет реализовать передачу данных на неограниченной территории, так как каждый из датчиков будет оборудован приемопередатчиком, тем самым они будут образовывать единую информационную сеть. Все данные будут передаваться на управляющий модуль, оборудованный микроконтроллером, расположенный в зоне покрытия беспроводной сети.

Модуль управления будет реализован на базе микроконтроллера ESP-8266 с радиочастотным чипом NRF24L01, который будет использоваться для связи датчиков и систем полива с модулем управления. Так как для питания датчиков влажности почвы и радиочастотного чипа достаточно 3В то можно использовать две батарейки типа АА или при ис-

пользовании системы на улице, установить маленькую солнечную батарею, от которой будет питаться несколько датчиков одновременно.

Каждый датчик оснащен передатчиком на 2.4 ГГц поэтому все они могут образовать систему, в которой каждый из датчиков будет выступать в качестве передатчика сигнала от предыдущего к следующему и в конечном итоге на управляющий модуль. Для реализации данного способа датчикам присваивается уникальный порядковый номер и при передаче сигнала информация передается от датчика с большим номером к датчику с меньшим. По обратному принципу работает передача управляющего сигнала к определенному датчику, для получения значения влажности или управления системой полива над нужной территорией.

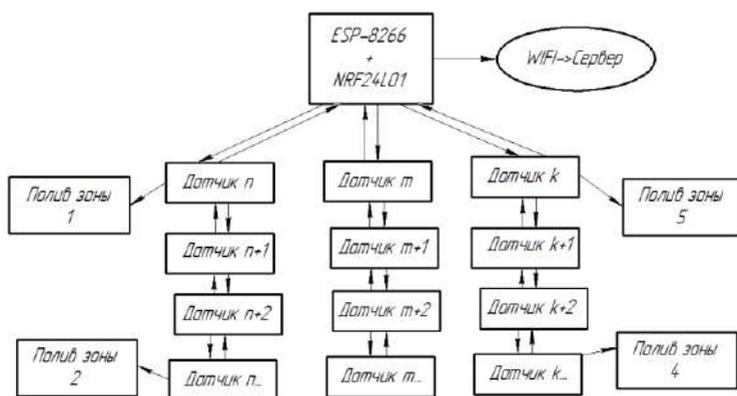


Рис. 1. Схема работы системы

Преимуществом такой системы является легкая масштабируемость, маленькая себестоимость и простота в обслуживании. С её помощью можно контролировать как маленькие фермы, так и большие территории, для этого необходимо лишь установить ретрансляторы для обеспечения связи модуля управления и датчиков влажности. При необходимости можно устанавливать ретранслятор без датчика влажности.

Список литературы

1. Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/388837/>. – Дата доступа: 30.03.2023.

2. Робототехника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robototehnika.ru/content/article/radiomodul-nrf24l01-chast-1-obzor/>. – Дата доступа: 30.03.2023.

РАЗРАБОТКА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ КОМНАТНЫМ САДОМ СО ВСТРОЕННОЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКОЙ

Чигрунов Д.Ф.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF AN INDOOR GARDEN CONTROL UNIT WITH A BUILT-IN HYDROPONIC UNIT

Chigrunov D.F.

*Supervisor: Muratov Radik Maskhutovich, senior lecturer.
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье представлена технология автоматического управления комнатным садом со встроенной гидропонной установкой, реализованной на основе микроконтроллера Atmega 328 с удаленным управлением.

Abstract

The article presents the technology of automatic control of an indoor garden with a built-in hydroponic installation, implemented on the basis of an Atmega 328 microcontroller with remote control.

Преимуществом комнатного сада со встроенной гидропонной установки является возможность выращивания зелени круглогодично, отсутствие почвы и отсутствие необходимости удаления сорняков, а также возможность легкой пересадки растений без грязи. С помощью современных технологий можно автоматизировать выращивание зелени с удаленным мониторингом данных.

Блок управления на микроконтроллере Atmega 328 может работать от стационарного блока питания на 12В круглосуточно. К нему будут подключаться отдельные модули для получения текущих параметров освещенности, влажности и температуры. Для удаленного управления будет использоваться модуль ESP-8266 с беспроводной передачей данных.

Все данные, полученные с датчиков, будут обрабатываться алгоритмами в микропроцессоре Atmega 328 и сравниваться со значениями

по умолчанию. После этого будут включаться насосы для подачи воды к корневой системе, а также при недостаточном освещении, светодиоды полного спектра. Параллельно данные с датчиков будут отправляться по wifi для отображения в приложении у пользователя.

В процессе работы насосов микропроцессор каждую минуту будет получать сигнал с датчика уровня воды, погруженного в резервуар с жидкостью и при малом количестве воды информировать пользователя. Насосы после данного сигнала переводятся в режим ожидания, при котором подача воды будет осуществляться с определенным интервалом, для увеличения времени до пополнения жидкости. Управление нагрузкой в виде насосов и светодиодов осуществляется через транзисторы.

Установка включает в себя модуль ультразвукового увлажнителя воздуха, который будет опрыскивать поверхность растений по сигналу, а также контролировать общую влажность помещения, что будет полезно не только растениям, но и людям в помещении.

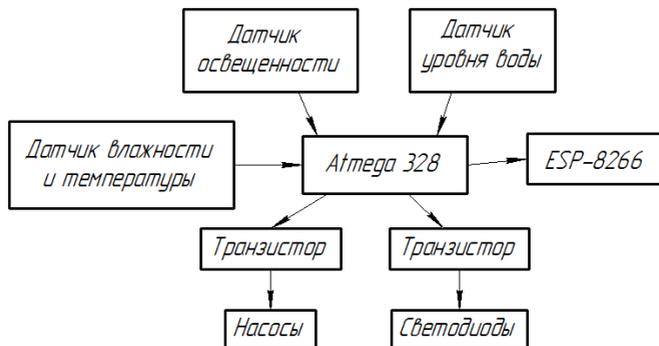


Рис. 1. Схема блока управления

Преимуществом данной системы является способность её модернизации путем добавления новых модулей или замены микропроцессора на более мощный. За счет этого в перспективе может быть построена система умного дома, на базе комнатного сада.

Список литературы

1. Обрященко, В.А. Выращивание комнатных растений гидропонным методом/ В.А. Обрященко, Л.В. Григорьева. – Текст: непосредственный // Юный ученый. – 2016. - № 4(7). - С. 62-63
2. Ruselectronic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ruselectronic.com/atmega328p/>. – Дата доступа: 28.03.2023.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УМНОГО ДОМА НА БАЗЕ
МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32 В ВИДЕ КОМНАТНОГО САДА**

Чигрунов Д.Ф.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DEVELOPMENT OF A SMART HOME SYSTEM BASED
ON THE STM32 MICROCONTROLLER IN THE FORM
OF INDOOR GARDEN**

Chigrunov D.F.

*Supervisor: Muratov Radik Maskhutovich, senior lecturer.
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье представлен способ реализации технологии умного дома на базе микроконтроллера STM32 замаскированного под комнатный сад, с удаленным управлением путем обмена данными между устройствами с использованием сетевых протоколов zigbee.

Abstract

The article presents a way to implement smart home technology based on the STM32 microcontroller disguised as an indoor garden with remote control by exchanging data between devices using zigbee network protocols.

Комнатный сад полезное и функциональное устройство, способное выращивать зелень круглогодично, помимо этого оно дополняет интерьер. Используя мощный процессор, на его базе можно реализовать систему управления умным домом, которая может спасти жизнь человеку или следить за охраной территории. У такой станции шансов стать первой целью разрушения при ограблении меньше и при этом она может содержать много датчиков и камер, данные с которых могут помочь в нахождении преступников.

С использованием микроконтроллера серии STM32 становится доступна обработка изображения с камеры, передача информации пользователю или при ограблении выполнение действий, направленных на за-

держание. Камера может быть спрятана в конструкцию сада с транслированием видео и информированием пользователя.

Также в системе будет использоваться приемопередатчик для связи всех устройств в помещении через протокол zigbee. Для реализации данной функции передатчик необходимо подключить к системе, которой необходимо управлять, а также при необходимости дополнить ее функциональными механическими модулями.

При такой реализации появляется возможность размещения датчиков газа или влажности в абсолютно любом месте, в пределах работы передатчиков, с возможностью питания от пары пальчиковых батареек, что делает датчики мобильными. Благодаря модулю wifi доступно удаленное управление любым устройством в доме, подключенным к системе умного дома. Пользователь передает сигнал из приложения на микроконтроллер по сети, затем микроконтроллер анализирует полученные данные и передает сигнал определенного действия по локальной беспроводной сети необходимому устройству. К такой системе можно подключить даже систему кормления животных или реализовать механическое управление системой набора воды в ванную, за счет чего можно по пути с работы выставить необходимую температуру воды и ее объем, а по возвращению домой сразу отдохнуть в теплой воде.

Благодаря мощному микроконтроллеру доступен анализ видео в режиме реального времени, в случае пожара или обрушения дома, система передаст информацию о последних передвижениях жильцов спасателям. Также к такой системе возможно подключить технологию искусственного интеллекта, так её функционал становится безграничным, и ограничивается лишь фантазией человека.

Такая система легко модернизируется, имеет широкий спектр применения начиная от удаленного управления техникой и заканчивая охраной помещений. В перспективе проблему мощности микроконтроллера можно решить его заменой. Стоит уделить отдельное внимание защите и шифрованию информации, которая передается по локальной беспроводной сети через zigbee, для предотвращения утечки информации путем её перехвата в зоне передачи сигнала.

Список литературы

1. Smart Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vshalashe.ru/statii-pro-umnyy-dom>. – Дата доступа: 20.03.2023.
2. STM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.st.com/content/st_com/en.html – Дата доступа: 20.03.2023.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ СВЯЗИ НА БАЗЕ
СТАНДАРТА IEEE 802.11AC ДЛЯ ОФИСНОГО ПОМЕЩЕНИЯ**

Шарипов Р.И.

Научный руководитель: Галимзянов Эмиль Рустэмович
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева-КАИ, г. Казань*)

**DESIGN FEATURES INFOCOMMUNICATION NETWORK BASED
ON IEEE 802.11AC FOR OFFICE SPACE**

Sharipov R.I.

Supervisor: Emil R. Galimzyanov
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматриваются основные факторы, которые необходимо учесть при проектировании беспроводной сети связи на базе стандарта IEEE 802.11ac. - стандарт Wi-Fi с высокой пропускной способностью. Перечислены особенности. Описан ряд факторов, таких как, размер помещения, количество пользователей, интерференция радиоволн, безопасность, пропускная способность, управление сетью и электропитание.

Abstract

The article discusses the main factors that must be taken into account when designing a wireless communication network based on the IEEE 802.11ac standard. - Wi-Fi standard with high bandwidth. The features are listed and a number of factors are described, such as the size of the room, the number of users, interference of radio waves, security, bandwidth, network management and power supply.

IEEE 802.11ac – это стандарт беспроводной связи, который обеспечивает высокую пропускную способность передачи данных по Wi-Fi. В этом контексте проектирование инфокоммуникационной сети связи на базе стандарта IEEE 802.11ac для офисного помещения имеет важное значение.

Проектирование инфокоммуникационной сети связи на базе стандарта IEEE 802.11ac для офисного помещения требует учета ряда факторов. Наиболее важными из которых являются следующие факторы:

Размер помещения. Он влияет на выбор типа точек доступа, мощности передатчика и расположения оборудования.

Количество пользователей. Большое количество пользователей может привести к перегруженности сети, поэтому необходимо учитывать потребности каждого пользователя и правильно распределить пропускную способность.

Интерференция радиоволн. В офисном помещении может быть много других сетей Wi-Fi и других электронных устройств, которые могут создавать помехи в сети.

Безопасность. Необходимо обеспечить безопасность сети, используя шифрование и аутентификацию, чтобы предотвратить несанкционированный доступ.

Пропускная способность. Стандарт IEEE 802.11ac предоставляет более высокую пропускную способность, чем предыдущие стандарты Wi-Fi. Необходимо убедиться, что сеть может поддерживать высокую скорость передачи данных для обеспечения надлежащей производительности.

Управление сетью. Необходимо выбрать правильное программное обеспечение управления сетью для контроля за ней, мониторинга производительности и настройки параметров сети.

Электропитание. Беспроводные точки доступа, а также некоторые другие устройства Wi-Fi сети, могут быть запитаны от электрической сети или использовать Power over Ethernet (PoE). Необходимо учитывать требования к потребляемой мощности и типу подключения для каждой точки доступа.

Учитывая рассмотренные факторы, можно разработать эффективную инфокоммуникационную сеть связи на базе стандарта IEEE 802.11ac для офисного помещения.

Список литературы

1. Сидоров А.А., Петров В.В. Анализ возможностей беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11 // Информатика и вычислительная техника. 2020. Т. 16, № 2. С. 7-14.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА
ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИЕМНИКОВ СПУТНИКОВОЙ
НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

Шафигуллин Ин.Д., Гайфуллин Н.М.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**AUTOMATED INSTALLATION FOR TESTING SATELLITE
NAVIGATION SYSTEM RECEIVERS**

Shafigullin In.D., Gaifullin N.M.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, PhD, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье разработана автоматизированная установка для тестирования приемников спутниковой навигационной системы. Представлена структурная схема и результаты экспериментальных исследований.

Abstract

In this article, an automated installation for testing satellite navigation system receivers has been developed. A block diagram and the results of experimental studies are presented.

Применение технологии спутниковых навигационных систем сегодня повсеместно используется в научных областях и повседневной деятельности человека [1, 2]. Например, в авиации и судоходстве это является важным фактором для обеспечения безопасности, для автомобилей данная система позволяет легко ориентироваться в городе.

Существует множество устройств и методов определения координат. Для оценки точности таких устройств требуются специальные системы. В данной статье предложена автоматизированная установка на основе Raspberry Pi 4 для исследования точности приемников GPS-модуля UC530M фирмы FASTRAX.

Структурная схема исследуемой измерительной системы представлена на рис. 1. GPS-модуль UC530M через преобразователь UART-

USB подключен к Raspberry Pi 4. Питание всей системы обеспечивается при помощи портативного источника питания (Power Bank), что позволяет проводить тестирования модулей в отдаленных местах без необходимости использования стационарных компьютеров.

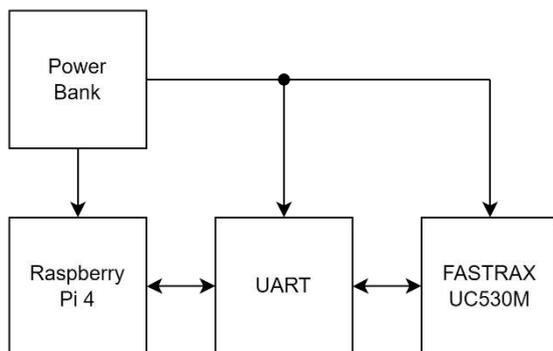


Рис. 1 – Структурная схема измерительной системы

Экспериментальные исследования проводились в открытой местности в безоблачную погоду. Согласно результатам исследования, было выявлено, что система работает стабильно и максимальное отклонение по координатам для неподвижного датчика составило 10м для открытой местности.

Таким образом, разработанная автоматизированная система позволяет проводить исследования GPS-модулей в реальных условиях. За счет использования Raspberry Pi 4 и Power Bank, разработанная система является портативной и может быть использована в отдаленных местах.

Список литературы

1. Mintsis G. et al. Applications of GPS technology in the land transportation system //European journal of operational Research. – 2004. – Т. 152. – №. 2. – С. 399-409.
2. Bock Y., Melgar D. Physical applications of GPS geodesy: A review //Reports on Progress in Physics. – 2016. – Т. 79. – №. 10. – С. 106801.

**КВАЗИРАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ДАТЧИК
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ
ПОТОКА ГАЗА В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ**

Шафигуллин И.Д., Денисов Е.С.

Научный руководитель: Евдокимов Юрий Кириллович, д.т.н, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**QUASI-DISTRIBUTED SENSOR FOR MEASURING
THE DISTRIBUTION OF GAS FLOW VELOCITY
IN CROSS SECTION**

Shafigullin I.D., Denisov E.S.

Supervisor: Yury K. Evdokimov, PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе представлен прототип квазираспределенного резистивного датчика с древовидной структурой для измерения распределения скорости потока газа в поперечном сечении трубопровода.

Abstract

This paper presents a prototype of a quasi-distributed resistive sensor with tree-like structure for measuring the distribution of gas flow velocity in a pipeline cross section.

Измерение скорости потока газа является актуальной задачей при оценке объема газа, прошедшего через трубопровод. Для решения данной задачи используют термоанемометрические датчики и соответствующее измерительное оборудование. Однако, скорость потока газа в поперечном сечении трубопровода может быть неравномерной, и оценка объема прошедшего газа по измерению его скорости в одной точке будет иметь большую погрешность. Поэтому необходимы новые распределенные измерительные системы, позволяющие преодолеть данный недостаток. Для этого предлагается использовать квазираспределенный резистивный датчик с древовидной структурой (КРРД) [1, 2].

Особенностью данной конфигурации КРРД является высокая точность измерений сопротивлений чувствительных элементов за счёт разделения путей протекания зондирующего и измерительного токов [1, 2].

Для определения скорости потока газа, с помощью предложенного датчика, в качестве чувствительных элементов необходимо использовать терморезисторы и стандартными методами проводить измерения скорости потока газа (поддержание постоянной температуры или величины зондирующего тока на каждом чувствительном элементе).

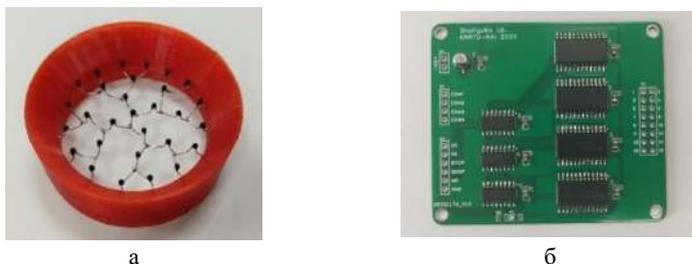


Рис. 1. Прототип КРРД (а) и плата коммутации измерительного оборудования (б)

Прототип датчика (рис. 1,а) состоит из 29 чувствительных элементов, соединенных в древовидную структуру. При этом для подключения измерительного оборудования доступны 16 внешних выводов датчика. Для обеспечения коммутации измерительного оборудования к датчику была разработана плата коммутации (рис. 1,б).

Разработанный прототип КРРД позволяет измерять скорость потока газа в поперечном сечении трубопровода. При этом, за счет особенностей конструкции, обладает высокой точностью измерений и оказывает минимальное воздействие на газовый поток.

Список литературы

1. Денисов, Е. С. Квазираспределённый резистивный датчик с древовидной структурой / Е. С. Денисов, И. Д. Шафигуллин, Ю. К. Евдокимов // Автометрия. – 2021. – Т. 57, № 2. – С. 117-121. – DOI 10.15372/AUT20210213.

2. Патент № 2766991 С2 РФ, МПК G01D 5/16. Квазираспределенный резистивный датчик и способ измерения распределенных параметров физических величин на его основе: № 2020126840: заявл. 10.08.2020: опубл. 16.03.2022 / Е. С. Денисов, И. Д. Шафигуллин, Ю. К. Евдокимов; заявитель КНИТУ-КАИ.

НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИМПЕДАНСА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Щеглов А.В., Ишкаев Т.М.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преп.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

NON-INVASIVE METHODS FOR MEASURING THE IMPEDANCE OF BIOLOGICAL OBJECTS

Shcheglov A.V., Ishkaev T.M.

Supervisor: Radik M. Muratov, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной работе приводится сравнительный анализ неинвазивных методов измерения импеданса биологических объектов. Полученная информация, сведенная в таблицу, отражает достоинства и недостатки каждого из рассмотренного метода.

Abstract

This paper provides a comparative analysis of non-invasive methods for measuring the impedance of biological objects. The information obtained, summarized in a table, reflects the advantages and disadvantages of each of the considered methods.

Развитие теории биоэлектрического импеданса живых тканей открывает новые возможности в описании процессов жизнедеятельности организма человека. Благодаря развитию данной теории, становится возможным измерять полный объем жидкости тела, импеданс отдельных сегментов тела, мышечную или жировую массу. В связи с этим становится актуальным вопрос, какой метод измерения импеданса биологических тканей лучше.

Отличительные особенности рассмотренных неинвазивных методов измерения импеданса биологических объектов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Разновидность метода	Достоинства	Недостатки
Мостовой метод	Высокая точность измерений в широком диапазоне частот, отсутствие необходимости в дорогостоящем оборудовании.	Узкий динамический диапазон, точность измерений зависит от чувствительности схемы определения равновесия моста, результаты измерения зависят от напряжения источника питания.
Потенциометрический метод	Простота конструкции, адекватное воздействие электрическим током на измеряемый объект.	Изменение электрических характеристик при длительных измерениях, зависимость от величины приложенного напряжения.
Методы измерения на основе анализа переходной функции	Широкий частотный диапазон измерений, короткая длительность тестируемого воздействия проведения контроля.	Высокие требования к метрологическим характеристикам измерительного оборудования.

По результатам проведенного обзорного исследования, отраженного в таблице 1, можно сделать вывод, что мостовой метод и метод на основе анализа переходной функции, позволяют проводить измерения в широком частотном диапазоне. Помимо этого, методы измерения на основе анализа переходной функции являются более точными и используют современные технологии обработки сигнала. Метод на основе анализа переходной функции более применим для использования в настоящее время.

Список литературы

1. Биотехнические системы импедансометрии: Метод. указания / – Самар. нац. исследов. ун-т; сост. А.А. Федотов; Самара, 2016. 30 с.

РАЗРАБОТКА РУКИ-МАНИПУЛЯТОРА НА БАЗЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ARDUINO

Юзиков Д.С.

Научный руководитель: Муратов Радик Масхутович, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF A MANIPULATOR ARM BASED ON THE ARDUINO HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX

Yuzikeev D.S.

Supervisor: Muratov Radik Maskhutovich, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена разработке руки-манипулятора на базе Arduino. Представлены необходимые детали для её сборки. Также выявлены преимущества и недостатки такой сборки.

Abstract

The article is devoted to the development of a manipulator arm based on Arduino. The necessary details for its assembly are presented. The advantages and disadvantages of such an assembly are also revealed.

В настоящее время существует нехватка учебных моделей по робототехнике в профильных классах школ и других учебных заведениях, одна из главных причин этой проблемы это их стоимость. На основании этого была разработана модель робота-манипулятора на базе программируемой платы Arduino. Для реализации захвата клешни и подвижности самой конструкции используем сервоприводы.

Поскольку рабочее напряжение у платы – 4,5 В - 5,5 В, и у нас нет необходимости в большом крутящем моменте, подойдет сервопривод mg90s, имеющие следующие характеристики: напряжение питания: 4,6-6В; угол поворота: 0-180 град; крутящий момент: 1.8 кг/см (при 4.8 В), 2.2 кг/см (при 6.6 В); размеры: 22,5x12x35,5мм; вес: 13.4 гр.

Данный манипулятор имеет возможность вращения вокруг собственной оси, а также относительное вертикальное и горизонтальное перемещение.

В собранном виде манипулятор будет иметь следующий вид:

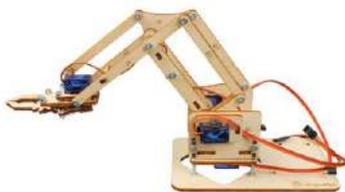


Рис. 1. Конструкция руки-манипулятора

Arduino Uno может получать питание через подключение USB или от внешнего источника питания, например, от компьютера.

Так же плату можно запитать через выводы питания (блоком питания или аккумуляторной батареей).

Платформа может работать при внешнем питании от 5 В до 20 В.

Выводы питания:

VIN. Вход используется для подачи питания от внешнего источника.

5V. Регулируемый источник напряжения, используемый для питания микроконтроллера и компонентов на плате. Питание может подаваться от вывода VIN через регулятор напряжения, или от разъема USB, или другого регулируемого источника напряжения 5 В.

3V3. Напряжение на выводе 3.3 В.

GND. Выводы заземления.

Для управления манипулятором была использована программируемая плата Arduino UNO.

Arduino - это удобная платформа быстрой разработки электронных устройств, программируемая на собственном языке Arduino.

Подготовленный пакет документации позволяет изготавливать детали для таких роботов и собирать их. Полученный робот имеет большие возможности модернизаций и улучшений.

Список литературы

1. PIC Robotics A Beginner's Guide to Robotics Projects Using the PIC-micro // Servomotors, – 2004. Vol. 12 – P. 185-216.

2. Подключение и управление манипулятором [Электронный ресурс] // Роботы и модули Arduino, – 2017. 17 февраля URL: <https://lesson.iarduino.ru/page/sborka-robota-manipulyatora-chast-2-elektronika/>

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОРЕЗОНАНСНЫХ ДАТЧИКОВ

Юманова Л.А.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

DISTRIBUTED SYSTEM FOR MEASURING PHYSICAL VALUES ON THE BASIS OF PIEZORESSION SENSORS

Yumanva L.A.

Supervisor: Evgeny S. Denisov, PhD, ass. professor
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается распределенная система измерения температуры на основе пьезорезонансных датчиков. Представлена схема измерительной системы и подключения ее чувствительных элементов.

Abstract

The article discusses a distributed temperature measurement system based on piezoresonance sensors. A diagram of the measuring system and the connection of its sensitive elements is presented.

Для мониторинга сложных объектов часто используются распределенные системы, которые применяются в различных областях инженерии. Для решения задач контроля и управления сложных систем требуются распределённые датчики и методы, позволяющие измерять соответствующие пространственно-временные поля. Существуют различные решения на основе оптических [1] или электрических [2] датчиков. В данной работе предлагается распределенная система на основе пьезорезонансных датчиков.

Структура предлагаемой распределенной измерительной системы представлена на рис. 1. Система измеряет физическое поле в дискретном множестве точек на расстояниях от сантиметра до сотен метров.

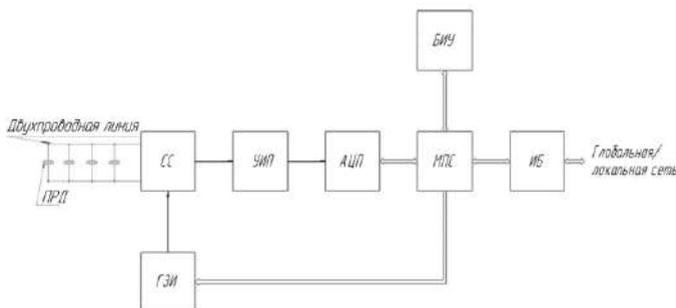


Рис. 1 Распределенная система на основе пьезорезонансного датчика

Система работает следующим образом. Изменяя собственные частоты, распределенное физическое поле воздействует на чувствительные элементы пьезорезонансных датчиков, соединенных посредством двухпроводной линии. ГЗИ осуществляет возбуждение чувствительных элементов, вызывая формирование сигналов чувствительных элементов. Сигналы измеряются УИП с высоким входным сопротивлением и масштабируются до уровня, обеспечивающего высокую точность работы АЦП. Схема согласования обеспечивает одновременную подачу сигналов ГЗИ и прием измерительного сигнала без ухудшения характеристик чувствительных элементов. АЦП преобразует измерительный сигнал в цифровой код и передает его в МПС, где осуществляется обработка сигналов и оценка физической величины. БИУ отображает техническое состояние измерительной системы. ИБ позволяет передавать измерительные данные на удаленное устройство посредством глобальной или локальной сети, а также осуществлять дистанционное управление экспериментом.

Достоинствами разработанной системы является помехозащищенность, высокая точность измерения посредством пьезорезонансных датчиков, а также возможность обработки и контроля удаленно от объекта измерения.

Список литературы

1. О.Г. Морозов, А.Ж. Сахабутдинов Адресные волоконные брэгговские структуры в квазираспределённых радиофотонных сенсорных системах // Компьютерная оптика. – 2019. – Т. 43, № 4. – С. 535-543.
2. Е.С. Денисов, И.Д. Шафигуллин, Ю.К. Евдокимов / Квазираспределённый резистивный датчик с древовидной структурой // Автометрия. – 2021. – Т. 57, № 2. – С. 117-121.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДОЗИРОВАНИЯ ВОДЫ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА**

Юртунбаев Д.Р.

Научный руководитель: Никишина Гузель Венеровна, к.т.н.
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR AUTOMATED WATER
DOSING SYSTEM FOR CONCRETE PRODUCTION**

Yurtunbaev D.R.

Supervisor: Guzel V. Nikishina
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается разработка программного обеспечения для автоматизированной системы, позволяющей дозировать заданную пользователем порцию воды при производстве бетона.

Abstract

The article discusses the development of software for automated system that allows dosing a user-defined portion of water for concrete production.

Автоматизированная система для дозирования воды необходима при производстве вредных для человеческого организма веществ. Например, при замешивании бетона в процессе добавления воды к цементу поднимаются клубы цементной пыли, которые, попадая в дыхательные пути человека, повышают вероятность развития легочных заболеваний [1]. Целью работы является разработка программного обеспечения для системы дозирования воды, которое позволит автоматизировать процесс замешивания бетона, уменьшит воздействие вредных веществ на здоровье человека, увеличит точность дозирования воды для бетонной смеси.

При разработке автоматизированной системы был использован насос на 12 В со скоростью перекачки воды 0,996 м³/ч. В зависимости от вида работы, необходимо соблюдать пропорции воды для бетонной смеси: кладочный раствор и штукатурная смесь – 35 л воды, стяжка – 30 л воды. При скорости перекачки воды 0,996 м³/ч без учета диаметра и

протяженности шланга 35 л будут перекачены приблизительно за 2,1 мин, 30 л – за 1,8 мин.

С учетом этого система работает следующим образом: после запуска системы пользователь при помощи кнопок выбирает длительность работы насоса: нажатие на первую кнопку запускает насос на 2,1 мин, нажатие на вторую – на 1,8 мин. Информация о работе системы выводится на дисплей. На основе алгоритма в среде программирования Arduino IDE реализовано программное обеспечение, часть которого представлена на рисунке 1.

```
#include <Wire.h> // Библиотека для работы с интерфейсом I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Библиотека для работы с дисплеем
// Пины для подключения кнопок
const int BUTTON_1_PIN = 2;
const int BUTTON_2_PIN = 3;
// Пин для подключения насоса
const int PUMP_PIN = 5;
// Функция для работы в режиме кладочного раствора и штукатурной смеси (35 литров воды)
void pourWaterDose() {
  digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH); // Включаем насос
  delay(128506); // Задержка 2,18843 минуты (128506 миллисекунды)
  digitalWrite(PUMP_PIN, LOW); // Выключаем насос
}
// Функция для работы в режиме кладочного раствора и штукатурной смеси (30 литров воды)
void pourWaterDose() {
  digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH); // Включаем насос
  delay(108433); // Задержка 1,80722 минуты (108433 миллисекунды)
  digitalWrite(PUMP_PIN, LOW); // Выключаем насос
}
void setup() {
  pinMode(BUTTON_1_PIN, INPUT_PULLUP); // Подключаем кнопки и насос к пинам
  pinMode(BUTTON_2_PIN, INPUT_PULLUP);
  pinMode(PUMP_PIN, OUTPUT);
}
```

Рис. 1 – Часть программного кода системы с комментариями.

Разработанное программное обеспечение позволяет автоматизировать процесс дозирования воды для бетонной смеси. В дальнейшем будет реализована возможность учета реальной протяженности и диаметра шлангов.

Список литературы

1. Кульбидюк А.В., Сергиенко О.И. Применение НДТ в производстве бетона для обеспечения экологической безопасности при дозировании компонентов // Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. - С. 97-102.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР FOUNDRY - ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СВЧ МИКРОСХЕМ В РОССИИ

Ягудина Э.Р

Научный руководитель: Ишкаев Тимур Маратович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

COMPARATIVE REVIEW OF FOUNDRY - MANUFACTURERS OF SHF MICROCIRCUIT IN RUSSIA

Yagudina E.R.

Supervisor: Timur M. Ishkaev, assistant
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе проводится сравнительный анализ крупнейших российских foundry – производителей активных СВЧ микросхем ОАО "Микрон" и ООО "Крокус Наноэлектроника". Рассмотрены основные параметры производства, такие как технологический процесс, линейные размеры элементов и технологии формирования электрических цепей.

Abstract

A comparative analysis of the largest Russian foundry - manufacturers of active microwave microchips, JSC "Micron" and LLC "Crocus Nano Electronics", is being conducted. The main production parameters such as technological process, linear dimensions of elements, and technologies for forming electrical circuits are considered.

Принцип Foundry (от англ. foundry - литейный цех) предполагает организацию производства с использованием аутсорсинговых услуг. Это означает, что компания-заказчик, которая не имеет своего производственного цикла, передает разработку и производство своих СВЧ микросхем другой компании - Foundry, которая уже имеет необходимое производственное оборудование и технологии.

Наибольшими подобными производителями являются ОАО «Микрон» (г. Зеленоград) и ООО "Крокус Наноэлектроника" (г. Москва). В таблице 1 приводится сравнение предприятий по возможным технологическим процессам и способу проецирования изображения.

Таблица 1.

Производители СВЧ микросхем	Технологический процесс	Способ проецирования изображения
ОАО "Микрон" [1]	SiGe и GaAs, BiCMOS, SOI; 90 нм, 65 нм, 45 нм и 28 нм; технологии памяти DRAM и флэш-памяти NAND	Литография с применением световых масок, высокая точность и разрешение, однако затрудненное масштабирование производства
ООО "Крокус Нанозлектроника" [2]	CMOS, SOI, BiCMOS; 90 нм, 65 нм, 45 нм и 28 нм	EUV-литография с применением крайне коротковолновое ультрафиолетовое (УФ) излучение с длиной волны 13,5 нм, с возможностью создания микросхем с более высокой плотностью интеграции

Таким образом, ОАО "Микрон" и ООО "Крокус Нанозлектроника" предлагают услуги по производству СВЧ микросхем с применением принципа Foundry, используя различные технологические процессы с разными узлами. Каждая компания имеет особенности и преимущества в производстве микросхем, выбор компании для производства зависит от требований заказчика и конкретных потребностей проекта.

Список литературы

1. ОАО "Микрон" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.micron.ru/>
2. ООО "Крокус Нанозлектроника" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://crocusnano.com/>

ИЗУЧЕНИЕ МЕМРИСТОРОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПАМЯТИ И ХРАНЕНИЯ

Якупов Д.Д., Хазимуратов М.Р.

Научный руководитель: Козин Константин Викторович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE STUDY OF MEMRISTORS IN MEMORY AND STORAGE TECHNOLOGIES

Yakupov D.D., Hazimuratov M.R.

Supervisor: Konstantin V. Kozin, assistant
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье проводится изучение элемента под названием мемристор. Здесь представлено описание данного элемента, его история и перспективы использования в современной электронике. Ключевые слова: Мемристоры, технология энергонезависимой памяти, компьютерные системы памяти, резистивная оперативная память, устройства нанопамати.

Abstract

The article studies an element called a memristor. Here is a description of this element, its history and prospects for use in modern electronics. Key-words: Memristors, non-volatile memory technology, computer memory systems, resistive RAM, nanomemory devices.

Есть много элементов в современной электронике. Большинство их названий нам прекрасно известно и они используются почти повсеместно. Например: резистор, транзистор, семистор. Но вот недавно появился новый элемент под названием мемристор. Что же это за элемент и какие возможности он предоставляет?

Мемристор это пассивный электрический элемент, являющийся двухполюсником. Мемристор способен изменять свое сопротивление в зависимости от протекшего от него электрического заряда. Особенностью элемента является то, что он способен сохранять свое сопротивление сколько угодно долго, даже если напряжение убрано.

В теоретической модели, мемристор, в отличие от флэш-памяти не

накапливает заряд. Во флэш-памяти заряд, если не подавать питание, теряется, что часто приводит к потере информации. Работа мемристора же заключается в химических превращениях. Мемристоры уникальны тем, что их можно использовать для создания памяти с высокой надежностью, низким энергопотреблением и быстрым временем доступа.

Ученые и инженеры видят большой потенциал в применении мемристоров. Благодаря тому, что поведение мемристора схоже с поведением синапсов у человека, ученые и инженеры пытаются внедрить данные элементы в конструкцию нейропроцессоров. Еще одним применением данного элемента является кроссбар с мемристорами. То есть между набором параллельных нанопроволок находится прокладка из мемристора. Такая кроссбар-наноструктура может стать основной для реализации оперативной памяти большой емкости и очень малых размеров.

Из приведенного выше изучения мемристора можно сделать вывод, что данный элемент является весьма перспективным и может послужить заменой МОП транзисторам, резисторам и так далее. Оценить все возможности данного элемента пока просто невозможно, но исходя из разработок ученых и инженеров можно увидеть, что за мемристорами стоит будущее.

Список литературы

1. Marachovsky L.F. Basic Concepts to Build the Next Generation of Reconfigurable Computing Systems.– International Journal Of Applied And Fundamental Research. – 2013. – № 2 – URL: www.science-sd.com/455-24170 (20.11.2013).
2. Driscoll T., Kim H.-T., Chae B.-G., Di Ventra M., Basov D.N. Phase-transition driven memristive system // Applied Physics Letters. 2009. 95. 043503.
3. Strukov D.B., Snider G.S., Stewart D.R., Williams R.S. The missing memristor found // Nature. 2008. 453. p. 83.
4. Erokhin V., Fontana M.P. Thin film electrochemical memristive system for bio-inspired computation // J. Comput. Theor. Nanosci. 2011. vol 8. No 3. p. 1-18.

**ПЕРЕДАЧА АКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
В ВОДНОЙ СРЕДЕ**

Ялуков Д.Д.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**ACOUSTIC INFORMATION TRANSMISSION
IN A WATER ENVIRONMENT**

Yalukov D.D.

Supervisor: Vasilii Yurievich Vinogradov, PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается использование метода передачи акустической информации в водной среде. Представлены преимущества и недостатки, данного метода. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article discusses the use of acoustic information transmission in a water environment. The advantages and disadvantages of this method are presented, and the problems of this topic are identified.

Акустическая информация может быть передана в водной среде с помощью звуковых волн. Звуковые волны распространяются в воде значительно быстрее, чем в воздухе, и могут быть использованы для связи между подводными объектами, обнаружения препятствий и глубин, измерения расстояний и т.д.

Одним из наиболее распространенных способов передачи акустической информации в водной среде является использование гидрофонов и гидроакустических передатчиков. Гидрофон - это устройство, которое может обнаруживать звуковые волны в воде и преобразовывать их в электрические сигналы. Гидроакустический передатчик - это устройство, которое может преобразовывать электрические сигналы в звуковые волны и передавать их в воде.

Системы передачи акустической информации могут быть использованы для связи между подводными объектами, например, между подводными лодками и судами, а также для обнаружения и измерения различных объектов в воде. Такие системы могут быть использованы в науке, медицине, промышленности и других областях.

В целом, передача акустической информации в водной среде имеет как преимущества, так и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе способа связи и обработки данных в подводной среде.

Преимущества передачи акустической информации в водной среде:

- Быстрая скорость передачи данных
- Высокая надежность передачи данных
- Возможность обнаружения объектов, недоступных для других методов

Недостатки

Недостатки передачи акустической информации в водной среде:

- Высокая стоимость
- Влияние на окружающую среду
- Ограниченная пропускная способность
- Ограничения на расстояние передачи информации.

Передача акустической информации в водной среде имеет множество применений, таких как гидролокация, морская связь и мониторинг морских животных и окружающей среды. Однако, данная технология также сталкивается с рядом проблем, таких как шум, ограниченные ресурсы, безопасность, социальные и политические проблемы, ограничения на использование и технические проблемы.

Для успешной передачи акустической информации в водной среде необходимо учитывать все эти проблемы и вызовы, а также использовать современные технологии и методы для их преодоления. Дальнейшее развитие этой технологии может привести к новым возможностям в области морской связи, научных исследований и контроля за окружающей средой.

Список литературы

1. Richard P. Hodges, Comparative Parametr for Sound in Water in Air // Underwater Acoustics: Analysis, Design and Performance of Sonar / -2010, - P. 9-12.

2. A. Nejat Ince, Channel Characteristic // Underwater Acoustic Communication Systems / -2002, -P. 4-12.

ТЕОРИЯ ГРАФОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ

Яппаров И.А.

Научный руководитель: Виноградов Василий Юрьевич,
д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

GRAPH THEORY FOR THE CONTROL OF MOVABLE OBJECTS IN SPACE

Yapparov I.A.

Supervisor: Vasilij Yurievich Vinogradov, PhD, professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается теория графов для контроля передвижных объектов в пространстве. Представлены преимущества и недостатки данной технологии. Также были выявлены проблемы этой темы.

Abstract

The article discusses the graph theory for the control of mobile objects in space. The advantages and disadvantages of this technology are presented. There were also issues with this topic.

Теория графов - это раздел математики, который изучает свойства графов, состоящих из вершин и ребер, и их взаимоотношения. Она находит применение во многих областях, включая технические и инженерные системы, контроль и управление объектами и процессами. В последние годы теория графов нашла широкое применение в контроле передвижных объектов в пространстве.

Одним из преимуществ использования теории графов является возможность создания универсальных моделей, которые можно применять для различных систем передвижных объектов. Например, модель графа может быть использована для моделирования системы управления транспортным потоком в городе, системы управления складом или производственной линией.

Однако, есть и некоторые недостатки при использовании теории

графов для контроля передвижных объектов в пространстве. Создание точной модели системы передвижных объектов может быть очень сложным процессом, требующим больших затрат на вычислительные ресурсы.

При контроле передвижных объектов в пространстве с использованием теории графов одной из основных проблем невозможность учета всех факторов: в реальных системах передвижных объектов могут возникнуть неожиданные ситуации, которые не могут быть учтены в модели, что может привести к ошибкам в прогнозировании перемещения объектов.

Ограничения точности также являются важной проблемой. Например, если в системе есть несколько объектов, то может быть сложно предсказать перемещение каждого объекта с точностью до миллиметра, что может привести к неточностям в прогнозировании перемещения объектов.

Теория графов может быть полезной для контроля передвижных объектов в пространстве, но ее использование имеет свои преимущества и недостатки. Проблемы, связанные с созданием точной модели, ограниченными точности, большим объемом данных, невозможностью учета всех факторов и сложностью разработки алгоритмов, должны быть решены перед внедрением системы. Однако, при правильном подходе, использование теории графов может быть эффективным и удобным инструментом для контроля передвижных объектов в пространстве.

Список литературы

1. Gross, J. L., & Yellen, J. (2006). Handbook of graph theory. CRC press.
2. Bullo, F. and Lewis, A.S. "Geometric Control of Mechanical Systems: Modeling, Analysis, and Design for Simple Mechanical Control Systems". Springer, 2005.

5. КВАНТОВАЯ ОПТИКА И КОММУНИКАЦИИ

УДК 535.14

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ

Александрова Е.В.

Научный руководитель: Афонина Е.В.,
доц. кафедры иностранных языков
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROSPECTS FOR THE STUDY OF QUANTUM OPTICS

Aleksandrova E.V.

Supervisor: Elena V. Afonina, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждаются перспективы изучения квантовой оптики. Рассматриваются основные направления исследований данной области и дальнейшие перспективы развития.

Abstract

The article discusses the prospects of studying quantum optics. The main directions of research in this area and further development prospects are considered.

1. Introduction

Quantum optics is a fascinating field of physics that explores the interaction between light and matter at the quantum level. The study of quantum optics has led to the development of a variety of cutting-edge technologies, such as quantum cryptography, quantum computing, and quantum sensing. As researchers continue to explore the possibilities of quantum optics, there are many exciting prospects for future discoveries and developments.

2. Main areas of research

One of the most promising areas of research in quantum optics is the development of quantum computing[3]. Quantum computers are different from classical computers in that they use quantum bits, or qubits, which can

exist in multiple states at once. This property of qubits allows quantum computers to perform certain calculations much faster than classical computers. While quantum computers are still in the early stages of development, the potential applications of this technology are enormous, from simulating complex chemical reactions to breaking encryption codes.

Another area of research in quantum optics is the study of quantum sensing. Quantum sensors use the properties of quantum mechanics to measure physical quantities with unprecedented accuracy. For example, quantum sensors have been used to measure magnetic fields, gravitational waves, and even the position of individual atoms. The development of quantum sensors has the potential to revolutionize fields such as medicine, environmental monitoring, and national security.

The study of quantum optics is also leading to a better understanding of the fundamental nature of light and matter. One of the key principles of quantum mechanics is that particles can exist in a state of superposition, meaning they can be in multiple states simultaneously. In quantum optics, this property of particles is used to create entangled states, where the quantum states of two or more particles are correlated in such a way that they cannot be described independently. Studying entangled states can help researchers understand the nature of quantum mechanics and potentially lead to the development of new technologies.

Finally, the study of quantum optics is leading to the development of new materials and devices. Researchers are exploring the use of quantum dots, which are tiny semiconductor particles, to create new types of solar cells and lasers. They are also studying the properties of superconducting materials and their potential use in quantum computing.

3. Conclusion

In conclusion, the prospects for the study of quantum optics are exciting and diverse. From the development of quantum computing and quantum sensing to a better understanding of the fundamental nature of light and matter, the applications of quantum optics are vast and far-reaching. As researchers continue to push the boundaries of this field, we can expect to see many more exciting discoveries and developments in the years to come.

Список литературы

1. Blais Alexandre, Steven M. Girvin, and William D. Oliver / Quantum information processing and quantum optics with circuit quantum electrodynamics // Nat. Phys. 16, 247–256 (2020).

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПТИЧЕСКОГО ДЕЛИТЕЛЯ В СРЕДЕ COMSOL

Болдышева В.К.

Научный руководитель: Арсланов Наркис Мусавирович, доцент.
(кафедра ЭКСПИ, Казанский национальный исследовательский техни-
ческий университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

OPTIMIZATION OF INTEGRATED OPTICAL BEAM SPLITTER

Boldysheva V.K.

Supervisor: Arslanov N. M. Assoc. Prof.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В работе исследуется простая модель оптического делителя в среде COMSOL Multiphysics и оптимизируется эффективность переноса излучения с помощью внутренних процедур оптимизации.

Abstract

In the work we study a simple model of beam splitter in the COMSOL Multiphysics environment and optimize the efficiency of radiation transfer through internal optimization procedures.

Развитие современных интегральных технологий требует разработку соответствующих интегральных устройств и элементов [1]. Одним из таких интегральных элементов является делитель света (бимсплиттер) - устройство, которое может разбить падающий световой пучок на два или более световых луча [2,3]. Существуют различные варианты распределения интенсивности света по плечам оптического делителя.

Основной трудностью при создании оптического делителя являются возможные большие потери выходного излучения за счет отражения, поглощения и перераспределения излучения в свободное пространство и положики. Для уменьшения потерь необходимо оптимизировать форму делителя излучения. Последние варианты оптимизации [4] позволяют достигать значения потерь 0.083 дБ на выходе устройства. В представленной работе мы оптимизируем форму делителя излучения 50\50 в программе Comsol Multiphysics.

Для моделирования форма делителя задавалась дискретными элементами с одинаковой проекцией на продольную ось, но с различной вертикальной координатой. При этом расстояние до координаты ветвления и форма области соединения боковых плеч делителя оставались постоянными. Нами учитывалась различная поляризация оптического поля в двумерной модели. Для процедуры оптимизации были использованы внутренние алгоритмы Comsol Multiphysics, рассчитаны эффективность переноса излучения и минимизация отражения света в зависимости от формы перехода. В данной работе использовался метод оптимизации интегрального делителя безградиентным решателем, так как он не требует дифференцируемости целевой функции и вычисления её производной относительно контрольных переменных.

Полученные результаты сопоставлялись с проведенными ранее исследованиями, при этом наша модель показывает лучшую эффективность при определенном количестве дискретных оптимизируемых элементов, однако остается недостаточной по сравнению с работой [4] в связи с более простой геометрией, в частности из-за малого количества оптимизируемых элементов. Параметры исследуемой модели будут использованы нами для построения более детальной конфигурации оптического делителя в следующей работе.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, рег.№ НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Hyeong-Soon Jang, Donghwa Lee, Hyungjun Heo, Yong-Su Kim, Hyang-Tag Lim, Seung-Woo Jeon, Sung Moon, Sangin Kim, Sang-Wook Han, and Hojoong Jung. Aluminum nitride waveguide beam splitters for integrated quantum photonic circuits // arXiv preprint arXiv:2208.01377, 2022.
2. Zhang, Y. et al. A compact and low loss Y-junction for submicron silicon waveguide. // Opt. Express 21, 1310–1316 (2013).
3. Zhang Y G, Hu X, Chen D G, et al. Ultrabroadband, low loss and ultra-compact 3dB power splitter based on Y-branch with step waveguide // 2019 24th OECC and 2019 International Conference on PSC, July 7-11, 2019, Fukuoka, Japan. New York: IEEE Press, 2019: 19009888.
4. Jihad Avad, Mustafa Demirtas, Nihan, Kosku Perkgöz, Feridun Ay. A realistic approach for designing a single-mode Y-branch for weakly guiding material system using particle swarm algorithm. // Optical and Quantum Electronics (2020) 52:74

ПАТЕНТНАЯ СИТУАЦИЯ В ОБЛАСТИ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ

Вишнякова И.В., Сеньюшин А.А., Сафин Д.И.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, ГАПОУ МЦК-КТИТС, Казань)*

PATENTING IN THE FIELD OF QUANTUM OPTICS

Vishnyakova I.V., Senyushin A.A., Safin D.I.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan, MCK-KTITS, Kazan)*

Аннотация

Приведены результаты патентных исследований в части систематизации охранной документации в области квантовой оптики, распределение патентов по странам патентообладателей и динамики патентования изобретений в период с 2014 по 2023 гг. Определены организации и научные школы, в которых ведутся активные исследования в области квантовой оптики.

Abstract

The author presents in the systematization of the security documentation in the field of quantum optics, the distribution of patents by country of patent holders and the dynamics of patenting inventions in the period from 2014 to 2023. The article gives the estimation of a technological level of systems of quantum distribution of a key, and also trends of their development. The author identifies firms, the companies, the organizations and schools of thought in which active researches in the field of quantum optics are conducted.

1. Введение

Квантовая оптика (КО) – это раздел квантовой электродинамики, изучающий низкоэнергетические взаимодействия фотонов со связанными в атомах электронами, конкретно – в оптическом диапазоне.

2. Анализ патентной информации в области квантовой оптики.

Проанализируем состояние патентно-лицензионной ситуации в области квантовой оптики согласно данным Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС).

ОЦЕНКА РАВНОМЕРНОСТИ ДВУМЕРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ СЛУЧАЙНОГО ШУМА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Гарафутдинов А.А., Сибгатуллин М.Э., Арсланов Н.М.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

ESTIMATION OF THE UNIFORMITY OF A TWO-DIMENSIONAL IMAGE OF RANDOM NOISE USING A NEURAL NETWORK

Garafutdinov A.A., Sibgatullin M.E., Arslanov N.M.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассматривается подход для оценки случайности модельного шума с помощью нейронной сети. Для создания обучающей выборки предлагается применить распределение на плоскости модельного псевдослучайного ряда белого шума.

Abstract

The article considers an approach for estimating the randomness of model noise using a neural network. To create a training sample, it is proposed to apply a distribution on the plane of a model pseudo-random series of white noise.

Генераторы случайных чисел являются востребованными в современных технологиях, в том числе в квантовой оптике и коммуникациях [1,2]. Для оценки степени случайности применяют различные тесты, одним из которых является тест на равномерность распределения - «Тест на распределение точек на плоскости» [3]. Данный тест основан на расположения случайного ряда точек на плоскости и последующей оценке равномерности двумерной картины. При равномерном распределении на плоскости делается вывод о том, что генератор случайных чисел работает корректно (рис. 1).

Основным недостатком применения данного теста для оценки случайности ряда является необходимость визуальной оценки характера распределения точек на изображении. При этом результаты анализа могут искажаться вследствие субъективного характера оценки изображения че-

ловеком. Для преодоления данной проблемы нами предложено применить искусственную нейронную сеть. Обучающая выборка для машинного обучения нейронной сети представляет собой большой набор изображений, полученных при переводе модельного псевдослучайного белого шума из одномерного ряда в двумерный.

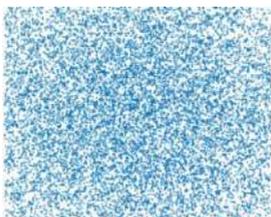


Рис. 1 Пример изображения обучающей выборки

При подготовке данных учитывался размер картинки и разрешение. Создание модели проводилось с помощью библиотеки Keras на языке Python: `Model = Sequential()` [4]. Для точной оценки изображения создавалось несколько слоев. Первым был сверточный слой на 32 фильтра размером 3 x 3. Второй слой уменьшал размерность картинки в 2 раза. Таким образом, эти слои позволили извлекать признаки из изображений путем применения фильтров к различным областям изображения и последующего сжатия. Подготовленная нейронная сеть использована для оценки случайности тестовой выборки модельных шумов. Мы предполагаем использовать полученную нейронную сеть для применения к реальным последовательностям случайных чисел, полученных нами экспериментально.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, рег.№ НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Miguel Herrero-Collantes Quantum random number generators // *Rev. Mod. Phys.* 2017.V.89. 015004
2. Shalagin S. Representing a Quantum Fourier Transform, Based on a Discrete Model of a Quantum-Mechanical System // *Communications in Computer and Information Science* this link is disabled, 2021, 1396 CCIS, pp. 14–22.
3. Ivanov, M. A., Chugunkov, I. V. Theory, application and quality assessment of pseudorandom number generators. // ISBN: 5-93378-047-2. — Moscow: KUDITS-OBRAZ, 2003 — 231 p.
4. Cholet Francois Deep learning in Python // ISBN 978-5-4461-0770-4. — St. Petersburg: Peter, 2018 — 400 p.

ИСТОЧНИК ФОТОННЫХ ПАР В ПЕРИОДИЧЕСКИ ПОЛЯРИЗОВАННОМ НАНОВОЛНОВОДЕ ИЗ НИОБАТА ЛИТИЯ

Ермишев О.А., Арсланов Н.М.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

SOURCE OF PHOTON PAIRS IN A PERIODICALLY POLED LITHIUM NIOBATE NANOWAVEGUIDE

Ermishev O.A., Arslanov N.M.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В докладе рассматриваются фотонные пары, генерируемые при спонтанном параметрическом рассеянии света (СПР) в нановолноводе из ниобата лития с периодически поляризованной структурой. Исследованы спектральные свойства двухфотонного квантового состояния в ближнем инфракрасном диапазоне спектра.

Abstract

The report examines photon pairs generated by spontaneous parametric downconversion of light (SPDC) in a lithium niobate nanowaveguide with a periodically poled structure. The spectral properties of a two-photon quantum state in the near infrared range of the spectrum are investigated.

1. Введение

Фотонные пары, генерируемые в процессе СПР, широко применяются на практике благодаря выраженным пространственным и частотно-временным корреляциям [1]. Источники фотонных пар на интегральных волноводах позволили значительно упростить разработку эффективных источников фотонных пар с широким спектром и большим диапазоном перестройки [2].

2. Фазовый синхронизм при генерации фотонных пар в нановолноводе

Рассмотрим условие фазового синхронизма в нановолноводе с длиной L для широкополосного состояния света с центральной частотой ω_0 и шириной спектра $\Delta\omega$ определяется следующим выражением:

$$\Delta kL = \left[k(2\omega_0) - 2k(\omega_0) - \frac{2\pi}{\Lambda} \right] L - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{L\beta_{2n}(\omega_0)}{(2n)!} \left(\frac{\Delta\omega}{2} \right)^{2n} = 0 \quad (1)$$

В выражении (1) волновой вектор - $k(\omega)$, который связан с эффективным показателем преломления волноводной структуры $n_{eff}(\omega)$, параметр $\beta_{2n}(\omega_0)$ – дисперсия четного порядка. На рисунке 1 проиллюстрированы параметры структуры поперечного сечения и спектр генерируемого двухфотонного состояния в ИК области спектра.

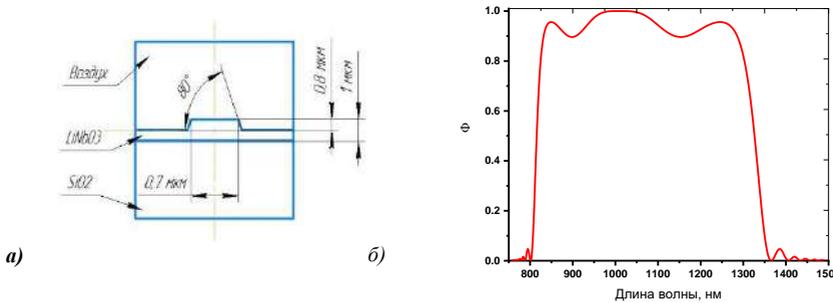


Рис. 1, а – геометрия поперечного сечения волновода, б – форма спектра двухфотонного состояния с центральной длиной волны 1010нм. Ширина спектра состояния – 177ТГц.

3. Заключение

Исследованный волноводный источник продемонстрировал большой потенциал в вопросах генерации широкополосных сильнокоррелированных двухфотонных квантовых состояний света.

Исследование проведено при финансовой поддержке Минобрнауки России Рег. номер НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Migdall A., Bienfang J., Polyakov S., Fan J. Experimental Methods in the Physical Sciences Elsevier, 2013
2. D. I. Zhu et al., “Integrated photonics on thin-film lithium niobate,” pp. 1–87.

**СРАВНЕНИЕ КВАНТОВОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ И
КВАНТОВОЙ МИКРОСКОПИИ КАК МЕТОДОВ КВАНТОВЫХ
КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И АДАПТАЦИИ
ЖИВЫХ СИСТЕМ**

Лебедев И.Д., Смирнова Р.А.

Научный руководитель: Афонина Елена Владимировна, к.и.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**COMPARISON OF QUANTUM COHERENCE TOMOGRAPHY AND
QUANTUM ENTANGLEMENT MICROSCOPY AS METHODS OF
QUANTUM COMPLEXES FOR MONITORING AND ADAPTATION
OF LIVING SYSTEMS**

Lebedev I.D., Smirnova R.A.

Supervisor: Afonina Elena Vladimirovna, Ph.D. in History,
Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье сравниваются два метода, использующихся для мониторинга и адаптации живых систем. Квантовая когерентная томография и квантовая микроскопия — это два метода, которые позволяют визуализировать биологические ткани на молекулярном уровне.

Abstract

The article compares two methods for monitoring and adaptation of living systems Quantum Coherence Tomography (QCT) and Quantum Entanglement Microscopy (QEM) are two emerging techniques that have the potential to revolutionize imaging of biological tissues at the molecular level.

1. Introduction

The ability to image biological tissues at the molecular level is critical for understanding complex biological processes and developing new therapies for diseases. Traditional imaging techniques such as X-ray, CT scan, and MRI have limitations in terms of resolution, sensitivity, and invasiveness. Therefore, new techniques that can overcome these limitations are needed. Quantum Coherence Tomography (QCT) and Quantum Entanglement Microscopy

(QEM) are two such emerging techniques that have shown great promise in imaging biological tissues with unprecedented resolution and sensitivity

2. Mathematical model of two methods

The basic principle of QCT is interferometry, which contains information about the scattering properties of the biological tissue, which can be used to reconstruct a high-resolution image of the tissue.

The mathematical model of QCT can be expressed as follows [1]:

$$I(x) = |E_1(x) + E_2(x)|^2, \quad (1)$$

where $I(x)$ is the interference pattern, $E_1(x)$ and $E_2(x)$ are the electric field amplitudes of the two parts of the light beam, and x is the position of the tissue being imaged. The interference pattern is obtained by detecting the intensity of the light at different positions x and combining them in a certain way.

The mathematical model of QEM can be expressed as follows [2]:

$$P(x, y) = |\Psi(x, y)|^2, \quad (2)$$

where $P(x, y)$ is the probability density function of detecting a photon at position (x, y) , and $\Psi(x, y)$ is the wave function of the entangled photons. The wave function can be expressed as a product of two functions, one describing the state of the photon being sent into the tissue, and the other describing the state of the photon being detected

3. Conclusion

Both QCT and QEM have the potential to revolutionize imaging of biological tissues at the molecular level. QCT is a well-established technique that has been widely used in clinical applications, while QEM is a relatively new technique that is still in the early stages of development. QCT has the advantage of being non-invasive and easy to implement, but its resolution is limited by the coherence length of the light source. QEM has the advantage of achieving super-resolution imaging, but it requires specialized equipment and expertise to operate effectively.

References

1. Drexler, W., & Fujimoto, J. G. (2015). Optical coherence tomography: technology and applications. Springer.
2. Krenn, M., Huber, M., Fickler, R., Lapkiewicz, R., Ramelow, S., & Zeilinger, A. (2014). Quantum entanglement microscopy. *Physical Review Letters*, 112(23), 233601.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОПТИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТОВ DIEHARD

Мавков Д.А., Гилязов Л.Р., Сибгатуллин М.Э., Арсланов Н.М.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EVALUATION OF THE QUALITY OF THE OPTICAL RANDOM NUMBER GENERATOR USING DIEHARD TESTS

Mavkov D.A., Gilyazov L.R., Sibgatullin M.E., Arslanov N.M.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Проведено исследование свойств случайности ряда чисел, генерируемого системой гомодинного детектирования лазерного излучения, ослабленного до однофотонного уровня. Количественная оценка случайности последовательностей чисел проводилась на тестах DIEHARD.

Abstract

A study of the randomness properties of a number of numbers generated by a homodyne detection system of laser radiation attenuated to a single-photon level has been carried out. Quantitative assessment of randomness of sequences of numbers was carried out on DIEHARD tests.

1. Введение

Генераторы случайных чисел применяются в различных областях современных технологий [1-3]. В данной работе проводилось исследование ряда чисел, получаемого как разность детектирования сигналов на выходах оптического светоделителя. Для оценки степени случайности генерируемой последовательности чисел применялись тесты DIEHARD [4].

2. Исследование степени случайности ряда чисел

Одним из способов аппаратной генерации случайных чисел является разделение слабого излучения светоделителем и последующей регистрации малофотонных импульсов оптическими детекторами двух плеча оптической схемы.

В качестве источника излучения в схеме использовался лазер с распределенной обратной связью (DFB-лазер). Ослабленное излучение

поступало на вход волоконного Y-разветвителя 50/50 с двумя выходами на фотоприемники гомодинного детектора с фильтрами низких частот и сверхвысокочастотный коннектор, разностный сигнал которого представлен на рис.1.

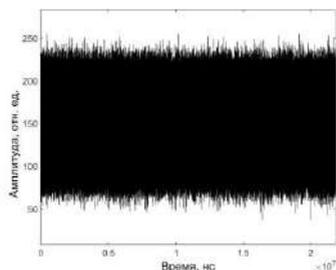


Рис. 1 Сигнал гомодинного детектора DFB-лазера

3. Заключение

Была сгенерирована последовательность случайных сигналов длиной 22 миллиона элементов с амплитудами в интервале от 37 до 255. Исходные значения шумового сигнала переводились в шестнадцатеричный формат. Проведены некоторые тесты DIEHARD для оценки случайности шума.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России Рег. номер НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Балыгин К.А., Зайцев В.И., Климов А.Н., Кулик С.П., Молотков С.Н. Квантовый генератор случайных чисел, основанный на пуассоновской статистике фотоотчетов, со скоростью около 100 Мбит/с // ЖЭТФ. 2018. Т.153, вып. 6. С. 879-894.

2. Miguel Herrero-Collantes Quantum random number generators // Rev. Mod. Phys. 2017.V.89. 015004

3. Shalagin S. Representing a Quantum Fourier Transform, Based on a Discrete Model of a Quantum-Mechanical System // Communications in Computer and Information Science this link is disabled, 2021, 1396 CCIS, pp. 14–22

4. Набор тестов на случайные числа URL: <https://webhome.phy.duke.edu/~rgb/General/dieharder.php> (дата обращения: 02.04.2023).

**РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
РАДИОДОСТУПА СТАНДАРТА LTE/5G NR НА ОСНОВЕ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ОТКРЫТЫМ
ИСХОДНЫМ КОДОМ OAI 5G**

Мелехин Д.Е.

Научный руководитель: Гайсин Артур Камилевич, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

**DEVELOPMENT OF A MULTI-CHANNEL RADIO ACCESS SYSTEM
OF THE LTE/5G NR STANDARD BASED ON OAI 5G OPEN
SOURCE SOFTWARE**

Melekhin D.E.

Supervisor: Artur K. Gaysin, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается моделирование сети 5G New Radio с использованием оборудования USRP B210 и программного обеспечения OpenAirInterface 5G. Представлены результаты работы в виде работающей опорной сети и зарегистрированной в ней базовой станции.

Abstract

The article discusses 5G New Radio network modeling using USRP B210 hardware and OpenAirInterface 5G software. The results of the work are presented in the form of a working Network Core and Base station registered in it.

1. Введение

В последние годы активно ведутся разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом, которые позволяют реализовать сегмент опорной сети мобильной связи как 4 поколения (4G LTE), так и 5 поколения. В данной работе используется ПО OAI 5G для моделирования сегмента опорной сети.

2. Программное обеспечение сети OAI 5G.

OAI 5G CN (Core network) разработан и реализован гибким образом,

**РЕАЛИЗАЦИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПРОТОКОЛА
КВАНТОВОЙ ПАМЯТИ ДЛЯ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ДЛИНЫ ВОЛНЫ**

*Миннегалиев М.М., Герасимов К.И., Моисеев С.А.
(Казанский квантовый центр, Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**IMPLEMENTATION OF MODIFIED QUANTUM MEMORY
PROTOCOL AT THE TELECOMMUNICATION WAVELENGTH**

*Minnegaliev M.M., Gerasimov K.I., Moiseev S.A.
(Kazan quantum center, Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной работе экспериментально реализован протокол оптической квантовой памяти на основе восстановления сигнала подавленного эха (ROSE) для входных световых полей с малым числом фотонов. Достигнута эффективность восстановления для ортогональных компонент поляризации сигнального импульса $17\pm 1\%$ для времени хранения 60 мкс.

Abstract

In this work, we experimentally implemented an optical quantum memory protocol based on the revival of silenced echo (ROSE) for input light fields with a small number of photons. The recovery efficiency for the orthogonal polarization components of the signal pulse was $17\pm 1\%$ for a storage time of 60 μ s.

Оптическая квантовая память (ОКП) предназначена для хранения квантовых состояний света с последующим извлечением этих состояний по запросу в произвольный момент времени. Одним из протоколов памяти для эффективной записи и считывания сигнальных полей является схема ROSE [1]. Однако при экспериментальной реализации этого протокола значительный вклад в отношение сигнал шум во время излучения сигнала ROSE вносит спонтанное излучение после применения двух рефразирующих импульсов. Одним из способов уменьшения спонтанной эмиссии после применения двух рефразирующих импульсов является модификация линии поглощения таким образом, что области остаточной

населенности находятся за рабочим спектральным диапазоном сигнального импульса [1].

Для этого в кристалле $^{167}\text{Er}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ ($c=0.005\%$, $\lambda\sim 1538.35$ нм, $H=3.39$ Т, $\vec{k}_{ES} \parallel \vec{D}_1 \parallel \vec{H}$, $T=1.3\text{К}$) была создана долгоживущая (>1 с) линия селективного поглощения и выбрана ортогональная геометрия распространения сигнальных и рефразирующих полей. Спектральная ширина линии селективного поглощения соответствовала спектральной ширине сигнального импульса (черная кривая на Рис.1 в момент времени $t=0$). Синяя кривая соответствует горизонтальной поляризации сигнального излучения ($\vec{E}_s \parallel \vec{b}$), красная – вертикальной поляризации ($\vec{E}_s \parallel \vec{D}_2$). Эффективность восстановления эха составила 17% в случае вертикальной поляризации сигнального импульса и 15% в случае горизонтальной поляризации. Время хранения составило 60 мкс. Благодаря модификации экспериментальной реализации данного протокола удалось сохранить входной импульс, который содержал в среднем ~ 38 фотонов, а восстановленный эхо-сигнал ~ 6 фотонов.

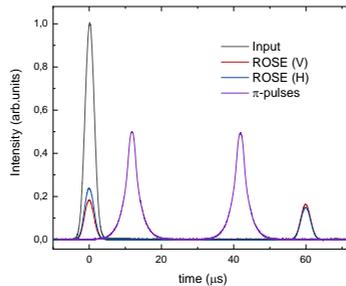


Рис.1 – Сигнал восстановления подавленного эха (красная и синяя кривые при $t = 60$ мкс для горизонтальной и вертикальной поляризации, соответственно), полученный в кристалле $^{167}\text{Er}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ ($c=0.005\%$, $\lambda\sim 1538.35$ нм, $H=3.39$ Т, $T=1.3\text{К}$). При $t = 0$ показан входной импульс (черная сплошная кривая) и его не-поглощенная часть.

Работа поддержана Российским научным фондом (проект № 21-72-00115).

Список литературы

1. М. М. Minnegaliev et.al. // JETP Letters, – 2022, – Vol(115), – P.720

ОПТИЧЕСКИЙ КВАНТОВЫЙ ТЕРМОМЕТР

Нуреева А.И.

Научный руководитель: Морозов Олег Геннадьевич,
д.т.н., профессор

*(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

OPTICAL QUANTUM THERMOMETER

Nureeva A.I.

Supervisor: Oleg G. Morozov, professor

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается наноразмерный термометр, свойства которого главным образом основаны на квантовой физике. Представлена структура азотно-вакансионных центров в алмазе. Проанализированы методы усовершенствования устройства.

Abstract

The article discusses a nanoscale thermometer whose properties are mainly based on quantum physics. The structure of nitrogen-vacancy centers in diamond is presented. Methods for improving the device are analyzed.

В последнее время силы многих ученых сконцентрированы в области квантовой физики. Одним из интересных объектов исследования в данной научной сфере является оптический квантовый термометр. Измерение температурных полей на микро- и нанометровом уровне – проблема, охватывающая как фундаментальную физику, так и биомедицину. Температура живых организмов непостоянна и колеблется в зависимости от многих факторов. Такие температурные флуктуации часто связывают с энергетическим обменом и гомеостатической терморегуляцией. Измерение температуры и как следствие анализ ее динамики на микроуровне позволяет собрать полную картину о клетках, входящих в состав живого организма.

На данный момент известны работы об оптических квантовых термометрах на основе азотно-вакансионных (NV) центров в алмазе. При фиксации такого центра спины легко управляются полями, вследствие

чего квантовая информация может быть записана на спине ядра. Данное свойство может быть рассмотрено даже в качестве элемента квантового компьютера.

Принцип такой термометрии с активными спиновыми центрами основан на оптическом детектировании магнитного резонанса (ОДМР), так как параметры спектров магнитного резонанса зависят от температуры. При отслеживании частиц система измеряет интенсивность флуоресценции вдоль осей конфокального флуоресцентного микроскопа и фокусируется на соответствующем максимуме флуоресценции.

Чувствительность измерений по температуре в случае непрерывного одночастотного зондирования (НОЗ) рассчитывается по формуле:

$$\eta_r = \Delta\omega / C \cdot \sqrt{R |dD/dT|}.$$

НОЗ-ОДМР обладает широким рабочим диапазоном и относительно простой перестройкой микроволновых частот.

Но данный квантовый термометр имеет ряд недостатков, такие как:

- Недостаточная точность измерения температуры, поскольку источник СВЧ излучения, входящий в состав термометра, создает дополнительные шумы и нагревает исследуемый объект.
- Возникновение артефактов измерения температуры вследствие структуры тела, которая вызывает существенные колебания обнаруженной интенсивности флуоресценции.
- Относительная дороговизна устройства.

Настоящей задачей является разработка оптического квантового термометра, который исключил бы недостатки своего предшественника.

Список литературы

1. Морозов О. Г., Кузнецов А. А. Квантовый термометр с радиофотонным опросом //Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2022. – Т. 2. – №. 3. – С. 35-45.
2. Анисимов А. Н. и др. Оптический квантовый термометр с субмикронным разрешением, основанный на явлении кросс-релаксации спиновых уровней //Письма в Журнал технической физики. – 2018. – Т. 44. – №. 17. – С. 34-41.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА КВАНТОВЫХ ТОЧЕК НА ИХ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Омарова Д.Т.

Научный руководитель: Кузнецова Виктория Вячеславовна, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

EFFECT OF THE SIZE OF QUANTUM DOTS ON THEIR OPTICAL PROPERTIES

Omarova D.T.

Supervisor: Victoria V. Kuznetsova, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрено непосредственное влияние размера квантовых точек на их оптические свойства. Также описано влияние размера на частоту флуоресцентного света, излучаемого или поглощаемого кристаллом.

Abstract

The article considers the direct influence of the size of quantum dots on their optical properties. The effect of size on the frequency of fluorescent light emitted or absorbed by the crystal is also described.

1. Введение

Оптические свойства квантовых точек различаются между различными типами и могут быть предсказаны определенными факторами. Материал, из которого изготовлена квантовая точка, играет роль в определении внутренней энергетической характеристики частицы, но наиболее важным фактором, влияющим на оптические свойства, является размер точек. Квантовые точки разного размера изменяют цвет, излучаемый или поглощаемый кристаллом, из-за уровней энергии внутри кристалла.

2. Влияние размера квантовых точек

В спектре флуоресценции цвет света отличается в зависимости от энергии, излучаемой кристаллом. Красный свет ассоциируется с более низкой энергией, а синий свет - с более высокой энергией.

Квантовая точка может поглощать флуоресцентный свет с частотой своей запрещенной зоны, чтобы возбудиться, или излучать свет той же частоты, чтобы вернуться в состояние покоя.

Размер квантовой точки обратно пропорционален уровню энергии запрещенной зоны и, следовательно, изменяет частоту излучаемого света и влияет на цвет. Меньшие точки излучают свет более высокой энергии, который имеет более синий цвет, тогда как большие точки излучают красный свет с меньшей энергией.

Также возможно, что более крупные квантовые точки обладают несколькими уровнями энергии, которые более тесно выровнены. Это позволяет поглощать фотоны с различными частотными уровнями, например, с красным концом светового спектра.

Кроме того, из-за этих дополнительных уровней энергии электронно-дырочные пары могут оказаться в ловушке внутри более крупных квантовых точек. В долгосрочной перспективе это приводит к тому, что квантовые точки большего размера имеют более длительный срок службы, чем маленькие квантовые точки.

3. Заключение

Наиболее важным аспектом квантовой точки, который влияет на оптические свойства, которые она отображает, является ее размер. Размером точки можно манипулировать в производственных процессах для создания квантовой точки, подходящей для целей оптического отображения.

Также следует учитывать форму и структуру квантовой точки, а также материал, используемый в процессе изготовления. Однако, поскольку размер оказывает прямое влияние на оптические свойства и частоту флуоресцентного света, излучаемого или поглощаемого кристаллом, ему следует уделить соответствующее внимание.

Список литературы

1. S. V. Gaponenko, N. N. Rozanov, E. L. Ivchenko, A. V. Fedorov, A. V. Baranov, A. M. Bonch-Bruевич, T. A. Vartanyan, S. G. Przhibelsky. Optics of nanostructures. Edited by A. V. Fedorov: St. Petersburg "Nedra", – 2015, – P. 326.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА МИКРОВОЛНОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА КВАНТОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК

Омарова Д.Т.

Научный руководитель: Кузнецова Виктория Вячеславовна, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INVESTIGATION OF THE MICROWAVE IRRADIATION METHOD FOR THE SYNTHESIS OF QUANTUM CARBON DOTS

Omarova D.T.

Supervisor: Victoria V. Kuznetsova, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье описывается прогресс в области квантовых углеродных точек, уделяя особое внимание методу «микроволновое облучения» для синтеза квантовых точек. Приведены преимущества этого метода от других.

Abstract

The article describes the progress in the field of quantum carbon dots, focusing on the method of "microwave irradiation" for the synthesis of quantum dots. The advantages of this method over others are given.

1. Введение

Квантовые точки на основе углерода, состоящие из графеновых квантовых точек и углеродных квантовых точек, представляют собой новый класс углеродных наноматериалов с размерами менее 10 нм. В течение последних нескольких лет был достигнут значительный прогресс в синтезе, свойствах и применениях квантовых точек на основе. По сравнению с традиционными полупроводниковыми квантовыми точками и органическими красителями, фотолюминесцентные квантовые точки на основе углерода превосходят их с точки зрения высокой (водной) растворимости, надежной химической инертности, легкой модификации и высокая устойчивость к фотообесцвечиванию.

2. Микроволновое облучение

В спектре флуоресценции цвет света отличается в зависимости от

Микроволновое облучение органических соединений является быстрым и недорогим методом синтеза УКТ. Используя сахарозу в качестве источника углерода и диэтиленгликоль в качестве реакционной среды, зеленые люминесцентные УКТ были получены в течение одной минуты при микроволновом облучении. Эти стабилизированные УКТ могут быть хорошо диспергированы в воде с прозрачным внешним видом. С увеличением длины волны возбуждения интенсивность ФЛ сначала увеличивалась до максимума (возбуждение 360 нм), а затем уменьшалась. Более того, эти УКТ могли эффективно поглощаться клетками глиомы С6 и проявляли низкую цитотоксичность, что указывает на их потенциал в биоимиджинге. способствовали пиролизу лимонной кислоты с различными молекулами аминов при помощи микроволн для синтеза высоколюминесцентных УКТ. Молекулы аминов, особенно молекулы первичных аминов, выполняют двойную функцию в качестве предшественников для легирования N и пассивирующей поверхности агентов, что повышает производительность PL. Значения QY значительно увеличились с увеличением содержания N для УКТ, изготовленных из лимонной кислоты и 1,2-этилендиамина, показав QY до 30,2%.

3. Заключение

Полученные в результате УКТ обладают высокой биосовместимостью и большим потенциалом для биомедицинских применений. Этот метод отличается своей простотой выполнения и довольно доступными материалами для синтеза квантовых точек. Это исследование служит новой демонстрацией простого и экономичного метода производства УКТ, который может привести к их потенциалу для применения в оптических датчиках.

Список литературы

1. S. V. Gaponenko, N. N. Rozanov, E. L. Ivchenko, A. V. Fedorov, A. V. Baranov, A. M. Bonch-Bruevich, T. A. Vartanyan, S. G. Przhibelsky. Optics of nanostructures. Edited by A. V. Fedorov: St. Petersburg "Nedra", – 2015, – P. 260.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
МИКРОКОЛЬЦЕВЫХ РЕЗОНАТОРОВ НА ЧИПЕ
ИЗ НИТРИДА КРЕМНИЯ**

*Павлов А.В., Герасимов К.И., Миннегалиев М.М.
(Казанский квантовый центр, КНИТУ-КАИ, г. Казань)*

**ON CHIP SILICON NITRIDE MICRO-RING RESONATORS
SPECTRAL CHARACTERISTICS INVESTIGATION**

*Pavlov A.V., Gerasimov K.I., Minnegaliev M.M.
(Kazan quantum center, KNRTU-KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье рассчитаны и экспериментально измерены спектральные характеристики кольцевых резонаторов из нитрида кремния с разными размерами, а также проведено моделирование распространения пространственной моды в волноводах.

Abstract

In the article the spectral characteristics of silicon nitride ring resonators with different sizes are calculated and experimentally measured, and the propagation of a spatial mode in waveguides is simulated.

Введение

В последнее десятилетие нитрид кремния Si_3N_4 стал привлекательной альтернативой в интегральной фотонике поскольку он предлагает высокую оптическую нелинейность и позволяет избежать двухфотонного поглощения на телекоммуникационных длинах волн, что способствует уменьшению потерь в волноводе. Меньший контраст показателя преломления волноводов Si_3N_4 ($n \approx 2$) с оболочкой из диоксида кремния (SiO_2 , $n \approx 1,45$) по сравнению с волноводами Si ($n \approx 3,48$) также снижает потери волновода, вызванные рассеянием на шероховатости [1].2. Моделирование и расчеты спектральных характеристик

Волноводы изготовлены на пластинах Si/SiO₂/Si₃N₄ толщина слоя Si₃N₄ $h=220$ нм. Ширина волновода равна $W=2300$ нм. На рис 1 показано поперечное сечение всех изготовленных волноводов, изображение волноводно-резонаторной структуры из оптического микроскопа и мода волновода в поперечном сечении.

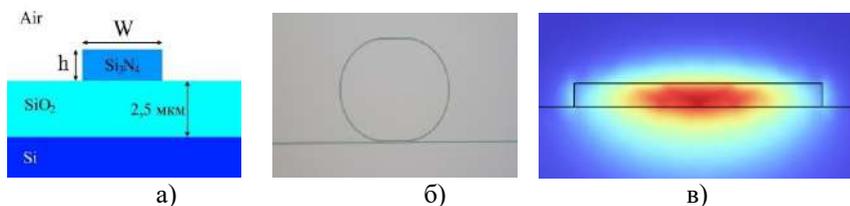


Рис. 1 а) Схематическое изображение поперечного сечения волноводов, б) изображение волноводно-резонаторной структуры с оптического микроскопа, в) мода волновода в поперечном сечении, полученная моделированием в среде COMSOL.

В данной работе были исследованы спектральные характеристики волноводных структур в виде кольца и «стадиона» с двумя полуокружностями которые соединены линейными участками, используемыми для связи с внешним волноводом. Длина линейных участков менялась от 19.9 мкм до 78.5 мкм, радиус менялся от 110 мкм до 230 мкм, расстояние между волноводом и резонатором составило 380 нм. Для возбуждения резонаторов использовался диодный лазер New Focus TLB-6700 на длине волны 1550 нм. Излучение на выходе детектировалось с помощью детектора ThorLabs DET10D/M. Для увеличения эффективности ввода/вывода излучения в волноводную структуру использовались линзованные волокна AMS Technologies TPMJ-3A-1550. Это позволило обеспечить максимальную эффективность ввода и вывода оптического излучения в 4%, что соответствует лучшим результатам при использовании данного способа.

Заключение

В результате серии проведенных экспериментов с волноводно-резонаторными планарными системами были измерены спектральные ширины мод кольцевых резонаторов для телекоммуникационной длины волны, что позволило получить информацию о добротности изготовленных резонаторов. Добротность резонаторов на чипе находилась в промежутке $1 \times 10^4 \div 5 \times 10^4$.

Данная работа была поддержана Минобрнауки России (Регистр. №. НИОКТР 121020400113-1).

Список литературы

1. Alexandra S. Sheremet et.al. / Waveguide quantum electrodynamics: Collective radiance and photon-photon correlations // Rev. Mod. Phys. 95,015002.

**УЗКОПОЛОСНЫЙ ИСТОЧНИК
ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ЗАПУТАННЫХ ФОТОННЫХ ПАР
НАСТРОЕННЫЙ НА ОПТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД ИОНОВ ЭРБИЯ**

*Хайруллин А.Ф., Герасимов К.И., Миннегалиев М.М.,
Моисеев Е.С., Моисеев С.А.*

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**NARROW-BAND SOURCE OF POLARIZATION-ENTANGLED
PHOTON PAIRS TUNED TO THE OPTICAL
TRANSITION OF ERBIUM IONS**

*Khairullin A.F., Gerasimov K.I., Minnegaliev M.M.,
Moiseev E.S., Moiseev S.A.*

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В настоящей работе обсуждается яркий узкополосный источник поляризационно-запутанных фотонных пар на основе явления спонтанного параметрического рассеяния в резонаторе, настроенный на оптический переход ионов эрбия. Представлена экспериментальная реализация источника, исследованы его статистические и корреляционные характеристики.

Abstract

In this paper discusses a bright narrow-band source of polarization-entangled photon pairs based on the cavity-enhanced spontaneous parametric down-conversion, tuned to the optical transition of erbium ions. An experimental implementation of the source is presented, and its statistical and correlation characteristics are investigated.

1. Введение

Ключевым инструментом квантовой оптики является источник коррелированных фотонных пар. Было показано, что источники спонтанного параметрического рассеяния (СПР) в резонаторе могут генерировать яркие узкополосное излучение, что позволяет реализовывать устройства квантовой памяти, квантовые повторители и цельную квантовую сеть [1].

2. Схема эксперимента и результаты

В данной работе представлена экспериментальная реализация узкополосного источника поляризационно-запутанных фотонных пар на основе СПР в резонаторе на длине волны 1538,3 нм. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

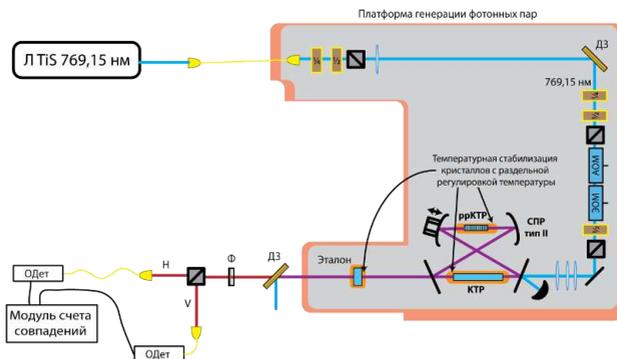


Рис. 1 – Экспериментальная схема узкополосного источника фотонных пар.

Были проведены эксперименты по измерению кросскорреляционной, функции с оповещением. Для мощности накачки 5 мВт $g^2(0) = 0,19$, что характеризует свет, как неклассический. Спектральная ширина фотонных пар в центральной моде 0,74 МГц. С учетом потерь на элементах схемы, при накачке в 5 мВт средняя частота следования фотонных пар составляет 105 Гц. Так спектральная яркость источника составляет $\approx 13 \text{ Гц} * \text{мВт}^{-1} * \text{МГц}^{-1}$.

3. Заключение

Продемонстрированный источник обеспечивает эффективную генерацию ярких поляризационно-запутанных фотонных пар в спектральном диапазоне переходов ионов эрбия, что позволяет использовать его при создании устройств квантовой памяти.

Исследование проведено при финансовой поддержке Минобрнауки России Рег. номер НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Moqanaki, A., Massa, F. & Walther, P. Novel single-mode narrow-band photon source of high brightness tuned to cesium D2 line. APL Photonics 4, (2019).

**ПРОТОКОЛ БЫСТРОЙ КВАНТОВОЙ ПАМЯТИ
В ВОЛНОВОДНО-РЕЗОНАТОРНОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ**

Харламова Ю.А., Арсланов Н.М., Моисеев С.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**PROTOCOL OF FAST QUANTUM MEMORY
IN A WAVEGUIDE-RESONATOR SYSTEM UNDER THE
CONDITIONS OF EXPERIMENTAL PARAMETERS**

Kharlamova Yu.A., Arslanov N.M., Moiseev S.A.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Теоретически разработан протокол быстрой квантовой памяти в высокодобротном резонаторе, содержащем одиночный атом. Найден диапазон параметров для реализации данного протокола квантовой памяти экспериментально с повышенной эффективностью.

Abstract

Theoretically, a protocol has been developed for fast quantum memory in a high-Q resonator containing a single atom. The range of parameters for the implementation of this quantum memory protocol has been found experimentally with increased efficiency.

1. Введение

Квантовая память является одним из базовых устройств, необходимых для реализации квантовых гейтов, квантового компьютера, а также квантовых коммуникаций на большие расстояния. Одной из перспективных схем квантовой памяти является высокодобротный резонатор с одиночным резонансным атомом. Особый интерес представляют протоколы квантовой памяти, реализованные в неадиабатическом режиме [1].

2. Система уравнений и параметры контролирующего импульса.

Предполагается, что однофотонный волновой пакет передается через волновод в высокооборотный резонатор, содержащий трехуровневый атом, находящийся в основном, уравнения для амплитуд системы [2]:

$$\frac{d}{dt}S = -(i\Delta_s + \gamma_s)S - i\Omega_0(t)e^{-i\varphi(t)}b - ig_a c, \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt}b = -(i\Delta_b + \gamma_b)b - i\Omega_0(t)e^{i\varphi(t)}S, \quad (2)$$

$$\frac{d}{dt}a_c = -\left(i\Delta_c + \frac{\kappa + \kappa_{loss}}{2}\right)a_c - igS + \sqrt{\kappa}a_{in}, \quad (3)$$

где реализован переход к медленным переменным.

В случае присутствия потерь в системе эффективность долгоживущего уровня $|b(t \rightarrow +\infty)|^2 \rightarrow 1 - \frac{\kappa_{loss}}{\kappa} - \gamma_s \frac{(2\Delta_f^2 + (\kappa - \kappa_{loss})^2)}{2\kappa g^2}$. В условиях экспериментальных параметров [1,3] эффективность нашего протокола быстрой квантовой памяти составляет 39%.

3. Заключение

Для предложенного протокола быстрой квантовой памяти показана возможность выбора оптимальных параметров, также показана высокая эффективность работы протокола в условиях отсутствия потерь системы. Для параметров существующих экспериментальных работ [3,4] применение предложенной формы включения контролирующего поля эффективность сохранения квантового состояния может достичь 39%, что выше достигнутой эффективности (9-25% [1,4]) протоколов квантовой памяти, работающих в неадиабатическом режиме, на настоящий момент.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, рег.№ НИОКТР 121020400113-1.

Список литературы

1. Giannelli L., Schmit T., Calarco T. et al. / Optimal storage of a single photon by a single intra-cavity atom // *New J. Phys.* 2018. V. 20. P.105009.
2. Arslanov N.M., Moiseev S.A. / Fast Quantum Memory on a Single Atom in a High-Q Cavity // *Journal of Russian Laser Research.* 2021. V.42. P. 378-387.
3. Körber M., Morin O., Langenfeld S. et al / Decoherence-protected memory for a single-photon qubit // *Nature Photonics.* 2018. V.12. P.18-21.
4. Macha T., Uruñuela E., Alt W. et.al / Nonadiabatic storage of short light pulses in an atom-cavity system // *Phys. Rev. A.* 2020. V.101. P. 053406.

КВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ

Якупов Д.Д. Цепелев М.В.

Научный руководитель: Козин Константин Викторович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

QUANTUM CRYPTOGRAPHY

Yakupov D.D. Tsepelev M.V.

Supervisor: Konstantin V. Kozin, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Квантовая криптография - это относительно новая область криптографии, которая использует принципы квантовой механики для защиты информации. Она обеспечивает безусловную защиту передаваемых данных, невозможность перехвата, высокую скорость передачи данных и низкое энергопотребление. Некоторые компании уже начали использовать квантовую криптографию в своих продуктах и услугах, однако это технология все еще находится на стадии активного исследования и разработок.

Abstract

Quantum cryptography is a relatively new field of cryptography that uses the principles of quantum mechanics to protect information. It provides unconditional protection of the transmitted data, impossibility of interception, high data transfer rate and low power consumption. Some companies have already started using quantum cryptography in their products and services, but this technology is still at the stage of active research and development.

1. Введение

Квантовая криптография – это способ обеспечения безопасности передачи информации, основанный на использовании квантовых свойств света. Квантовая криптография позволяет обеспечить безусловную защиту передаваемых данных, что делает ее одной из наиболее перспективных областей квантовых технологий.

Основой квантовой криптографии является принцип невозможности копирования квантового состояния. Это означает, что любая попытка

перехвата квантового сигнала приведет к изменению его состояния, что будет заметно как для отправителя, так и для получателя. Таким образом, квантовая криптография позволяет обеспечить безопасность передачи информации даже в случае наличия криптоаналитических атак.

2. Принцип работы квантовой криптографии

Квантовая криптография состоит из нескольких этапов. Сначала происходит формирование квантового ключа - случайной последовательности квантовых состояний, которые будут использоваться для шифрования и расшифрования данных. Затем происходит передача квантового ключа по каналу связи. Если ключ был перехвачен, то это станет заметно как для отправителя, так и для получателя, и ключ будет заменен. После того, как квантовый ключ был передан, он используется для шифрования и расшифрования данных. Шифрование происходит путем изменения состояния квантовых битов в соответствии с передаваемыми данными. Расшифрование происходит путем сравнения состояний квантовых битов с помощью квантового ключа.

3. Перспективы квантовой криптографии

Одним из наиболее перспективных применений квантовой криптографии является создание безопасных квантовых сетей связи. Квантовые сети связи используют квантовые свойства света для передачи информации между узлами сети, обеспечивая высокую степень защиты от взлома.

4. Заключение

Квантовая криптография – это одна из наиболее перспективных областей квантовых технологий. Ее применение может позволить обеспечить безусловную защиту передаваемых данных, что делает ее одной из наиболее важных технологий для обеспечения безопасности в будущем.

Список литературы

1. N. Gisin. Quantum cryptography. // *Physics in our century*. 2002. Vol. 3, No. 1. pp. 21-29.
2. Cryptographic protocols based on quantum computing / Edited by K. Shor and Y. Killiana. – М.: Mir, 2003. – 245 p.
3. Cryptography in the Quantum World / Edited by L. K. Grover and R. Hughes. – Moscow: Mir, 2007. – 384 p.

6. ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ

УДК 796

ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ КНИТУ-КАИ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ И ЗАНЯТИЯМ СПОРТОМ

Артемяева А.А.

Научный руководитель: Кузнецова Галина Павловна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева — КАИ, Казань)

THE ATTITUDE OF THE STUDENTS OF KNITU-KAI TO A HEALTHY LIFESTYLE AND SPORTS

Artemieva A.A.

Supervisor: Galina P. Kuznetsova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev –KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается отношение студентов казанского национального исследовательского технического университета им А.Н. Туполева – КАИ к здоровому образу жизни, заинтересованности в занятиях физической культурой и спортом в повседневной жизни.

Abstract

The article examines the attitude of students of Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI to a healthy lifestyle, interest in physical culture and sports in everyday life.

1. Введение

На сегодняшний день актуальной проблемой среди большинства студентов является отсутствие регулярной двигательной активности. Занятия спортом и поддержание здорового образа жизни не воспринимаются частью общей культуры. У студентов отсутствует понимание, что в современных реалиях труд требует не только хороших умственных способностей, но и хорошей физической подготовки.

2. Для изучения проблемы отношения студентов к здоровому образу жизни и спорту было проведено исследование среди 32 студентов КНИТУ им А.Н. Туполева – КАИ с помощью онлайн опроса. Исследование показало, что среди всех опрошенных только 47% ведут здоровый образ жизни. 53% имеют вредные привычки и только 39% из них пытаются избавиться от вредных привычек. Основной причиной отказа от здорового образа жизни студенты назвали запрет вредной еды – 54%, 36% опрошенных считают поддержание здорового образа жизни пустой тратой времени, 10% не имеют достаточного количества денежных средств. При этом большая часть студентов изъявили желание посещать теоретические курсы, посвященные правильному ведению здорового образа жизни – 78%.

Стоит отметить, что на разных курсах обучения по-разному относятся к посещению как обязательных, так и необязательных занятий физической культурой. Большой интерес к занятиям спортом проявили студенты первого курса – 67% опрошенных, среди них 58% дополнительно посещают спортивные секции. 33% – студенты второго и выше курсов, из которых 46% уделяют свободное время для посещения спортивных секций.

Основной мотивацией для посещения занятий физической культурой среди студентов является получение положительных оценок – 76%, однако 57% опрошенных высказали желание посещать дополнительные спортивные секции в спортивном комплексе «Олимп». Также студенты отмечают большое количество различных спортивных направлений в КНИТУ-КАИ, наиболее популярными из которых являются плавание (17%), футбол (23%), волейбол (20%), тренажерный зал (26%), баскетбол (14%).

3. Заключение

В результате исследования можно сделать следующие выводы:

1. Большая часть студентов КНИТУ-КАИ не придерживается здорового образа жизни – 53%;
2. Основной причиной отказа от ЗОЖ является отказ от вредной еды – 54%;
3. Большинство опрошенных хотели бы посещать теоретические занятия, посвященные здоровому образу жизни – 78%;
4. Среди всех курсов наибольший интерес к занятиям физической культурой проявляют студенты первого курса – 67%;
5. Основной мотивацией для посещения занятий физической культурой являются положительные оценки (зачёт) – 76%.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СПОРТЕ

Асанов Э.И.

Научный руководитель: Галимова Эльга Викторовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

THE USE OF VIRTUAL REALITY IN SPORTS

Asanov E.I.

Supervisor: Elga V. Galimova, associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev –KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается способ тренировок, который сможет снизить риски получения травм и заболеваний. Будет рассмотрена такая сфера, как VirtualReality или виртуальная реальность, ее польза для проведения тренировок и послетренировочная реабилитация.

Abstract

The article discusses a method of training that can reduce the risks of injury and disease. Such an area as Virtual Reality or virtual reality will be considered. Its benefits for training and post-training rehabilitation will be considered.

1. Введение

Дополненная реальность – результат дополнения поля восприятия разных сенсорных данных для дополнения сведений об условиях и улучшения восприятия информации. Система позволяет отображать виртуальные объекты посредством специальных очков и шлемов;

2. Основной вклад VRв повседневных тренировках

В данной работе предложены основные критерии качества дополненной реальности спортивной деятельности. Искусственный интеллект в дополненной реальности выступает в роли тренера. Благодаря своим алгоритмам он способен анализировать множество видеозаписей с выступлением спортсменов и делать выводы, которые не заметны глазу человека. Полученная информация позволяет платформе проанализировать видеопоток с устройств контроля положения тела в пространстве и отслеживать технику выполнения упражнений. В случае ошибок, она будет

давать рекомендации по их исправлению.

Например, в Португалии был сконструирован бильярдный тренажер дополненной реальности. Благодаря камерам, размещенным над столом, система виртуальной реальности получает все данные о положении шаров, кия, игрока и координирует действия путем лазерной проекции траектории движения шара. Зная всю эту информацию, игроку почти нереально промахнуться. Такая тренировка принесет огромный опыт и навыки, которые сложно получить без дополненной реальности.

Помимо построения плана тренировок, система VR в совокупности с тактильными датчиками способна улучшить качество и эффективность тренировок. Человек во время занятия спортом не может в полной мере оценить свое состояние, с чем и помогает технология дополненной реальности. Цифровой тренер следит за состоянием спортсмена и подсказывает, когда пора остановиться и передохнуть. С целью уменьшения проводов на теле человека были разработаны специальные костюмы с «дотами». Это плоские пружины, которые улавливают движения человека и, благодаря своей упругости, возвращают микроколебания с усилием. За счет воздействия на мягкие ткани, доты улучшают микроциркуляцию крови и лимфоток. Благодаря этому уменьшается воспаление, и человек может быстрее восстановиться даже после застарелых травм. При сильных травмах виртуальная реальность способна компенсировать недееспособность мышцы за счет включения другой группы мышц. Это позволяет постепенно восстановить функции двигательной системы.

3. Заключение

Из приведенных результатов исследования можно сделать вывод, что VR приносит огромный вклад в тренировки спортсменов, повышая их качество.

Список литературы

1. AR и VR в спорте: настоящее и будущее // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/468441/> (дата обращения: 21.03.2023).

КОНЦЕПЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ВУЗЕ

Асеев Г.Д.

Научный руководитель: Титова Елена Борисовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева – КАИ, г. Казань)

THE CONCEPT OF PHYSICAL EDUCATION AT THE UNIVERSITY

Aseev G.D.

Supervisor: Elena B. Titova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассмотрена концепция физического воспитания в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева. Авторами была определена особая важность физической активности и ее роль в жизни студентов. Определена необходимость обеспечения студентов всеми видами знаний о жизнедеятельности человека, о его здоровье и здоровом образе жизни.

Abstract

This article discusses the concept of physical education at the Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev. The authors identified the special importance of physical activity and its role in the life of students. The necessity of providing students with all kinds of knowledge about human life, about his health and healthy lifestyle is determined.

1. Введение

Одним из самых важных факторов сохранения здоровья является физическая активность, которая влияет на благосостояние общества. Можно быть уверенным в том, что университет – это то самое место, где у индивидуума появляются самые разные возможности самореализации, так, например, в научной деятельности, или же в спорте.

2. Дисциплина «Физическая культура и спорт» всегда была включена Государственным образовательным стандартом в блок обязательных к прохождению гуманитарных дисциплин. Ее

главными задачами являются: обеспечение студентов всеми видами знаний о жизнедеятельности человека, о его здоровье и здоровом образе жизни, дать возможность научиться владеть практическими навыками и умениями. Учебные занятия по физической культуре в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ) направлены на сохранение и укрепление здоровья, совершенствование и развитие психофизических способностей студентов. Учебный процесс по элективной физической культуре в КНИТУ-КАИ на протяжении многих лет проходит по принципу выбора, т.е. студент имеет свободу выбора. Он выбирает то спортивное направление, которое ему интересно, в котором он хочет развиваться и совершенствоваться. Студент, имеющий спортивный разряд, занимается в секции спортивного совершенствования с повышенной физической нагрузкой и участвует в соревнованиях более значимых по статусу.

В структурном подразделении нашего технического университета, одну из ведущих ролей внутренней молодежной политики выполняет спортивный клуб КНИТУ-КАИ. Спортивный клуб совместно с преподавателями кафедрой физической культуры и спорта организуют и проводят множество соревнований и спортивно-массовых мероприятий, которые являются неотъемлемой частью физического воспитания студентов. Разнообразный спортивный досуг в соревновательной форме - это положительные эмоции, связанные с победой. Стремление к первенству воспитывает конкурентоспособных специалистов.

В нашем университете большое внимание уделяется и самостоятельной работе. Самостоятельная работа - это форма спортивной тренировки. В свободное время студенты могут заниматься в спортивных секциях. Сочетание учебных занятий с самостоятельными тренировками играют особую роль с точки зрения физической подготовки и развития личности.

3. Заключение

Изучая литературные источники и проводя опрос студентов, мы пришли к выводу, что основными причинами, по которым студенты занимаются физической культурой и спортом, является стремление достичь здорового и эстетически красивого тела. Вторая и не менее важная причина занятиями спортом, это достижение высоких спортивных результатов и большое желание побеждать. На третьем месте, были отмечены положительные эмоции, которые студенты испытывают, принимая участие в спортивных мероприятиях.

РОЛЬ ПЕДАГОГА ДЛЯ ПРЕОБЩЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ К ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Асеев Г.Д.

Научный руководитель: Титова Елена Борисовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева – КАИ, г. Казань)

THE ROLE OF A TEACHER FOR INTRODUCING STUDENTS TO PHYSICAL ACTIVITY

Aseev G.D.

Supervisor: Elena B. Titova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается, как двигательная активность развивает интерес студентов к занятиям физической культурой, какую роль играет педагог в мотивации к занятиям и как эти занятия помогают сохранить физическое и психическое здоровье, ведь только в студенческом возрасте формируется осознанное стремление к самореализации, определяются жизненные позиции, стабилизируется самооценка.

Abstract

This article examines how motor activity develops students' interest in physical education classes, what role the teacher plays in motivating them to classes and how these classes help to maintain physical and mental health, because only at the student age a conscious desire for self-realization is formed, life positions are determined, self-esteem is stabilized.

1. Введение

Здоровье нельзя приобрести раз и навсегда, чтобы быть здоровым нужны постоянные усилия, определенные знания о факторах, формирующих и разрушающих здоровье, усвоение правил, норм и закономерностей двигательной активности в различных условиях.

2. Одна из задач преподавателей физической культуры, это воспитать у обучающихся привычку - здоровую привычку, заниматься физическими упражнениями, потому что они являются главным антидепрессантом, который помогает отвлечься от факторов,

вызывающих неудовлетворенность жизнью. В нашем техническом университете, мы провели опрос обучающихся о факторах, влияющих на их отношение к физической культуре и здоровому образу жизни. Подводя итоги опроса, большинство респондентов, отметили дефицит свободного времени и то, что здоровому образу уделяются только часы отведенное на учебные занятия физической культурой. Условиями и содержанием учебного процесса, удовлетворены все обучающиеся.

В настоящее время наши студенты занимаются в замечательных условиях, хорошо оборудованных спортивных залах. Хорошие условия для занятий физкультурой и спортом в нашем современном обществе является главным мотивом, побуждающим студентов заниматься физической культурой. Вторым фактором мотивации является позитивный эмоциональный фон учебных занятий. Благоприятная атмосфера учебного процесса достигается через доброжелательное и уважительное отношение педагога к студентам; поощрение положительных, даже незначительных сдвигов в их образовательной деятельности; обоснованное оценивание результатов; четкие и понятные студентам критерии оценки; доступность изложения материала дисциплины; обеспечение профессиональной направленности учебных задач; создание ситуаций успеха; поощрение социальной активности студентов и др. Учебно-педагогическое взаимодействие педагога и обучающегося в здоровье сберегающем образовательном процессе имеющий совместно-распределенный характер, подчинен единой цели, достижение которой невозможно без объединения ее субъектов в некую субъектную общность. Это требует от субъектов взаимного обмена способами и операциями совместно выполняемого действия. Подобные приёмы способствуют усилению мотивации студентов к занятиям по физической культуре и, как следствие, воспитанию целостной личности, способной к творческой и активной жизнедеятельности.

3. Заключение

Продуманная педагогическая политика к учебным занятиям, которая включает в педагогические технологии интересы обучающихся, мотивирует студентов к физической активности, занятиям физической культурой и спортом, а также подготавливает их к будущей профессиональной деятельности.

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ НА УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ

Ахметзянов А.К.

Научный руководитель: Покровская Т.Ю., к.соц.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE IMPACT OF SPORTS ON STUNENT ACADEMIC PERFORMANCE

Ahmetzianov A.K.

Supervisor: Tatyana U. Pokrovskaya, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье анализируется субъективная оценка влияния занятий спортом на академическую успеваемость студентов технических вузов.

Abstract

The article analyzes the subjective assessment of the impact of sports on the academic performance of technical universities students.

1. Введение

Занятия спортом обладают широким спектром положительного влияния на физическое и психоэмоциональное состояние человека. Например, кратковременные физические нагрузки максимальной интенсивности повышают внимание и память [1.с.25] Однако студенты иногда отказываются от них с целью освободить больше времени для академических занятий и повышения успеваемости. Для выявления ошибки выбора этой стратегии необходимо изучить влияние занятий спортом на академическую успеваемость студентов.

2. Исследование проблемы проводилось путем опроса студентов третьего курса КНИТУ-КАИ им. Туполева. Исследование опиралось на субъективный взгляд студентов на собственную успеваемость. Опрашиваемым было предложено оценить количественные изменения в своих занятиях спортом за последние 6 месяцев и изменения в их академической успеваемости. Из 56 опрошенных изменения в количестве занятий спортом отметили 24 человек, из которых 14 увеличили, а 10

уменьшили количество времени, выделяемое на спорт. На диаграмме 1 представлены студенты, увеличившие количество занятий и то, как распределены их отзывы об изменении успеваемости. На диаграмме 2 показаны студенты, уменьшившие количество занятий.

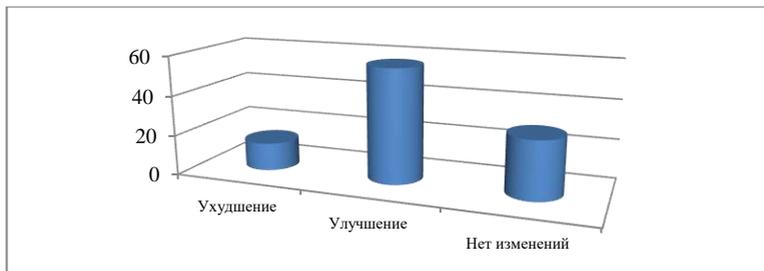


Диаграмма 1. Увеличение занятиями спортом

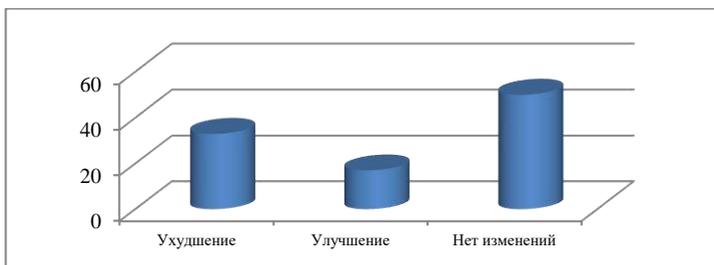


Диаграмма 2. Уменьшение занятиями спортом

Результаты демонстрируют что отказ от спорта, как правило, не дает прироста успеваемости, а начало занятий положительно на нее влияет.

3. Заключение

Из приведенных результатов можно сделать вывод что занятия спортом, в большинстве случаев, оказывают положительное влияние на академическую успеваемость студентов.

Список литературы

1. Сатукин М.Ф. Спорт и академическая успеваемость студентов / М.Ф. Сатукин. Москва, 2016. -7 с.
2. Гудина Г.В. Зависимость успеваемости и физической подготовки студентов / Г.В. Гудина. – Брянск: БГТУ, 2019. – 77 с.

ОЦЕНКА ПОПУЛЯРНОСТИ ВИДОВ СПОРТА СРЕДИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Ахметзянов А.К.

Научный руководитель: Покровская Татьяна Юрьевна, к. соц. н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ASSESSMENT OF POPULARITY OF ACTIVE SPORTS AMONG TECHNICAL UNIVERSITY STUDENTS

Ahmetzianov A.K.

Supervisor: Tatyana U. Pokrovskaya, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье анализируется популярность различных видов спорта у студентов технических вузов.

Abstract

The article analyzes the popularity of various sports among students of technical universities.

1. Введение

Малоподвижный образ жизни в современном информационном обществе приводит к проблемам со здоровьем, как физическим, так и эмоциональным. Профилактикой заболеваний и нервных стрессов у студентов высшей школы могут стать занятия спортом [2, с. 7] на базе спортивных комплексов высших учебных заведений. Для предоставления оптимальных условий спортивной самореализации и привлечения большего количества обучающихся к спорту необходимо развивать те виды спорта, которые уже являются наиболее привлекательными для студентов. Отсюда возникает необходимость оценки популярности различных видов спорта в студенческой среде.

2. Исследование проводилось путем анонимного опроса студентов третьего курса КНИТУ-КАИ им. Туполева и МГТУ им. Баумана. Целью опроса являлось выяснить, какими видами спорта они хотели бы заниматься или уже занимаются/занимались в течение первого

семестра 2022/2023 учебного года, как в стенах вуза, так и за его пределами. В опросе приняли участие 72 студента мужского пола. Результаты представлены в Диаграмме 1.

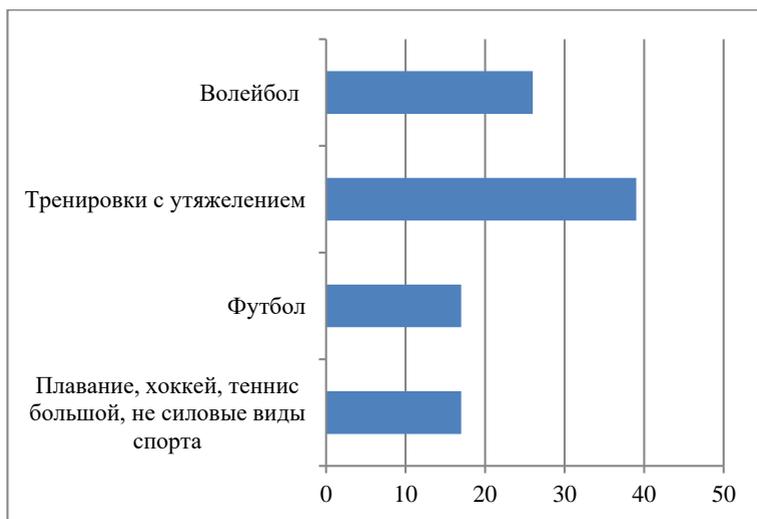


Диаграмма 1. Результаты опроса

3. Заключение

Наиболее распространенными видами спорта среди студентов двух технических вузов являются тренировки с утяжелением, волейбол и футбол. Популяризация и развитие инфраструктуры именно для этих видов спорта с наибольшей отдачей может привести к увеличению числа студентов, занимающихся спортом и ведущих здоровый образ жизни.

Список литературы

1. Чудринов А. А. Наиболее популярные виды спорта среди молодежи и студентов Германии / А. А. Чудрин. – Петрозаводск: ПГУ, 2022. – 9 с.
2. Гилев, Г. А. Физическое воспитание студентов / Г. А. Гилев, А. М. Каткова. - Москва: МПГУ, 2018. - 336 с.

ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ

Бор Н.А.

*Руководитель: Ахметгалиев Л.М., старший тренер-преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

TRAINING AND EDUCATION IN THE FIELD OF RADIOPHYSICS, PHOTONICS AND LIVING SYSTEMS

Bor N.A.

*Supervisor: Akhmetgaleev L.M., senior trainer-teacher
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается улучшение оптических свойств в спортивных очках и линзах посредством уменьшения аберрации с помощью использования прогрессивных линз.

Abstract

The article discusses the improvement of optical properties in sports glasses and lenses by reducing aberration through the use of progressive lenses.

1. Введение

Аберрация – это физический эффект, при котором линза не фокусирует свет точно в одной точке, что приводит к искажению изображения.

В спортивных очках, аберрация может иметь большое значение, особенно в таких видах спорта, как гольф, стрельба из лука и стрельба из пистолета. Это связано с тем, что в этих видах спорта точность очень важна, и малейшее искажение может повлиять на результаты.

2. Прогрессивные линзы

Одним из способов использования анизотропных материалов для уменьшения аберрации является создание линз с переменным показателем преломления – прогрессивные линзы. Такие линзы имеют различные оптические свойства в разных направлениях, что позволяет снизить аберрацию и повысить качество изображения. Это тип линз, который обеспечивает непрерывный переход от более сильной фокусировки для дальних объектов к более слабой фокусировке для близких объектов. Этот тип линз

также известен как "мультифокальные" линзы, потому что они имеют несколько фокальных точек для обеспечения видимости на разных расстояниях. Кривизна поверхности у таких линз возрастает от минимального значения в зоне для зрения вдаль (в верхней части линзы) до максимальной величины в зоне для зрения вблизи (в нижней части линзы) (рис 1.) Однако геометрия прогрессивной поверхности гораздо более сложная. (рис. 2.) Она имеет 4 характерные поверхностные зоны:

1. Зона зрения вдаль
2. Зона зрения вблизи
3. Прогрессивный коридор
4. Область сглаживания

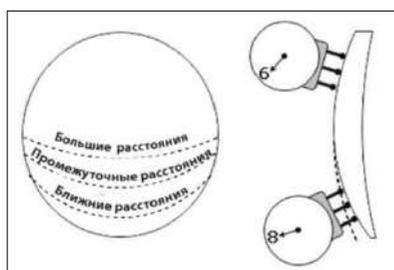


Рис. 1

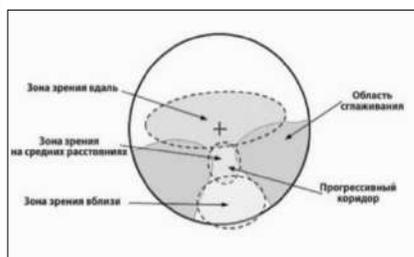


Рис. 2

У прогрессивных линз также есть недостатки. Первый минус – это неудобство при первом ношении или при переходе с однофокусных линз. Это связано с тем, что необходимо некоторое время, чтобы привыкнуть к переходу от одной фокусной точки к другой. Второй - прогрессивные линзы могут быть дороже, чем однофокусные линзы. Это связано с более сложным процессом производства и настройки линз.

3. Заключение

Из приведенных выше аргументов, можно сделать вывод, что использовать прогрессивные линзы можно для бега, плавания, гольфа, тенниса и других видов спорта, где требуется ясное видение на близких, средних и дальних расстояниях.

Список литературы

1. B. Saleh, M. Teich Optics and Photonics. Principles and applications. Translated from English: Textbook. In 2 vols. Vol.1 / B.Saleh, M. Teikh – Dolgoprudny: Publishing House "Intellect", 2012 – 760 p.: cv, incl. ISBN 978-5-91559-038-9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕО РЕСУРСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

Вебер Д.В.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна,
старший преподаватель кафедры ИЯРРКИ
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

USING VIDEO RESOURCES WHEN LEARNING A FOREIGN LANGUAGE

Weber D.V.

Supervisor: Ilmira Abrarovna Raskhodova, Senior Lecturer of the Department
of Foreign Languages of Russian, Russian as a Foreign Language
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается метод изучения видео ресурсов при изучении иностранных языков. Авторы анализируют помогает ли этот метод и насколько становится легче и быстрее изучать иностранный язык.

Abstract

The article discusses the method of studying video resources when learning foreign languages. The authors find out if this method helps and how much it becomes easier and faster to learn a foreign language.

1. Введение

В настоящее время людям все чаще приходится изучать иностранный язык, кому-то для работы, а кому вообще для того чтоб поехать в другие страны. Но чтобы человеку без лишних проблем и потери времени освоить язык, нужно погрузить его в межкультурную среду. И если несколько десятилетий назад был единственный возможный метод изучения через общение с носителем этого языка, то на данный момент появилось множество различных практик, но самая практичная, а главное допустимая методика погружения в среду межкультурного языка способом через – использование видео ресурсов.

2. Основная часть

Когда человек задумывается о том, что ему пора учить зарубежный

язык, то у него появляются вопросы, как и какой метод выбрать. Самый альтернативный способ, это осваивание языка через просмотр видео изображения, это может помочь в индивидуализации изучения, дает возможность упростить и облегчить развитие речевой работы обучаемых. Так как у большинства людей возникает трудность в выработке умений и навыков говорения. А при просмотре роликов наш мозг воспринимает сразу язык верно и без ошибок при произношении. Улучшается процесс изучения, ускорение ритма, скорости, динамики в целом, чего невозможно сказать про традиционные навыки обучения людей языку.

Правильно подобранный видео материал помогает открывать вам интересные возможности для познания языкового и речевого познания. Пока вы смотрите видео, оно сопровождается субтитрами и полностью продуманной системе обучения. Вас направляют на решение конкретной и понятной задачи, которая без проблем понятна и решается без лишних усилий. Но если вы обучаетесь с группой людей вам необходимо заранее обдумать, как и где вы будете обучаться и найти видеоаппаратуру. Обучаясь этой методикой, у вас развязываются руки в плане обучения, можно использовать самые различные видео материалы; обучающие видео уроки, шоу, мультфильмы, художественные и документальные фильмы,

3. Заключение

В мире множество методик, методов, но по истине удобным и многофункциональным является метод использование видео ресурсов при изучении иностранного языка. Он дает развиваться многогранно и помогает вам облегчить изучение, чтоб вам было комфортно в любой среде потратить небольшое количество времени, на просмотр любого видео ресурса и неважно с кем и где вы находитесь.

Список литературы

1. Барменкова О.И. Видео занятия в системе обучения иностранной речи// Иностранные языки 2023.
2. Каджаспирова Г.М. Педагогика: учебник 2007.
3. Расходова И.А., Хабибуллина Р.Р. Интерактивные средства обучения на занятии по английскому языку // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 49-51.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ФИЗИКЕ

Викторов М.С.

Научный руководитель: Юнусов Ринат Файзрахманович, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PHYSICS, INCLUDING IN THE PROCESSING OF EXPERIMENTAL DATA

Viktorov M.S.

Supervisor: Yunusov Rinat Fayzrakhmanovich,
candidate of technical sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматривается применение искусственного интеллекта в области физики, особенно в обработке экспериментальных данных. Это может ускорить и улучшить обработку данных, а также использоваться для распознавания образов, предсказания поведения физических систем и разработки новых материалов

Abstract

The article discusses the application of artificial intelligence in the field of physics, especially in the processing of experimental data. AI can speed up and improve data processing, as well as be used for pattern recognition, prediction of the behavior of physical systems and the development of new materials. In general, this can significantly speed up the process of finding new solutions and contribute to the development of science.

1. Введение

Искусственный интеллект (ИИ) – это область информатики, которая занимается разработкой алгоритмов и программ, способных самостоятельно обучаться и выполнять задачи, которые раньше были доступны только человеческому интеллекту. В настоящее время ИИ широко применяется во многих областях, включая физику [1,2].

2. Способы применения ИИ в физике

Одним из способов применения ИИ в физике является использование его в обработке экспериментальных данных. Эксперименты в физике, особенно в области астрофизики, часто дают огромные объемы данных, которые требуют длительной и сложной обработки, чтобы извлечь из них информацию, которая может быть использована для понимания физических явлений. В этой области ИИ может существенно ускорить и улучшить обработку данных.

Другими возможными применениями ИИ в физике являются предсказание поведения физических систем и обнаружение зависимостей между различными параметрами. Например, можно использовать ИИ для моделирования поведения систем, в которых есть сложные взаимодействия, таких как атмосферные и морские течения. Также ИИ может использоваться для обнаружения взаимосвязей между параметрами в системах, такими как сложные молекулярные соединения и материалы.

Одним из наиболее перспективных применений ИИ в физике является использование его в разработке новых материалов. Используя ИИ, можно создавать модели целых классов соединений и материалов и оценивать их свойства, что может ускорить разработку новых материалов и сократить потребность в экспериментальном поиске.

3. Заключение

Искусственный интеллект – это важный инструмент для развития физики. Применение ИИ в области обработки экспериментальных данных может значительно ускорить и улучшить анализ данных, а также облегчить процесс разработки новых материалов. Будущее науки скрыто в развитии более эффективных ИИ-систем и их использовании в различных сферах науки и технологии.

Список литературы

1. Шуров Н. Искусственный интеллект в обработке экспериментальных данных / Н. Шуров // Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции «Информационные технологии и системы – 2021». – 2021. – С. 549-551.
2. Юнусов Р.Ф., Юнусова Э.Р. Использование информационных технологий на занятиях по физике//Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики "АНТЭ-2013". Международная научно-техническая конференция: сборник докладов. Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева. 2013. С. 261-262.

РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ ПРИ ПОМОЩИ СРЕДСТВ ИЗ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА

Воронцов В.С.

Научный руководитель: Ахматгалиев Равиль Рэстэмович, ассистент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

DEVELOPMENT OF PHYSICAL QUALITIES OF STUDENTS WITH THE HELP OF MEANS FROM GAME SPORTS

Vorontsov V.S.

Supervisor: Ravil R. Akhmatgaliev, assistant
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной статье рассматриваются различные средства из игровых видов спорта. Средства применяются для привлечения студентов к занятиям физической культурой. Так как у многих студентов интерес к занятиям понижен, необходимо подбирать новые и интересные средства для привлечения студентов к посещению физкультуры.

Abstract

This article discusses various means of playing sports. The funds are used to attract students to physical education classes. Since many students have a reduced interest in classes, it is necessary to select new and interesting means to attract students to attend physical education.

1. Введение

В современное время студенты мало заинтересованы в посещение занятий по физической культуре. Интерес студентов теряется из-за отсутствия заинтересованности в их посещениях. Плохая заинтересованность появляется из-за неинтересных занятий. В дальнейшем это плохо сказывается на их физической форме [1].

2. На занятиях физкультуры мало времени уделяют игровым видам спорта. Для развития физической формы часто используют общепринятые стандартные упражнения. Большинство студентов не заинтересованы в их выполнении. При выполнении одного и того же стандартного действия студентам становится скучно [2].

Наше исследование проводилось на базе спортивного комплекса «Олимп» города Казани. В исследование принимали участие 24 студента бакалавра 2 курса, очной формы обучения. Студенты были разделены на 2 группы, контрольную и экспериментальную. Контрольная группа занималась по общепринятой методике, а в экспериментальной группе для развития физических качеств использовались различные упражнения из игровых видов спорта.

Группы между собой являются однородными, в них нет достоверных различий на начало эксперимента.

Для развития физических качеств у студентов мы использовали средства из разных видов спорта. Для развития быстроты мы использовали средства из футбола. При помощи средств из волейбола мы развивали силу и ловкость. С помощью средств из баскетбола студенты развивали выносливость. Для развития гибкости применялись средства из бадминтона.

В конце эксперимента было проведено повторное тестирование уровня развития физических качеств у обеих групп. Во всех пяти проведенных тестах мы наблюдаем достоверные отличия между двумя контрольной и экспериментальной группы ($p < 0,05$)

3. Заключение

Анализируя результаты можно сделать вывод, что средства из игровых видов спорта, которые мы применяли в процессе нашего исследования, показали нам эффективность в тренировочном процессе, тем самым они будут актуальными в ходе развития физических качеств у студентов.

Представленные средства из игровых видов спорта в работе можно предлагать к применению в тренировочном процессе.

Список литературы

1. Былеева, Л.В. Подвижные игры. Практический материал: учебное пособие / Л.В. Былеева. – Москва: ТВТ Дивизион, 2014. – 282 с.
2. Жанэ, И. А. Воспитание двигательных качеств / И. А. Жанэ. – Майкоп: Аякс, 2009. – 103 с.

ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СТУДЕНТОВ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ

Гайнутдинов Д.К.

*Научный руководитель: Титова Анжелика Олеговна
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева – КАИ, г. Казань)*

COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS TOWARDS A HEALTHY LIFESTYLE

Gainutdinov D. K.

*Supervisor: Anzhelika O. Titova
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Научными исследованиями доказано, что учет интересов студентов к физической культуре – важное условие успешного осуществления их физического воспитания. Укрепление здоровья, поддержка на высоком уровне физических и психических сил, всестороннее развитие студентов, напрямую связана с проблемой разработки технологии привлечения студентов к занятиям спортом.

Abstract

Scientific research has proved that taking into account students' interests in physical culture is an important condition for the successful implementation of their physical education. Health promotion, support at a high level of physical and mental strength, comprehensive development of students is directly related to the problem of developing technology to attract students to sports.

1. Введение

У современной студенческой молодежи недостаточно развито мотивационно-ценностное отношение к занятиям физической культурой и спортом, что свидетельствует о необходимости поиска эффективных путей формирования познавательной активности к здоровому образу жизни подрастающего поколения.

2. Физическое воспитание студентов осуществляется преимущественно в процессе регламентированных учебных занятий по дисциплине «Физическая культура и спорт». Занятия в высших учебных

заведениях проводятся на первых трех курсах. В последнее время по многочисленным научным данным наблюдается устойчивое ухудшение состояния здоровья населения и, в частности, студенческой молодежи. В нашей стране возникло противоречие между состоянием здоровья и эффективностью физического воспитания студенческой молодежи. Предлагается увеличить двигательную активность студентов, усовершенствовать управленческие основы физического воспитания, учесть индивидуальные особенности молодежи, формировать здоровый образ жизни, конкретизировать учебный процесс. Поэтому необходимо привлечь студентов к систематическим занятиям физической культурой, следует повысить их интерес к этой деятельности. Практика показывает, что интерес содержит в себе эмоциональный компонент, который оказывается в выборочном позитивном отношении личности к объектам окружающей действительности, а также в потребности к познанию и практической деятельности. Целью нашего исследования является изучение особенностей формирования интереса студентов к занятиям физической культурой и спортом для формирования у них здорового образа жизни. Мы выборочно провели анкетирование обучающихся первого курса. Студентам предлагалось разместить в порядке по возрастанию (по 10-балльной шкале) их заинтересованность к занятиям физической культурой и спортом. Уровень интереса у молодежи к физической культуре носит удовлетворительный характер, а у некоторых даже сформировалось негативное к ней отношение. При подведении итога анкетирования были выявлены отличия между мужчинами и женщинами. Уровень интереса к физической культуре у мужчин выше, чем у женщин. Например, 31,5 % студентов-мужчин первого курса имеют высокий интерес к занятиям физической культурой и спортом, 28,4 % – выше среднего, 29,1 % – средний, 6,4 % – ниже среднего, 4,6 % – низкий. У студенток эти показатели ниже: 17,7 % – высокий интерес, 20 % – выше среднего, 39,3 % – средний, 14,2 % – ниже среднего, 8,8 % – низкий.

3. Заключение

Интерес к двигательной активности с целью ведения здорового образа жизни обусловлен взаимодействием или взаимовлиянием объективных условий существования студентов и их внутренней позиции, которая выражается в осознании потребности, наличии действенного мотива и ясно представляемой цели, а также положительных эмоций в процессе занятий физической культурой.

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА ПРИ СКОЛИОЗЕ

Гарафиева Д.Р.

Научный руководитель: Корнилова Юлия Анатольевна,
старший тренер преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PHYSICAL CULTURE WITH SCOLIOSE

Garafieva D.R.

Supervisor: Juliya A. Kornilova, senior trainer teacher
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье мы рассмотрим понятие «сколиоз». Можно ли заниматься физкультурой при этом заболевании. Учитывая ограничения на физические нагрузки. А именно посмотрим, какие упражнения вы можете делать, а какие нет.

Abstract

In the article we will consider the concept of "scoliosis". Whether it is possible to be engaged in physical culture at this disease. Consider exercise restrictions. Namely, let's see what exercises you can do and what you can't.

1. Введение

Распространенное заблуждение, что люди со сколиозом должны прекратить заниматься спортом, прекратить заниматься спортом и лежать только на диване. Несомненно, правильные упражнения могут помочь людям со сколиозом не меньше, а то и больше, что и всем остальным. Сколиоз – это аномальное боковое (из стороны в сторону) S-образное или С-образное искривление позвоночника. Заболевание может возникнуть в любом возрасте, но чаще всего диагностируется в детском и подростковом возрасте. В зависимости от угла искривления патологию можно разделить на четыре степени: (1 степень – до 10°; 2 степень – 11–25°; 3 степень – 26–40°; 4 степень – больше 40°).

2. Лучшие упражнения для лечения сколиоза сочетают в себе растяжку и укрепление. В результате упражнений на растяжку повышается гибкость, уменьшается жесткость позвоночника и увеличивается

диапазон движений. Укрепление увеличивает мышечную силу и выносливость корпуса, чтобы замедлить искривление позвоночника и уменьшить боль из-за сколиоза. Укрепляющие упражнения помогают уменьшить боль и дискомфорт, связанные со сколиозом. Существует существенная разница между упражнениями, выполняемыми для общей физической подготовки, а также специфическими для лечения сколиоза, которые назначаются в рамках коррекционного лечения. Упражнения при сколиозе, которых следует избегать, — это те, которые напрягают спину, чрезмерно задействуют одну сторону тела или включают повторяющиеся гиперэкстензии.

Никакие упражнения не должны использоваться без специального разрешения вашего врача, лечащего вас от сколиоза. Это связано с тем, что определенные упражнения могут усугубить состояние и снизить эффективность лечения. Упражнения противопоказаны на любой стадии искривления: висеть на турнике, кувырки, поднятие тяжёлых предметов, резкие движения, боевые искусства, бег. Некоторые упражнения, которые вы можете сделать: ходьба на четвереньках или с полусогнутыми коленями по кругу; лежа на боку нужно поднять ногу вверх; стоя на четвереньках, согнуться по-кошачьи; лежа на животе, руки сомкнуть за головой, попытаться приподняться и максимально прогнуться.

3. Заключение

Физкультура (лечебная) или занятия с помощью специального массажа в большинстве случаев приводят к значительному улучшению состояния больного, а некоторые из них могут привести к полному выздоровлению. Также можно подчеркнуть важность таких основных методов лечения сколиоза, как массаж и ЛФК, а также важность соблюдения всех этих рекомендаций.

Список литературы

1. Сколиоз – симптомы, степени, причины, виды и лечение сколиоза. URL: <https://medicina.dobro-est.com/skolioz-simptomyi-stepeni-prichinyi-vidyi-i-lechenie-skolioza.html>
2. Сколиоз программа тренировки: Тренировки при сколиозе — можно ли заниматься. URL: <https://multi-cross.ru/raznoe-2/skolioz-programma-trenirovki-trenirovki-pri-skolioze-mozhno-li-zanimatsya.html>

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

Гибадуллина Р.Ф.

Научный руководитель: Р.Р.Валеева, старший преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

DISTANCE LEARNING IN THE PROCESS OF TEACHING ENGLISH

Gibadullina R.F.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается переход от традиционного образования к онлайн-обучению, а также проблемы с обучением во время пандемии. Подчеркивается необходимость для преподавателей обновлять и улучшать свои методы обучения, и применять демократический подход, включая цифровые технологии в учебный процесс.

Abstract

The text discusses the transition from traditional education to online learning, and the challenges faced during the pandemic. It emphasizes the need for teachers to update and improve their teaching methods, and adopt a democratic approach while incorporating digital technologies into the learning process.

1. Введение

У преподавателей и студентов появилось много возможностей по поводу того, как проводить занятия. Согласовываясь с обучающими, преподаватель может проводить онлайн лекции, а при необходимости проведения некоторых практических работ перейти в традиционную форму обучения.

2. Трудности перехода

Переход в формат дистанционного обучения в год пандемии показал, что требуется обновить и усовершенствовать классические методы

преподавания. Преподавателям иностранного языка можно дать следующие рекомендации: 1) Не переживать, что может снижаться успеваемость учащихся. Правильно подобранный формат изучения языка может только улучшить процесс обучения; 2) Не бояться экспериментов. Можно объяснить учащимся пользу социальных сетей для изучения английского языка, вдохновить её вести и выставлять посты по темам, который вы проходите на занятиях; 3) Работать над расширением словарного запаса. Ведите уроки полностью на английском, в том числе используйте и такие фразы как scroll down the text, download the file, check out your wi-fi, you should enter your login and username, follow the link, share me access to documents и так далее; 4) Оставить свободу выбора за учащимися. Если студент хочет в качестве домашней работы снять серию Stories на заданную тему, отправить вам презентацию с ответами на вопрос или смонтировать клип с выученными текстами, то похвалите его, повышайте его мотивацию к учёбе; 5) Демократический подход. Не бояться просить помощи у обучающихся.

3. Заключение

Дистанционный формат открывает новые педагогические возможности для обучения студентов английскому языку. Эффективные методы организации занятий требуют цифровой грамотности преподавателей и студентов; готовности к смешанному обучению, которая сочетает совместную удаленную и самостоятельную работу; повышения компетентности и педагогического мастерства преподавателей.

Список литературы

1. Кочконбаева С.И., Тыныбекова Ч.А., Сыдыкова Т.М. Педагогические условия использования мультимедийных технологий в условиях дистанционного обучения по дисциплине “Английский язык” // Современные проблемы науки и образования. – 2022.
2. Валеева Р.Р., Васильева М.А. Изучение английского языка дистанционным методом // Современное языковое образование: инновации, проблемы, решения / Modern Foreign Language Education: Innovation, Challenges and Solutions: матер. десятой международ. науч. прак. конф. – М., 2019. - С. 25 – 29.
3. Валеева Р.Р., Давыдов Э.А. Дистанционное обучение как современная образовательная технология // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. международ. науч.-практик. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 45 – 47.

ЧТО МОЖНО ИЗУЧИТЬ В АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ ЗА ТРИ НЕДЕЛИ

Гибадуллина Р.Ф.

Научный руководитель: Р.Р.Валеева, старший преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

WHAT CAN BE LEARNT IN THE ENGLISH LANGUAGE WITHIN THREE WEEKS

Gibadullina R.F.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматривается возможность изучения английского языка за короткий промежуток времени. Подчеркивается важность правильной мотивации. Даны рекомендации, с чего следует начать изучение языка и указывается, что необходимо от обучающегося в первую очередь.

Abstract

The article discusses the possibility of learning English in a short period of time. The importance of proper motivation is emphasized. Recommendations are given on how to start learning the language and it is indicated what is needed from the student in the first place.

1. Введение

На сегодняшний день знание английского языка является потребностью каждого человека, кто заинтересован в своем развитии. Любое изучение языка – это большая, интенсивная работа, поэтому важна высокая мотивация.

2. Интенсивное изучение

Чтобы сформировать и закрепить новую полезную привычку, достаточно меньше месяца. Например, за три недели можно изучить базовые правила, самые популярные видовременные формы английской грамматики, даже начать свободно говорить на некоторые темы на элементарном уровне. Далее, процесс постепенно усложняется. Язык при-

меняется в реальных условиях, например, на работе, в бизнесе и в путешествиях, а также для саморазвития и улучшения памяти. Применяется чтение книг и просмотр фильмов и сериалов в оригинале. Другими словами, начинает развиваться осознанность, где, как и когда можно использовать английский язык. При изучении английского языка необходимо уметь применять аутентичные тексты, слушать английскую речь и общаться с носителями языка, что создаёт подобие естественной языковой среды. Применение блоггинга, различных платформ в обучении выводит изучение языка на новый качественный уровень.

Для быстрого усвоения языка рекомендуются такие действия, как:

1) развитие осознанности, для чего и для какой ситуации желаете изучить английский. Если начать с маленькой, узкой темы, можно быстро ее освоить. Например, за очень короткий срок невозможно свободно овладеть светской беседой (small talk), но вполне возможно поговорить о погоде с другом;

2) фокусирование на изучении только на той части языка, которая вам точно понадобится;

3) частое применение той части учебного материала, который вы выучили. Практика дает самые лучшие результаты.

Чтобы за три недели изучить английский язык, от обучающего требуется всего ясность и сфокусированность. Качество языковых навыков, хорошая база знаний дает возможность свободного перемещения, является хорошей основой, чтобы построить свою жизнь и карьеру так, как человеку хочется.

3. Заключение

В заключение следует отметить, что очень важна мотивация к изучению английского языка самого учащегося, поскольку одного старания преподавателя донести значимость этого предмета без ответственного отношения самого обучающегося недостаточно.

Список литературы

1. Бим И.Л. Обучение иностранному языку. Поиск новых путей // ИЯШ. - 1989.

2. Васильева М.М. Условия формирования мотивации при изучении иностранного языка. – М.: Педагогика 1988.

3. Валеева Р.Р., Дорофеева Д.В. The role of learning the English language in the modern world (Роль изучения английского языка в современном мире) / Р.Р. Валеева, Д.В. Дорофеева // Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков: матер. всерос. науч. прак. конф. – Казань, 2020.

**ТЕХНОЛОГИИ УЛУЧШЕНИЯ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ:
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИК ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ
ПАМЯТИ И ВНИМАНИЯ**

Гимадиев А.И.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

MICROWAVE ELEMENTS, DEVICES AND COMPLEXES

Gimadiev A.I.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Данная тема рассматривает различные технологии и методы, позволяющие улучшить восприятие информации человеком. В основе этих технологий лежат разнообразные приемы для улучшения памяти и внимания, например, техники мнемотехники, тренинги концентрации внимания, различные приложения для тренировки мозга и др.

Abstract

This topic examines various technologies and methods to improve the perception of information by a person. These technologies are based on a variety of techniques to improve memory and attention, such as mnemonics techniques, concentration training, various brain training applications, etc.

1. Введение

Технологии улучшения восприятия информации являются крайне актуальными и значимыми в современном мире. Современный быстрый ритм жизни требует людей не только обрабатывать большое количество информации, но и быстро и эффективно ее усваивать и запоминать. Технологии, которые помогают улучшить восприятие информации, могут значительно повысить производительность работы и обучения. Кроме того, активно развивающиеся области, такие как искусственный интеллект и виртуальная реальность, также тесно связаны с технологиями улучшения восприятия информации, т.к. позволяют создавать более эффективные и интуитивно понятные интерфейсы для пользователей.

2. Основная часть

Человечество всегда стремилось улучшить свою способность воспринимать информацию, запоминать ее и сосредотачивать внимание на задачах. В течение веков люди использовали различные технологии и методы для этого. Для улучшения памяти и внимания можно использовать следующие техники: 1. Ментальное моделирование - представление информации в виде образов и связывание ее с конкретными вещами. 2. Репетиция - повторение информации, чтобы закрепить ее в памяти. 3. Фокусировка на важных деталях - выделение главной информации в задаче или учебном материале. 4. Сокращение - сокращение большого объема информации до ключевых слов или фраз. 5. Использование ассоциаций - связывание новой информации с уже известными фактами или переживаниями. 6. Использование визуальных инструментов - создание диаграмм, графиков и карт, которые помогают визуализировать информацию. 7. Использование мнемонических устройств - например, запоминание информации, используя аббревиатуры или правила. 8. Разнообразие - разнообразие способов изучения материала, чтобы избежать скучности и повысить усвоение информации. 9. Активизация - участие в дискуссиях, обсуждение темы с другими людьми, задавание вопросов. 10. Отдых и расслабление - достаточный отдых и расслабление помогают снизить усталость и повысить эффективность работы мозга.

Также стоит подметить, что Память и внимание тесно связаны между собой. Недостаточное внимание может привести к тому, что информация не запоминается, а избыток информации может привести к тому, что мы забываем ее быстрее. Наша память может запоминать около 7 элементов в короткую память. Это известно, как "Магическое число 7". Однако, если элементы группируются в число 7, то мы можем запоминать больше информации. Люди лучше запоминают информацию, которая имеет эмоциональную окраску.

Список литературы

1. "Moonwalking with Einstein: The Art and Science of Remembering Everything" by Joshua Foer.
2. "Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School" by John Medina.
3. "Mnemonics Techniques" by Tony Buzan.
4. "Memory" by Alan Budday.

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЖИЗНЬ ЛЮДЕЙ

Гусаков А.А., Рябов Д.Ю.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

INFLUENCE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON PEOPLE'S LIFE

Gusakov A.A., Ryabov D.Yu.

Supervisor: Oscar A. Mukhametzyanov, assistant
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье показана роль искусственного интеллекта (ИИ) в современном мире. Также рассмотрено влияние ИИ на разные сферы жизнедеятельности.

Abstract

The article shows role of artificial intelligence (AI) nowadays. Influence of AI on different spheres of life is also concerned.

1. Введение

В последние годы технологии искусственного интеллекта становятся всё более распространенными и находят применение в различных сферах жизни человека. В связи с этим возникает вопрос о влиянии ИИ на жизнь человека. Появляются нейросети, способные на решение множества задач, к примеру Chat-GPT.

2. Влияние ИИ на различные сферы жизнедеятельности

В наши дни ИИ используется в различных сферах. Далее рассмотрим основные из них.

1) Медицина

В медицине ИИ может использоваться для анализа больших объемов данных, диагностики заболеваний и прогнозирования исхода лечения. Например, с помощью ИИ можно проводить анализ медицинских данных пациентов и на их основе рекомендовать индивидуальную схему лечения. Также ИИ может использоваться для мониторинга состояния

пациентов, обнаружения тревожных сигналов и рекомендации обратиться к врачу [1].

2) Транспорт

ИИ может применяться в беспилотных транспортных средствах, что позволит повысить безопасность и комфортность передвижения пассажиров. Также ИИ может использоваться для оптимизации дорожного движения [2].

3) Управление системами

ИИ может применяться для управления сложными системами, такими как производственные линии и энергетические сети. Использование ИИ позволит повысить эффективность управления системами и снизить расходы на их эксплуатацию.

4) Робототехника и автоматизация

С помощью ИИ создаются роботы и автоматизированные системы, которые могут выполнять многие задачи без участия человека. Это улучшает производительность и эффективность процессов в различных отраслях, но также может приводить к уменьшению рабочих мест и сокращению числа работников [3].

3. Заключение

В целом, влияние ИИ на жизнь человека может быть как положительным, так и отрицательным, и все зависит от того, как эта технология используется и регулируется в обществе.

Список литературы

1. Поряева Е. П., Евстафьева В. А. Искусственный интеллект в медицине // Вестник науки и образования. 2019. №6-2 (60).
2. Акьюлов Р. И., Сквепень А. А. Роль искусственного интеллекта в трансформации современного рынка труда // Дискуссия. 2019. №3 (94).
3. Аль-Дарабсе, А. М. Ф. Роль искусственного интеллекта в робототехнике / А. М. Ф. Аль-Дарабсе, Е. В. Маркова, В. В. Миллер // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы - Биомедсистемы-2019 : Сборник трудов XXXII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 04–06 декабря 2019 года С. 638-641.

БИОМЕХАНИКА В СПОРТЕ

Давыдов Д.А.

Научный руководитель: Галимова Эльга Викторовна, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

BIOMECHANICS IN SPORT

Davydov D.A.

Supervisor: Elga V. Galimova, assistant professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В современном мире люди все чаще ставят новые рекорды и хотят быть быстрее, выше или сильнее, чем предыдущие спортсмены. Но для достижения таких результатов необходим комплексный подход к тренировочному процессу. Зачастую спортсмены находятся под наблюдением специалистов из сферы медицины. В данной статье речь пойдет о разделе биомеханики, а именно – спортивная биомеханика, разберемся, что это такое, почему это так важно для спортсменов и в чем заключается цель биомеханики.

Abstract

In the modern world, people are increasingly setting new records and want to be faster, higher or stronger than previous athletes. But to achieve such results, an integrated approach to the training process is necessary. Athletes are often under the supervision of specialists from the field of medicine. This article will focus on the biomechanics section, namely, sports biomechanics, let's figure out what it is, why it is so important for athletes and what is the purpose of biomechanics.

1. Введение

Оптимизация эффективности движений спортсмена и улучшение его личных результатов требуют обширных знаний об устройстве человеческого тела и его движений. Улучшение производительности спортсменов и предотвращение травм стало возможным благодаря исследованиям в области биомеханики.

2. Биомеханика в спорте – раздел биомеханики, изучающий особенности работы биомеханического аппарата, его взаимодействия с окружающей средой, спортивным инвентарем [1]. Биомеханика использует механические принципы физики и инженерии к движению человеческого тела и его функционированию, механические принципы кинематики, которая изучает геометрию движения тела, без учета сил, вызывающих это движение, а также кинетики, которая изучает отношения между силами, от действия которых тело приходит в движение [2]. Это позволяет получить представление о внутренних и внешних силах, действующих на человека во время физической активности. Ученые в этой области изучают, как эти факторы влияют на движения человека, а также на структуру и функции тела. Другими словами, биомеханика в спорте – наука, объясняющая, почему человеческое тело движется именно таким образом. Почему же биомеханика важна в спорте? Во время занятий спортом и при выполнении физических упражнений специалисты в области биомеханики занимаются изучением движений спортсмена, включая взаимодействие между спортсменом, спортивным оборудованием и окружающей средой. Ученые производят физиологический анализ взаимодействия сил и воздействия внешних сил на организм человека. Они могут исследовать каждый элемент движения человеческого тела, чтобы повысить эффективность тренировок, понять механизм возникновения различных травм [3].

3. Заключение

Можно сделать вывод, что биомеханика спорта – это комплексный подход к физиологии тела во время физических нагрузок, целью которого является повышение мастерства спортсменов, предотвращение травматизма, повышение тонуса мышц, создание оптимального тренировочного плана. Все это в совокупности поможет спортсмену ставить рекорды и достигать новых вершин.

Список литературы

1. Дубровский, В. И. Биомеханика / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова. — Москва: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. — 672 с.
2. Сироткина, И. Биомеханика / И. Сироткина. — Москва: ИЭА-РАН, 2018. — 452 с.
3. Селуянов, В. Н. Контроль и физическая подготовка горнолыжников / В. Н. Селуянов, В. А. Рыбаков, М. П. Шестаков. — Москва: ТВТ Дивизион, 2006. — 79 с.

РОЛЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТА

Дергейм Е.С.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Аббаровна,
ст. преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

THE ROLE OF ADDITIONAL EDUCATION IN THE FORMATION OF THE STUDENT'S PERSONALITY

Dergaim E.S.

*Scientific adviser: Raskhodova A. Ilmira, Art. teacher
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev - KAI, Kazan)*

Аннотация

Статья содержит в себе проблему воздействия дополнительного образования в создании личности человека, его интересов, а также способностей. В данной статье аргументирована значимость дополнительного образования с целью развития человека как персоны в современном обществе.

Annotation

Article contains the problem of the impact of additional education in the creation of human personality, his interests and abilities. This article argues the importance of additional education for the development of a person as a person in modern society.

1. Введение

Интеграция высшего, а также дополнительного образования способствует слиянию интеллектуальных возможностей учащегося, а также его креативных увлечений, создавая индивидуальное формирование студента. Высшее учебное заведение предоставляет навыки, которые понадобятся человеку во взрослой жизни, вне зависимости от его будущей специальности, а также социального статуса. Однако даже грамотный преподаватель не в силах гарантировать особый подход к каждому учащемуся.

Школа предоставляет человеку общее образование, университет – высшее, а разностороннему развитию личности содействует непосредственно дополнительное, если учебные занятия направляют не на процесс, а на результат, т.е. учащемуся предоставляется возможность выражать индивидуальность, вне каких-либо ограничений и проверок выявлять свои способности [1].

2. Суть дополнительного образования

Концепция дополнительного образования базируется на определенной работе: индивидуальной, а также общественной, трудовой и умственной, культурной и социально важной, что связывает преподавательский состав, самообучение, социальное образование, а также целенаправленное развитие нрава детей. Социальная образовательная сфера представляется новым определением в концепции социального образования. Это общественная, просветительная, а также культурная действительность, сфера, позволяющая улучшать, а также формировать творческую личность и неповторимость, а также показатель [3]. Достоинствами дополнительного образования считается изменчивость развивающих образовательных проектов в базе добровольного выбора детей (семей) проекты, а также преподавателя в согласовании с увлечениями, склонностями и ценностями, с правом выбора режима и темпа исследования образовательных программ, ценностей концепции образования [2].

3. Заключение

Таким образом, современное дополнительное образование – это гибкая, активная, многоступенчатая концепция, базирующаяся на собственном подходе к обучаемому. Концепция дополнительного образования ребенка, в силу своей индивидуальной ориентированности на каждого ребенка, может благополучно разрешать вопрос подготовки поколений для жизни в информационном мире.

Список литературы

1. Воробьева М. А. Формирование системы мотивации педагогических работников // Педагогическое образование в России. - 2016. - № 2. - С. 57-61.
2. Егорова А. В. Будущее дополнительного образования детей - в социальной-педагогической стратегии его развития // Сибирский педагогический журнал. - 2008. - № 11. - С. 331-340.
3. Расходова И.А. Использование образовательной среды при обучении студентов вузов // Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков// Материалы всероссийской научно-практической конференции. 29 марта, Казань. 2019г. С. 46-48.

ИСТОЧНИКИ МОТИВАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Дмитриева В.В.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна, ст.преп.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева — КАИ, г. Казань*)

SOURCES OF MOTIVATION WHEN LEARNING FOREIGN LANGUAGES.

Dmitrieva. V. V.

Supervisor: Raskhodova Ilmira Abrarovna
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev — KAI, Kazan*)

Аннотация

Мотивация учащихся к обучению является основой любого творческого и познавательного развития. Ключевым в изучении иностранных языков считаются мотивы каждого человека для изучения иностранного языка. Дополнительным источником мотивации и немаловажным служит подход педагога и формировании атмосферы для обучения.

Abstract

The motivation of students to learn is the basis of any creative and cognitive development. The key to learn foreign languages is considered to be the motives of each person for learning a foreign language. An addition, the source of motivation is the approach of the teacher and the formation of an atmosphere for learning.

1. Введение

The problem of motivation happens every day. Motivation plays a huge role in the process of learning a foreign language; it undoubtedly affects the perception of what information a person learns in the learning process.

2. Основной текст

Motivation is the action of a motive, and what is a motive? Motivation for activity related to the satisfaction of human needs; a set of external and internal conditions that cause the activity of the subject and determine its orientation. The motivation is the objective values, interests and ideals inherent in this society. If accepted by a person, they acquire a personal meaning and

motivating force [1]. The motive is internal and external. Both motives are closely related and create a source of motivation. To begin with, you definitely need an internal motive, this is when a person has a desire to learn a foreign language, and this activity will be given to him with ease, with pleasure. The very process of learning a foreign language will inspire him to take new steps. The external motive is the world around us. One of the sources of motivation for language learning is the teacher. The mentor has a big task ahead of him; he must have the ability to interest a person, keep the educational motivation, and create an atmosphere in which the student will engage in a burning desire.

The factors influencing motivation are not limited only to social ones. There are many other factors, including personal, age, and cultural. Considering all of the above, we can say that "in each case, the motivation for learning a foreign language is ultimately a combination of socio-cognitive, personal-moral and pragmatic motives" [2].

Based on the above, motivation has a huge impact on all types of human activity, including educational and cognitive. This type of motivation is called educational motivation, or motivation of educational activity. In the theory and practice of education, researchers pay great attention to educational motivation, which is defined as "a particular type of motivation included in the activity of teaching, educational activity" [3].

3. Заключение

In conclusion, we would like to note that the source of motivation may be a small internal motive, but if you add an external factor to it, then motivation will give strength to a person to achieve all his goals and satisfy his desires and any little thing in all endeavors can become a source of motivation.

Список литературы

1. Азимов Э.Г., Щукин А.Н. Новый словарь методических терминов и понятий. М., 2009.
2. Аббас Я.Х. Формирование мотивации в процессе изучения русского языка. Проблемы и перспективы современной методики РКИ // Мир русского слова. 2006. № 3. С. 91-93.
3. Еремина А.С., Расходова И.А. Мотивация студентов в изучении иностранного языка // Материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» Комсомольск – на Амуре 12-30 апреля, 2019. С 134 – 136.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИИ И БЕЗ НЕГО**

Zhdanov A.S.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна,
старший преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

**USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING:
A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF
LEARNING WITH AND WITHOUT THE USE OF AI**

Zhdanov A.S.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

Статья сравнивает эффективность обучения с использованием искусственного интеллекта и без него. Статья предоставляет полезную информацию для исследователей и практиков в области образования, которые заинтересованы в использовании ИИ в процессе обучения.

Abstract

This article compares the effectiveness of learning with and without the use of artificial intelligence. The article provides useful information for educational researchers and practitioners who are interested in using AI in the learning process.

1. Введение

В последние годы использование искусственного интеллекта (ИИ) в образовании становится все более популярным. Это связано с тем, что ИИ может повысить эффективность обучения благодаря автоматизации и упрощению рутинных задач, анализу больших объемов данных, а также персонализации обучения.

2. Сравнение обучения с использованием ИИ и без него

1) Персонализация обучения: С ИИ: анализ данных об учащихся

помогает предоставлять персонализированные материалы и задания. Без ИИ: обучение одинаково для всех учащихся.

2) Автоматизация задач: С ИИ: ИИ может автоматизировать рутинные задачи, такие как проверка заданий или составление расписания, что позволяет преподавателям сосредоточиться на своей работе. Без ИИ: рутинные задачи выполняются вручную преподавателями, что может отнимать у них время и энергию.

3) Анализ данных: С ИИ: анализ больших объемов данных об учащихся помогает выявлять тренды и паттерны в их успеваемости и давать рекомендации. Без ИИ: анализ данных выполняется вручную учителем, что может быть трудоемким и затратным.

4) Эффективность обучения: С ИИ: использование ИИ в обучении может повысить успеваемость на 20-30%. Без ИИ: эффективность обучения зависит от разных факторов, таких как квалификация преподавателей, качество учебных материалов и методов обучения.

5) Затраты: С ИИ: внедрение ИИ в обучение может потребовать дополнительных затрат на приобретение оборудования, разработку программного обеспечения и обучение персонала. Без ИИ: затраты на обучение без использования ИИ могут быть связаны с оплатой преподавателей, созданием учебных материалов и содержанием образовательных учреждений.

3. Заключение

В целом, использование ИИ в обучении может предоставить множество преимуществ, таких как повышение эффективности обучения, персонализация материалов и автоматизация рутинных задач. Однако, это также может потребовать дополнительных затрат на внедрение и обучение персонала.

Список литературы

1. Кириллов, П. А. Искусственный интеллект для образования. Адаптивная система обучения / П. А. Кириллов. // Молодой ученый. 2020. №27(317).С. 39-43.URL: <https://moluch.ru/archive/317/72235/>[Электронный ресурс].

2. Хуснутдинов, Д. Р. Искусственный интеллект и обучение иностранным языкам / Д. Р. Хуснутдинов, Р. Р. Валеева // Обучение иностранным языкам - современные проблемы и решения: сборник материалов I Международной научно-практической конференции имени Е. Н. Солововой, Москва, 05–06 ноября 2019 года. – Обнинск: Закрытое акционерное общество "Издательство "Титул", 2020. – С. 495-496.

ЧАТ БОТ В TELEGRAM, ИЛИ КАК ИЗУЧАТЬ АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК СЕГОДНЯ

Жданов А.С.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

CHAT BOT IN TELEGRAM, OR HOW TO LEARN ENGLISH TODAY

Zhdanov A.S.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья посвящена чат ботам в мессенджере Telegram, которые предлагается использовать в качестве средства изучения иностранного языка. Рассматривается их популярность, особенности использования и отличия от других способов изучения иностранных языков.

Abstract

The article is devoted to chat bots in the Telegram messenger, which are offered to be used as a means of learning a foreign language. Their popularity, the peculiarities of their use and differences from other ways of learning foreign languages are considered.

1. Введение

Чат-бот в Telegram – программа для автоматического общения через сообщения. Каждый год все больше людей изучает английский язык, но многие не знают о чат-ботах в Telegram, которые могут значительно ускорить процесс изучения. Целью данной статьи является доказать, что чат бот в мессенджере Telegram является современным эффективным инструментом для изучения английского языка.

2. Результаты опроса среди разных групп и анализ аналогов telegram ботов

Исследование, проведенное среди учащихся и студентов разных образовательных учреждений, показало, что большинство из них занимаются английским языком уже более пяти лет. Однако они не используют

Telegram в качестве средства для изучения языка, хотя они высказали желание заниматься английским именно через этот мессенджер, потому что считают, что получение знаний должно быть простым и доступным для регулярного обучения.

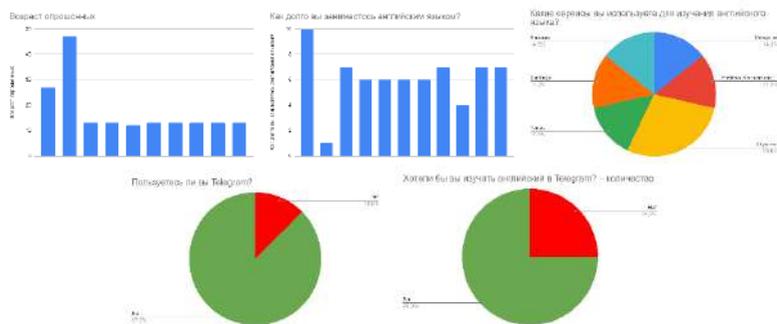


Рис. 1 – Результаты опроса

Проанализировав 11 чат-ботов в Telegram для изучения английского языка, были выявлены наиболее подходящие (@AndyRobot, @EnglishSimpleBot, @AlphaEnglishBot, @languagecenterbot, @LennyEnglishBot). Они включают функционал по переводу слов, транскрипции и нахождения примеров использования слов, тренировки языка, включая чтение, аудирование, грамматику и тесты.

3. Заключение

Таким образом, на основании результатов исследования можно сделать вывод, что чат-боты в Telegram могут оказаться эффективным средством для обучения английскому языку.

Список литературы

1. Валеева Р.Р., Иванюлов Д.А. Интеграция социальных сетей в процесс обучения / Р.Р. Валеева, Д.А. Иванюлов // Управление качеством в образовании и промышленности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции (21 – 22 мая 2020 г., г. Севастополь) / редкол.: Белая М.Н. (отв. ред.). – Севастополь: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 2020.
2. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 52-55.

МАГИСТЕРСКИЙ КУРС «ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ЦИФРОВОЙ БИОНИКИ»

Замалдинова Е.В., Данилаев Д.П.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева- КАИ, Казань, Россия)*

MASTER'S COURSE "ELECTRONIC DEVICES OF DIGITAL BIONICS"

Zamaldinova E.V., Danilaev D.P.

*(Kazan National Research Technical University
A.N. Tupolev- KAI, Kazan, Russia)*

Аннотация: Целью доклада является презентация нового учебного курса для студентов – магистров, разрабатываемого победителем грантового конкурса благотворительного фонда Потанина для преподавателей магистратуры 2023.

Abstract: The report purpose is the presentation of the new training course for master students, developed by the grant competition for teachers of the master's program 2023 winner of the Potanin Charitable Foundation.

1. Введение

Направление создания технических систем и устройств по примеру живых организмов – относительно новое и бурно развивающееся. Концепция этого направления была формализована в работах Крайзмера Л.П., Сочивко В.П., Л. Жередена, Решодько Р.В. и др. Такой подход позволяет создавать технические системы с параметрами, близкими к оптимальным, обладающими высокой адаптивностью своих показателей и устойчивостью. Существующие разработки, проводимые в настоящее время, в основном за рубежом, подтверждают этот тезис. В этой связи актуальна задача разработки образовательных программ и учебных курсов, направленных на подготовку кадров, владеющих соответствующими знаниями и навыками.

2. Информация о новом курсе

Специализации в подготовке кадров по цифровой бионике только начинают развиваться в России. На сегодняшний день в КНИТУ-КАИ открыт новый профиль подготовки бакалавров – Цифровая бионика. Зарубежный опыт подготовки кадров по направлению цифровая бионика,

включающий соответствующие курсы подготовки имеется, в том числе в следующих университетах:

- университет Сиднея (Bionics and Bioelectronics);
- Munich School of Robotics and Machine Intelligence;
- Digital Health Center at the Hasso Plattner Institute in Potsdam;
- Bionics laboratory at Karlsruhe University of Applied Sciences;
- Digital Ethics Institute (IDE) at Stuttgart Media University

Основной акцент в рамках учебного курса при традиционном обучении делается на систематизацию ранее полученных знаний в области схемотехники, цифровой электроники (микроконтроллеров, микропроцессоров), приборостроения, программирования и на их применение для решения прикладных практических задач в области бионики. В том числе для проектирования, применения и управления сложными техническими системами на основе принципов организации, свойств, функций и структур живой природы.

Это приводит к необходимости введения в теоретическую часть курса разделов, посвященных биофизике, биофизическим основам живых систем, физиологии, а также основам бионики. При этом основное внимание планируется уделить разработке лабораторного практикума по данному курсу, включая проработку материально-технической базы и методического обеспечения. Планируется формирование лабораторного комплекса для изучения инженерно-биологических систем, робототехнических системам, с устройствами сохранения и передачи данных для них.

3. Заключение

Курс "Электронные устройства цифровой бионики" направлен на подготовку специалистов, обладающих профессиональными компетенциями в области ключевых технологий, обозначенных в национальном проекте "Цифровая экономика Российской Федерации", и владеющих современными технологиями решения текущих и перспективных производственных и научных задач. В силу междисциплинарности предметной области учебного курса, широты его содержания, при условии некоторой универсальности используемого оборудования, этот курс может быть в дальнейшем расширен и разделен на несколько самостоятельных дисциплин. Например: "методы и средства контроля и управления в бионике", методы и средства бесконтактных измерений в бионике", методы и средства накопления, хранения, передачи и анализа данных в бионике", "цифровая бионика" и пр.

**ДОШКОЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ.
ДОШКОЛЬНАЯ ПЕДАГОГИКА**

Зигангиров М.Ф.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева, г. Казань)*

PRESCHOOL EDUCATION. PRESCHOOL PEDAGOGY

Zigangirov M.F.

(Kazan National Research Technical University A.N. Tupolev, Kazan)

Аннотация

В статье освещаются основные аспекты физической культуры дошкольного образования и дошкольной педагогики. Определяются особенности сопровождения обеспечения системы здоровья детей дошкольного возраста.

Annotation

The article covers the main aspects of physical education in preschool education and preschool pedagogy. The article defines the features of support for the health system of children of preschool age.

Современные условия жизни привели к необходимости основательно пересмотреть ценности образования, механизмы его работы, важность конечных результатов. Ориентация на образование, а не только на обучение и воспитание детей, подтвердила более широкие направления работы дошкольных организаций, осуществляющих образовательную деятельность. К ним относится обогащение индивидуального мировоззрения детей, поддержка их субъектной позиции в видах деятельности, личностная направленность, ценностные установки по отношению к окружающему миру и др.

На приоритетные позиции выходит наличие субъектной здоровьесберегающей позиции воспитателей, родителей и детей. Современная жизнь выдвигает повышенные требования к здоровью детей. Здоровье детей зависит не только от особенностей их физического состояния, но и от условий жизни в семье, санитарно-гигиенической культуры взрослых, а также уровня развития системы здравоохранения и системы

образования, социально-экономической и экологической ситуации. Семья и заведение дошкольного образования – это те социальные структуры, которые и определяют уровень здоровья ребенка.

Успешное педагогическое взаимодействие в процессе воспитания обеспечивают знание и использование законов педагогической психологии, в результате чего педагог избегает многих ошибок в обучении и воспитании. Достигает он этого благодаря проектированию вероятных путей развития личности ребенка, правильной организации собственной деятельности в воспитании, корректировке педагогических воздействий.

Дошкольная педагогика опирается на знание возрастной анатомии и физиологии как на естественнонаучную основу. Особенности развития высшей нервной деятельности, всех систем организма в период дошкольного детства определяют задачи и методику образовательно-воспитательной работы, особенности режима жизнедеятельности детей разных периодов дошкольного возраста; требования к оборудованию предметно-материальной среды в дошкольных учреждениях.

Воспитание и обучение в изменяющихся социальных условиях предполагает постоянное усовершенствование программ всего учебно-воспитательного процесса дошкольного учреждения. Для обеспечения этого необходима надежная научно-педагогическая основа, глубоко продуманная система взаимодействия педагогической теории и практики. С этой точки зрения важно, чтобы наука как можно раньше проявляла новые потребности педагогической практики и находила эффективные пути их обеспечения, а научные открытия оперативно доходили до воспитательных учреждений, прежде всего педагога. Главным условием единства педагогической науки и практики есть стремление как можно глубже познавать, творчески изменять педагогические явления.

Педагогу недостаточно просто пополнять теоретические знания, он должен уметь внедрять результаты научных исследований в повседневную деятельность. При выборе оздоровительной технологии важными аспектами являются: учет индивидуального состояния здоровья питомцев; учет условий и возможностей дошкольного учреждения; при выборе оздоровительных технологий появляется важный вопрос: как использовать определенные оздоровительные технологии согласовано с распорядком жизнедеятельности детей в течение дня, или согласовано с рекомендованной программой методикой организации разных видов деятельности и т.п.

ПЕДАГОГИКА ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Зигангиров М.Ф.

Научный руководитель: Покровская Татьяна Юрьевна, к.соц.н. доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

PEDAGOGY OF THE SECONDARY SCHOOL

Zigangirov M.F.

Supervisor: Tatyana Yu. Pokrovskaya, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Исследовано, что реализация учебной программы по физической культуре в общеобразовательных учебных заведениях требует от учителей владения новейшими технологиями и методиками обучения с учетом современных требований и стандартов.

Abstract

It is determined that the implementation of the physical culture curriculum in general educational institutions requires teachers to master the latest technologies and teaching methods, taking into account modern requirements and standards.

1. Введение

Педагогические способности – это совокупность психических черт личности, необходимые для успешного владения педагогической деятельностью, ее эффективного осуществления. Анализируя исследования разных авторов, определено, что педагогическое мастерство учителя физической культуры предполагает наличие педагогических способностей, общую культуру, компетентность, широкую образованность, психологическую грамотность и методическую подготовку, способность понятно преподавать учащимся учебный материал, делать его доступным для детей.

2. Педагогические способности (талант, призвание, задатки) мы должны принять как важную предпосылку успешного овладения педагогической профессией, но отнюдь не решающим профессиональным качеством. Поэтому важными профессиональными качествами педагога, выступающими в качестве педагогических ценностей, мы должны признать трудолюбие, трудоспособность, дисциплинированность, ответственность, умение поставить цель, выбрать пути ее достижения, организованность, настойчивость, систематическое и планомерное повышение своего профессионального уровня, стремление постоянно повышать труды и т.д. Из-за этих требований педагог реализуется как работник, исполняющий свои обязанности в системе производственных отношений. К задачам физического воспитания отнесены: обеспечение рационального формирования индивидуального фонда двигательных умений и навыков, укрепление, сохранение и восстановление здоровья человека, формирование его мотивационных установок на физическое и духовное самосовершенствование.

3. Заключение

Конечная цель занятий физической культурой - укрепление здоровья учащихся, обеспечение их всестороннего развития, подготовка к жизни. Конечная продукция – знания, двигательные умения и навыки, высокий уровень физической подготовленности, личностные качества учащихся. Достичь всего этого возможно при готовности учителя, его умения реализовать педагогические функции с помощью рациональных приемов педагогической техники.

УДК: 796

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Злобин М.А.

Научный руководитель – Макейчев Андрей Владимирович, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г.Казань)

MEDICAL AND BIOLOGICAL PROBLEMS OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

Zlobin M.A.

Supervisor: Andrey V. Makeichev, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье представлены медико-биологические основы человека и проблемы физической культуры и спорта. Теоретические знания охватывающие закономерности работы организма человека в двигательной деятельности и выполнения двигательных действий, физического самовоспитания.

Annotation

This article presents the medical and biological foundations of man and the problems of physical culture and sports. Theoretical knowledge covers the laws of the work of the human body in motor activity and the performance of motor actions, physical self-education.

1. Введение

Физическая культура – это есть основополагающая социально-культурного бытия индивида, модификация его общей и профессиональной культуры. В определенной мере физическая культура выступает как показатель сознательного самоопределения личности человека, которая в свою очередь отдаст предпочтение наиболее для нее значимым ценностям в плане физического развития и воспитания.

2. Физическая культура определяет способность к саморазвитию, обеспечивает личность к творческому стремлению. Во-вторых, физическая культура есть самовыражение будущего специалиста, прояв-

ление творчества в использовании средств физической культуры, направленные на процесс его профессионального труда. В-третьих, она отражает творчество личности, нацеленное на отношения, которые возникают в процессе физкультурно-спортивной, общественной деятельности. Современный спорт предъявляет к организму человека необычайно высокие требования и имеет определенные профессиональные факторы риска. В связи с этим при допуске к занятиям спортом и проведении ежегодного углубленного медицинского обследования спортсменов главной задачей является реализация максимально эффективной в диагностическом плане процедуры оценки состояния здоровья.

Задача внедрения достижений медико-биологических наук в тренировочную практику детских и юношеских спортивных школ и в подготовку высококвалифицированных спортсменов может решаться разными способами, например, через комплексные научные группы различных видов спорта. Обладая медицинским и спортивным образованиями, специалист способен объективно оценить необходимый тренировочный объем, активнее участвовать в планировании и коррекции тренировочного процесса. Основная роль медицины в спорте – сохранение здоровья и грамотная организация тренировочного процесса, рациональное использование ресурсов организма и эксплуатация методов тренировок и спорта, оптимальное построение разгрузки мышц и повышение работоспособности, продление активного периода жизни. Условиями для грамотного построения рабочего процесса составляет: совместная работа тренера и врача по организации тренировки, способность тренера использовать данные врачебного контроля [2, с.16].

3. Заключение

Таким образом, медицина играет роль сурового, но справедливого и заботливого тренера для спортсменов. При правильном тренировочном процессе спортсмен не получит неожиданных травм и не сможет себя покалечит, при этом он прочувствует все положительные стороны занятия спортом. Занятия спортом не должно быть в отрыве от медицины.

Список литературы

1. Спортивная медицина: Учебник. - Г.А. Макаров: Советский спорт, 2003. - 480 с: ил. ISBN 5-85009-765-1
2. Медико-биологические технологии в физической культуре и спорте, монография, Григорьев И., Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А., 2018.

**АДАПТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ:
ИХ ЗНАЧИМОСТЬ И ПРЕИМУЩЕСТВА
В СОВРЕМЕННОМ ОБУЧЕНИИ**

Ибатова М.Ш.

Научные руководители: Валеева Рузанна Ринатовна, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева - КАИ, г.Казань)

**ADAPTIVE EDUCATIONAL MODELS: THEIR SIGNIFICANCE
AND ADVANTAGES IN MODERN EDUCATION**

Ibatova M.Sh.

Supervisor: Ruzanna R. Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается значимость и преимущества адаптивных образовательных моделей в современном образовании.

Abstract

This article considers the importance and advantages of adaptive educational models in modern education.

1. Индивидуализированный подход

Суть адаптивного обучения заключается в том, что студент изучает материал сообразно своим способностям и потребностям. Адаптивное обучение базируется на персонифицированном подходе к каждому студенту. С использованием адаптивных образовательных моделей, каждый студент может получить индивидуализированный учебный опыт. Модели адаптивного обучения обеспечивают высокий уровень индивидуальной адаптации критериев оценки и материалов обучения учащихся.

2. Преимущества адаптивных моделей

Адаптивное обучение позволяет обучающимся учиться в своем темпе. Синхронный режим обучения может быть неудобным для студентов со сложным графиком работы, но с помощью адаптивного обучения они могут выбрать наиболее подходящее время для занятий. Кроме того, студенты могут останавливаться и повторять материал, который нужда-

ется в большем освоении. Адаптивные модели обучения помогают увеличить эффективность обучения путем вовлечения учащихся в учебный процесс. Студенты больше взаимодействуют с учебными материалами и чувствуют больший интерес к процессу обучения, так как учатся в более взаимодействующей и занимательной среде. Адаптивные модели обучения позволяют учащимся осваивать материал более избирательно. Результаты показывают, что такие студенты лучше выполняют домашнее задание и справляются с тестами успешнее, поскольку материал лучше запоминается и понимается.

3. Заключение

Таким образом, адаптивные образовательные модели – это то, что действительно нужно современному образованию. Они помогают организовать учебный процесс эффективнее и продуктивнее, так как они максимально учитывают индивидуальные способности и потребности обучающегося, позволяя студентам получить индивидуализированный и мотивирующий опыт обучения.

Список литературы

1. Brusilovsky P. Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems // International Journal of Artificial Intelligence in Education.
2. Топчиева А.В., Чулокова В.А. Модели адаптивного обучения в компьютерных системах // Современные наукоемкие технологии.
3. Царев Р.Ю., Тынченко С.В., Гриценко С.Н. Адаптивность обучение с использованием ресурсов информационно образовательной среды // Современные проблемы науки и образования. - 2016.
4. Валеева Р.Р., Якунин С.А. Индивидуальный подход в обучении как средство повышения эффективности образовательного процесса // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. международ. науч.-прак. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 35 – 38.
5. Валеева Р.Р., Насыров И.Ф. Использование электронно-образовательной среды при подготовке высококвалифицированных специалистов // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. международ. науч.-прак. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 70 – 71.

СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИКИ: КЛЮЧ К ПОНИМАНИЮ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПРИРОДЕ

Ибрашев М.Р.

Научный руководитель: Юнусов Ринат Файзрахманович, д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE STANDARD MODEL OF PHYSICS: THE KEY TO UNDERSTANDING FUNDAMENTAL INTERACTIONS IN NATURE

Ibrashev M. R.

Supervisor: Yunusov Rinat Fayzrakhmanovich,
candidate of technical sciences, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья рассказывает о Стандартной модели, описывающей элементарные частицы и силы во Вселенной, включая электромагнитную, сильную и слабую ядерные взаимодействия, и бозон Хиггса, который дает частицам массу. Однако, модель не включает гравитацию и не может объяснить темную материю, поэтому остаются проблемы и вопросы. В целом, статья представляет важность Стандартной модели для понимания Вселенной.

Abstract

The article discusses the Standard Model, which describes elementary particles and forces in the universe, including electromagnetic, strong, and weak nuclear interactions, and the Higgs boson, which gives particles mass. However, the model does not include gravity and cannot explain dark matter, so there remain problems and questions. Overall, the article presents the importance of the Standard Model for understanding the universe.

1. Введение

Стандартная модель — это всеобъемлющая структура, описывающая поведение частиц и сил во Вселенной. Это наиболее широко принятая теория в физике, которая успешно предсказала объяснила многочис-

ленные наблюдения и эксперименты. В этой статье мы рассмотрим основы Стандартной модели и ее последствия для нашего понимания Вселенной.

2. Из чего состоит Стандартная модель

Стандартная модель описывает три из четырех фундаментальных сил природы: электромагнитное взаимодействие, сильное ядерное взаимодействие и слабое ядерное взаимодействие. Четвертая сила, гравитация, не включена в модель и остается предметом постоянных исследований и дискуссий. Электромагнитная сила отвечает за поведение заряженных частиц, таких как электроны и протоны. Она передается фотонами, безмассовыми частицами, движущимися со скоростью света. Сильное ядерное взаимодействие отвечает за удержание вместе ядер атомов и передается глюонами, которые связывают кварки вместе. Слабое ядерное взаимодействие отвечает за определенные типы радиоактивного распада и передается бозонами W и Z . В дополнение к элементарным частицам и силам Стандартная модель также включает бозон Хиггса, который отвечает за придание частицам массы. Без бозона Хиггса частицы были бы безмассовыми, и Вселенная сильно отличалась бы от того, что мы наблюдаем сегодня. Хотя Стандартная модель оказалась невероятно успешной в описании поведения частиц и взаимодействий, все еще остаются некоторые вопросы и загадки без ответов. Есть также некоторые теоретические и экспериментальные проблемы со Стандартной моделью. Кроме того, модель не объясняет явление CP-нарушения, которое относится к тому факту, что некоторые частицы ведут себя иначе, чем их аналоги из антивещества.

3. Заключение

Несмотря на эти проблемы, Стандартная модель остается фундаментальной и мощной теорией в физике. Она обеспечила основу для понимания поведения частиц и взаимодействий и привел к многочисленным открытиям и технологическим достижениям. По мере продолжения исследований вполне вероятно, что модель будет уточняться и расширяться, что приведет к еще большему пониманию работы Вселенной.

Список литературы

1. Хелзен Ф. Мартин А. Кварки и лептоны: Введение в физику частиц. Издательство “Мир” – 1987. – С. 383-403.
2. Всего лишь кинематика [Текст] / Г. И. Копылов; Под ред. М. И. Подгорецкого. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, – 1981. – С. 59-73.
3. Википедия. Статья “Стандартная модель”.
4. Хабр. Статья “Стандартная модель элементарных частиц для начинающих”.

ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Иванов И.Н.

Научный руководитель: Раузетдинова Гульшат Анваровна,
старший тренер-преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

FACTORS THAT HAVE A POSITIVE IMPACT ON HUMAN HEALTH

Ivanov I.N.

Supervisor: Gulshat A.Rauzetdinova, senior trainer teacher
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В этой статье изложены ключевые аспекты, демонстрирующие важность физической активности во всех сферах жизни и факторы, которые помогают человеку быть здоровым. Сегодня неблагоприятные факторы оказывают значительное влияние на здоровье человека, и часто внутренние защитные силы организма не справляются с ними.

Abstract

This article outlines the key aspects demonstrating the importance of physical activity in all areas of life and the factors that help a person to be healthy. Today, adverse factors have a significant impact on human health, and often the internal defenses of the body do not cope with them.

1. Введение

Многие люди находят причину заболевания в стрессе. Если вы можете избежать стресса, ваше здоровье будет в порядке, но избежать стресса в повседневной жизни практически невозможно. Если вы хотите справиться со своим гневом или злостью, полезно необходимо развивать позитивное мышление. Чем больше вы думаете о чем-то позитивном, тем легче вам справиться от стресса. Чтобы справиться со стрессом, вам нужно найти навыки управления стрессом, такие как медитация, йога, танцы и глубокое дыхание.

2. Цель исследования – изучение факторов: про витамин D, про здоровый сон и про иммунную систему. Когда солнечный свет попадает на кожу, наш организм вырабатывает витамин D. Витамин D полезен для профилактики и лечения остеопороза, потому что он укрепляет кости. Недавние исследования показали, что витамин D эффективен в снижении риска развития таких заболеваний, как рак, диабет и болезни сердца. Витамин D также необходим для укрепления иммунной системы. Многие иммунные клетки обладают рецепторами, которые могут распознавать витамин D. Недавние сообщения об эпидемиологических исследованиях показали, что хронические воспалительные заболевания связаны с дефицитом витамина D. Современные люди большую часть своего времени проводят в помещении. Даже если они находятся на открытом воздухе, они боятся старения кожи из-за солнечных лучей. Потребность в витамине D в возрасте 65 лет в три-четыре раза выше, чем у молодых людей. Риск гипертонии и высокого уровня сахара в крови в 2,4 раза выше. Поэтому особенно важно заниматься спортом на открытом воздухе. Если вы используете надежный солнцезащитный крем с индексом защиты от солнца (SPF) 8 или более, это не повлияет на синтез витамина D. Более 90 % витамина D обеспечивается солнечным светом, и часть его потребляется в молоке с рыбой, такой как скумбрия и лосось.

3. Заключение

Такие вещи, как «сон», важны для поддержания хорошего здоровья. Недостаток сна может повредить иммунной системе. Люди, которые плохо спят по ночам, не вырабатывают противовирусные антитела. Во время сна действует иммуностимулирующий препарат мелатонин, который наиболее активен около двух часов утра. Недостаток сна может привести к гормональному дисбалансу, который снижает иммунитет. Кроме того, по мере нарастания усталости нервные проблемы, такие как депрессия, могут привести к снижению иммунитета. Эмоциональная и физическая усталость — это стресс. Таким образом, физическая активность, сон и витамин D помогают человеку быть здоровым.

Список литературы

1. Алексеев С.В. Физическая культура и спорт в образовательном пространстве России: монография / М.: ООО НИЦ «Еврошкола», Воронеж: ООО «Издательство РИТМ», 2017. - 500 с.

2. Здоровый сон: научная электронная библиотека: сайт. – URL: <https://aptstore.ru/articles/glavnye-pravila-zdorovogo-sna/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Ишканиев А.И.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPING CRITICAL THINKING AT FOREIGN LANGUAGE CLASSES

Ishkineev A.I.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье подчеркивается важность развития критического мышления при обучении иностранному языку. Автор рекомендует обучать грамматике и лексике в контексте, используя реальные ситуации, а также дебаты и дискуссии, чтобы стимулировать критическое мышление. Цель состоит в том, чтобы помочь учащимся критически мыслить и эффективно использовать язык в реальных жизненных ситуациях.

Abstract

The article highlights the significance of developing critical thinking in foreign language teaching. The author recommends teaching grammar and vocabulary in context, using real-world situations, and debates and discussions to stimulate critical thinking. The goal is to help students think critically and use the language effectively in real-life situations.

1. Актуальность критического мышления

Развитие критического мышления – важная задача в обучении иностранному языку. Практические занятия, направленные на развитие критического мышления, помогают студентам учиться эффективно, анализировать, сравнивать и оценивать информацию, что становится особенно важным в мировом контексте.

2. Способы развития критического мышления

Одним из способов развития критического мышления является обучение студентов грамматическим структурам и словарному запасу с

помощью контекста. Это помогает студентам понимать различные смысловые нюансы и использовать язык точнее и эффективнее. Другой способ – использование ситуаций из реального мира для обучения языку. Например, студенты могут изучать новостные статьи или видеозаписи, чтобы понимать, как говорят на языке в реальной жизни. Это помогает студентам развивать свои навыки анализа и критического мышления, а также расширять свой словарный запас. Также важным аспектом является обучение студентов критическому мышлению через дискуссии и дебаты. Это помогает студентам научиться аргументировать свои мысли и точку зрения на иностранном языке, а также слушать и анализировать высказывания других людей.

3. Заключение

Подводя итог, следует подчеркнуть, что практические занятия по иностранному языку несомненно должны стимулировать развитие критического мышления студентов, и их потенциал в этом отношении еще не исчерпан.

Список литературы

1. Критическое мышление - Critical thinking // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.zahn-info-portal.de/wiki/Critical_thinking
2. Критическое мышление: технология развития. / СПб: Альянс «Дельта», 2012. – 239 с.
3. Валеева Р.Р., Васильева М.А. Развитие навыков критического мышления на занятиях по иностранному языку // Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков: матер. всерос. науч. прак. конф. – Казань, 2019. - С. 5 – 9.
4. Якунин С.А. Валеева Р.Р. Технология развития критического мышления // Миллионщиков – 2019: матер. второй всерос. науч. прак. конф студ. асп. и мол. учен. – Грозный, 2019. - С. 435 – 438.
5. Расходова И.А. Критическое мышление как необходимое условие развития современной личности студента // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: «Андреевские чтения: современные концепции и технологии творческого саморазвития личности». 27-28 марта, Казань, 2019г. С. 206-210.

ПРАВИЛЬНЫЙ РАЦИОН ПИТАНИЯ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА

Калантаев И.Д.

Научный руководитель: Бикбов Риваз Рифович,
старший тренер преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE RIGHT DIET FOR A HEALTHY PERSON

Kalantaev I.D.

Supervisor: Rivaz R. Bikbov, senior trainer teacher
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматриваются проблемы человеческого питания или как необходимо питаться, чтобы чувствовать себя живым и полным сил.

Abstract

This article discusses the problems of human nutrition or how to eat in order to feel alive and full of energy.

1. Введение

Когда мы говорим о здоровье, если мы ничем не бодем – это еще не значит, что мы здоровы. У человека должно быть определенное чувство целостности тела, ума, энергии. Если все это связано, то когда человек просыпается утром, он ощущает себя бодрым и целеустремленным. Если происходит именно так, значит он здоров. Во многом это зависит от питания человека.

2. Многие люди забыли про одну элементарную вещь – наш рацион должен состоять из 50 – 60 процентов необработанной пищи, то есть чтобы пища была как бы живой. Это могут быть овощи, фрукты, зелень или орехи. В основном мы едим пищу, которая была подвергнута термической обработке. При тепловой или термической обработке полезные ферменты разрушаются. Когда человек ест пищу, в которой нет полезных веществ, телу приходится тратить энергию для восстановления того, что было разрушено и только после этого начинается процесс пищеварения. Обычно в первый час после еды организм какбудто

засыпает и затем он восстанавливается. Каким бы хорошим не был пищеварительный процесс человека, он не сможет восстановить все ферменты, утраченные при тепловой обработке, они восстановятся лишь частично. Если же человек ест приготовленную пищу, то от 60 до 70 процентов того, что он ест обычно тратится безрезультатно, но организму все равно необходимо это переварить и соответственно потратить большое количество энергии и сил. Простыми словами, если человек питается хорошо, то его тело будет работать хорошо, если же он питается посредственно, то наоборот.

Люди сами выбирают, что им съесть на обед или на ужин. Но иногда стоит экспериментировать и анализировать. Например, на ужин, вместо того чтобы съесть что-то жаренное, стоит попробовать подкрепиться фруктами. Утром, вероятно, человек проснется рано и будет чувствовать себя бодрым и активным.

Необязательно сразу вставать на путь правильного питания, можно начать с чего-то просто. Например, можно составить рацион на неделю. Если человек ведет активный образ жизни, то необходимым элементом в его питании является белок.

Вот и основные советы правильного питания:

- стоит начать день с завтрака
- регулярное питание
- минимальное потребление сахара
- пить как минимум 3 литра воды в день
- есть фрукты и овощи каждый день.

3. Заключение

Многие люди не знают, что значит чувствовать себя комфортно в своем теле потому, что питаются неправильно. Абсолютно всемогут добиться легкости и комфорта в своем теле – нужно всего лишь правильно питаться.

Список литературы

1. Блюда из овощей: произв.-практ. изд. – Харьков: Фолио; Ростов-на-Дону: Феникс, 1998. - 495 с.
2. Воробьев Р.И. Питание и здоровье. - М.: Медицина. 2010. - 156 с.
3. Здоровое питание. В.Н. Шилов, В.П. Мицьо - М.: Парус. 2011. - 224 с.

АДАПТАЦИЯ К ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА

Кирушин В.К.

Научный руководитель: Титова Елена Борисовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева – КАИ, г. Казань)

ADAPTATION TO THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF THE UNIVERSITY

Kirushin V.K.

Supervisor: Elena B. Titova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье анализируется процесс адаптации первокурсников к образовательной среде вуза. Авторами рассматриваются, критерии адаптивного периода и факторы, затрудняющие адаптацию студентов к высшему образованию.

Abstract

The article analyzes the process of adaptation of first-year students to the educational environment of the university. The authors consider the criteria of the adaptive period and the factors that make it difficult for students to adapt to higher education.

1. Введение

Учебная адаптация (или адаптация студента) занимает особое место в системе образования и представляет собой вид адаптации, включающий психофизические и социально-психологические компоненты. Одной из важных предпосылок для эффективной работы студентов является их адаптация к самому учебному процессу в высшем учебном заведении.

2. Адаптация - это элемент деятельности, основной функцией которого является создание обучающимся устойчивых условий окружающей среды и решение типичных повторяющихся проблем с использованием методов поведения и действий, используемых в коллективе вуза. Существуют следующие критерии процесса адаптации студентов:

- эффективность учебной деятельности, которая определяется учебной деятельностью и успеваемостью;
- усвоение стандартов учебного поведения, оцениваемых на основе поведения в процессе обучения;
- успешность социальных контактов, которая зависит от характера взаимоотношений с одногруппниками и преподавателями;
- эмоциональное благополучие.

В случае плохой адаптации можно наблюдать недовольство коллективом, возникающими в нем формальными и неформальными связями, учебным процессом, его организацией и т.д. В большей степени это касается первокурсников, которые еще не привыкли к академическим требованиям и которые не могут быстро адаптироваться к академической жизни. Факторы, которые могут затруднить адаптацию студентов к высшему образованию, включают:

- недостаточные знания, навыки и способности к независимости;
- неспособность к саморегулированию поведения и активности, усугубляемая отсутствием нормального повседневного контроля со стороны педагога;
- нежелание организовать образ жизни в новых условиях;
- расстройства, связанные с выходом из школьных коллективов;
- неуверенность в правильном выборе карьеры;
- реализация быта и самообслуживания, особенно это заметно при изменении условий приема в студенческое общежитие.

3. Заключение

В процессе обучения студенты вкладывают много времени и усилий, чтобы адаптироваться к учебному процессу и различным особенностям студенческой жизни. В результате усиливаются последствия хронически действующих негативных факторов, которые отрицательно отражаются на самочувствии и здоровье. Активизация учебной работы с недостаточной физической активностью отрицательно сказывается на здоровье и функциональном состоянии системы организма. Гармоничное развитие человека - это умение сочетать умственный и физический труд. В университетах физическая культура и спорт оказывают положительное воздействие не только на организм обучающихся, а также удовлетворяет их потребности в социализации.

ВОСПИТАНИЕ МОРАЛЬНО-ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ

Кирушин В.К.

Научный руководитель: Титова Елена Борисовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева – КАИ, г. Казань)

EDUCATION OF MORAL AND VOLITIONAL QUALITIES

Kirushin V.K.

Supervisor: Elena B. Titova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается, как с помощью воспитания морально волевых качеств можно выработать в себе способности саморегуляции на психическом и физическом уровнях, которые со временем становятся свойствами личности, помогающими преодолевать трудности и повышать самооценку.

Abstract

This article examines how, with the help of the education of moral and volitional qualities, it is possible to develop self-regulation abilities at the mental and physical levels, which eventually become personality traits that help overcome difficulties and increase self-esteem.

1. Введение

Современная система образования находится в непрерывном и постоянном процессе обновления, сопровождаемом всплесками инновационного движения. Эта система должна быть соответствующей развитию и запросам личности, общества и государства и позволяющей существенно повысить качество образования, социокультурную и здоровье формирующую роль физической культуры и спорта. В современном обществе молодым людям необходима повышенная устойчивость к стрессам.

2. Проблемы в учебе, тяжелое материальное положение, разочарование в избранной профессии, конфликты - все это повышает негативный эмоциональный фон жизни. Все эти причины разрешимы и имеют временные характеристики, только разочарование избранной

профессии в студенческие годы может перерасти в длительное нервно-психическое напряжение – стресс, депрессию, чтобы их побороть надо в свою жизнь внести спорт. Чтобы ощутить позитивные эмоции, достаточно изменить какую-нибудь из своих привычек, не боясь перемен. Физические упражнения являются мощным инструментом по борьбе со стрессом и депрессией. Занятия физической культурой, на которых студент получает достаточную двигательную активность и которые ему интересны, помогают сохранить физическое и психическое здоровье, ведь только в студенческом возрасте формируется осознанное стремление к самореализации, определяются жизненные позиции, стабилизируется самооценка. Систематические занятия физическими упражнениями расширяют функциональные и адаптационные возможности организма человека, улучшается деятельность нервной, сердечнососудистой, дыхательной и других систем, а также спорт снижает уровень тревожности и помогает нормализовать сон.

Физическая культура не только укрепляет здоровье в целом, но и влияет на наше эмоциональное состояние. Достижения определённых успехов, возрастные особенности, индивидуальные личностные установки, принципы, социальная среда – всё это определяет развитие мотивов занятий физической культурой. На почве одного и того же мотива могут формироваться разные цели. Так, мотив физического самосовершенствования побуждает к укреплению здоровья, устранению недостатков в телосложении, овладению жизненно важными двигательными и морально-волевыми качествами. По результатам опроса обучающихся проблема заключается в том, что, у большинства образовательная деятельность приобретает формальный характер, она больше ориентирована не на усвоение новых знаний и умений, а на успешную сдачу контрольных нормативов и зачётов любыми средствами, и только у немногих студентов ведущее место занимают мотивы, связанные с самоопределением и самосовершенствованием.

3. Заключение

Физическое воспитание в вузе как учебная дисциплина является частью общего воспитания личности, как будущего специалиста, руководителя производства, способного бережно относиться к своему здоровью, здоровью окружающих. Физическая культура воспитывает у студентов стремления к лидерству, успеху и управленческой деятельности, а также умение быстро принимать решения в условиях рыночной экономики.

СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О ПАРАМЕТРАХ ДВИЖЕНИЯ ВЕСЛА СПОРТИВНОЙ ЛОДКИ

Копьев М.А.

Научные руководители: Щербакова Татьяна Филипповна, к.т.н.

Седов Станислав Сергеевич, к.т.н.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г.Казань)*

SYSTEM FOR COLLECTING AND PROCESSING INFORMATION ON THE MOTION PARAMETERS OF A SPORTS BOAT PADDLE

Копев М.А.

Supervisor: Scherbakova T.F., Sedov S.S

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev-KAI, Kazan)*

Аннотация

Работа посвящена модернизации проводной системы контроля данных тренировочного процесса спортсменов в академической гребле на основе передачи данных с помощью беспроводной системы связи. Полученные результаты позволяют анализировать технику гребли спортсменов и в дальнейшем улучшать её.

Abstract

The work is devoted to modernization of the wire-based data control system of the training process of athletes in rowing on the basis of data transmission by means of a wireless communication system. The obtained results allow to analyze the rowing technique of athletes and further improve it.

1. Введение

В исследовании разрабатывается система сбора и последующей обработки параметров движения весла спортивной лодки. Данное исследование является актуальным с точки зрения улучшения контроля техники гребцов, так как применение его результатов позволит оперативно и качественно собирать информацию о движениях гребцов, а также обрабатывать и анализировать её с целью повышения эффективности техники гребли спортсменов. В ходе работы была изучена существующая система контроля параметров гребцов BioRowTel (Великобритания). Проанализировав её состав и возможности, мы пришли к выводу, что эта система

не удовлетворяет современным требованиям. По предложению Академии спорта г.Казань проводится разработка беспроводной системы сбора и обработки информации о параметрах движения весла спортивной лодки.

2. Реализация задачи

Реализация разработанной системы имеет несколько преимуществ: во-первых, она легко наращиваема, так как для каждого спортсмена используются индивидуальные блоки съёма. Во-вторых, система собрана на отечественных компонентах, что особенно важно в условиях активного импортозамещения. В-третьих, она удобна и эргономична, а также имеет герметичное блочное исполнение. В-четвёртых, система поддерживает современные стандарты передачи данных и позволяет удалённо принимать собранные данные.

3. Заключение

В результате проведённых исследований разработанная система, позволяет определять углы поворота весла относительно борта и относительно плоскости воды. Предполагается использовать данные представленные нашей системой для анализа и улучшения техники гребли, подбора экипажа, а также для построения эталонной (наиболее эффективной) траектории движения весла в пространстве и сравнения движений спортсменов с данным эталоном.

Список литературы:

1. D. Hawkins, A new instrumentation system for training rowers, J. Biomech. 33–2 (2000) 241–245.
2. Altenburg, D., Mattes, K., Steinacker, J., 2012. Manual for rowing training: Technique, high performance and planning (2nd ed.), Limpert Verlag GmbH, Wiebelsheim, pp. 102–108.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБЛЕМНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

Коуров Р.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна.
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE USE OF PROBLEM-BASED LEARNING IN THE STUDY OF ENGLISH

Kourov R.A.

Scientific supervisor: Raskhodova Ilmira Abrarovna.
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается реализация методов проблемного обучения и его использование при обучении иностранным языкам.

Abstract

The article discusses the implementation of problem-based learning methods and its use in teaching foreign languages.

1. Введение

Проблемное обучение – это система, основанная на закономерностях творческого усвоения знаний и способов деятельности, включающая сочетание приемов и методов преподавания и учения, которым присущи основные черты научного поиска.

2. Признаки проблемной ситуации:

- 1) создание проблемной ситуации;
- 2) определенная готовность и определенный интерес решающего к поиску решения;
- 3) возможность разных путей решения, обуславливающая наличием разных направлений поиска.

Проблема должна быть доступной к пониманию учащихся, а ее формулировка должна вызывать интерес и желание учащихся ее разрешить, а также она должна быть актуальна для учеников.

Проблемное обучение - это обучение, при котором учитель не даёт готовых ответов на задачу, а даёт базу учащимся чтобы они сами смогли

найти ответ.

Проблемное обучение удачно реализуется лишь при определенном стиле общения между преподавателем и студентом, когда возможна свобода выбора выражения своих мыслей в пределах урока, когда диалог осуществляется в равных условиях преподавателя и студента.

Проблемность является неотъемлемой частью педагогического процесса, однако, не каждое занятие можно назвать проблемным. Главное то как много методов и организационных форм, принадлежащих проблемному обучению, используется на занятии.

3. Как использовать этот метод

Реализовать данный метод возможно в процессе перевода художественного текста, прослушивание записи и при ответе на вопросы учителя. Для того чтобы это было интересно в университете для обучения студентов можно использовать научные статьи по профилю образования, документальные фильмы и вопросы на актуальные проблемы. Используемые Материалы, которые будет использовать преподаватель, должны быть: актуальны, интересны и такие чтобы ответы на вопросы не касались неприятных тем. Это одни из возможных примеров где можно использовать этот метод. Благодаря тому, что перевод не должен быть дословный, и нет только одного варианта перевода у студентов есть некоторые границы для вариативности, после просмотра или прочтения студентами, отвечая на вопрос учителя, то они использовали бы разные правила, а преподаватель помогал им усваивать новое правило или речевую конструкцию. Преимущества данного метода обучения лучшее взаимоотношения педагога и ученика, интересность обучения, возможность разбирать проблемы других гуманитарных предметов, в частности разбор произведений на литературе, на иностранном языке.

Список литературы

1. Муссауи-Ульянищева Е.В., Ульянищева Л.В. Использование проблемного обучения при формировании языковой компетенции в процессе изучения английского языка // Мир науки. Педагогика и психология, 2020 №6.
2. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 52-55.

ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Кузьмина Ю.С.

Научный руководитель: Юнусов Ринат Файзрахманович, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

THE PROBLEM OF STUDYING A REFRIGERATOR IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Kuzmina Y.S.

Supervisor: Rinat F. Yunusov, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье проведен анализ проблемы изучения холодильной машины в технических вузах. Представлены ошибки, возникающие при углубленном рассмотрении различного рода задач по данной теме.

Abstract

The article analyzes the problem of studying the refrigeration machine in technical universities. Errors arising from in-depth consideration of various kinds of tasks on this topic are presented.

1. Введение

При изучении общего курса физики в технических вузах большое внимание уделяется тепловым машинам, хотя холодильные играют не менее важную роль в жизни людей. Вследствие чего у многих студентов возникают трудности с пониманием принципа работы холодильных установок и решением основных задач, связанных с ними.

2. Основная часть

Изучение и анализ учебных планов бакалавриата, рабочих программ дисциплины «Физика» позволили выявить недостаток времени, отведенного на изучение машин, работающих по обратному тепловому циклу, называемых холодильными машинами [1].

Так, при решении некоторых задач из сборника [2] ответы, полученные в ходе самостоятельной работы с использованием теории о прин-

ципе действия холодильной машины и способе нахождения ее холодильного коэффициента, разошлись с приведенными в самом задачнике ответами и ходом решения.

В задании сборника 5.201 для нахождения КПД цикла идеальной холодильной машины используется формула: $\eta = \frac{(T_1 - T_2)}{T_2}$.

Видно, что автор данной книги решал задачу через КПД цикла Карно для тепловой машины, что не корректно по отношению к холодильным машинам, поскольку полезного действия в виде работы в обратных циклах нет.

Для характеристики эффективности цикла холодильной установки применяется так называемый холодильный коэффициент ε , определяемый следующим образом: $\varepsilon = \frac{Q_2}{A}$, или с учетом, что $Q_1 = Q_2 + A$ получим $\varepsilon = \frac{Q_2}{(Q_1 - Q_2)}$. Если воспользоваться понятием о температурах подвода и отвода теплоты в цикле, то можно записать: $Q_2 = T_2 \cdot \Delta S$; $Q_1 = T_1 \cdot \Delta S$, где ΔS — изменение энтропии между крайними точками цикла. С учетом этих соотношений можно определить холодильный коэффициент следующим образом: $\varepsilon = \frac{T_2}{(T_1 - T_2)}$.

Похожие ошибки встречаются не только в 5.201, но и 5.202, 5.203.

3. Заключение

В данной статье было выявлено, что теме обратных циклов и холодильных установок, действительно, уделяется мало внимания как со стороны образовательной программы, предлагаемой студентам технических вузов, так и со стороны сборников задач, используемых в процессе обучения. Для формирования должного уровня знаний по данной теме необходимо увеличить количество часов для ее изучения, а также представить корректные решения задач по холодильной технике в указанном выше задачнике.

Список литературы

1. Юнусов Р.Ф., Шатунова А.И., Юнусова Э.Р. Новый электронный курс по дисциплине «Дополнительные главы физики»//Профессиональные коммуникации в научной среде – фактор обеспечения качества исследований. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург. 2022, С. 38-41.

2. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. - СПб.: СпецЛит, 2002. – 327 с.

РОЛЬ АДАПТИВНОЙ СРЕДЫ В СТАНОВЛЕНИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТА

Кушков Н.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

THE ROLE OF THE ADAPTIVE ENVIRONMENT IN THE FORMATION OF THE STUDENT'S PRSONALITY

Kushkov N.A.

Scientific supervisor: Raskhodova Ilmira Abrarovna.
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается влияние различных сред, в которых студент находится на протяжении всего своего обучения, на становление его как личности. Представлены среды, влияющие на студента больше всего.

Abstract

The article discusses the influence of various environments in which a student is throughout his studies on his formation as a person. The environments that affect the student the most are presented.

1. Введение

Все люди на протяжении своего взросления проходят через социальные системы или же адаптивные среды, которые помогают ему развиваться. Самая первая из них – детский сад, потом школа и так далее. В таких средах человек проводит большую часть своей жизни. Там он общается, учится, набирается жизненных знаний и опыта. В большинстве случаев, будущие качества человека зависят от групп, в которые он попадет. Также и в университете, человек выберет то направление, которое будет популярно в той группе, в которой он состоит. Далее будут представлены среды, которые помогут студенту развивать в себе необходимые для жизни качества и привычки.

2. Роль адаптивных педагогических систем в ВУЗе в развитии личности

Задача современного высшего образования – формирование у студента заинтересованности в профессиональном становлении, подготовка специалиста, адаптированного к профессиональной деятельности. Педагогика приспособливает к системе образования, обучает и воспитывает студента, формирует в нем систему ценностных ориентаций. Социально-педагогическая часть помогает обучающемуся адаптироваться с социальной средой и использовать ее возможности для саморазвития, развить уровень адаптационного потенциала [2]. Высокий уровень адаптационного потенциала достигается созданием образовательного пространства, представляющего собой образовательную среду, в которой студент может развиваться и самореализовываться.

3. Роль физической культуры в развитии личности

В современных реалиях студенты забывают следить за физическим здоровьем, считая, занятие спортом бесполезными, что является ошибочным мнением. По всей стране наблюдается тенденция к ухудшению здоровья молодежи, а развитие физкультурно-спортивной среды становится задачей уровня федеральных законов [1].

4. Заключение

В заключение можно сказать, что современная система образования максимально помогает студентам в развитии и самореализации, но становление личности зависит от самого студента, от того, как он воспользуется этой помощью и реализует свой потенциал.

Список литературы

1. Михайлова Ю.Н. Развитие адаптационного потенциала личности студента как фактор оптимизации образовательного пространства вуза/ 2010
2. Пищулин М.С., Расходова И.А. Психолого-педагогические аспекты подготовки современного специалиста // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Наука в современном мире: взгляд молодых ученых». Грозный, 2022. С. 420-424.

**ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ
В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Левагина А.В.

Научный Руководитель: Кузнецова Галина Павловна, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

**PHYSICAL CULTURE AND SPORTS IN THE SYSTEM
OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION**

Levagina A. V.

Supervisor: Galina P. Kuznetsova, assistant professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматривается физическая культура и спорт, как область образовательной деятельности студентов КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

Abstract

The article deals with physical culture and sports as an area of educational activity for students of KNRTU-KAI named after. A.N. Tupolev.

1. Введение

Проведены исследования, по выявлению степени заинтересованности в занятии физической культурой и спортом среди студентов 1 курса. Определен уровень теоретических и практических знаний и применения их при самостоятельных занятиях в университете и в домашних условиях.

2. Для определения уровня практических навыков и теоретических и теоретических знаний, было проведено анкетирование, в котором приняли участие 33 студента КНИТУ-КАИ 1 курса, из них 15 юношей, 18 девушек. Результаты исследования представлен в Таблице 1.

Таблица 1

Вопросы	Варианты ответы (кол-во чел. / %)	
	Да	Нет
Занимаетесь ли вы физической культурой и спортом?	27 (81%)	6 (19%)
Регулярно ли Вы посещайте занятия физической культуры в университете?	29 (87%)	3 (13%)
Все ли упражнения Вам нравятся выполнять?	23 (69%)	10 (31%)
Все ли понятно при объяснении некоторых упражнений?	27 (81%)	6 (19%)
Извлекаете для себя что-то новое на занятиях?	24 (72%)	9 (28%)
Извлекаете для себя что-то новое на лекционных занятиях?	26 (78%)	7 (22%)
Применяете ли вы знания и навыки полученные на лекционных и практических занятиях?	25 (75%)	8 (25%)
Положительное ли влияют физические упражнения на Ваш организм?	30 (90%)	3 (10%)

3. Заключение

Большая часть участников опроса, а это 81% занимаются физической культурой и спортом.

Большая часть участников опроса применяют полученную информацию в практике, а это 75%.

Усваивают полученные знания и практические навыки 81% студентов.

ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ В ВУЗЕ

Либина Д.В.

Научный руководитель: Корнилова Юлия Анатольевна,
старший тренер преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE ATTITUDE OF STUDENTS TO PHYSICAL EDUCATION CLASSES AT THE UNIVERSITY

Libina D.V.

Supervisor: Julia.A. Kornilova, senior teacher trainer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье обсуждается отношение студентов к занятиям спорта. Представлены результаты опроса студентов.

Abstract

This article discusses the attitude of students to sports. The results of the survey among students are presented.

1. Введение

В современном мире существует множество факторов, которые негативно влияют на здоровье человека, из-за этого необходимо популяризовать занятия спортом.

2. Был проведен опрос среди студентов КНИТУ-КАИ им. Туполева А.Н., в котором приняли участие 200 студентов в возрасте от 18 до 23 лет, было выявлено, что 12,5% вообще не занимаются спортом, а 20% делают это лишь 1-2 раза в месяц. На рис.1 представлена диаграмма данной статистики. Среди всех участников опроса: 29% опрошенных предпочитают заниматься в тренажерном зале; 26% посещают групповые занятия, например, фитнес; 14% выбирают различные кардио нагрузки; Остальные предпочитают плавание и силовые единоборства.

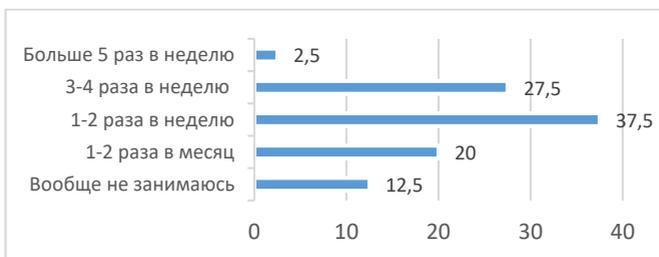


Рисунок 1 – Диаграмма частоты занятий физической активностью

На рисунке 2 приведены результаты опроса удовлетворенности студентов своей физической активностью. Можно сделать вывод, что 31% опрошенных не довольны объёмом занятий спортом в своём расписании. Также по результатам опроса студенты в основном оценивают уровень занятий физической культурой в 7-8 баллов из 10.

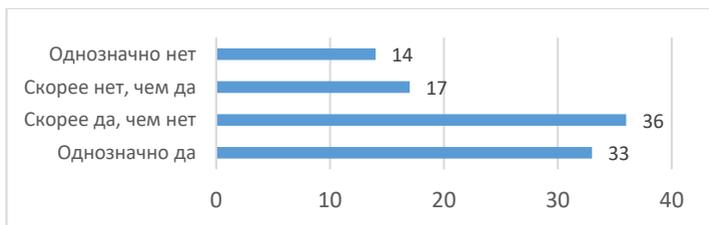


Рисунок 2 – Диаграмма удовлетворенности своей физической активностью

Четкая мотивация и регулярные занятия физической культурой и спортом позволяют успешно укреплять здоровье студентов, развивать их личные качества и интересно проводить досуг.

3. Заключение

В результате опроса мы можем сделать вывод, что студенты проявляют интерес к занятиям физической культурой, но иногда им не хватает мотивации, которая поможет проявлять студентам еще больший интерес к занятиям спортом.

Список литературы

1. Третьяков А.С. Содержание и методика занятий оздоровительной направленности в водной среде в вузовском курсе физического воспитания: Автореф. дис. канд. ч ед. наук. - Красноярск, 2008. - 24с.
2. Каюмов А. К. Влияние экстремальных климатических условий на морфофизиологические показатели организма / А.К. Каюмов // Гигиена и санитария. - 2000. - №5. - С. 14-17.

ВЛИЯНИЕ СПОРТА НА МОЗГОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Миндарова А.И.

Научный руководитель: Покровская Татьяна Юрьевна, к.соц.н. доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

IMPACT OF SPORTS ON BRAIN ACTIVITY

Mindarova A. I.

Supervisor: Tatyana Yu. Pokrovskaya, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье рассматривается влияние физической культуры и спорта на мозг и интеллектуальные способности. Приведены доказательства того, что человек занимающийся регулярно спортом, улучшает рабочую и долговременную память, внимание.

Abstract

This article discusses the impact of physical culture and sports on the brain and intellectual abilities. Evidence is given that if a person goes in for sports regularly, then his working and long-term memory and attention improve.

1. Введение

Физическая культура и спорт являются неотъемлемой частью образовательного процесса и являются обязательной дисциплиной в вузе. Это связано с тем, что физическая активность влияет не только на здоровье, но и на интеллектуальную деятельность обучающихся. Чтобы изучить данный вопрос и доказать связь между спортом и мозгом, авторы провели мониторинг и проанализировали полученные данные. Целью статьи являлось выявление влияния физической культуры и спорта на мозг и интеллектуальные способности студентов. Для написания статьи использовались такие методы исследования, как изучение, обобщение, анализ.

2. Апробация результатов

На базе кафедры ФКиС КНИТУ-КАИ выявлено, что при интенсивной и регулярной физической нагрузке, показатели умственной способности возрастают.

В мониторинге участвовало две группы по 30 человек: экспериментальная (спортсмены) и контрольная (обычные студенты). Согласно полученным результатам выявлено, что спортсмены усваивают лекционный материал на 30%, а лабораторные и практические работы выполняют на 20% лучше, чем обычные студенты. Также обучающиеся из экспериментальной группы закрывают сессию на отлично и хорошо на 17% больше в отличии от контрольной группы, в которой встречаются и те, кто остается на дополнительную сессию и находятся в группе риска на отчисление.

Таким образом, исследование показало, что у спортсменов интеллектуальные способности лучше, чем у обычных студентов. Потому что физические нагрузки заставляют клетки мозга активнее двигаться, то есть увеличивать количество нейронов, которые и отвечают за работу мозга. Этот процесс называется нейрогенезом [1]. Стоит отметить и то, что отдел мозга отвечающий за этот процесс у спортсменов крупнее и его производительность выше. Это связано с тем, что физические упражнения улучшают работу сердца, тем самым усиливая кровоснабжение мозга. Также спорт улучшает настроение, так как вырабатывается комплекс гормонов-серотонинов, которые уменьшают тревожность и стресс, улучшают сон и душевное состояние [2, С.61].

3. Заключение

Из выше сказанного можно сделать вывод, что физическая нагрузка тесно связана с умственной деятельностью. Для того, чтобы сохранялась прежняя работа мозга необходимо регулярно выполнять физические упражнения, которые будут поддерживать хорошую форму не только тела, но и интеллектуальных способностей.

Список литературы

1. Алексеева В.Е. Влияние занятиями физической культурой и спортом на когнитивные способности мозга человека // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» Доступ URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018015948> свободный (дата обращения: 23.02.2023).
2. Брызгалова М. В., Каймакчи Л. А., Бедрина Э. Г. Исследование влияния спорта на мозговую деятельность студентов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лестгафга. - 2020. - С. 60-62.

ИННОВАЦИОННЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ МОЛОДЕЖИ В ЗАНЯТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТОМ

Михалина Е.С.

*(Российский химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева – РХТУ, г. Москва)*

INNOVATIVE FORMS AND METHODS OF THE ENGAGING YOUTH IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORT

Mikhailina E.S.

(D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow)

Аннотация

В статье обсуждаются Инновационные формы вовлечения молодежи в занятия физической культурой и спортом.

Abstract

The article comprises the consideration of innovative forms of the involvement youth in physical education and sport.

1. Введение

Физическая культура и спорт – это важные составляющие здорового образа жизни. В настоящее время, когда все больше молодых людей проводят время перед компьютерами и устройствами виртуальной реальности, повышение интереса к спорту и физической культуре становится все более актуальным. Существует множество инновационных форм и методов, которые могут помочь вовлечь молодежь в занятия физической культурой и спортом.

2. Рассмотрим инновационные методы и формы тренировочного процесса

2.1. Электронные тренировки. Сегодня почти у каждого есть смартфон или планшет, и это стало возможностью развивать такой вид тренировок, как онлайн-тренировки. Они позволяют молодежи получить доступ к профессиональным тренерам и их тренировкам без необходимости посещения спортивных залов или тренажерных залов. В результате, человек может тренироваться в любое время и в любом месте, сохраняя свободу и гибкость.

2.2. Фитнес-фестивали. Фитнес-фестивали – это события, которые объединяют в себе несколько фитнес-программ в одном месте. Они создают неформальную атмосферу, в которой молодежь может узнать о различных программах. Фитнес-фестивали обычно организуются на открытом воздухе, что привлекает молодежь, именно на открытом воздухе люди чувствуют себя свободнее. Они предлагают молодежи уникальный опыт, который дает возможность бесплатно принять участие в множестве скоростных тренингах, под руководством профессиональных тренеров.

2.3. Виртуальный реалити-спорт. Виртуальный реалити-спорт – это новый способ занятий спортом, который позволяет молодежи погрузиться в совершенно новый мир, созданный с помощью технологии виртуальной реальности. Он помогает обеспечить большую интерактивность во время игр и удовлетворять личные потребности молодежи для более стимулирующего опыта.

2.4. Спортивные мероприятия. Спортивные мероприятия – это события, которые включают в себя различные виды спорта и физические игры. Они организуются на местах общественного пользования, таких как парки и спортивные площадки, чтобы обеспечить доступность и комфортность. Спортивные мероприятия предлагают молодежи уникальную возможность взаимодействовать со своими сверстниками и оставаться в форме. Эта непринужденная и неформальная среда подходит для того, чтобы привлечь молодежь к занятию спортом, помогает им научиться управлять своим временем и овладеть навыками самоорганизации.

2.5. Спортивные программы для вузов. Спортивные программы для вузов — это программы, рассчитанные на различные возрастные группы студентов, которые позволяют им учиться управлять своим физическим состоянием и здоровьем. Несмотря на дополнительные затраты на обучение тренеров, а также снаряжение и оборудование, программа может существенно помочь в развитии спортивного потенциала молодежи.

3. Заключение

Занятия физическими упражнениями и спортом – это не только полезные для здоровья, но и увлекательные занятия, которые могут помочь молодежи во многих сферах жизни. Инновационные методы, которые были рассмотрены в данной статье, могут помочь вовлечь молодежь в занятия спортом и развить их интерес к физической культуре.

АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

Москвичев Я.С.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

ACTIVATION OF THE STUDENT'S COGNITIVE ACTIVITY

Moskvichev Y.S.

Scientific supervisor: Raskhodova Ilmira Abrarovna.
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждаются основные действенные методы и приёмы активизации познавательной деятельности студента, которые благотворно влияют на все процессы обучения учащегося.

Abstract

The article discusses the main effective methods and techniques to enhance the cognitive activity of the student, which have a beneficial effect on all learning processes of the student.

1. Введение

В процессе активизации познавательной деятельности студент приобретает такие личностные навыки, как креативность, логическое мышление, самостоятельность, а также при этом развиваются коммуникативные навыки в процессе обмена необходимой информацией по интересующему вопросу с напарниками по команде или занимающимися в данной сфере специалистами. Но всё это невозможно без эффективных методов ее активизации. Таким образом, возникает необходимость в нахождении таких способов активизации познавательной деятельности.

2. Связующим звеном в активизации познавательной деятельности в учебном процессе является преподаватель. Его роль в уровне учебного диалога «учитель-ученик» является существенной, так как именно благодаря тем подходам к образовательной деятельности, которые были применены им в ходе обучения студента, могут пробудить

у обучающегося мотивацию к активной познавательной деятельности.

Каждый преподаватель пытается привлечь учащихся к активности в ходе обучения, что способствует развитию творческих способностей обучающихся. Выбор правильного метода и приема обучения поможет при достижении поставленной задачи. Их грамотное применение обеспечивает положительную динамику активности в учебном познании.

Задания, направленные на накопление фактов, выдвижение гипотез, постановки экспериментов самими студентами вызывают у большинства обучающихся большой интерес. В таком случае, даже ученики, находящиеся на периферии успеваемости почувствуют его, когда они смогут что-нибудь «открыть».

Для активизации познавательной деятельности при рассмотрении нового материала рекомендуют использовать: лекционно-семинарский принцип, практико-исследовательские занятия, фронтальные опыты, самостоятельные работы, вспомогательные конспекты.

Методы и приёмы активизации познавательной деятельности обучающихся:

выполнение исследовательских проектов и формирование индивидуальной научно-исследовательской деятельности учащихся;

упорядочивание экспериментальных, лабораторных, исследовательских работ; осуществление метода «обратного» контроля; использование конкурсного методов, тематических олимпиад.

3. Заключение

Активизация познавательной деятельности обеспечивается формой организации изучения учебного материала, методами и методическими приемами обучения.

Список литературы

1. Медведева Л.Г., Надеждина Е.Ю. Самоменеджмент познавательной деятельности студентов в контексте обучения языку специальности/2019

2. Горбенко А.О., Мамасуев А.В. Система интенсивного обучения в высших учебных заведениях. Теория и практика/2019

ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

Мустафин Т.Р.

Научный руководитель: Бикбов Риваз Рифович,
старший тренер преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический институт
им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань)

LIVING SYSTEMS

Mustafin T.R.

Supervisor: Rivaz R. Bikbov, senior trainer teacher
(Kazan National Research Technical University named after
A. N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Специфические особенности человеческой живой системы — это нервная система и мозг человека. Развитие интеллектуальных способностей, абстрактное мышление, речь, способность к трудовой деятельности и духовность, характеризуют организм человека как живую систему.

Abstract

The specific features of the human living system are the nervous system and the human brain. The development of intellectual abilities, abstract thinking, speech, the ability to work and spirituality characterize the human body as a living system.

1. Введение

Формирование человека, какими мы сейчас являемся, связано в основном с нашим обществом. По мере возникновения человеческого общества появилась ещё и связь поколений в виде обучения материальной и духовной культуре. В результате человек сам формирует социокультурную среду. Благодаря обучению, каждый человек может использовать опыт своих предков.

2. Живая система - единство (целостность), состоящее из самоорганизующихся, самовоспроизводящихся элементов организма, взаимодействующих с окружающим миром, имеющее особенные признаки, которые имеются только у живых организмов.

Организм – живая система, способная к самовоспроизведению, саморазвитию и самоуправлению.

Целостность живой системы обеспечивает:

1) соединение всех частей организма (клеток, тканей, органов, жидкостей и др)

2) связь частей организма жидкостями в сосудах, нервной системой, регулирующей все процессы организма.

Человеческое тело представляет многоуровневую живую систему и огромное множество ее составляющих. Организм человека насчитывает большое множество элементов, которые обеспечивают живую систему всем необходимым для устойчивости и способности к развитию. Каждая часть и элемент организма отличаются выполнением своей основной функции. Все составляющие организма едины друг с другом, и они прямо или косвенно взаимосвязаны и также влияют постоянно друг на друга. Самостоятельное существование каждой из них вне организма невозможно. Они могут существовать только в составе организма. Эти элементы поддерживаются постоянным потребностью человека в пище. Живая система людей отлична от систем других животных. Нервная система и мозг человека функционально более сложные в своем строении и работе. Способность учиться, запоминать и использовать опыт предыдущих людей, что дает возможность передавать из поколений в поколения знания и хранить их веками, а также развитие интеллекта, мышления, речи и труда все это помогает человечеству выживать в меняющихся условиях окружающего мира.

3. Заключение

Отличия человека от животных связано с изменением регуляция работы живой системы. Духовность отличает человека от прочего живого существа. Человек, который давно живет в социуме и давно привык к нему, действует исходя не только из юридических законов, но и исходя из норм морали и нравственности. Теперь же можно уверенно сказать, что живую систему человека характеризует не только физическая составляющая, но и духовная его часть.

Список литературы

1. Естествознание. 11 класс [Текст]: учебник для общеобразовательных организаций: базовый уровень / И.Ю. Алексашина, К.В. Галактионов, И.С. Дмитриев, А.В. Ляпцев и др. / под ред. И.Ю. Алексашиной. – 3-е изд., испр. – М.: Просвещение, 2017.: с 148 – 150.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ НА КОРРЕКЦИЮ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Мухутдинова Р.И.

Научный руководитель: Раузетдинова Гульшат Анваровна,
старший тренер преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия*)

THE EFFECT OF PHYSICAL EXERCISES ON THE CORRECTION OF THE VISUAL SYSTEM

Mukhutdinova R.I.

Supervisor: Gulshat A.Rauzetdinova, senior trainer teacher
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia*)

Аннотация

В данной статье рассматривается влияние физических упражнений и корригирующей гимнастики для глаз на коррекцию зрительной системы.

Abstract

This article examines the effect of physical exercises and corrective gymnastics for the eyes on the correction of the visual system.

1. Введение

Уровень физического развития и тренированности детей с различными нарушениями зрения отстает от уровня здоровых сверстников. Наблюдается задержка в весе, росте, жизненной емкости легких. Согласно исследованиям, критическая емкость легких у детей в возрасте 12-16 лет составляет 1600 см³ (при нормальном зрении - 1800). Мышечная сила также развита слабо: в возрасте 8-9 лет она снижается на 28%, в 15-17 лет - на 52%.

2. Часто при выборе видов спорта не учитывается состояние здоровья глаз. Речь идет об обычных школьниках и студентках, которые имеют пристрастие ко всем видам спорта. Возможна занятия спортом на ледовой арене, плавание, гребля при слабой степени близорукости. Но есть опасные виды спорта, в которых участвуют люди со средним и высоким уровнем близорукости (например, конный спорт, парусный спорт,

прыжки в воду на различных высотах). Некоторые виды спорта разрешены только при использовании очков, бокс, футбол, борьба, хоккей, водное поло, альпинизм запрещены.

Но, с другой стороны, правильно назначенная физическая активность способствует развитию глаз, предотвращает заболевания. Ученые доказали, что периодические физические упражнения (бег, плавание, катание на лыжах) умеренной интенсивности благотворно влияют на работу глаз, увеличивая приток крови на некоторое время после тренировки и повышая работоспособность глазных мышц. Динамическая физическая активность, независимо от начального уровня и степени подготовленности, помогает снизить среднее внутриглазное давление на 4,5 мм. После выполнения высокоинтенсивных циклических упражнений (пульс 175 уд/мин), а также упражнений на гимнастических снарядах, скакалке, акробатических упражнениях возникает ишемия глаза и плохая работа цилиарных мышц, которые действуют длительное время.

Люди со слабой степенью близорукости, могут заниматься любым видом спорта, кроме тех, где возможны удары по голове. На фоне обще-развивающих, дыхательных, корригирующих упражнений, применяют упражнения, укрепляющие цилиарные и аккомодационные мышцы глаза. Занятия спортом не рекомендуются людям с высоким уровнем близорукости, но лучшим вариантом в этом случае является выполнение утренней зарядки в течение 8-10 минут, включив в обязательном порядке в комплекс упражнений, укрепляющих глазные мышцы. Что касается корректирующей гимнастики для глаз, то различные упражнения, благотворно влияют на мышцы глаз, глазной аппарат и кровоснабжение. Также существуют более простые упражнения, делать которые не составит никакого труда: частое моргание в течение 15 секунд, круговые движения с открытыми глазами и с закрытыми глазами.

3. Заключение

Люди с разной степенью близорукости могут и должны выполнять корректирующие упражнения для глаз, чтобы исключить риск ухудшения зрения больше. Что касается спорта, то только офтальмолог может посоветовать, какими видами спорта можно заниматься, проанализировав состояние глазного дна субъекта, состояние сетчатки, и т.д.

Список литературы

1. Аветисов Э. С. Близорукость. - М.: Медицина, 1999, 285 с.
2. Элективные курсы по физической культуре. Практическая подготовка / под ред. Зайцев А. А. М.: Юрайт, 2020. 228 с.

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ,
ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И СПОРТА
НА УСПЕВАЕМОСТЬ В СИСТЕМЕ СПО**

Набиуллин И.И.

Научный руководитель: Раузетдинова Гульшат Анваровна,
старший тренер преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань, Россия*)

**THE INFLUENCE OF PHYSICAL EDUCATION,
PHYSICAL ACTIVITY AND SPORTS ON ACADEMIC
PERFORMANCE IN THE SYSTEM OF SVE**

Nabiullin I.I.

Supervisor: Gulshat A.Rauzetdinova, senior trainer teacher
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia*)

Аннотация

Существует множество исследований, которые доказывают, что учащиеся нуждаются в достаточном количестве физической активности в течение учебного дня. Данная исследовательская работа доказывает это.

Abstract

In this research, I've tried to determine impact of physical education on the level of physical activity of students and academic performance by interviewing college students.

1. Введение

Время, выделяемое на физическое воспитание в большинстве учебных заведениях, сократилось за последнее десятилетие. Среди ключевых лиц, принимающих решения, даже существовало мнение, что время, потраченное на неакадемические занятия, может негативно повлиять на академические достижения. Однако сторонники физической активности в учебных заведениях высказывают предположение, что физическое воспитание, физическая активность и спорт могут способствовать повышению успеваемости.

2. Одной из областей, представляющих в последнее время интерес, является вопрос о том, может ли участие в спорте и других формах физической активности улучшить когнитивные функции, включая память и концентрацию. **Цель данного исследования** состоит в том, чтобы изучить влияние физического воспитания и спорта на успеваемость. В недавних исследованиях «Влияние физической активности на успеваемость учащихся в колледже» учеными Стэнфордского университета, были представлены следующие ключевые моменты:

- обнаружили положительную связь между физической активностью обучающихся и успеваемостью в учебе.

- более высокая физическая подготовка, физические возможности и физическая активность были связаны с более высокой оценкой учебных способностей.

Мной было проведено социологическое исследование в формате анкетирования, в котором приняли участие студенты 2 - 4 курса СПО ИК-ТЗИ в количестве 208 человек.

Более 90% опрошенных подтвердили, что они посещают занятия дисциплины «физическая культура». У 60% - занятия физкультурой выпадает на 1 или 4 пару. У 25% опрошенных студентов занятие проходит на 2 паре. Наименьшее количество занятий проводится во время 3 пары. Более 80% опрошенных студентов утверждают, что им нравится посещать занятия по физкультуре. Более 70% опрошенных студентов подтверждают, что их активность улучшается, после занятий физкультурой. Более 76% студентов, прошедшие анкетирование утверждают, что на занятиях физкультуры нагрузки преодолимые. Около 62% опрошенных студентов чувствуют усталость, даже при легких нагрузках. Ровно 60% опрошенных студентов утверждают, что они стали заниматься лучше по другим предметам.

3. Заключение

Данные исследования показали, что физическое воспитание, физическая активность и спорт положительно влияют на успеваемость студента, на устремления, на позитивное социальное поведение и на развитие лидерских качеств.

Список литературы

1. Hans Fricke, Michael Lechner, Andreas Steinmayr. The Effect of Physical Activity on Student Performance in College: An Experimental Evaluation. 2017, - 76с.

2. ХатмуллинВ.И. Физическая активность и ее влияние на здоровье человека: «Набр», 2020, - 3с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЗРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Нетфуллина А.И.

Научный руководитель: Покровская Татьяна Юрьевна, к.соц.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PHYSICAL LOADS ON HUMAN EYESIGHT

Netfullina A.I.

Supervisor: Tatiana Yu. Pokrovskaya, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрены различные виды спорта и их влияние на зрение людей, кроме того представлен комплекс из 3 упражнений для укрепления глазных мышц и поддержания остроты зрения человека.

Abstract

The article discusses various sports and their impact on people's vision. Also presented is a set of 3 exercises to strengthen the eye muscles and maintain human visual acuity.

1. Введение

Зрение – это одно из самых главных органов чувств человека. Однако в процессе жизни из-за ряда факторов оно часто ухудшается, вызывая такие наиболее распространенные болезни как близорукость и дальнозоркость. Таким образом, возникает необходимость в профилактике таких нарушений, и одним из самых действующих методов является спорт.

2. Спорт и его влияние на зрение

Нередко люди с плохим зрением отказываются от занятий спортом, боясь навредить себе большими физическими нагрузками. Но спорт – это хорошая профилактика и возможность укрепить и улучшить зрительные функции. Однако физические нагрузки должны быть умеренными.

Если у вас проблемы со зрением, стоит исключить контактные виды спорта, а также силовые нагрузки. В случае черепно-мозговой травмы сетчатка глаза может разорваться или отслоиться. То же самое может произойти, если вы поднимаете тяжести. Если у вас имеется патология глаз, постарайтесь не заниматься борьбой, баскетболом, волейболом, футболом.

При плохом зрении лучше отдать предпочтение бегу, плаванию, ходьбе, йоге, гимнастике и велоспорту. В ходе такой активности пульс не повышается резко, а нагрузка на организм относительно низкая. Подобные занятия позволяют расслабиться и отдохнуть, а также не имеют возрастных и профессиональных ограничений.

Также, кроме обычных физических нагрузок важно уделять внимание укреплению глазных мышц. В этом помогут 3 эффективных упражнения, которые применяют многие атлеты:

1. Удобно расположитесь напротив окна. Выберите любой неподвижный объект на уровне ваших глаз. Неподвижно смотрите на эту точку, считая про себя до 20 (фокусировка на дальнем объекте). Затем переведите взгляд на оконное стекло и также досчитайте до 20 (фокусировка на ближнем объекте). Повторяйте упражнение 5-10 раз.

2. Устройтесь поудобнее в тихом помещении. Несколько раз подряд сильно зажмурьте глаза, постарайтесь почувствовать работу глазных мышц. При этом зажмуривайтесь и открывайте глаза плавно. Повторяйте упражнение 5-10 раз.

3. Засеките таймер (начиная с 10 секунд в начале тренировок и заканчивая 35-40 секундами при регулярном выполнении). В период этого времени постарайтесь как можно больше моргнуть глазами, смотря в сторону. Делайте 5-7 подходов с паузами по 40 секунд.

3. Заключение

Из проведенного выше анализа можно предположить, что спорт полезен для здоровья глаз, однако не все его виды подходят людям с нарушением зрения. Кроме этого, важно выполнять специальные упражнения для укрепления зрительных мышц.

Список литературы

1. Global prevalence of myopia. The impact of myopia and high myopia: report of the Joint World Health Organization– Brien Holden Vision Institute. (Sydney, Australia, 16–18 March 2015). Geneva : WHO, 2017. P. 5–6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Нефедова В.В.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна,
старший преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

USING SOCIAL NETWORKS WHEN LEARNING FOREIGN LANGUAGES

Nefedova V.V.

Supervisor: Ilmira R. Abrarovna, senior lecturer

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается изучение иностранных языков при помощи социальных сетей. Описана краткая история появления термина и способы изучения языков в социальных сетях.

Abstract

The article discusses the study of foreign languages using social networks. A brief history of the term's appearance and ways of learning languages in social networks are described.

1. Введение

В 21 веке каждого человека окружает большое количество информации, в том числе на разных языках мира. Большую её часть люди получают благодаря информационно-коммуникационным технологиям, которые проникают во все сферы человеческой жизни. Успех и конкурентоспособность человека как специалиста зависит от способности человека ориентироваться в информационных потоках как на родном, так и на иностранном языках. Добиться этого можно с помощью социальных сетей.

2. История возникновения

Социальные сети не являлись образовательными ресурсами, а способом общения с разными людьми. Но в современном мире с помощью

социальных сетей можно выучить практически любой иностранный язык.

Термин «социальная сеть» появился в 1954 г. Ввел его Джеймс Барнс. Доступным языком, социальная сеть – это интернет-площадка, в которой можно общаться с людьми из разных стран, обмениваться с ними фотографиями, информацией, видео и сообщениями.

С появлением интернета социальные сети стали частью Всемирной паутины.

Они особенно удобны тем, человек может легко выучить почти любой иностранный язык, общаясь с носителем языка, смотря фильмы, короткие видео, слушая подкасты и многое другое.

3. Заключение

Социальные сети являются очень полезным и удобным материалом при изучении иностранных языков. Они также ускоряют процесс обучения, и каждый человек может выбрать наиболее удобную социальную сеть, при этом он учится поддерживать диалог и обсуждать интересные темы с остальными людьми. Зная хотя бы один иностранный язык, человек может духовно развиваться, а также развивать своё мировоззрение.

Список литературы

1. Bakunovich N. I. Educational opportunities of social networks // Abstracts of reports of the interuniversity scientific conference of students and postgraduates, -2011, - P. 5.

2. Расходова И.А., Хабибуллина Р.Р. Интерактивные средства обучения на занятии по английскому языку // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 49-51.

ДИНАМИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

*Николаева Н.Н.¹, Ильина С.А.¹, Сырова И.Н.², Шамгунова Г.М.²,
Касатова Л.В.², Пичугина М.В.¹*

Научный руководитель: Турнова Юлия Игоревна, к.п.н.

(¹ - Гимназия №8- Центр образования Советского района г. Казани;

² - Казанский (Приволжский) федеральный университет)

DYNAMIC PERFORMANCE OF PUPILS WITH DIFFERENT DEGREES OF PHYSICAL ACTIVITY

*Nikolaeva N.N.¹, Il'ina S.A.¹, Syrova I.N.², Shamgunova G.M.²,
Kasatova L.V.², Pichugina M.V.¹*

Supervisor: Julia I. Turnova, assistant professor

(¹ - Gymnasium №8- Educational Center of the Soviet District, Kazan;

² - Kazan (Volga region) Federal University, Kazan)

Аннотация

В статье проводится попытка корреляции функциональной сенсомоторной асимметрии с показателем динамической работоспособности учеников 5-го классов.

Abstract

The article attempts to correlate the functional sensorimotor asymmetry with the indicator of the dynamic performance of students in the 4th grades.

1. Введение

Исследования латерального профиля человека проводились на протяжении всего последнего столетия [1-3]. Полученные факты легли в основу многочисленных теорий, часто противоречащих одна другой; данные относительно связи индивидуально-психологических особенностей и латеральных показателей остаются крайне противоречивыми.

2. Показатель динамической работоспособности школьников

В исследовании приняты участие 40 учеников 5-го класса. Для оценки функциональной сенсомоторной асимметрии использовались следующие пробы: Теппинг-тест - оценка темпа, ритма и устойчивости движений. Определение ведущей руки, определение ведущей ноги. Оценка зрительной асимметрии. Оценка слуховой асимметрии. Разделе-

ние испытуемых по параметрам «ведущие рука, нога, глаз, ухо» происходило на основании величины коэффициента правой стороны следующим образом: «левосторонние» в интервале от -5 до -100; «смешанносторонние» - от -5 до +5; «правосторонние» -от +5 до +100. (ПДР) для каждого испытуемого рассчитывался по ведущей у данного испытуемого руке в теппинг-тесте. Математическая обработка получаемых данных проводилась по методу выравнивания интервального динамического ряда по формуле: $Z = (-5) N1 + (-3) N2 - N3 + N4 + 3N5 + 5N6$, где $N1-N6$ - количество амплитудных манипуляций кисти руки за 1-6 десятисекундный интервал времени. ПДР рассчитывался по формуле: $ПДР=Z+500$ (баллов). При ПДР менее 300 баллов возбудительный процесс оценивается как слабый; от 300 до 400 баллов – как средней силы; более 400 баллов – сильный.

При исследовании сенсомоторной асимметрии был выявлен коэффициент правосторонности. Кпр составил в среднем 39,02.

На основании величины коэффициента правой стороны было высчитано в процентах преобладание правой реакции над левой. Преобладание правой реакции составило 92,5%. Левосторонность встречалась у 2,5 %. Так же была выявлена смешанносторонность (одинаковое количество правых и левых реакций), которая составила 5,0%.

3. Заключение

Полученные данные представляют определенный интерес и требуют дальнейших изысканий. Результаты исследований, возможно, связаны с переучиванием левшей.

Список литературы

1. Salihova M.A., Shakurova A.R., Galihanova A.A., Grishin S.N., Morozov O.G., Ionenko S.I. Cognitive assessment of new type of teaching video perception by secondary comprehensive school students / International Journal of Multimedia Technology. 2013. V. 3. № 3. Pp. 80-82.
2. Ионенко С.И., Шакурова А.Р., Гришин С.Н., Даутова Р.В., Каримов И.А., Рашитов Л.З., Насыбуллин А.Р. Видеовосприятие / Казань, Изво Казан. ун-та. 2017. 116 с.
3. Гришин А.С., Ильина С.А., Пичугина М.В., Турнова Ю.И. Когнитивная оценка восприятия информации при чередовании различного типа видеоконтента / Казанский педагогический журнал. 2020. № 5 (142). С. 224-230.

СРЕДСТВА ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Овчинников И.В.

Научный руководитель: Галимова Эльга Викторовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MEANS OF POPULARIZATION OF PHYSICAL CULTURE

Ovchinnikov I.V.

Supervisor: Elga V. Galimova, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается важность популяризации физической культуры для здорового образа жизни, а также различные средства, которые могут быть использованы для достижения этой цели. Описываются преимущества массового спорта, рекламы, информационного обеспечения и организаций, занимающихся популяризацией спорта.

Abstract

The article discusses the importance of promoting physical culture for a healthy lifestyle, as well as various means that can be used to achieve this goal. The advantages of mass sports, advertising, information support and organizations involved in the popularization of sports are described.

1. Введение

Физическая культура является неотъемлемой частью здорового образа жизни, и ее популяризация среди населения является важной задачей современного общества. Существует множество различных средств, которые могут помочь в популяризации физической культуры.

2. Средства популяризации физической культуры

Одним из самых эффективных средств популяризации является массовый спорт. Спортивные мероприятия, такие как соревнования, марафоны, олимпийские игры и другие, не только предоставляют возможность людям продемонстрировать свои навыки, но и мотивируют других присоединиться к здоровому образу жизни.

Другим средством популяризации физической культуры является реклама. Рекламные кампании, которые пропагандируют здоровый образ жизни и физическую активность, могут оказаться очень эффективными в

привлечении новых людей к спорту. Они могут включать в себя телевизионные ролики, постеры, рекламные баннеры и прочее.

Также важным средством популяризации физической культуры является информационное обеспечение. Различные источники информации, такие как сайты, журналы, книги, телепередачи и социальные сети, могут распространять знания о здоровом образе жизни и спорте. Эти источники могут предоставлять различные рекомендации, советы, истории успеха, новости и другие полезные сведения.

Также существует множество организаций, которые занимаются популяризацией физической культуры. Это могут быть спортивные клубы, тренеры, фитнес-центры, государственные организации и некоммерческие организации. Они могут проводить различные мероприятия, организовывать тренировки, лагеря и другие активности, которые могут помочь людям начать заниматься спортом.

В целом, средства популяризации физической культуры являются очень важными для привлечения новых людей к здоровому образу жизни и спорту. Они могут помочь людям осознать важность физической активности для поддержания здоровья и повышения качества жизни. Более того, они могут помочь бороться с проблемами, связанными с недостатком физической активности, такими как ожирение, диабет, сердечно-сосудистые заболевания и депрессия.

3. Заключение

Необходимо отметить, что средства популяризации физической культуры не являются универсальными и могут не подойти для всех людей. Каждый человек индивидуален, и ему может понадобиться индивидуальный подход к проблемам, связанным с физической активностью. Кроме того, некоторые люди могут иметь физические ограничения, которые могут помешать им заниматься спортом.

Тем не менее, средства популяризации физической культуры являются важным инструментом для привлечения людей к здоровому образу жизни и спорту. Они могут помочь людям начать заниматься спортом и продолжать это делать на протяжении всей жизни. Кроме того, они могут помочь бороться с проблемами, связанными с недостатком физической активности, и улучшить качество жизни людей.

ВОЛОНТЕРСТВО КАК ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ

Орехов К.А

Научный руководитель: Баранкова Н.И. ст. преподаватель,
(*Альметьевский государственный нефтяной
институт, г. Альметьевск*)

VOLUNTEERING AS THE MAIN DIRECTION OF INCREASING STUDENTS' SOCIAL ACTIVITY

Orekhov K.A.

Supervisor: Nadezhda I. Barankova, senior lecturer,
(*Almetyevsk State Oil Institute, Almetyevsk.*)

Аннотация

В статье рассматривается уровень вовлеченности студенчества в волонтерское движение. В Российской Федерации с каждым годом растет количество больших мероприятий Федерального и международного значения. Ни одно из подобных мероприятий не обходится без участия волонтеров, которые развиваются сами и своей работой делают возможным проведение этих мероприятий.

Abstract

The article examines the level of student involvement in the volunteer movement. The number of large events of federal and international significance is growing every year in the Russian Federation. None of these events is complete without the participation of volunteers who develop themselves and make it possible to hold these events with their work.

1. Введение

Студенчество – движущая сила современного общества, настоящая и будущая интеллектуальная элита, на которую опирается и будет опираться государство. Оно отражение социальных процессов, ожиданий, стремлений. Студенческий возраст – крайне важный этап формирования взрослой личности. Также стоит учитывать, что молодежь изменяется, следовательно, мы должны принимать это в работе и формировать адекватную воспитательную среду.

2. В Альметьевском государственном нефтяном институте имеется волонтерский центр. Волонтерский центр – общественная организация студентов ГБОУ ВО АГНИ, которая привлекает волонтеров (добровольцев) к осуществлению волонтерской (добровольческой) деятельности и осуществляет руководство их деятельностью, планирует и организует волонтерские мероприятия в образовательной организации на постоянной основе. Цель Волонтерского центра – создание среды для широкого вовлечения в волонтерскую (добровольческую) деятельность обучающихся и сотрудников АГНИ. «Кампус» Альметьевского государственного нефтяного института- лучший среди студенческих общежитий города и республики Татарстан. В «кампусе» налажено студенческое самоуправление, которое решает вопросы соблюдения дисциплины, выселения, аттестации проживающих, организации досуговых, спортивных, образовательных мероприятий, а также адаптации в новом месте. Вся работа студенческого совета ведется в тесном сотрудничестве с деканатами, досугово-оздоровительным центром, отделом социальной и молодежной политики, студенческим профкомом [1].

3. Студенческий совет АГНИ объединяет все студенческие организации нашего института и занимается реальной работой, еженедельно оперативно обсуждает задачи, формирует портфолио достижений студентов, а главное – его деятельность видна, и это стимулирует студенчество создавать новые студенческие объединения и вводить их в объединенный совет. Студенты ощущают свою причастность к большому и значимому делу, что еще сильнее мотивирует их на активную работу.

Список литературы

1. Кремляков С.А., Баранкова Н.И. Особенности воспитательной среды в высшей нефтяной школе: традиции и инновации». Тюмень «Перспективы развития высшей школы» материалы III Международной научно-практической конференции – 2022. сборник научных трудов Т. 2. С 422-424.

2. Камалиева Г.А., Болгарова М.К., Баранкова Н.И. «Значение студенческого спортивного клуба в социальной и воспитательной работе Альметьевского государственного нефтяного института». Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли» ГБОУ ВО АГНИ. 2018 С. 753-756.

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ НА ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ

Осипова Д.С.

Научный руководитель: Огиенко Кристина Андреевна,
старший тренер преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

IMPACT OF PHYSICAL EDUCATION ON STUDENT LEARNING

Osipova D.S.

Supervisor: Kristina A. Ogienko, senior trainer teacher

*(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье рассматриваются основные аспекты положительного влияния физических упражнений на повышение успеваемости студентов, улучшение памяти и более быстрого усвоения нового материала.

Abstract

The article discusses the main aspects of the positive impact of physical exercises on improving student academic performance, improving memory and faster acquisition of new knowledge

1. Введение

В современном мире технологий люди все меньше занимаются физической активностью на постоянной основе, забывая о том, что физическая культура оказывает большой эффект не только на здоровье человека, но и на его мыслительные способности. Что является научно доказанным фактом.

2. Влияние спорта на мозговую активность человека

Во-первых, занятия спортом активируют рост клеток в нескольких отделах головного мозга, среди которых гиппокамп, область мозга, в которой формируются воспоминания, то есть увеличивается объем долгосрочной памяти. Также развивается префронтальная кора, которая отвечает за принятие решений, то есть повышается самодисциплина и концентрация внимания.

Во-вторых, развивается нейропластичность – способность мозга адаптироваться к новым условиям и знаниям.

В-третьих, во время тренировок в организме вырабатываются норадреналин, дофамин и серотонин — химические вещества, отвечающие за бодрость, хорошее настроение и эмоциональную регуляцию.

В целях подтверждения данных утверждений был проведен опрос среди студентов высших учебных заведений. В опросе участвовали 300 человек и были получены следующие результаты:

1) «Занимаетесь ли вы спортом»: 72,7% опрошенных ответили «Да», 27,3% - «Нет».

2) «Если вы НЕ занимаетесь спортом, какова ваша успеваемость?»: Отличник – 20,3%, Хорошист – 27,7%, Троечник – 27,7%, «Лучше не спрашивать» - 24,3%.

3) «Если вы занимаетесь спортом, какова ваша успеваемость?»: Отличник – 36,3%, Хорошист – 47%, Троечник – 11,1%, «Лучше не спрашивать» - 5,6%.

4) «Если вы занимаетесь спортом, заметили ли вы, что ваша успеваемость улучшилась?»: «Изменений нет» - 61,1%, «Стало лучше» - 22,2%, «Заметно улучшилась» 16,7%.

Необходимо упомянуть, что ответившие: «Изменений нет», уже являлись отличниками и хорошистами. Ответившие: «Стала лучше» и «Заметно улучшилась» перешли из категории с более низкой успеваемостью в более высокую категорию.

3. Заключение

На основе данного опроса можно убедиться, что среди студентов, которые занимаются спортом почти в 2 раза больше «Хорошистов» и в 1,5 раз больше «Отличников», чем среди студентов не занимающиеся спортом, что подтверждает гипотезу, о том, что занятия спортом действительно помогают повысить общую успеваемость студентов.

Список литературы

1. Альбина Насырова / Спорт и учёба: как физическая активность влияет на мозг // <https://media.foxford.ru/articles/kak-sport-razvivaet-mozg?ysclid=lfduabcaj9909165394> (дата обращения: 17.03.2023)

2. Опрос «Влияние физической культуры на учебный процесс студентов»//https://docs.google.com/forms/d/1FFoGUCcoG2hJUV2vNTIKAKeciRjmlMKw3TPcPAZTtE/viewform?edit_requested=true#responses

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГРЕБЦОВ

Пахомов Д.А.

Научные руководители: Щербакова Татьяна Филипповна, к.т.н.

Овчинников Алексей Леонидович, к.т.н.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г.Казань)*

THE SYSTEM OF CONTROL OF BIOMECHANICAL PARAMETERS OF ROWERS

Pakhomov D.A.

Supervisor: Shcherbakova T.F., Ovchinnikov A.L.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev-KAI, Kazan)*

Аннотация

Представлено описание системы контроля объективных количественных данных (биомеханические параметры) о степени подготовки экипажей гребцов академической гребли в процессе тренировочных заплывов.

Abstract

The description of the control system of objective quantitative data (biomechanical parameters) on the degree of preparation of rowing crews in the process of training heats is presented.

1. Введение

В настоящее время одним из основных направлений в области подготовки спортсменов для спортивной гребли является создание автоматизированных систем для эффективной оценки и прогнозирования физического состояния спортсменов в процессе всего тренировочного цикла. Имеющиеся технические решения, как правило, зарубежные, сложны в эксплуатации и имеют строго ограниченное количество каналов измерения [1-3]. Данное обстоятельство затрудняет широкое внедрение таких эффективных инструментов для подготовки спортсменов.

2. Реализация задачи

По заказу Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма была разработана система контроля

биомеханических параметров гребцов. В рамках данной работы рассматривается только усилие, прикладываемое гребцами во время тренировочного заплыва, измеряемое тензодатчиками. Система состоит из блоков. Блок включает в себя тензодатчики, микроконтроллер и Bluetooth модуль. Данные, поступающие с датчика, оцифровываются и приводятся к реальной величине в ведомом микроконтроллере и после передаются, с помощью Bluetooth на отдельный ведущий микроконтроллер, где формируется итоговый пакет данных и по радиоканалу отправляется в центр управления тренировочным процессом. Преимущества данной системы: использование высокоточных датчиков, беспроводная передача данных с помощью технологии Bluetooth, возможность масштабирования системы на разное количество спортсменов, т.к. их число в лодке варьируется от 1 до 8, реализация системы осуществляется в основном на отечественном оборудовании. Структура системы и разработанный алгоритм сбора и предварительной обработки данных позволяет гибко настраивать ее конфигурацию, при изменении количества каналов измеряемых параметров и порядка их подключения.

3. Заключение

Разработанная система позволяет контролировать в реальном масштабе времени биомеханические параметры гребцов и передавать их по радиоканалу на компьютер тренера для дальнейшего использования в управлении тренировочным процессом. В настоящее время разрабатываются алгоритмы обработки данных для их более информативного представления, как тренеру, так и спортсменам во время проведения тренировочного заплыва.

Список литературы:

1. D. Hawkins, A new instrumentation system for training rowers, J. Biomech. 33–2 (2000) 241–245.
2. Altenburg, D., Mattes, K., Steinacker, J., 2012. Manual for rowing training: Technique, high performance and planning (2nd ed.), Limpert Verlag GmbH, Wiebelsheim, pp. 102–108.
3. Coker, J., Hume, P., Nolte, V., 2009. Validity of the Powerline boat instrumentation system. In R. Anderson, D. Harrison, & I. Kenny (Eds.), 27th International conference on biomechanics in sports, Limerick, Ireland, pp. 65–68.

ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА КАК МЕТОД ПРОФИЛАКТИКИ СКОЛИОЗА

Плишкин А.А.

Научный руководитель: Галимова Эльга Викторовна, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

PHYSICAL THERAPY AS A METHOD OF TREATMENT OF SCOLIOSIS

Plishkin A.A.

Supervisor: Elga V. Galimova, associate professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассмотрена значимость физической культуры, способствующей предотвращению и профилактики сколиоза у детей и подростков. Раскрывается эффективность ЛФК.

Abstract

The article considers the importance of physical culture, contributing to the prevention and treatment of scoliosis in children and adolescents. The effectiveness of physical therapy is revealed.

1. Введение

Одна из самых распространенных болезней XXI века – сколиоз. Заболеванию подвержены люди всех возрастов – от дошкольников до пенсионеров [3]. Предпосылок у данного заболевания достаточно много. Зачастую сколиоз доводят до сложных для лечения стадий. Все эти изменения неблагоприятно отражаются на функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, приводя к снижению их физиологических резервов, нарушая адаптационные возможности организма. В связи с этим важно популяризировать лечебную физкультуру как метод профилактики и лечения.

2. Исследование

ЛФК — один из методов лечения и профилактики, как сколиоза, так и других болезней, который содержит в себе физические упражнения,

которые позволяют пациентам вернуть работоспособность и трудоспособность, а также упражнения помогают предотвратить появление осложнений.

Главными задачами ЛФК являются укрепление ослабленных мышц, повышение их выносливости, создание мышечного корсета, повышение общего тонуса всего организма человека, обучение правильному дыханию, воспитание правильной осанки, воздействие на позвоночник с целью разгрузки и мобилизации [1].

Плавание тоже является эффективным методом лечения сколиоза. Польза плавания обосновывается тем, что в воде тело человека находится в состоянии гидростатической невесомости. В ней происходит разгрузка позвоночника от веса всего тела. Между позвоночными дисками при плавании увеличивается расстояние, это способствует возвращению их в правильное положение [2].

Следует сказать, что благодаря плаванию увеличивается объем легких, улучшается работа сердечно-сосудистой системы, координация движений человека. Для достижения лечебного эффекта заниматься плаванием нужно регулярно, примерно 2–3 раза в неделю на протяжении длительного периода.

3. Заключение

Физические упражнения являются основой для борьбы со сколиозом. Их выполнение положительно влияет на все звенья двигательного аппарата, препятствуют развитию дегенеративных изменений. Необходимо учитывать, что эффективность физических упражнений возрастает при правильном подборе системы питания и образа жизни.

Список литературы

1. Комплекс ЛФК при сколиозе. URL: <https://yourspine.ru/lfk-pri-skolioze.html> (дата обращения 03.11.2022)
2. Толочко Е. Н., Толочко Т. В., Толочко О. Е. Плавание в лечении сколиоза
3. Абу Атван Ю. И. Физическая реабилитация детей разного возраста с нарушениями опорно-двигательного аппарата: спортивная психология // Мир спорта. 2004. №2. С. 61-63.

СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Побережная И.К.

Научный руководитель: Галяутдинов Равиль Рафисович,
старший тренер-преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

SOCIO-CULTURAL AND PSYCHOLOGICAL PROBLEMS OF PHYSICAL CULTURE AND SPORT

Poberezhnaya I.K.

Supervisor: Ravil R. Galiautdinov, senior trainer-teacher
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Изучение феномена физической культуры на основе философско-культурологического подхода, его анализ как частью общей культуры, привело к появлению ряда теорий, во многом помогающих решить проблему ее становления и развития.

Abstract

The study of the phenomenon of physical culture based on the philosophical and culturological approach, its analysis as part of a common culture, has led to the emergence of a number of theories that largely help to solve the problem of its formation and development.

1. Введение

Анализируется феномен формирования физической культуры личности с точки зрения теоретико-методических подходов к развитию социокультурной компетентности преподавателя по физической культуре.

2. Согласно М. Виленского учебно-воспитательный процесс ориентирован на формирование физической культуры студентов, интегрируя знания о трех важных универсальных измерениях человека, которые связаны с ментально-познавательным освоением действительности, с умением ценностно-ценностного отношением к окружающему миру, к физической культуре, со способностью к социально-активному преобра-

зованию [1]. Б.Грум, И. Войнар утверждают, что в профессиональном образовании сферы физической культуры должны развиваться поведенческокомпетентности, предполагающие наличие ментально-психологических установок личности на решение определенных жизненных проблем [2]. Согласно концепции Л.И.Лубышевой, группа социальных ценностей – это все, что накоплено обществом для физического совершенствования человека, для организация оздоровительной среды. Эта группа значений во многом определяет формы организации занятий физической культурой. Туда относятся знания, навыки, привычки, связанные с безопасным и полезным для здоровья поведением в окружающей среде, которые способствуют формированию культуры тела, культуры движений, культуры здоровья, культуры манер и поведения; формирование мотивации к собственному прогрессу, для улучшения показателей, позволяющие разрабатывать и выполнять индивидуальные программы, связанные со здоровьем и самосовершенствованием [3]. В структуре социальной культуры выделены функционально связанные компоненты компетентности: когнитивные (духовно-ценностное осознание), мотивационно-ценностные (эмоционально-мотивационное отношение к психическим ценностям), поведенческие (реализация духовных ценностей в профессиональной деятельности).

3. Заключение

Проведенный анализ показывает, что социокультурная компетентность преподавателя по физической культуре связана по содержанию и функциональностью с ценностями физической культуры личности. Духовное, ценностное становление будущей личности учителя лежит в основе функционирования всех компонентов социокультурной компетентности, которые, благодаря своему взаимовлиянию, в процессе физического воспитания, укрепляют ценностное ядро личности и обеспечивают ее социально-культурную разработку.

Список литературы

1. Виленский М.Я. Физическая культура и спорт в образовательном пространстве России // Монография — 2017. — С. 62-78.
2. Voinar I. Problems and Tendencies of professionals Education in Physical Culture area // Научно-теоретический журнал – 2011. – №17. – С.44-50.
3. Лубышева Л.И. Теория и практика физической культуры // Научно-теоретический журнал – 1997. – №5. – С.10-14.

ВЛИЯНИЕ ЕЖЕДНЕВНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У ПАЦИЕНТОВ С РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ

Покровская Ю.С., Аслан Г.С.

Научный руководитель: Акберова Диляра Рашатовна, к.м.н., ассистент
(ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань)

THE EFFECT OF DAILY EXERCISE OF PHYSICAL CULTURE IN PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS

Pokrovskaya Yu.S., Aslan G.S.

Supervisor: Dilyara R. Akberova, assistant
(Kazan State Medical University – KSMU, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается влияние регулярной физической активности в комплексном лечении ревматоидного артрита, на качество жизни больных с этим заболеванием и снижение инвалидизации данной группы населения.

Abstract

The article discusses the impact of regular physical activity in the complex treatment of rheumatoid arthritis on the quality of life of patients with this disease and the reduction of disability in this population group.

1. Введение

Ревматоидный артрит (РА) - одна из частых причин ранней инвалидизации пациентов и снижения качества жизни, связанное с ограничением функциональных способностей суставов. РА ведет к снижению психологической и социальной адаптации, что характерно для лиц с хроническим болевым синдромом. Использование комплексов физических упражнений должно быть одной из целей терапевтического обучения пациентов с данным диагнозом.

2. Анализ исследований

Согласно клиническим рекомендациям Министерства здравоохранения Российской Федерации [3] важное значение в комплексной терапии РА занимает физическая реабилитация, которая включает в себя лечебная физическая культура (ЛФК), массаж, рефлексотерапию. Занятия по физической культуре назначают сначала под руководством инструктора, затем дома рекомендуется всем пациентам с РА с момента установления

диагноза. Выполнение ЛФК укрепляет силу мышц, увеличивает активные и пассивные движения в суставах, улучшают психологическое и общее физическое состояния пациента, без усиления активности заболевания и деструкции суставов в краткосрочной перспективе [1, С.144]. Для пациентов, страдающих РА важно применять как статические, так и динамические (силовые, аэробные) упражнения для сохранения трудоспособности и снижения риска развития коморбидных заболеваний [2, С.70]. Физическая реабилитация применяется с базисной терапии заболевания.

3. Заключение

РА оказывает большое влияние на повседневную жизнь пациентов. Современный подход к лечению больных РА направлен не только на снижение симптомов заболевания, достижению длительной ремиссии, но и на психическое благополучие больного, а также сохранения его трудоспособности. Большую роль играют ежедневное выполнение лечебной физической культуры, которое не только благополучно влияет на регресс заболевания, но и также помогает людям приспособиться к повседневной жизни без помощи близких.

Список литературы

1. Москаленко И.С., Миронова О.В., Бутенко О.В. Особенности физической культуры при ревматоидном артрите // Здоровоохранение, образование и безопасность. 2018. № 2(14). С.143-145.
2. Абдрахманова А.И., Устинова С.М., Амиров Н.Б. Применение физических упражнений в лечении ревматоидного артрита // Вестник современной медицины. 2019. Т. 12. вып. 5. С. 69 - 71.
3. Клинические рекомендации "Ревматоидный артрит" (утв. Министерством здравоохранения РФ, 2021 г.). Доступ из справ. -правовой системы «Гарант». Источник: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402775973.htm>

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НА БЕРЕМЕННЫХ

Покровская Ю.С., Аслан Г.С.

Научный руководитель: Эгамбердиева Люция
Димухтасибовна, к.м.н., доцент
(ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань)

INFLUENCE OF THERAPEUTIC PHYSICAL CULTURE ON PREGNANT WOMEN

Pokrovskaya Yu.S., Aslan G.S.

Supervisor: Liucia D. Egamberdinova, assistant professor
(Kazan State Medical University – KGMU, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается влияние занятий лечебной физической культурой на беременность. Выявлена положительная динамика самочувствия и состояния здоровья беременных при регулярных занятиях лечебной физической культурой.

Abstract

The article discusses the impact of physical therapy on pregnancy. The positive dynamics of the state of health and health of pregnant women was revealed with regular classes in therapeutic physical culture.

1. Введение

Недостаток физической активности в период беременности пагубно отражается на состоянии женщины, а также приводит к патологии беременности и преждевременным родам. Именно поэтому крайне важно, чтобы врач-гинеколог понимал важность назначения ЛФК и мог правильно донести информацию о последствиях женщине.

2. Исследование

Целью исследования стало изучение влияния занятий физической культурой на беременность и ее течение.

Задачами ЛФК во время беременности являются улучшение адаптации сердечно-сосудистой и бронхолегочной систем к физическим нагрузкам; оптимизация кровообращения в малом тазу и нижних конечностях; активизация мышц дна таза, бедер, ягодиц и голени; укрепление мышц спины и брюшного пресса, которые несут повышенную нагрузку

из-за смещения центра тяжести; повышение эластичности мышц тазового дна и приводящих мышц бедра; совершенствование способности к волевому напряжению и расслаблению мышц живота в сочетании с грудным дыханием; сохранение и развитие подвижности позвоночника и тазовых сочленений, тазобедренных суставов.

Помимо этого, гормоны беременности оказывают разностороннее непосредственное воздействие на многие органы и ткани. Происходящие при этом в организме изменения отнюдь не хаотичны: комплекс явлений, меняющих состояние во время беременности, называют «адаптацией к беременности», что отражает его физиологическую направленность. Адаптивные реакции являются значительной дополнительной «нагрузкой» для беременной женщины, и в то же время они необходимы для плода [1].

В ходе практической деятельности проводилось наблюдение за назначениями врачей акушеров-гинекологов будущим роженицам во время их визита в женские консультации и их состоянием при соблюдении рекомендаций. Было выявлено, что у беременных, которые не пренебрегали регулярными занятиями ЛФК, снизилось количество жалоб на боли внизу живота, спины, одышку, а также варикозное расширение вен, улучшилось общее самочувствие по сравнению с контрольной группой, которая игнорировала данное назначение, в результате исследования этой группы у будущих мам наблюдалась отечность конечностей, быстрая усталость, фиксировались жалобы на боли в пояснице и ухудшение общего состояния.

3. Заключение

Таким образом, исследование показало, что лечебная физическая культура не только улучшает общее состояние беременной, способствует увеличению двигательной активности, что является важным фактором для поддержания здоровья будущей матери и ребенка, но и предотвращает развитие патологических состояний и осложнений при родах.

Список литературы

1. Абрамченко В.В., Болотских В.М. Лечебная физкультура в акушерстве и гинекологии. СПб.: ЭЛБИ-СПб., 2007. 220 с.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ТРАВМ

Попыванов К.А.

Научный руководитель: Салмова Анастасия Ивановна,
старший тренер-преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

RECOVERY OF ATHLETES AFTER INJURIES

Popuyanov K.A.

Supervisor: Anastasia I. Salmova, senior trainer-teacher
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В данной статье акцентировано внимание на применение реабилитационных процедур, направленных на восстановление спортсменов после травм.

Abstract

This article focuses on the use of rehabilitation procedures aimed at restoring athletes after injuries.

1. Введение

Травмы являются весомой причиной приостановления тренировочного процесса, что приводит к снижению уровня физической подготовки, так же травмы влияют на ментальное состояние спортсмена. Спортсмен, который заботится о своём здоровье, должен знать методы реабилитации после полученной травмы для скорейшего выздоровления.

2. Одной из самых распространённых травм является травма коленного сустава. Коленный сустав можно повредить множеством способов – ушиб, вывих, травмы мениска, переломы внутри суставов, разрыв связок или сильные растяжения. Главный способ реабилитации после любой травмы коленного сустава – спокойный отдых.

Также активно используется физиотерапия, которая является продуктивным методом реабилитации. Благодаря постоянному току ускоряется проникновение медикаментов. Процедуры, связанные с физиотерапией, назначают при надрыве связочного аппарата или после снятия гипса

для растяжки атрофированных мышц. Самые распространённые процедуры физиотерапии – фонорез, лазеро- и магнитотерапия, лечение парафином и так далее. Еще один из самых эффективных методов реабилитации – лекарственные препараты. Они укрепляют связки, мышцы и суставы колена, а также снимают болевые ощущения и спазмы. Для восстановления также эффективно применяют средства массажа, но проводить данные процедуры лучше в клинике под контролем специалиста.

Одним из самых основных средств восстановления после травм является лечебная гимнастика. Для реабилитации после травмы коленного сустава показаны специальные упражнения, которые разделяются на активные и пассивные:

1. Пассивными считаются процедуры, которые спортсмен должен проходить в клинике, например: физиотерапия или же массаж мениска

2. Активные упражнения и процедуры направлены на борьбу с атрофией мышц. Цель таких упражнений – стабилизация[1].

3. Заключение

Таким образом, процесс реабилитации после любой травмы, это, безусловно, очень долгий и тяжелый процесс, который требует много сил и энергии, но нужно следить за своим здоровьем и соблюдать все правила для успешного восстановления.

Список литературы

1. Епифанов В.А. Лечебная физическая культура и спортивная медицина. -М.: Медицина, 1999. - 303 с.

ПРОБЛЕМА МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

Портнов С.В.

Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

THE PROBLEM OF MOTIVATION FOR FOREIGN LANGUAGE LEARNING

Portnov S.V.

Supervisor: Elena Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья анализирует проблемы мотивации к изучению иностранного языка и возможные способы их решения.

Abstract

The article analyzes the problems of motivation for foreign language learning and ways to solve them.

1. Introduction

One of the most difficult aspects of a teacher's activity is to motivate students. Motivation, both internal and external, is a key factor in every person's success at all stages of learning, and teachers can play a key role in ensuring and encouraging the motivation of their students.

According to the study and analyzes of the problem, students may be unmotivated for a variety of reasons. In general, they may:

- feel that they have no interest in the subject at all;
- find the teacher's methods unattractive;
- get distracted by external factors.

Foreign languages are often perceived by school students as unimportant because not professional language universities consider that languages are not the main subject.

Also experience shows that teenagers, in most cases, look at languages as a difficult and boring subject to spend time on.

2. Ways to solve the problem

The research in the field made it possible to work out the following tips for the teachers which may permit them improve motivation among learners: 1) Never use technology just for the sake of using technology. The use of technology must be justified by the final goals of every lesson. 2) Use authentic video followed by grammar and vocabulary exercises, aiming at final goal of oral production. This is a fantastic way to get students involved into experience of the culture of other countries. 3) Use much of music. Young people are keen on music and this may help make them interested. 4) Create your own podcasts according to the topics to cover. For example, the free Audacity service can be of great help. 5) Use social media tools such as Skype, Facebook, Microsoft Teams, Zoom to always stay in touch with students and unite them [1]. 6) Create your own interactive exercises. Teachers know their students' strengths and weaknesses and understand better what exactly their students need. Various game and handout generators can be found in large numbers on the web. 7) Use the interactive whiteboard more effectively. The more students are involved in the process, the more fascinating the process seems for them. 8) Start a subject blog, class blog, or wiki to showcase your students' work and achievements, focusing on their efforts. 9) Use online tools more often to prepare for classes or help your students with homework. Using tools like Viki, Wordle, or Animoto, you can motivate your students. 10) Make your students' gadgets work, so they use them for benefit. 11) Give students choice and the sense of control at one and the same time as this is actually one of the best ways to keep them engaged. 12) Use positive competition. 13) Keep on getting to know your students. When students feel they are interested in, cared about, valued and respected, it creates a safe learning productive and effective environment.

3. Conclusion

This, of course, is not an exhaustive list, and we do not claim that these will solve all the problems with motivation. But this is something that teachers can do, each in their own place, to attract students to the classroom and encourage a love of foreign languages.

Список литературы

1. Крылова, А. С. О перспективах онлайн обучения иностранному языку в вузе: уроки пандемии / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева, Ж. И. Айтуганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 74-3. – С. 170-172. – EDN FAWOUT.

ОСОБЕННОСТИ ЗАКОНОВ ТЕРМОДИНАМИКИ ЖИВЫХ СИСТЕМ

Романов А.А.

Научный Руководитель: Юнусов Ринат Файзрахманович, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)

FEATURES OF THE LAWS OF THERMODYNAMICS OF LIVING SYSTEMS

Romanov A.A.

Supervisor: Rinat Fayzrakhmanovich, Associate Professor (*Kazan National
Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматриваются особенности взаимодействия живых систем с окружающей средой, а также возможности применения к ним обычных законов термодинамики. Сделаны выводы о месте биологических систем в курсе общей физики и предложены варианты раскрытия данной темы в упомянутом выше курсе.

Annotation

The article discusses the features of the interaction of living systems with the environment, as well as the possibility of applying the usual laws of thermodynamics to them. Conclusions are drawn about the place of biological systems in the course of general physics and options for the disclosure of this topic in the course mentioned above are proposed.

1. Введение

Часть физики, занимающаяся изучением общих свойств вещества, связанных с тепловым движением в условиях равновесия, называется термодинамикой. На рассмотрение термодинамики газов уделяется значительный промежуток времени, но совершенно не рассматривается термодинамика биологических систем. Так, живые системы имеют ряд отличий от привычных систем, изучаемых термодинамикой [1].

2. Особенности живых систем и описание их методами термодинамики

Переходы энергии в процессе жизнедеятельности организма осуществляются, подчиняясь первому и второму законам термодинамики.

Несмотря на это, живой организм, как объект изучения термодинамических исследований имеет ряд особенностей:

- Является незамкнутой системой.
- Характер изменения энтропии, имеющий важную роль в неживых системах, в случае живых организмов имеет лишь косвенное значение.
- Большинство процессов стационарны.

3. Теорема Пригожина

Бельгийский физик И.Пригожин сформулировал одну из важнейших теорем о термодинамике открытых систем: «В стационарной термодинамически открытой системе скорость производства энергии, обусловленного протеканием в ней необратимых процессов, принимает минимальное для данных условий положительное значение». Это для живых систем означает, что обмен веществ с точки зрения термодинамики обусловлен борьбой с возрастанием энтропии вследствие процессов, протекающих внутри организма [2,3].

4. Заключение

Из приведенных особенностей термодинамики живых систем следует, что она коренным образом отличается от термодинамики газов. Помимо этого, человек является биологической системой, поэтому при рассмотрении термодинамики следует уделить дополнительное время вопросу биологических систем, так как это может дать студентам возможность понять, как устроен их организм с точки зрения физики. А так как наиболее высокий показатель усвоения материала достигается студентами во время лабораторных работ. Вследствие этого рекомендуется создать модель, которая приближена к биологической системе, и провести ряд практических работ, суть которых заключается в том, что студенты на собственном опыте смогут увидеть особенности биологических систем.

Список литературы

1. Кикоин И.К. Молекулярная физика/ И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. – М., 1976.
2. Никиян А.Н., БИОФИЗИКА/ О.К. Давыдова, А.Н. Никиян. – Оренбург, 2013
3. Юнусов Р.Ф. Электронная образовательная среда в техническом вузе// Современные научные исследования в сфере педагогики и психологии. Сборник результатов научных исследований. Киров, 2018. С. 800-812.

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рябов Д.Ю.

Научный руководитель: Мухаметзянов Оскар Айдарович, ассистент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

THE INFLUENCE OF SOCIAL NETWORKS ON THE INFORMATION PROVISION OF STUDENT ABOUT RESEARCH ACTIVITIES

Ryabov D.Yu.

Supervisor: Oscar A. Mukahmetzyanov, assistant
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье показано то, как социальные сети влияют на молодежь, а именно – на популяризацию научно-исследовательской сферы. Кроме этого разобраны преимущества и недостатки такого информирования.

Abstract

The article shows how social networks influent on students, in particular, - the popularization of the research sphere. In addition, the advantages and disadvantages of such information are analyzed.

1. Введение

Социальные сети в XXI веке оказали огромное влияние на распространение научной информации в жизни молодёжи. Доступность технологических средств и Интернета приводят к облегчённому использованию различных источников. Молодежь может привнести в нынешнюю науку значительный вклад и помочь развитию новых проектов.

2. Основная часть

Через социальные сети можно информировать молодежь о различных конгрессах, научных конференциях и форумах, а также учить людей верному способу подачи информации.

С одной стороны, платформы социальных сетей облегчили молодому поколению доступ к научным знаниям и обмен ими, сделав их более доступными для широкого круга людей, и научили людей этике в данной

деятельности [1,2]. Это позволило шире распространять научную информацию, а также облегчило людям знакомство с новыми открытиями и достижениями в различных областях. Кроме того, позволило развить умение подачи научных статей и докладов.

Однако распространение научной информации в социальных сетях также имеет свои недостатки. Простота доступа к информации в социальных сетях привела к распространению дезинформации, поддельных новостей и теорий заговора, которые могут подрывать доверие к науке и негативно повлиять на общественное понимание научных концепций [3]. Кроме того, социальные сети часто управляются алгоритмами, которые отдают приоритет распространению сенсационного и противоречивого контента, а не точности, что может привести к продвижению ненаучных идей.

3. Заключение

В целом, хотя социальные сети оказали значительное влияние на распространение научной деятельности в жизни молодежи, важно помнить об ограничениях и проблемах, связанных с этим процессом. А также подходить к информации, найденной в социальных сетях, с критическим мышлением и скептицизмом.

Список литературы

1. Богатов В.В. Этика в научной деятельности: Вестник ДВО РАН. 2008. № 1.
2. Багаутдинов Т.А., Мухаметзянов О.А. Границы науки в эпоху интернета: XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых). 2021. Т.6. С. 707-710
3. Михеев Е.А., Нестик Т.А. Дезинформация в социальных сетях: состояние и перспективы психологических исследований: Социальная психология и общество. 2019. Т.9. №2. С. 5-20.

УДК: 372.881.1

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Сабиров Э.М.

Научный руководитель: Лаптева Елена Юрьевна, к.п.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

PROBLEMS OF LEARNING ENGLISH LANGUAGE AT TECHNICAL UNIVERSITY

Sabirov E.M.

Supervisor: Elena Yu.Lapteva, Ph.D., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

Статья анализирует проблемы в изучении технического английского языка, с которыми сталкиваются студенты технических вузов.

Abstract

The article analyzes the problems which students of technical universities can face within their study.

1. Introduction

Despite the availability of modern communication methods that are able to quickly translate sentences, a person's knowledge of a foreign language remains relevant. As the language for worldwide communication nowadays is English, every professional in his/her field needs to know it for continuous development and self-improvement. This is especially true for scientists, because in science, accuracy in transmitting information is very important.

2. Problem analysis

Future technical specialists need to command a special type of proficient English, the basis of which is called "technical English". This level of foreign language proficiency stands apart from the other stages of learning English, as it has its own characteristics and its own requirements.

The study and analysis of the problem made it possible to define the main problems that students may face while studying at the university and which may affect the final level of their language knowledge. Among them

are: 1. Low initial level of English of students who have just entered the university. 2. Low general motivation for acquiring new knowledge and skills. 3. Limited amount of English in the curriculum in relation to the total amount of university education. 4. Concentration of English within the first two years of education and a gap in language study between bachelor and master degree programs. [1] 5. The presence of special grammatical structures, namely active/passive constructions, modals, imperatives, word clusters, etc, which incorrect translation may prevent from correct understanding. [2] 6. Great amount of terminology which has its own peculiarities according to a specific sphere of usage and can be properly understood only if you know professional aspects. [2,3] 7. Great number of abbreviations, which can be multi-valued and can be properly defined again in case of understanding the very essence of the topic. 8. Lack of deep professional knowledge at first two courses of education when English is taught. 9. Psychological difficulties of mastering a foreign language by students of technical universities, which can be evaluative and emotional.

3. Conclusion

Better command of English gives a graduate competitive advantage when applying for a job, analyzing foreign scientific literature for the topic concerned, as well as it expands his/her horizons, provides constant professional development.

Список литературы

1. Крылова, А. С. Повышение эффективности формирования компетенций по иностранному языку у магистров в техническом вузе / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева, Ж. И. Айтуганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66-3. – С. 131-134. – EDN MLPDAT.
2. Лаптева, Е. Ю. Английский язык для технических направлений: Учебное пособие / Е. Ю. Лаптева. – Москва: Компания КноРус, 2013. – 496 с. – (Бакалавриат). – ISBN 978-5-406-01796-8. – EDN SGKSHR.
3. Лаптева, Е. Ю. Система формирования профессиональной иноязычной компетенции у бакалавров в техническом вузе / Е. Ю. Лаптева // Иностранные языки в современном мире: инфокоммуникационные технологии в контексте непрерывного языкового образования: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Казань, 26–27 июня 2014 года / под научной редакцией Ф.Л.Ратнер. – Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2014. – С. 619-628. – EDN UAYXJX.

**ВЛИЯНИЕ ГИГИЕНЫ НА ФИЗИЧЕСКУЮ КУЛЬТУРУ И СПОРТ
И ОСНОВНЫЕ ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ
К РАСПОЛОЖЕНИЮ, ОРИЕНТАЦИИ И ПЛАНИРОВКЕ
СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Салохиддинов А.Д.

Научный руководитель: Хидиятуллин Азат Наилович,
старший тренер-преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический институт
им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань)

**IMPACT OF HYGIENE ON PHYSICAL EDUCATION AND SPORT
AND BASIC HYGIENIC REQUIREMENTS FOR THE LOCATION,
ORIENTATION AND PLANNING OF SPORTS FACILITIES**

Salokhiddinov. A.D.

Supervisor: Azat N. Khidiyatullin, senior trainer-teacher
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev-KAI», Kazan)

Аннотация

В данной статье обсуждается влияние гигиены на физическую культуру и спорт и основные гигиенические требования к расположению, ориентации и планировке спортивных сооружений.

Abstract

This article discusses the impact of hygiene on physical culture and sports and the basic hygienic requirements for the location, orientation and layout of sports facilities.

1. Введение

Гигиена физического воспитания и спорта как учебная дисциплина имеет большое общеобразовательное и специальное значение для студентов и специалистов в области физической культуры. Знание гигиены необходимо для правильного решения вопросов по предупреждению заболеваний, повышению трудоспособности и сопротивляемости организма к неблагоприятным влияниям окружающей среды.

2. Спортивные сооружения должны отвечать определенным гигиеническим требованиям, обеспечивающим оптимальные усло-

вия спортсменам. Эти требования регламентируются соответствующими строительными и санитарными нормами и правилами Министерства здравоохранения РФ, отраслевыми нормативно-методическими документами Государственного комитета по физической культуре, спорту и туризму. Гигиенические требования ко всем спортивным сооружениям независимо от их типа нормируют следующие элементы:

место расположения спортивных сооружений в черте населенного пункта; ориентацию спортивных сооружений; транспортную доступность; планировку; состояние окружающей среды (воздуха, воды, почвы); характер озеленения и площадь зеленых насаждений; уровень интенсивного шума; микроклимат спортивных сооружений (относительная температура и влажность, скорость движения воздуха).

Спортивные сооружения строятся с наветренной стороны от промышленных и жилищно-бытовых объектов, загрязняющих воздух на расстоянии, установленном для каждого объекта, загрязняющего воздух (санитарно-защитная зона). При проектировании спортивных сооружений учитываются климатические условия региона будущего строительства. При строительстве спортивных сооружений обязательно учитывается их ориентация по сторонам света. Гигиенически оптимальной считается ориентация окон спортивных сооружений на юг или юго-восток, расположение длинной оси крытого спортивного сооружения с востока на запад или с северо-востока на юго-запад.

3. Заключение

Подводя итог, хотелось бы отметить, что основными задачами современной гигиены является научная разработка основ предупредительного и текущего санитарного надзора, санитарного законодательства, обоснование гигиенических мероприятий по охране и оздоровлению окружающей среды, условий труда и отдыха, охрана здоровья детей и подростков.

Список литературы

1. Вайнбаум Я.С., Коваль В.И., Родионова Т.А. Гигиена физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. Заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2002. - 240 с.
2. Лаптев А.П., Малышева И.Н. Практикум по гигиене. - М.: ФиС, 1987. Лаптев А.П. Гигиена массового спорта. - М.: ФиС, 1984.
3. Быков И.В., Гансбургский А.Н., Горичева В.Д., Гигиена физической культуры и спорта: Учебник - Изд: СпецЛит, 2010. - 192 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Салыков Т. Т.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, ст. преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

APPLICATION OF ADVANCED TECHNOLOGIES IN THE LEARNING PROCESS

Salykov T. T.

Supervisors: Ruzanna R. Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматриваются основные принципы использования передовых технологий, их преимущества и недостатки. Обсуждаются перспективы дальнейшего развития технологических инноваций в образовании и необходимость их внедрения для повышения качества образования.

Abstract

The article considers the basic principles of using technologies, their advantages and disadvantages. The prospects for further development of technological innovations in education and the need for their implementation to improve the quality of education are discussed.

1. Введение

В свете быстрого развития информационных технологий, использование передовых технологий в образовании становится все более актуальным и необходимым. Многие учебные заведения уже начали внедрять новые технологии в свою практику, чтобы поддерживать соответствие современным требованиям и потребностям обучающихся.

2. Современные технологии, их преимущества и недостатки

Одной из наиболее популярных технологий являются мобильные приложения для обучения. Они могут обеспечить доступ к информации и упражнениям на любом устройстве, а также помочь студентам организовать свой график и повысить эффективность обучения. Одним из ярких

примеров такого приложения является Duolingo – онлайн-курс языков для преподавания английского, испанского, немецкого и других языков. Другой популярный способ использования технологий в образовании – это онлайн-курсы. Они предоставляют студентам возможность обучаться на удалении и получить сертификат в конце курса. Онлайн-курсы могут быть бесплатными или по платной основе. Например, Coursera, EdX, Udemu и многие другие платформы предоставляют доступ к более чем 10,000 курсам по различным темам. Далее, виртуальная реальность – это технология, предоставляющая пользователям возможность погрузиться в виртуальный мир и взаимодействовать со средой. В образовании VR может быть использована для создания интерактивных уроков, где студенты могут проходить обучение в имитационной среде. Например, Google Expeditions – набор инструментов для создания и проведения виртуальных экскурсий, позволяющих студентам посетить различные места и исследовать их. Однако, использование передовых технологий в образовании имеет свои преимущества и недостатки. Новые технологии могут сделать обучение более интерактивным, доступным и индивидуальным. Однако, недостатком может стать сложность в использовании технологий для некоторых пользователей, а также высокие затраты на разработку и внедрение системы.

3. Заключение

Технологические новшества являются ключевым элементом в современном образовании. Несмотря на все преимущества, необходимо помнить о возможных недостатках и оценивать эффективность внедрения технологий в каждом конкретном случае.

Список литературы

1. El-Hussein, M. O., & Cronje, J. (2010). Defining mobile learning in the higher education landscape. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(3), 12-21.
2. Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5), 31-40.
3. Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *science*, 323(5910), 66-69.
4. Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БАСКЕТБОЛЕ

Усанов Б.А.

Научный руководитель: Галимова Эльга Викторовна, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

MODERN TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATION IN BASKETBALL

Usanov B.A.

Supervisor: Elga V. Galimova , associate professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье обсуждается метод использования современных технологий в профессиональной лиге баскетбола.

Abstract

The article discusses the method of using modern technologies in the professional basketball league.

1. Введение

Баскетбол - это динамичная игра, которая требует быстрых реакций, высокой скорости и точности. Современные технологии помогают игрокам и тренерам сделать игру более эффективной и продуктивной. В этой статье мы рассмотрим некоторые из самых важных технологий, которые используются в современном баскетболе.

2. Современные технологии и их применение в баскетболе

В данной работе предложены современные способы улучшения качества игры для баскетболистов в профессиональной лиге. Системы анализа видео Одной из главных технологий, используемых в баскетболе, являются системы анализа видео. Они позволяют тренерам и игрокам анализировать игру, выявлять ошибки и улучшать тактику. Системы анализа видео позволяют увеличивать эффективность тренировок и улучшать игру команды в целом.

Wearable-технологии, такие как умные часы и браслеты, помогают игрокам и тренерам следить за физической формой и здоровьем. Они могут отслеживать пульс, уровень физической активности и даже сон. Это позволяет тренерам и игрокам принимать более осознанные решения о тренировках и снаряжении, чтобы максимизировать производительность на поле.

GPS-мониторинг - это еще одна технология, которая используется в баскетболе. Она позволяет тренерам и игрокам отслеживать расстояние, которое они проходят на поле, скорость и другие параметры, такие как ускорение и торможение. Это помогает тренерам оптимизировать тренировки и игру, чтобы улучшить физическую форму и производительность игроков.

3D-печать становится все более популярной в баскетболе, особенно в производстве защитных элементов для игроков. Например, кастомизированные маски и наушники могут быть разработаны с помощью 3D-печати, чтобы обеспечить максимальную защиту игроков.

Автоматизированные системы обработки данных используются в баскетболе для сбора и анализа больших объемов данных. Эти системы собирают информацию о каждом игроке и каждом матче, используя датчики и камеры, а затем анализируют эти данные, чтобы помочь тренерам и игрокам принимать лучшие решения на поле. Это может включать в себя анализ движения, производительности, тактики и других параметров игры.

Виртуальная реальность (VR) может помочь баскетболистам улучшить свои навыки и развить новые. Используя VR-технологии, игроки могут имитировать игровые ситуации и тренироваться без риска получения травм. Это также может помочь тренерам обучать своих игроков более эффективно и детально.

Интернет вещей (IoT) - это сеть устройств, которые могут взаимодействовать между собой и обмениваться данными без человеческого вмешательства. В баскетболе IoT может быть использован для сбора данных о температуре в зале, влажности воздуха, освещении и других параметрах, которые могут повлиять на производительность игроков.

3. Заключение

Из приведенных примеров можно сделать вывод, что современные технологии значительно улучшают баскетбол, делая его более эффективным и продуктивным. Они помогают тренерам и игрокам собирать и анализировать данные, улучшать физическую форму и развивать новые навыки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИИ СТУДЕНТАМИ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ

Файзрахманов З.И.

Научный руководитель: Юнусова Айгуль Аминовна,
тренер-преподаватель кафедры ФКиС КНИТУ-КАИ
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

THE USE OF MODERN TECHNOLOGY BY STUDENTS FOR SPORTS

Fayzrakhmanov Z.I.

Supervisor: Yunusova Aigul Aminovna,
trainer-teacher of the Department of FCiS KNRTU-KAI
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье обсуждается возможность использования некоторых современных технологий студентами для занятий физической культурой.

Abstract

The article discusses the possibility of using some modern technologies by students for physical education.

1. Введение

В наше время все чаще используют современные технологии в самых различных сферах жизни. Это также затронуло сферу физической культуры и спорта. В статье рассматриваются такие устройства, которые смогут улучшить процесс физического воспитания студентов. Цель работы — анализ использования современных технологий студентами для занятий спортом.

2. Для решения поставленной цели необходимо выявить наиболее распространенные технологии, помогающие студентам в физическом воспитании. Для этого был проведен опрос среди студентов КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева в количестве 80 человек. Респонденты должны были выбрать среди предложенных вариантов современных технологий те, которыми они пользуются.

Наиболее распространенными среди студентов приспособлениями

для занятий спортом оказались фитнес-трекер (39%) и умные часы (27%). Оба этих устройства имеют ряд общих черт, но отличаются назначением: трекеры предназначены для контроля физической активности и общего состояния здоровья, в то время как умные часы являются частичной заменой смартфону. Часто пользователи предпочитают для спорта не умные часы, а фитнес-трекер, т.к. он легче, тоньше, имеет больше цветовых вариантов, а также более экономичный. Видимо поэтому все-таки более востребованным считается фитнес-трекер.

Популярными среди студентов также являются специальные фитнес-приложения (31%), предназначенные для контроля физической активности. Достоинством таких приложений является то, что их можно настроить для конкретных целей. В настоящее время существует большое количество таких приложений, например, для управления тренировками, повышения выносливости, похудения и т.д.

3. Заключение

В данной статье был проведен анализ использования современных технологии студентами для занятий спортом. Из полученных данных можно сделать вывод, что современные технологии могут помочь студентам отслеживать и анализировать уровень их физической активности и следить за состоянием здоровья во время тренировок. Внедрение таких технологии в вузы страны может благоприятно повлиять на здоровье и физическое воспитание студентов.

Список литературы

1. Ростовцев В.Л., Кряжев В.Д. Совершенствование спортивных движений на основе СМАРТ-технологий искусственной активации мышц // Информационное обеспечение физической культуры и спорта. – М.: ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, 2015. – С.63-67.

**АНАЛИЗ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ РАЦИОНОВ
ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ 2 КУРСА СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Хабибуллина Р.Р.

Научный руководитель: Кузнецова Галина Павловна, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева — КАИ, Казань*)

**THE ANALYSIS OF THE BALANCE DIETS OF SECOND YEAR
STUDENTS OF THE MAJOR "TECHNOSPHERIC SAFETY"**

Khabibullina R.R.

Supervisor: Galina P. Kuznetsova, assistant professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev –KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной статье приведены результаты анализа сбалансированности рационов питания студентов 2 курса специальности «Техносферная безопасность».

Abstract

This article presents the results of the analysis of the balance diets of second year students of the major "Technospheric Safety".

1. Введение

Студенты КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева специальности «Техносферная безопасность» на 2 курсе проводят расчеты сбалансированности рационов их питания. В данной статье произведен анализ и оценка этих рационов. Полученные данные было необходимо обработать для получения статистики сбалансированности рационов питания по нескольким критериям.

2. Результаты анализа сбалансированности рационов питания

Студенты относятся к категории работников научного труда. Все профессии данного типа относятся к 1 группе интенсивности труда, связанной с минимальными энергозатратами, которые равны в 18-29 лет 2000 ккал у женщины и 2450 ккал у мужчин, из которых белки составляют 260-290 ккал, жиры – 630-730 ккал, углеводы – 1100-1400 ккал.

Студенты по методическим указаниям самостоятельно рассчитали индивидуальные суточные рационы питания, результаты которых послужили материалом для написания данной статьи.

Согласно полученным данным белки составляют:

Недостаток – 80%

Норма – 5%

Избыток – 15%

Жиры:

Недостаток – 90%

Норма – 0%

Избыток – 10%

Углеводы:

Недостаток – 90%

Норма – 5%

Избыток – 5%

Обработав и проанализировав результаты расчетов, можно увидеть, что у 85% студентов количество потребляемой энергии количественно меньше, расходуемой.

3. Заключение

Можно сделать вывод, что опрошенные либо не могут сбалансированно питаться по ряду причин, независящим от них, либо же они не знают, как правильно организовать свой рацион.

Поскольку невозможно повлиять на первое обстоятельство, можно попытаться самостоятельно скорректировать свое питание с помощью специалистов и проверенных источников информации по этой теме. Самое главное не стоит забывать об индивидуальной непереносимости некоторых продуктов питания организмом и собственных предпочтениях.

УЛУЧШЕНИЕ SOFT И HARD НАВЫКОВ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Халимов А.З.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна, ст. преп.
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева — КАИ, г. Казань*)

IMPROVING STUDENTS' SOFT AND HARD SKILLS THROUGH BLENDED LEARNING

Khalimov A.Z.

Supervisor: Raskhodova Ilmira Abrarovna
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev — KAI, Kazan*)

Аннотация

Многие исследования доказали, что смешанное обучение способно улучшить успеваемость учащихся. Различные методы преподавания и обучения включаются в смешанное обучение. В данной статье рассматривается влияние смешанной учебной деятельности на улучшение soft и hard навыков учащихся.

Abstract

Many studies have proven that blended learning can improve student achievement. Various teaching and learning methods are included in blended learning. This article discusses the impact of blended learning activities on improving the soft and hard skills of students.

1. Введение

Учащиеся не могут оптимизировать свою практику soft навыков, таких как умение общаться с людьми, творчески мыслить, эффективно организовывать своё время, работать в команде, принимать решения и брать на себя ответственность, чтобы получить свои hard навыки в процессе обучения. Смешанное обучение считается подходящим методом для развития как soft, так и hard навыков учащихся. Это связано с одним из принципов смешанного обучения, который дает учащимся возможность взаимодействовать, работать, обсуждать, делиться и исследовать посредством обучения в классе и онлайн-обучения.

2. Основной текст

Смешанное обучение — это учебная деятельность, ориентированная на учащихся, которая реализуется с помощью таких методов обучения, как групповое обсуждение, групповая работа, индивидуальная презентация, групповая презентация, изучение, моделирование, видеопрезентация, обмен идеями и т.д. [1]. Методы могут применяться как в классе, так и в онлайн-обучении. Процесс обучения с помощью различных методов обучения способствует развитию студентов, отработке soft и hard навыков. Студенты с энтузиазмом относятся к учебной деятельности, такой как обмен информацией, поиск, презентация, исследование, поиск в Интернете, комментирование видео и работа в группе для достижения цели обучения [2]. Студенты не только достигают более высокой успеваемости, но и становятся более мотивированными и активными для участия в учебной деятельности. Процесс смешанного обучения может развивать у учащихся показатели soft и hard навыков.

Учебной деятельностью можно управлять с помощью онлайн-обучения, чтобы улучшить навыки учащихся. Студенты могут взаимодействовать друг с другом, задавать вопросы и обсуждать ресурсы, предоставленные учителем [3]. Связь между смешанным обучением и развитием soft и hard навыков студентов ясна, рациональна и логична.

3. Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что применение смешанного обучения, сочетание очного обучения и онлайн-обучения положительно повлияет на показатели soft и hard навыков учащихся.

Список литературы

1. Брайан А. Смешанное обучение: определение, модели, использование в системе высшего образования / А. Брайан, К.Н. Волченкова // Вестник ЮУрГУ. – 2016. – Т. 8, № 2. – С. 24-30.
2. Hadiyanto H. Students' Generic Skills at The National University of Malaysia and The National University of Indonesia / H. Hadiyanto, M.S.B. Ibrahim // Procedia Social and Behavioral Sciences. – 2013. – № 83. – С. 71-82.
3. Расходова И.А., Садрутдинов Ф.Р. Технологии цифрового чтения в современном образовании // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых ученых». Материалы Круглого стола. – 2020. – С. 436-438.

РАЗВИТИЕ ЛИДЕРСКИХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ ВУЗА

Ханина Ю.А.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Абраровна,
старший преподаватель кафедры ИЯРРКИ
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF LEADERSHIP QUALITIES OF UNIVERSITY STUDENTS

Khanina J. A.

Supervisor: Ilmira Abrarovna Raskhodova, Senior Lecturer of the
Department of Foreign Languages of Russian,
Russian as a Foreign Language
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассматривается проблема формирования лидерских качеств студентов Вуза, как лидерство сказывается на групповом коллективе студентов. Описаны методы стимулирования лидерства в ходе учебно-образовательного процесса.

Abstract

The article changes the problem of the formation of leadership qualities of university students, how leadership changes in a group team. The methods of stimulating leadership in the course of the educational process are described.

1. Введение

Современный, быстро развивающийся мир требует от будущего специалиста не только высокой квалификации, но и обладание надпрофессиональными навыками Soft skills. Следовательно, выдвигаются особые требования к подготовке специалистов, которые после выпуска должны быть высококомпетентны, конкурентно способны и обладать лидерскими качествами, быть готовыми к сотрудничеству, способными принять решение в случае выбора и нести ответственность за судьбы страны.

2. Программа обучения в Вузе должна иметь ориентир на развитие самореализации студента, конкурентоспособности и развитии лидерских качеств. Вследствие, преподавательский состав должен делать акценты на социально-психологические характеристики лидерства при учебно-образовательном процессе.

Лидерство является дифференцирующим аспектом в группе, и выступает в роли динамического взаимодействия личностных качеств и социальной системы [1]. Научно было доказано, что группы с ярко выраженным лидером с большей вероятностью достигают успеха в решении задач.

Развитие лидерских качеств среди студентов во время образовательного процесса должно опираться на грамотно построенную программу обучения, что требует от преподавателя знаний о ролевой дифференциации лидерства. Это стимулирует более эффективные решения учебно-профессиональных задач. Формирование лидерских качеств способствует появлению в учебной группе благоприятного эмоционального климата, взаимовыручки, усиливает чувство эмпатии, формирует командный дух и сплачивает студенческий коллектив [2].

Информированность преподавателей в эталонных и идентификационных качествах лидерства способствует более полному представлению о межличностном взаимодействии в коллективе и позволяют оказывать воспитательное воздействие на студентов эффективнее.

3. Заключение

Лидерские качества необходимы будущему востребованному специалисту в современном мире. Формирование лидерства как ролевой дифференциации должно интегрироваться непосредственно в учебно-образовательный процесс в Вузе.

Список литературы

1. Наумова Т.А., Баранов А.А., Тараканов Я.Л. Развитие лидерских качеств личности у студентов вуза // Интернет-журнал «НАУКА» Том 7, № 4 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/108PVN415.pdf> (доступ свободный). Название с экрана. Яз. Русский, английский DOI: 10.15862/108PVN415– С. 3-7.

2. Расходова И.А. Использование образовательной среды при обучении студентов вузов // Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков // Материалы всероссийской научно-практической конференции. 29 марта, Казань. 2019г. С. 46-48.

ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ

Челнокова Н.В.

Научный руководитель: Павлова Лиана Зуфаровна,
старший тренер преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, г. Казань)*

TRAINING AND EDUCATION IN THE FIELD OF RADIOPHYSICS, PHOTONICS AND LIVING SYSTEMS

Chelnokova N.V.

Supervisor: Liana Z. Pavlova, senior trainer teacher

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье раскрывается подход в обучении спортсменов, которой включает в себя новейшие разработки в области фотоники.

Abstract

This article reveals an approach to the training of athletes, which includes the latest developments in the field of photonics.

1. Введение

Виртуальная реальность - это мир, созданный техническими средствами, передающийся человеку через зрение, слух или осязание. Её универсальность открывает огромное поле для возможностей в самых разных сферах жизни, в том числе и в спорте.

2. Время является очень важным ресурсом в спорте, особенно важную роль оно играет для молодых или травмированных специалистов. В силу того, что спорт довольно опасен, возраст, а значит всё то же время, в течение которого игрок ещё может реабилитироваться - ограничен.

Компания VR Beyond Sports предоставляет очки виртуальной реальности, с уже заранее созданными режимами тренировок. Такие системы улучшают подготовку молодых игроков, а также используются в период посттравматического восстановления.

Как это работает? После закрепления на голове специального прибора, который называется “очки виртуальной реальности”, на каждый глаз подаётся изображение, данный подход позволяет воспринимать искусственный мир без ограничения рамок дисплеев, ведь куда бы пользователь ни повернул голову, экран последует за ним. Именно за счёт этого создается эффект глубокого погружения, который усиливается за счет аудио.

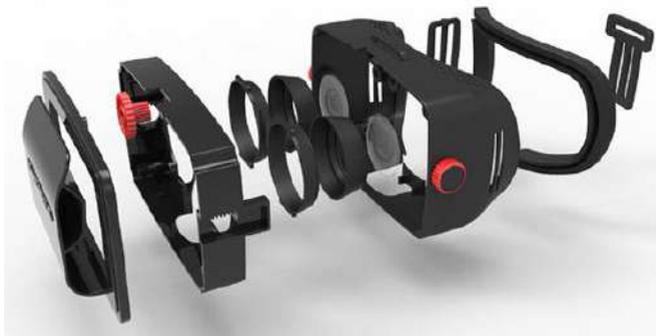


Рисунок 1. Устройство виртуальной реальности

Такие устройства состоят из ЖК-дисплея, линз и внешней конструкции, которая может включать и стерео-гарнитуру. Линзы фокусируют и изменяют изображение. В силу движения 2D картинки создается эффект объема. Также такая гарнитура отслеживает движение головы, эта система называется шесть степеней свободы (6DoF). Она отслеживает размещение головы относительно осей x, y, z . В этом ей помогают дополнительно встроенные гироскоп, акселерометр и магнитометр.

3. Заключение

Хоть VR гарнитуры и являются довольно удобным и прогрессивным средством, они довольно дорогие, потому такие технологии могут себе позволить далеко не все.

Список литературы

1. Timothy Jung M. Claudia tom Dieck Philipp A. Rauschnabel Augmented Reality and Virtual Reality: New Trends in Immersive Technology (2021).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

Черпак Е.А.

Научный руководитель: Расходова И.А., старший преподаватель,
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

THE USE OF INTERNET-RESOURCES WHEN LEARNING A FOREIGN LANGUAGE

Cherpak E.A.

Supervisor: Raskhodova I.A., senior lecturer,
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev - KAI, Kazan*)

Аннотация

Статья повествует о том, как Интернет-ресурсы влияют на скорость освоения незнакомого материала в рамках изучения иностранных языков. Также выдвигаются положительные и отрицательные стороны пользования информационными ресурсами в разных сферах жизни общества.

Abstract

The article tells about how Internet resources affect the speed of mastering unfamiliar material in the framework of learning foreign languages. The positive and negative aspects of using information resources in various spheres of society are also put forward.

1. Введение

В 21 веке Интернет – это самый популярный способ не только взаимодействия с другими людьми, но и отличное решение по поиску важной и новой информации. Сегодня человек, благодаря информационным ресурсам, может осуществить все свои цели, обучиться новому материалу, а также открыть мир разных возможностей. Изучать иностранный язык – это очень сложно, и не каждый человек способен освоить его самостоятельно, но сейчас существует много способов обучаться самостоятельно благодаря Интернет-ресурсам.

2. В технических университетах студенты сталкиваются с проблемой изучения иностранного языка даже на базовых уровнях,

так как большинство поступающих обучалось до этого 11 лет по школьной программе с физико-математическим уклоном. Можно заметить, что в таком направлении иностранным языкам уделяется мало времени, поэтому, изучая технический английский язык, который позже пригодится на производстве, вызывает затруднения. Преподаватели подбирают специальные программы, которые позволяют доступно объяснить нужный материал обучающимся, однако, чтобы достаточно повысить свой уровень изучаемого языка, несколько занятий в неделю будет недостаточно. Следовательно, студенты используют дополнительные способы изучения, а именно – Интернет-ресурсы.

Разработчики приложений и сайтов каждый день создают разные платформы, где вы можете найти онлайн-уроки и другие задания.

На каждом смартфоне в онлайн-магазинах приложений PlayMarket и AppStore в рекламе часто встречаются платформы, подразумевающие изучения языка в игровой форме. Вы проходите какой-то онлайн-тест по определенной теме, а вам за это начисляются очки, или дается победная медаль. Это очень удобный способ как для детей, так и для взрослых. Также данное приложение может занять вас на несколько минут. Появилось свободное время – вы можете зайти в приложение и пройти тест.

В любых ситуациях бывают и отрицательные стороны. Иногда человек не может заставить себя изучать иностранный язык самостоятельно. Тогда на помощь приходят тьюторы, которые помогают освоить материал с помощью специальных онлайн-учебников и quiz.

3. Заключение

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что изучение иностранных языков – это большой труд. Однако с помощью новых технологий, а именно сети Интернет и его ресурсов, любой человек может найти самый удобный для него способ изучения иностранного языка.

Список литературы

1. Andreeva A.A., Introduction to Internet education. – М.: Logos, 2003.
2. Ivanova N.V., Effective use of new information technologies in teaching English in secondary school. - Krasnoyarsk: LETTER, 2004. - 112 p.
3. Raskhodova I.A., Shilin N.A. Modern methods of learning a foreign language at a university // Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference "Modern problems of philology, pedagogy and methods of teaching languages" Kazan March 29, 2019. P. 52-55.

ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ

Щередин Е.А.

Научный руководитель: Павлова Лиана Зуфаровна,
старший тренер преподаватель

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

TRAINING AND EDUCATION IN THE FIELD OF RADIOPHYSICS, PHOTONICS AND LIVING SYSTEMS

Shcheredin E.A.

Supervisor: Liana Z. Pavlova, senior trainer teacher

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

Аннотация

В статье обсуждается улучшение концентрации внимания пилота спортивного автомобиля посредством применения нашлемного проекционного дисплея.

Abstract

The article discusses improving the concentration of attention of a sports car pilot through the use of a helmet-mounted projection display.

1. Введение

Проекционные дисплеи – устройство воспроизведения информации, предназначенное для отображения символьной и графической информации на прозрачной пластинке.

В автоспорте такие дисплеи могут иметь решающее значения на высокоскоростных участках дороги, где требуется максимальная концентрация внимания.

2. Проекционные дисплеи

Основная функция дисплея заключается в информировании пилота о показаниях скорости и величины оборотов. На дисплее также возможно отображение изменения погоды, навигации и температура отдельных узлов машины. Физическая часть этого устройства может состоять из двух основных элементов: дисплея, который устанавливается перед

правым глазом пилота на регулируемом креплении, и проекционного модуля, расположенного внутри челюсти шлема. При использовании таких устройств особого внимания требуют следующие факторы:

1. Поверхность, на которую проецируется изображение, должна быть совершенно прозрачной и не препятствовать обзору.

2. Формируемое изображение должно быть коллимировано (спроецировано на бесконечность) — в противном случае водителю придётся постоянно перефокусировать зрение при переключении внимания с объекта в закабинном пространстве на показания дисплея. Будучи спроецированным в бесконечность, изображение видится всегда в фокусе вне зависимости от того, куда смотрит пилот, и не требует затрат времени на аккомодацию. [1, с38]

У нашлемных проекционных дисплеев также есть недостатки. Первый минус — это неудобство при первом использовании, долгая адаптация чем может быть вызван риск получения травм. Вторым минусом может стать дороговизна продукта для начинающих гонщиков. Пилоту может быть привычнее пользоваться старыми методами и полагаться на аналоговые приборы.

3. Заключение

Из приведенных выше аргументов, можно сделать вывод, что использование проекционных дисплеев поможет снизить информационную нагрузку на водителя, который вынужден при прохождении скоростных участков следить за окружающей обстановкой и показаниями приборов. Однако из-за годов наработанного опыта в этих дисциплинах пилотам в начале такие устройства могут показаться непривычными, что может оттолкнуть их от дальнейшего использования.

Список литературы

1. Оптика и фотоника, Принципы и применения, Салех Б., Тейх М., Том 1, 2012.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Индикатор_на_лобовом_стекле

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БОКСА В КАИ

Щукин А.А.

Научный руководитель: Макейчев А.В.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)*

HISTORY OF THE BOXING DEVELOPMENT IN KAI

Andrey Shchukin

Supervisor: Andrey Makeichev

*(Kazan National Technical University named after
A.N. Tupolev - KAI, Kazan)*

Аннотация

В данной статье рассказывается о появлении и развитии бокса в КНИТУ-КАИ, а также о достижениях спортсменов ВУЗа и их тренеров.

Abstract

This article tells about the emergence and development of boxing at KNRTU-KAI, as well as about the achievements of university athletes and their coaches.

1. Введение

Самодетельное физкультурное движение в КАИ начало развиваться с момента его организации. В 30-е годы этому способствовал еще и подъем оздоровительной и спортивной работы в стране в целом, когда стали проводиться массовые соревнования, спартакиады.

2. Основная часть

Первый «кружок» бокса в авиационном институте был организован в марте 1937 года студентом А.Карповым, одним из сильнейших боксеров того времени в Татарии и Поволжье. Уже с 1938 по 1940 года студенты нашего института входили в состав сборной города. В 1947 году организована самостоятельная кафедра физического воспитания. В этом же году боксерский «кружок» в КАИ получает новый импульс с приходом настоящего тренера - Валентина Сергеевича Димитрошкина. В 1952 году в секции бокса насчитывало 41 студент. В 1953 году сформировался и начал действовать спортивный клуб КАИ. В этом же году на всесоюзных соревнованиях ЦС ДСО «Наука» в г. Киев отметились бронзовыми

наградами в своих весовых категориях студенты – А.Борисов, Л.Сун, А.Шалаев.

С 1966 года старшим тренером сборной КАИ становится мастер спорта СССР, 3-х кратный победитель первенства Советского Союза Эдуард Петрович Еркин. В начале 70-х начинается строительство двух-зального спортивного корпуса (ул. Гоголя 18), в котором был предусмотрен зал для занятий боксом и тяжелой атлетики. В 1971 году в команду приходит еще один тренер – кандидат в мастера спорта СССР Фарух Абдулович Шакиров. С 1971 по 1973 года сборная в первенстве Высших учебных заведений ТАССР занимает 1, 2, 1 места соответственно. В период с 1974 по середину восьмидесятых боксеры КАИ стабильно показывают высокие спортивные результаты в командном зачете как на уровне ТАССР, так и в городе. С началом Горбачевской «перестройки» появилось новое направление в развитии бокса, кикбоксинг. С 1997 года на работу приходит кандидат в мастера спорта по боксу, действующий вице-президент Федерации кикбоксинга Татарстана Р.А.Юсупов. На базе спортивного комплекса (ул. Гоголя 18) стали проводиться соревнования по кикбоксингу и боксу различного уровня, что сильно способствовало популярности этих спортивных направлений. В 2000 году на кафедру физвоспитания был принят мастер спорта России, чемпион Евразии по кикбоксингу А.В.Макейчев. с 2002 года он становится старшим тренером сборных команд по боксу и кикбоксингу. В период с 2000 по 2006 года в первенстве высших учебных заведений Республики Татарстан сборная стабильно входит в тройку лучших студенческих команд. Огромную работу по развитию бокса в ВУЗе проводит заведующий кафедрой ФК профессор Юсупов Р.А., так в 2007 году была организована встреча студентов КАИ с абсолютным чемпионом мира среди профессионалов Константином Цзю. В 2010 году в преддверии всемирной Универсиады на территории КАИ-града была построена первая часть нового спортивного комплекса, получившего название «КАИ-Олимп». В новейшей истории с 2000 подготовлено 6 мастеров спорта России по боксу.

3. Заключение

Завершая данный экскурс в историю можно сделать вывод, что боксёрские традиции КАИ продолжают с необходимыми изменениями, учитывающими требования времени, работа руководства КНИТУ-КАИ, кафедры физической культуры и спорта, тренерского – преподавательского состава движется в нужном направлении, развивая, мотивируя и расширяя интерес студенческой молодежи в выбранном ими виде спорта.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В РАЗВИТИИ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Юрченко И.А.

Научный руководитель: Покровская Татьяна Юрьевна, к.соц.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

PROBLEMS AND PERSPECTIVES IN THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE PHYSICAL EDUCATION

Yurchenko I.A.

Supervisor: Tatiana Yu. Pokrovskaya, associate professor
(Kazan national research technical university named after
A.N.Tupolev - KAI, Kazan)

Аннотация

В работе представлен анализ текущих проблем, связанных с доступом к адаптивной физической культуре, а также предлагаются перспективы для ее дальнейшего развития.

Abstract

The paper presents an analysis of current problems associated with access to adaptive physical culture, and also suggests prospects for its further development.

1. Введение

Потребность в адаптивном физическом воспитании становится все более актуальной и значимой. Поэтому доступность для физической активности людям с ограниченными возможностями имеет решающее значение для того, чтобы они могли пользоваться теми же благами, что и их сверстники без инвалидности.

2. Определение проблем в развитии адаптивной физической культуры. В работе определены общие проблемы - отсутствие подготовки и образования специалистов, работающие с людьми с ограниченными возможностями, их сертификации, а также соответствующие навыки и знания для эффективной работы с такими людьми [1]. Необходимость создания инклюзивных и доступных объектов и оборудования, которые могут быть приспособлены для людей с различными видами ин-

валидности: пандусы, доступные раздевалки и модифицированное спортивное оборудование [2]. На основании проведенного авторами опроса 43 обучающихся в возрасте от 18 до 24 лет, из них 30 мужчин и 13 женщин получены следующие данные:

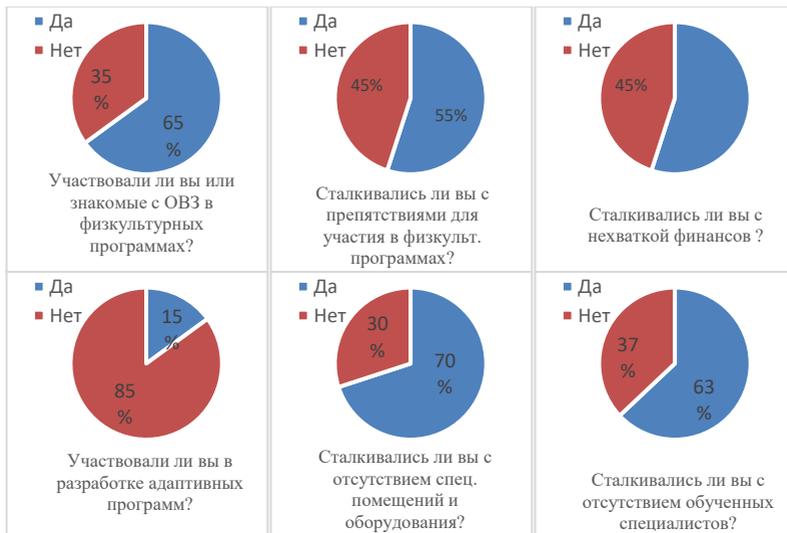


Рисунок 1. Результаты опроса

3. Заключение

Таким образом, люди с ограниченными возможностями сталкиваются с препятствиями. Проблемы, требующие решения: недостаточная доступность, отсутствие обученных специалистов, ограниченное финансирование, улучшение доступности и повышение уровня подготовки специалистов. Изменение подхода в разработке программ в области адаптивной физической культуры может помочь преодолеть эти проблемы.

Список литературы

1. Козлова О. А., Коротаева Е. Ю. Адаптивная физическая культура - М.: Проспект, 2019. - 64 с.
2. Метод. реком-ции по созданию адаптивных условий для занятий ФК для лиц с ограниченными возможностями: [электронный ресурс] / Министерство спорта РТ. - Казань, 2013. - Режим доступа: minsport.tatarstan.ru/metodicheskie-rekomendatsii-po-sozdaniyu-adaptivni.htm свободный (дата обращения: 03.03.2023).

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ

Яруллин Р.Р.

Научный руководитель: Покровская Татьяна Юрьевна, к.соц.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева, Казань*)

THE RELATIONSHIP OF PHYSICAL AND HORMONAL ACTIVITY

Iarullin R.R.

Supervisor: Pokrovskaya Tatyana Yuryevna, assistant professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A. N. Tupolev-KAI, Kazan*)

Аннотация

В статье рассматривается положительное и отрицательное влияние физической активности на работу центральной нервной системы.

Abstract

This article discusses the positive and negative effects of physical activity on the work of the central nervous system.

1. Введение

Регулярные физические нагрузки приводят к функциональному совершенствованию нервной системы, к положительному влиянию на ее состояние, улучшению нервной регуляции функций.

Цель работы состоит в выявлении характера влияния физической активности на центральную нервную систему (ЦНС).

Задачи:

1. изучить научно-методическую литературу;
2. провести анализ между физической активностью и качеством работы ЦНС у студентов.

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение научной литературы, социологический опрос.

2. Центральная нервная система – основная часть нервной системы человека. Она отвечает за координацию, высшую психическую деятельность человека, обеспечивает работу всех органов чувств. регулирует работу внутренних органов, координирует их деятельность и приводит тело в движение.

Высокая интенсивность физической активности значительно влияет на деятельность ЦНС, систематическая физическая активность благотворно сказывается на всех структурных уровнях центральной нервной системы, увеличивая пластичность нервной системы, ее способности к адаптации, физическая активность улучшает психическое состояние человека, делает его более бодрым, жизнерадостным и уверенным [1, С.483].

На базе кафедры ФКиС КНИТУ-КАИ авторами проведен социологический опрос обучающихся второго курса, названного вуза. В опросе приняло участие 90 студентов.

В процессе анкетирования студенты были разделены на две группы - активно занимающихся спортом 43 обучающихся (экспериментальная группа или 1 группа), и 47 студентов, которые спортом не занимаются (контрольная группа или 2 группа). По итогам исследования было выяснено, что все студенты из 1 группы не сталкивались с нервными срывами и психологически были устойчивы, в то время как из 47 студентов 2 группы у 12 человек случались нервные срывы. В ходе исследования была выявлена корреляционная связь между физической активностью и психологическим здоровьем студентов.

3. Заключение

Таким образом, физическая активность оказывает положительное всестороннее воздействие на ЦНС, увеличивая как внимание и память, так и улучшая психологическое состояние человека при соблюдении необходимых правил. В то время как отсутствие физических нагрузок увеличивает шанс возникновения различных хронических заболеваний и ухудшению психологического здоровья.

Список литературы

1. Ревтова О. А. Влияние спорта на нервную систему человека. // Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования. Электронный сборник статей по материалам XLII международной студенческой научно-практической конференции. Новосибирск: Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга», 2018. С. 482-486.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКОЙ И ГОРМОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Яруллин Р.Р.

Научный руководитель: Покровская Татьяна Юрьевна, к.соц.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева, Казань*)

THE RELATIONSHIP OF PHYSICAL AND HORMONAL ACTIVITY

Iarullin R.R.

Supervisor: Tatyana Yu. Pokrovskaya, assistant professor
(*Kazan National Research Technical University named after
A. N. Tupolev-KAI, Kazan*)

Аннотация

В данной статье исследуется взаимосвязь физической активности и интенсивности выработки гормонов, а также их влияние на организм студента.

Abstract

This article explores the relationship between physical activity and the intensity of hormone production, as well as their effect on the student's body.

1. Введение

Уровень физической активности в жизни современного человека кардинально поменялся, однако гормональная система все также оказывает значительное влияние на организм, и необходимость в поддержании высокого или среднего уровня физической активности не теряет своей актуальности.

Целью работы является выявление взаимосвязи физических нагрузок и гормональной активности.

Задачи:

1. изучить научно-методическую литературу;
2. определить значимость гормонов при физической активности;
3. провести анализ между физической активностью и уровнем гормонов в организме у студентов;

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение научной литературы, измерение и сравнение индекса массы тела, сравнение результатов выполнения теста Купера.

2. При изучении научно-методической литературы выяснилось, что повышенная физическая активность способствует увеличению выработки гормонов щитовидной железы и кортизола, пониженной выработке инсулина. Гормоны щитовидной железы способствуют увеличению выносливости спортсменов после динамической нагрузки [1, С.114]. Кортизол отвечает за кислородотранспортные возможности организма, что позитивно сказывается на физической работоспособности организма. Снижение уровня инсулина в плазме крови приводит к уменьшению жировых отложений в теле [2, С.358].

В авторском исследовании приняли участие 115 студентов, 50 из которых регулярно занимались спортом, а 65 не вели спортивный образ жизни. Во время исследования рассчитывался индекс массы тела и проводился тест Купера.

По итогам исследования было установлено, что регулярно занимающиеся спортом студенты показали хорошие результаты в тесте Купера, значения ИМТ у них были в пределах нормы. Студенты, не ведущие спортивный образ жизни, выполнили тест Купера с результатами ниже среднего, значения ИМТ показывали наличие избыточного веса.

3. Заключение

Таким образом, была выявлена корреляционная зависимость между физической и гормональной активностью в человеческом организме. Наличие средних и высоких физических нагрузок повышает выносливость и работоспособность, также способствует снижению жировых отложений в организме.

Список литературы

1. Даутова А.З., Шамратова В.Г. Взаимосвязи гормонального статуса и показателей красной крови с кардиореспираторной выносливостью у спортсменов и нетренированных юношей // Журнал медико-биологических исследований. 2022. №2. С. 110-121.

2. Липолиз и физическая активность / А. Г. Ламмерт, Н. В. Шувалова, С. В. Леженина [и др.] // Актуальные проблемы физической культуры и спорта: Материалы IX Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 14 ноября 2019 года. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2019. – С. 356-362.

BLOGGING AS A TOOL FOR STUDYING ENGLISH

Akhetov D.R.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

БЛОГГИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

Ахметов Д.Р.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, ст.преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

The article discusses the possibility of using blogs to learn foreign languages.

Аннотация

В статье рассматривается возможность использования блоггинга в качестве инструмента для изучения иностранного языка.

1. Introduction

The widespread development of information technologies and the ubiquitous integration of the Internet into all spheres of people's lives provide additional learning opportunities and, at the same time, pose new communicative tasks related to the ability to interact orally and in writing in a foreign language in real time.

2. The concept of a blog

As part of learning English as a foreign language, blogs have increasingly been used as an educational tool. A blog (from the English web log - blog - event record) is a website or web page containing regularly added content in the form of text messages, images and multimedia with the ability of other users to leave comments on them.

P. V. Sysoev identifies the following didactic properties and methodological functions of blogs, which should be taken into account when developing methods of teaching a foreign language through blog technologies:

- publicity (the blog is available to any member of the network and can be used to organize networking of a group of students outside the classroom);

- authorship and moderation (the author of entries in the log is usually one person who can edit and delete entries, as well as determine their subject matter and content, which allows you to individualize the learning process and monitor the progress of each student);

- multimedia (the ability to use different forms of information: text, graphic, photo, video, audio - contributes to the enrichment of lexical and socio-cultural material when creating records).

The researcher comes to the conclusion that these didactic properties of blog technology contribute to the development of such types of speech activity of students as writing and reading [2].

3. Заключение

In general, the following conclusion can be drawn about the use of blog technologies in learning English as a foreign language. Blog technology promotes a creative approach to learning, allowing students to experiment with the language, placing them in the familiar conditions of the global network with slightly modified rules of the game.

Список литературы

1. Охунова Д. Р. Development of Communicative Competence in Teaching Foreign Language for Professional Purposes // Актуальные исследования. 2022. №13 (92). С. 11-13. URL: <https://apni.ru/article/3937-development-of-communicative-competence> (дата обращения: 01.04.2023)
2. Сысоев П.В. Блог-технология в обучении иностранному языку // Язык и культура, 2012. № 4. С. 115-127.
3. Arslan R.S, Sahin-Kizil A. How can the use of blog software facilitate the writing process of English language learners? // Computer Assisted Language Learning. 23 (3), 2010. P. 183-197.
4. Bloch J. Abdullah's Blogging: A Generation 1.5 student enters the blogosphere // Language Learning and Technology, 2007. № 2. P. 25-37.
5. Bloch J., Crosby C. Blogging in academic writing development // Handbook of Research on Computer-Enhanced Language Acquisition and Learning. N.Y.: Information Science Reference, 2007. P. 36-47.
6. Crystal D. English as a Global Language. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
7. Валеева Р.Р., Хабибуллин К.М. Modern educational technologies // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. междунаод. науч.-прак. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 23 – 25.

INTERNET BLOGGING PLATFORMS

Akhmetov D.R.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

ИНТЕРНЕТ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ БЛОГОВ

Ахметов Д.Р.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, ст.преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

Abstract

The article considers a blogging platform, determines the potential degree of effectiveness of the implementation of each of the stages in the framework of the formation of reading, speaking, listening and writing skills.

Аннотация

В статье рассматривается одна из интернет платформ для ведения блогов, определена потенциальная степень эффективности реализации каждого из этапов использования блоггинга в рамках формирования навыков чтения, говорения, слушания и письма.

1. Introduction

Although blogs are not intended directly for educational purposes, with a properly developed methodology, their resources can become an important part of both classroom and self-study of the English language.

2. Internet logging

There are three stages of using a blog as such a tool.

Stage 1. Selection of thematic blogs and their study.

The teacher, and then the students themselves, choose blogs based on the topic of the lesson and the vocabulary in demand. After choosing blogs, they are carefully studied, a thematic dictionary is compiled.

Stage 2. Formation of communication skills.

Students take an active part in the discussion of blog posts, leaving their comments and entering into discussions with other native-speaking users.

Stage 3. Creating your own blog.

Students create their own blog in a foreign language and actively fill it with content - text and videos.

We will present general information about the platform under consideration being YouTube. YouTube is a website where users can upload, view, rate and comment on various videos. A large amount of the site's content consists of so-called vlogs (video blogs) - author's videos. YouTube is more focused on listening and speaking, although reading and writing are not excluded here, since there is the possibility of commenting on each post. The platform has both pros and cons. Positives are the ability to select the thematic content of native speakers; the ability to stop, rewind and listen to the recording at any time; the opportunity to learn a lot of colloquial phrases, the use of modern informal language; free use. Cons are technically, a slightly more complex mechanism for posting videos on the platform at Stage 3; the orientation of the platform on video content, the text format is present only in the comments, so speaking and listening are the main activities for this blog platform.

3. Conclusion

Thus, the use of blog technologies in learning English as a foreign language has great potential. It should be borne in mind that the application of this technique requires at least a basic level of language knowledge and the ability of students to work independently with large volumes of language material.

Список литературы

1. Verma R., Verma P., Verma M. Technological Innovations and Teaching English Language at School Level // International Journal of Engineering Inventions. Volume 1. Issue 1 (August 2012). P. 42-46.

2. YouTube. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/> (дата обращения: 11.03.2023).

3. Валеева Р.Р., Иванилов Д.А. Интеграция социальных сетей в процесс обучения / Р.Р. Валеева, Д.А. Иванилов // Управление качеством в образовании и промышленности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции (21 – 22 мая 2020 г., г. Севастополь) / редкол.: Белая М.Н. (отв. ред.). – Севастополь: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 2020.

4. Валеева Р.Р., Кузнецова А.А. The use of mobile devices as the latest stage in the development of e-learning // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. междунаrod. науч.-прак. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 48 – 50.

THE DEVELOPING OF FOREIGN LANGUAGE COMPETENCES OF MASTER'S DEGREE STUDENTS IN ONLINE TRAINING

Antipov A.N., Bychkov S.S., Eliseeva K.A.

Scientific advisor: A. S. Krylova, PhD, Associate Professor
(*National Research Technical University named after
A. N. Tupolev-KAI, Kazan*)

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ У МАГИСТРОВ В УСЛОВИЯХ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ

Антипов А.Н., Бычков С.С., Елисеева К.А.

Научный руководитель: А.С. Крылова, к.п.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

Abstract

The article considers the issues of developing foreign language communicative competences in master degree students' online training. It considers the main problems and offers some solutions.

Аннотация

Статья рассматривает вопросы формирования иноязычной коммуникативной компетенции на этапе обучения в магистратуре в условиях дистанционного обучения. Обозначены основные проблемы, предложены решения.

1. Introduction

The main purpose of studying a foreign language in the master's program is the developing of professional foreign language communicative competence, the level of which allows students to use a foreign language in their future research and professional activities. Achieving the ultimate goal of learning involves the development of all four skills of foreign language professional communication (reading, speaking, listening, writing) with special focus on 'productive' professional vocabulary [1-2].

2. Main part

The study was carried out with the use of online survey of the 1st-year Master's degree students of KNRTU-KAI.

The specific features of studying a foreign language at university by master's degree students are: a forced two-year break in learning a foreign language; fewer hours of classes; late evening classes; employment of students at enterprises. Moreover, a special attention at this stage of training is focused on self-study, which is aimed not only at the forming of professional communication skills, but also at increasing the level of educational autonomy, involving the creation of their own speech products [2].

According to the survey, the majority of students (84%) consider it possible and even reasonable to use distance (or blended) learning in a master's degree. 70% respondents believe that, in general, this will not have a significant impact on the quality of training, 11% assume that the quality may even increase due to more convenient time and conditions of learning. As for each of four skills of foreign language professional communication, speaking may be the most susceptible to qualitative changes, and writing may be the least susceptible (62% and 17% consequently). These problems can be solved by using e-learning technologies. For example, the teacher's explanations can be presented as video instructions, allowing students to return to them repeatedly at a convenient time. The use of Microsoft Teams communication platform allows students to contact directly with a teacher online, as well as to present their reports and presentations in a foreign language without significant loss of quality. The performing of special items for each scientific technical text allows students turn the translation itself from a goal into a means of foreign language learning, increasing both motivation and the effectiveness of mastering these skills.

3. Conclusion

Thus, the developing of foreign language communicative competences in master degree students' online training will not undergo any significant qualitative changes provided the use of more practice-focused tasks, communication online platforms for presenting speech products, as well as due to the increase in the frequency of controlled tasks in online courses and using e-learning technologies.

References

1. Крылова, А. С. О перспективах онлайн обучения иностранному языку в вузе: уроки пандемии / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева, Ж. И. Айтуганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 74-3. – С. 170-172. – EDN FAWOUT.
2. Крылова, А. С. Повышение эффективности формирования компетенций по иностранному языку у магистров в техническом вузе / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева, Ж. И. Айтуганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66-3. – С. 131-134. – EDN MLPDAT.

PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION OF UNIVERSITY STUDENTS

Artamonova A.A.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev -KAI, Kazan)*

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ САМООПРЕДЕЛЕНИЕ СТУДЕНТОВ ВУЗА

Артамонова А.А.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева - КАИ, Казань)*

Abstract

The article deals with the problem of professional self-determination of students as the basis of their life, social significance and professional effectiveness of the future specialist. The author presented an activity-based approach, based on the student's development as a subject of labor.

Аннотация

В статье рассматривается проблема профессионального самоопределения студентов как основа жизненного пути, социальной значимости и профессиональной эффективности будущего специалиста. Был представлен деятельностный подход, на основе которого определяется развитие студента как субъекта труда.

The right choice of profession is important not only for the students themselves, but also for society. Professional self-determination plays an important role in the life of young people, as it determines their life for many years. Their professional effectiveness and social educational motivation depend on their correctness, which can lead not only to failure, but also to dismissing from the university.

Self-determination is a complex process of choosing a person's own position, goals and means of self-realization. It includes such components as professional, personal, family, religious and other types. Self-determination is associated with self-realization, self-development, efficiency of activity and the ability to overcome conflict and crisis situations [1].

Personal characteristics of students, their motivation for self-determination in the profession are related to the educational process and educational programs. Factors of individualization and personification of education contribute to students' professional self-determination.

Self-determination is a natural process that occurs in every person, reflecting one of the steps on the path of becoming subjectivity. The leading task of current higher education system is to train specialists, taking into account their ability to self-determination, attitude to their own life [2].

Student's readiness for self-determination is achieved by changing the traditional correlation of information and activity components of the educational process. The structure of the subject's readiness for personal self-determination as system-forming components includes such individual typological qualities as autonomy, internality, spontaneity and integral abilities, including the ability to set goals and self-correction. The formation of psychological readiness for personal self-determination is a dynamic process, the features of which are determined by the purpose, content and stages of professional training.

Список литературы

1. Кобышева Л.И. Организация профессионального самоопределения студентов в условиях вуза // Современная педагогика. 2014. № 9;
2. Цыгина О.Д., Огнев А.С. Проблема самоопределения студентов ВУЗов // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 8. – С. 60-64.

**PRIORITY TASKS IN THE PREPARATION
OF A MODERN SPECIALIST**

Ashrapova.E.R

Supervisor: Ilmira Abrarovna Raskhodova,
Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages of Russian,
Russian as a Foreign Language
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

**ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ
СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА**

Ашрапова.Э.Р

Научный руководитель: Расходова Ильмира Аббаровна,
старший преподаватель кафедры ИЯРРКИ
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

The article discusses the priority tasks in the preparation of a modern specialist. The main tasks are described in order to prepare a good specialist in the real world, what skills he should have.

Аннотация

В статье рассматриваются приоритетные задачи при подготовке современного специалиста. Описаны главные задачи для того, чтобы подготовить хорошего специалиста в реальном мире, какими навыками он должен обладать.

1. Введение

The socio-economic development of the modern information society requires the development of new views in the field of training specialists to carry out their professional activities in conditions of increasing competition in the labor market, when it becomes impossible to actively carry out socially significant work activities without the skills of using information technology.

The issue of training modern specialists is becoming more relevant every day. The main working document for higher education institutions in

Russia is the educational standard of higher professional education, which includes requirements for a mandatory minimum of content and the level of training of specialists.

2. One of the main requirements for education, including professional education, are the requirements of its modernity, which include the idea of who a modern person is, a professional person, how he lives, what is his purpose in the world, his role in society, culture, nature, in the field of production; what is the order (social and political) for his education, what are the expectations of education for the person himself, society and production.

At the same time, the status of the future specialist and the specific profile of his educational activity as a whole allow certain opportunities to go beyond the boundaries of educational communication, due to his interest in information related to his specialty. This interest is also due to the expansion of the information field and the increase in information processes, the need to solve numerous communication problems by future specialists.

3. Заключение

Summing up, we can draw the following conclusion – the requirements of the modern world determine not only the professional characteristics of a specialist (professional competence, attitude to the profession, work motivation and discipline), but also the general education of a specialist (intellectual development, readiness for self-development, ability to think logically, analyze, plan), as well as psychological characteristics (ability to work with other people, self-confidence).

Список литературы

1 Pokushalova, L. V. The problem of the quality of training of a modern specialist / L. V. Pokushalova. — Text : direct // Young scientist. — 2011. — № 2 (25). — Vol. 2. — PP. 107-109. — URL: <https://moluch.ru/archive/25/2657>

2. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков» Казань 29 марта, 2019. С. 52-55.

MODERN TECHNOLOGIES IN TEACHING STUDENTS

Fomin N.S.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ

Фомин Н.С.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, ст.преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

The article is devoted to modern teaching methods used in higher education. The characteristic of active and interactive training methods is provided.

Аннотация

В статье рассматриваются современные методы обучения студентов в высшей школе. Дается характеристика активных и интерактивных методов обучения.

1. Introduction

The changes that have taken place in the life of the country over the past decades have set new goals for education. In the information age, new teaching methods are required. Under these conditions, educational technology becomes the most important tool for ensuring the effectiveness of the formation of competencies.

2. New role of a teacher

The growth of technology in the educational process makes new demands on the professional standards of teachers. A modern teacher cannot rely only on his pedagogical skills. Today, it is important that university professors have comprehensive knowledge about the features of pedagogical technologies, be able to plan and rationally choose new technologies and use them in the educational process, as well as assess their ability to develop the necessary skills and assess their ability to develop competencies. It should be noted that the main characteristic of modern teaching technologies is the initiative of students in the learning process, which is stimulated by the teacher. The teacher

does not give ready-made knowledge, but encourages participants to independently search for knowledge. Compared to traditional learning, interactive learning changes the interaction between teachers and students. The activity of the teacher is transferred to the activity of the students, and the task of the teacher is to create conditions for the initiative of the students. When using interactive methods, the role of the teacher is differentiated: he is no longer the central person of the educational process, but he regulates the process, participating in the overall organization, preparing the necessary tasks. The teacher formulates questions or topics for case work, group discussions, providing advice and controlling the timing and sequence of projects aimed at developing a field project, as defined in the teaching package and project plan.

3. Conclusion

Thus, the use of active and interactive forms and methods of teaching in the educational process of students contributes to the development of the necessary qualities of a professional by actively acquiring experience in mastering the content necessary for future professional activity. As well as self-realization in the profession, acquisition of new experience in solving specialized problems.

Список литературы

1. Borzova T. A. The teacher as the main link in the «flipped class» technology // Higher education in Russia. 2018. – No. 5. P. 42-50.
2. Voronov V.K., Gerashchenko L.A. Pedagogical model of identifying and leveling cognitive barriers In teaching students of technical universities // Bulletin of Irkutsk State Technical University. – 2012. – No. 1 (60). P. 203-206.
3. Simonenko N.N. Management of educational services using innovative teaching methods // Bulletin of Pacific State University. – 2012. – No. 2. P. 201-206.
4. Chuprova L.V., Ershova O.V., Mullina E.R., Mishurina O.A. Educational and methodological complex as a means of activating independent work of students of a technical university // Modern problems of science and education. – 2014. – No. 5.
5. Shumakova, N.V. Innovative technologies in the system of professional training of students / N.V. Shumakova. - Text: direct // Young scientist. – 2013. – No. 5 (52). P. 787-789.
6. Валеева Р.Р., Хабибуллин К.М. Modern educational technologies // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. международ. науч.-прак. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 23 – 25.

UNDERSTANDING PROCESS MODELING IDENTIFYING, IMPORTANCE AND BENEFITS

Ibatova M.Sh.

Supervisors: Óscar A. Mukhametzyanov, lecturer,
Ruzanna R. Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N.Tupolev-KAI, Kazan*)

ПОНИМАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ВАЖНОСТЬ И ПРЕИМУЩЕСТВА

Ибатова М.Ш.

Научные руководители: Мухаметзянов Óскар Айдарович, ассистент, Валева Рузанна Ринатовна, ст.преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им.А.Н.Туполева-КАИ, г. Казань*)

Abstract

The article discusses the modeling of business processes, which is a way to understand and analyze how your organization works by outlining processes, identifying shortcomings and improving them.

Аннотация

В данной статье рассматривается моделирование бизнес-процессов, что является способом понять и проанализировать, как работает организация, описав процессы, выявив недостатки и устранив их.

1. Introduction

Process modeling is a visual representation of a business process displaying its actions in a flowchart or diagram. For example, process modeling can help determine the sequence of stages, ways to transfer information between departments and those responsible for each stage.

2. Process modeling

Process modeling is an important tool for enterprises seeking to grow and improve efficiency. Here are some of the reasons why process modeling is critical to your organization's success:

Improving efficiency. By helping organizations understand how a process functions, process modeling allows them to identify weaknesses. This leads to the development of more efficient and optimized processes that save

time and resources. As for visibility, visual modeling of processes is easier to understand than text, it allows team members to interact more. Increased transparency and control. Process modeling also provides companies with greater transparency of their operations. This allows them to monitor the performance of each process and identify areas that need improvement. Continuous Improvement: Process Modeling helps teams identify opportunities for improvement, both in terms of cost savings and faster execution of work.

Advantages of process modeling are as follows: 1) Cost reduction. Process modeling helps to reduce costs by identifying deficiencies and optimizing workflows. 2) Quality improvement: Consistent processes are necessary to produce high-quality products or services. Process modeling helps to ensure that all process steps are performed in a standardized manner, minimizing variation and thereby increasing the consistency of the result. 3) Risk reduction. Process modeling makes it easier to identify weaknesses and areas of potential failure in the process. This helps companies identify and mitigate risks that may affect their work, allowing them to address potential problems more actively. This can expand the reach of your organization and provide huge benefits, such as increased revenue or entry into new markets.

3. Conclusion

In conclusion, it can be said that process modeling provides enterprises with important benefits, such as improved communication, improved control over operations and increased efficiency. By applying process modeling, companies can stimulate growth, reduce costs, improve quality and reduce risks in order to become more competitive in a complex and constantly changing situation.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001-96. Системы качества Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании, - М.: ВНИИС ГОССТАНДАРТ, 1997. - 9 с.
2. Miers, D. BPM: Driving Business Performance [Электронный ресурс] / D. Miers // BP Trends, 2012.
3. Евдокиенко, В. Бизнес-процессы, процессное управление и эффективность [Электронный ресурс] / В. Евдокиенко.
4. Hallerbach, A. Capturing Variability in Business Process Models: The Provop Approach // A. Hallerbach, T. Bauer, M. Reichert // Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice. -2009. -Vol. 22 №(6-7). - С. 519-546.

TECHNOLOGY IN RESEARCH TRAINING

Ishkineev A.I.

Supervisor: Ruzanna R.Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

Ишкинеев А.И.

Научный руководитель: Валеева Рузанна Ринатовна, ст.преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

The article discusses the impact of technology on research training. Highlighted are the benefits of technology in providing researchers with access to vast amounts of data, facilitating collaboration with colleagues from around the world, managing workflows more efficiently, and disseminating research results through open access platforms.

Аннотация

В статье рассматривается влияние технологий на исследовательскую подготовку. Подчеркиваются их преимущества в предоставлении исследователям доступа к огромным объемам данных, облегчении сотрудничества с коллегами со всего мира, более эффективном управлении рабочими процессами и распространении результатов исследований через платформы с открытым доступом.

1. Introduction

Technology is changing the face of research training, making it more accessible, efficient, and effective. Gone are the days when researchers had to rely solely on books, articles, and conferences to stay up-to-date with the latest findings and techniques.

2. Benefits of technology in research training

One of the most significant benefits of technology in research training is the ability to access vast amounts of data. With the internet, researchers can access databases and repositories that contain millions of records covering a wide range of topics. This data can be analyzed using powerful software tools

that can quickly identify patterns and correlations, leading to more accurate and insightful findings.

Another key benefit of technology in research training is the ability to collaborate with peers and colleagues from around the world. Online platforms like Slack, Zoom, and Skype allow researchers to communicate with each other in real-time, regardless of their physical location. This not only facilitates collaboration but also enables researchers to share their findings and receive feedback from others in the field.

In addition to collaboration, technology also provides tools that can help researchers manage their workflows more efficiently. For example, project management software like Trello or Asana can help researchers keep track of deadlines, tasks, and progress. This can be especially helpful for large projects that involve multiple collaborators.

Finally, technology is also changing the way research is disseminated to the public. Online publishing platforms like arXiv and PLOS provide open access to research findings, making them available to anyone with an internet connection. This not only increases the visibility of research but also promotes transparency and accountability in the scientific community.

3. Conclusion

In conclusion, technology is revolutionizing the way research training is conducted, providing researchers with unprecedented access to data, collaboration tools, workflow management software, and open-access publishing platforms.

References

1. Simms I. How Technology is Changing the Face of Employee Training // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.itbriefcase.net/how-technology-is-changing-the-face-of-employee-training>
2. Lemonaki D. Computer Skills for Résumé – Software Skill Proficiency Guide // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.freecodecamp.org/news/computer-skills-for-resume-software-skill-proficiency-guide/>
3. Peterson O. Secrets of the Cabal: Half-Life’s Organizational Management & Other Agile Tales // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.process.st/organizational-management/>
4. Валеева Р.Р., Ханова З.Р. Трудности написания научно-исследовательских работ студентами // Молодежь и наука: Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: матер. второй все-рос. нац. науч. конф. студ., асп. и мол. учен. – К. н/А., 2019. - С.74 – 76.

CASE STUDY AS A WAY OF DEVELOPMENT OF STUDENTS' CRITICAL THINKING

Khamidova N.N., Raskhodova I.A.

*(Kokand State Pedagogical Institute, Kokand
Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev -KAI, Kazan)*

КЕЙС-СТАДИ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Хамидова Н.Н., Расходова И.А.

*(Кокандский Государственный Педагогический Институт, Коканд)
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева - КАИ, Казань)*

Abstract

The article reveals one of the innovative methods of the development of critical thinking of students – the method of case study in the universities.

Аннотация

В статье раскрывается один из инновационных методов развития критического мышления студентов – метод кейс-стади в вузах.

1. Введение

Nowadays, the changes taking place in society in all branches of activity change the traditional principles of perception of the information. In the conditions of systematic updating of information, every modern person faces the problem of an adequate assessment of the objectivity and reliability of the information.

2. Структура статьи

Modern higher education should create such learning conditions in which students show not only knowledge and skills, but also the effective development of critical thinking. Critical thinking makes it possible to apply innovative technologies as effectively as possible, take into account the individual characteristics of students and the social conditions of their development.

To form students' critical thinking, it is necessary to define the concept of "critical thinking". According to the well-known American psychologist and educator Diana Halpern, "critical thinking is the use of cognitive techniques and strategies that increase the likelihood of obtaining the desired result" [2].

Conducting classes using the case study method requires careful preparation of the teacher. Firstly, it is the setting of goals: the giving theoretical knowledge and their effective application in practice. Secondly, it is the correct selection of the problem situation. It should be noted that the situation should be relevant, have a certain difficulty for students, arouse their interest and have a wide range of information access to this problem. Thirdly, it is selection of information of the problem situation. It is necessary to present theoretical material with the definition of the main theoretical concepts necessary for students to study independently [1].

3. Заключение

The use of the case study method in the classroom at the university contributes to the formation of critical thinking of students, since this method is based on the skills of working with information tools and develops critical thinking as the ability to search for reliable information, its diagnosis, analysis and making the right decision.

Список литературы

1. Расходова И.А. Критическое мышление как необходимое условие развития современной личности студента // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: «Андреевские чтения: современные концепции и технологии творческого саморазвития личности». 27-28 марта, Казань, 2019г. С. 206-210.
2. Халперн Д. Психология критического мышления, - СПб: Изд-во «Питер», 2000. – 512 с.

**CRITICAL READING AND WRITING AS ESSENTIAL TO
DEVELOPING THE STUDENTS' MIND**

Khamidova N.N., Raskhodova I.A.

*(Kokand State Pedagogical Institute, Kokand
Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev -KAI, Kazan)*

**КРИТИЧЕСКОЕ ЧТЕНИЕ И ПИСЬМО КАК НЕОБХОДИМОЕ
УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ**

Хамидова Н.Н., Расходова И.А.

*(Кокандский Государственный Педагогический Институт, Коканд)
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева - КАИ, Казань)*

Abstract

The article reveals the problem of critical thinking development while reading and writing. Critical reading and writing requires explicit employment of critical thinking concepts and principles, including reasonable interpretation and accurate delineation of the logic of an author's reasoning.

Аннотация

В статье раскрывается проблема развития критического мышления при чтении и письме. Критическое чтение и письмо требуют использования концепций и принципов критического мышления, включая разумную интерпретацию и точное определение логики рассуждений автора.

1. Введение

Educated persons routinely and skillfully engage in substantive writing. This is acutely true for students in their classes. Students need to learn how to engage in critical writing: writing that entails focusing on a subject worth writing about, then saying something about it worth saying. It involves using the concepts and processes of critical thinking to write in a way that, for example, is clear, accurate, relevant, and as detailed and supported, as it needs to be in context.

The same holds for learning to read critically, which entails reading texts carefully, analytically, and with a genuine attempt to capture what an au-

thor is saying. Critical reading requires explicit employment of critical thinking concepts and principles, including reasonable interpretation and accurate delineation of the logic of an author's reasoning, followed by proper assessment of the quality of the reasoning.

2. Структура статьи

Both critical, careful, analytic reading and critical, focused, well-reasoned writing are essential for learning content in a course or class, as well as for success within the professions. Critical reading and writing are necessary to gain an initial understanding of a subject's primary ideas and to begin thinking within the subject as a whole, making connections among ideas within it and applying those ideas to life beyond the classroom.

Most students have never learned to read or write critically. Instead, with reading, when they attend to a text at all, they tend to react to the text, or capture only vague ideas of what authors are saying. With writing, they have developed habits of getting by with superficial and impressionistic composition that only obscures the purpose of writing itself. Because students have typically never understood how disciplined reading and writing can be used to enrich their learning and lives, they may resist or even dread it.

3. Заключение

The students should explore and apply the concepts and principles of critical writing and critical reading as indispensable parts of skilled reasoning – and of the development of good intellectual character. It will also directly link with personal and professional life, since self-actualized persons, or in other words, accomplished critical thinkers, engage in critical reading and writing as a matter of course.

Список литературы

1. Расходова И.А. Критическое мышление как необходимое условие развития современной личности студента // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: «Андреевские чтения: современные концепции и технологии творческого саморазвития личности». 27-28 марта, Казань, 2019 г. С. 206-210.

2. Халперн Д. Психология критического мышления, - СПб: Изд-во «Питер», 2000. - 512с.

THE USE OF MEDIA MATERIALS IN THE STUDY OF FOREIGN LANGUAGES

Lapkina E.S.

Supervisor: Ilmira Abrarovna Raskhodova,
Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages of Russian,
Russian as a Foreign Language
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ СМИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Лапкина Е.С.

Научный руководитель: Расходова Ильмира Аббаровна,
старший преподаватель кафедры ИЯРРКИ
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

The article describes various media sources and how they help the process of learning foreign languages. They make learning a foreign language more interesting and entertaining, and also help to improve speech competence and grammar.

Аннотация

В статье рассказывается разных источниках СМИ и о том, как они помогают процессу обучения иностранным языкам. Они делают изучение иностранного языка более интересным и развлекательным, а также помогают улучшить речевую компетенцию и грамматику.

1. Введение

In the modern world, mastering oral foreign language communication is impossible without the use of effective, high-tech, affordable learning tools. Since we live in the age of information technology, it has become very easy to get information without any problems. Such means of mastering information are the media. These sources include: television, newspapers, advertisements and radio. The use of mass media in English classes is very relevant today, because this material is modern, authentic, informative and rich[3].

2. Television is a very effective means of disseminating information on various topics. It has huge opportunities for learning foreign languages.

The use of television makes the process of learning English more colorful, interesting and entertaining. The information capabilities of television allow foreign language learners to use authentic means of communication with native speakers. They immerse students in a natural language environment [1].

A newspaper article is practically not inferior in comparison with other media when teaching a foreign language in an artificially created language environment. A newspaper article, which is presented in printed form, makes it possible to read independently in order to further delve into the topic and search for certain linguistic facts in the text. Visual perception makes it possible to remember the material read much better and firmly fix it in memory [2].

Advertising texts are among the texts that can be safely used when learning a foreign language. Modern advertising reflects all the radical changes in technology and mass media, in socio-economic relations, in our understanding of culture, society and the role of man in it. Being one of the most widespread mass media, advertising is considered as a form of communication and as a means of popularizing goods, ideas, services.

3. Заключение

Thus, I believe that using the media when learning foreign languages is a pretty effective way. In addition, the systematic use of newspaper, audio and video materials contributes to the understanding of authentic speech, helps to make learning a foreign language more interesting, and also contributes to the independent study of various topics.

Список литературы

1. Sobirova, Sh. U. The use of advertising texts in teaching a foreign language // *Young scientist*. — 2019. — № 18 (256). — Pp. 48-50.
2. Pivanova, Yu. E. The importance of using media materials in teaching a foreign language / Yu. E. Ivanova. — Text: direct // *Young scientist*. — 2018. — № 20 (206). — Pp. 407-409.
3. Расходова И.А., Шилин Н.А. Современные методы изучения иностранного языка в вузе // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы филологии, педагогики и методики преподавания языков»* Казань 29 марта, 2019. С. 52-55

TOOLS FOR EFFECTIVE TECHNICAL KNOWLEDGE LEARNING FROM A STUDENT'S PERSPECTIVE

Salykov T.T.

Supervisors: Mukhametzyanov Oscar Aidarovich, lecturer,
Ruzanna R. Valeeva, senior lecturer
(*Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan*)

ИНСТРУМЕНТЫ ЭФФЕКТИВНОГО УСВОЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ, С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СТУДЕНТА

Салыков Т. Т.

Научные руководители: Мухаметзянов Оскар Айдарович,
преподаватель, Валеева Рузанна Ринатовна, ст. преподаватель
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань*)

Abstract

The article considers the methods and technologies that can increase the effectiveness of teaching students in the field of radio physics and photonics, including modern teaching methods, the use of modern technologies, an individual approach to learning and conducting practical classes. The author emphasizes the importance of improving the learning process in Russia and the need to train new personnel for dynamically developing industries.

Аннотация

Статья рассматривает методы и технологии, которые могут увеличить эффективность обучения студентов в области радиофизики и фотоники, включая современные методы обучения, применение современных технологий, индивидуальный подход к обучению и проведение практических занятий. Автор подчеркивает важность улучшения процесса обучения в России и необходимость подготовки новых кадров для динамично развивающихся отраслей.

1. Introduction

Radio physics and photonics are the two sciences that study electromagnetic waves and their interaction with matter. The fields of application of these sciences vary: from telecommunications and broadcasting to medicine and

space research. Therefore, education in the field of radio physics and photonics is an important component of modern higher education.

2. Modern learning tools

In the modern world, radio physics and photonics are of great importance. Studying in this field gives the students an opportunity to understand the fundamental principles and laws that underlie these sciences. In Russia, training in the fields of radio physics and photonics is carried out at many universities and institutes. For example, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI has one of the best faculties of radio physics and electronics, where students study electrodynamics, quantum mechanics, optics, radio engineering and other disciplines. However, many students have difficulty mastering technical knowledge. Therefore, we propose to consider the following options to increase the effectiveness of student education in the fields of radio electronics and photonics:

1. Modern teaching methods: interactive lectures, online courses, interactive whiteboards.
2. Application of modern technologies: presentations, 3D models, video tutorials.
3. Individual approach to learning: adapting the curriculum to the needs of each student and providing additional material for those who experience difficulties.
4. Conducting practical classes, where students can apply the acquired knowledge in practice, conduct experiments and acquire the necessary skills.

3. Conclusion

Following these principles, educators can improve teaching effectiveness and prepare students for work in the dynamically developing fields of radio physics and photonics.

References

1. Бороздина Г.В. Основы психологии и педагогики: Учеб. Пособие. Минск: Изд-во “Вышэйшая школа”, 2022 г.
2. Пашкевич А.В. Основы проектирования педагогической технологии. Взаимосвязь теории и практики: Учеб. пособие. Москва: Изд-во “РИОР”, 2021 г.
3. Чекулаенко В.Л. Общая социальная педагогика. Основы теории: Учеб. пособие. Москва: Изд-во “ИНФРА-М”, 2019 г.
4. Валеева Р.Р., Хабибуллин К.М. Modern educational technologies // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. междунаурод. науч.-прак. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 23 – 25.

**CONDITIONS AND PROSPECTS OF USING ONLINE
TECNOLOGIES IN POST-PANDEMIC
EDUCATIONAL ENVIRONMENT**

Skvortsova M.A., Khabibrakhmanov R.E., Shmyrov I.B.
Scientific advisor: A. S. Krylova, PhD, Associate Professor
(*National Research Technical University named after
A. N. Tupolev-KAI, Kazan*)

**УСЛОВИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОНЛАЙН
ТЕХНОЛОГИЙ В ПОСТ-ПАНДЕМИЙНОМ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Скворцова М.А., Хабибрахманов Р.Э., Шмыров И.Б.
Научный руководитель: А.С. Крылова, к.п.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

Abstract

The article is devoted to the study of specific conditions and prospect of using online technologies for foreign language training of master's degree students in the post-pandemic educational environment.

Аннотация

Статья посвящена изучению условий и перспектив использования дистанционных технологий в иноязычной подготовке студентов-магистров в пост-пандемийном образовательном пространстве.

1. Introduction

The experience of online learning gained during the pandemic is now actively used by educational institutions as a temporary solution in situations of inability of conducting face-to-face classes due to various objective reasons. Moreover, the possibility of transferring a number of disciplines, for example, at the master's degree stage, to online format is already being seriously discussed, which is primarily due to the conditions of study at the master's degree, the employment of students at enterprises [1-2].

Thus, the main purpose of this study was to analyze the forms and methods of foreign language training of master's degree students at a technical university, which successfully proved themselves during the pandemic, and the

possibility of their application in post-pandemic conditions, as well as the students' attitude to such opportunities.

2. Main part

The study was carried out with the use of online survey of the 1st-year Master's degree students of KNRTU-KAI.

The main feature of studying a foreign language in a master's degree is a large share of independent work or self-study. According to the survey, the majority of respondents (95%) consider it possible and even reasonable to use distance or blended learning for the subject (65% and 30%, respectively). The main difficulties in learning a foreign language are caused, according to students' answers, by the conditions of study at the university at this stage: a forced break of two years (37%), the need to combine work at enterprises and study (75%), late evening classes (26%). According to 80% of students, the quality of education will not change, and in some cases it will even increase, which is associated with the possibility of choosing an individual learning trajectory. To maintain the proper quality of mastering the discipline, 72% of respondents consider it important to have a combination of appropriate electronic courses on the discipline with the use of online communication platforms such as Microsoft Teams, Zoom, etc.

3. Conclusion

Thus, it is possible to carry out foreign language training at the master's degree stage using distance/blended learning without losing, and even increasing its quality and motivational component. It is achieved by maintaining the certain balance of distance and face-to-face training, the availability of appropriate e-courses on the discipline, the active use of online communication platforms, as well as due to proper students' attitude to discipline and developed skills of independent work.

References

1. Крылова, А. С. О перспективах онлайн обучения иностранному языку в вузе: уроки пандемии / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева, Ж. И. Айтуганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 74-3. – С. 170-172. – EDN FAWOUT.
2. Крылова, А. С. Повышение эффективности формирования компетенций по иностранному языку у магистров в техническом вузе / А. С. Крылова, Е. Ю. Лаптева, Ж. И. Айтуганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66-3. – С. 131-134. – EDN MLPDAT.

ACTIVE TEACHING METHODS

Valeeva R.R.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

АКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Валеева Р.Р.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

Abstract

The article is devoted to such teaching methods that force students to independently master the skills and abilities, namely, to the active teaching methods.

Аннотация

Статья посвящена таким методам обучения, которые заставляют студентов самостоятельно овладевать умениями и навыками, а именно, активным методам обучения.

1. Introduction

Interest in active teaching methods is caused by the urgent need to improve the modern didactic system and do it with the least risk. The practical application of problem-based and developmental learning has led to the emergence of methods called "active". Active learning methods are based on the conscious creation of a tense, often conflict situation, forcing students to make decisions to achieve a specific goal in the face of the inability to provide physical and limited time and resources [1].

2. Characteristics of the main methods

The technology of active teaching methods effectively solves the tasks set for training. First, it involves intense group interaction. Working in a team, upholding one's position and a tolerant attitude towards other people's opinions, taking responsibility for oneself and the team form personal qualities, moral attitudes and values of students that meet the modern needs of the society. Secondly, the technology of active methods may well provide a high degree of students' motivation to learn a foreign language, their involvement in the process of active communication in a foreign language.

The most common ways of active learning are presentations, projects, educational games, and others. A special place among the methods of effective learning belongs to the project activity [2]. This is a comprehensive teaching method that allows you to individualize the educational process, ensure student independence in planning, organizing and controlling their activities [3].

One of the variations for interactive learning is collaborative learning. This is small group learning. The main idea of this method is to create conditions for active joint learning activities of students in various learning situations [4].

3. Conclusion

Thus, one of the main advantages of active teaching methods, namely, the fact that they help to create a positive emotional mood, an atmosphere of psychological comfort, a focus on the success of each student, significantly increases the effectiveness of the lesson and makes them essential in the learning process.

References

1. Сальникова Т. Г. Активные методы обучения в повышении профессиональной компетентности педагогов ДОУ [Текст]: из опыта работы / Т. Г. Сальникова. - Санкт-Петербург: Детство-Пресс, 2017.

2. Валеева Р.Р., Гарифуллин И.Р. Образовательная технология проектного обучения // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. международ. науч.-прак. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 51 – 54.

3. Кирланов, Т. Г. Классификация методов активного обучения применительно к высшей школе / Т. Г. Кирланов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2010. — № 4 (15). — С. 337-339. — URL: <https://moluch.ru/archive/15/1455/> (дата обращения: 25.03.2023).

4. Валеева Р.Р., Гисматуллина А.И. Технология коллективного обучения // Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность // матер. международ. науч.-прак. конф. – Набережные Челны, 2019. - С. 42 – 44.

FACILITATION AND ITS POTENTIAL IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE

Valeeva R.R.

*(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)*

ФАЦИЛИТАЦИЯ И ЕЕ ПОТЕНЦИАЛ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Валеева Р.Р.

*(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)*

Abstract

The article is devoted to such teaching methods that force students to independently master the skills and abilities, namely, the active teaching methods.

Аннотация

Статья посвящена таким методам обучения, которые заставляют студентов самостоятельно овладевать умениями и навыками, а именно, активным методам обучения.

1. Introduction

The term “facilitation” was borrowed from psychology and appeared in the teaching methodology not long ago. The main task of a facilitator is to help a person find harmony with himself and in relationships with others. Facilitation is making interaction within a group easier and more comfortable (from the English “facilitate” – relieve, help). It is the process of helping the group in completing a task, solving a problem, or reaching an agreement to the mutual satisfaction of the participants.

2. A teacher as a facilitator

The skills of a facilitator involve a special role for the teacher. This role implies the creation of conditions for the assimilation of knowledge through research, application, experiencing situations by students in their educational activities. Facilitation principles include:

- ease of attitude to the educational process, the perception of educational tasks as feasible, assistance in achieving them, positive reinforcement;
- friendliness, openness to questions;

- encouragement of individual statements of students, interest in what is happening;
- the balance of the participation of students in the class in the interaction and their own participation;
- tolerant attitude to mistakes;
- feedback aimed at recognizing any achievement or indicating the path to new real successes;
- help the group draw conclusions and make decisions.

It is important that the speech material suitable for use in various communicative situations is given by the teacher orally and by students' choral repetition. This can be small dialogues and texts that are intended for verbatim memorization with subsequent use in various situations. To memorize this material, there are various supports – pictures, interactions with objects, gestures, and so on, which, in turn, are given by the teacher and then repeated to students to an ideal state. At first, students do not see the input material, they can only hear it. Students are not afraid to repeat after the teacher - because they do it together. The choir, in turn, protects the student from fear of teacher criticism. During communication, if a student cares only about the rules, then his freedom of speech is blocked. While thinking through tenses and word order, his communication is interrupted.

3. Conclusion

From this it follows that this system of professional training in foreign languages ensures the personal growth of trained specialists through the development of their communication skills, self-knowledge, as well as the realization of their personal abilities.

References

1. Верещагин Е.М. Костомаров В.Г. Лингвострановедческая теория слова. М.: Рус. язык, 1980. - 320с
 2. Авдеева И.Н. Психологическая характеристика фасилитативных педагогических технологий. Часть 1: Субъектная направленность // Горизонты образования. - №2 (35). - С.37-43.
 3. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии. Изд. 2-е. М., Педагогика, 1976. -415 с
- Поддьяков А.Н. Противодействие обучению и развитию как психолого-педагогическая проблема // Вопросы психологии, - №1. - С.13-20.

7. ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ **МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

УДК 004.75

РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ СИСТЕМ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Шайхразиев Б.Р.

Научный руководитель: Денисов Евгений Сергеевич, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань)

DEVELOPMENT OF AN ONLINE PLATFORM FOR ORGANIZING THE WORK OF INTERNET OF THINGS SYSTEMS

Shaykhraziev B.R.

Supervisor: E.S. Denisov, assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Аннотация

В статье рассмотрена разработка онлайн платформы для организации работы систем интернета вещей. Реализована программная и аппаратная часть платформы.

Abstract

The article considers the development of an online platform for the organization of the Internet of Things systems. The software and hardware of the platform are implemented.

1. Введение

Область интернет вещей является одной из наиболее перспективных и стремительно развивающихся областей современной техники. Для обеспечения взаимодействия устройств, распределенных в пространстве, необходима онлайн платформа. Их разработка позволит существенно повысить функционал производственных площадок и жилых объектов.

2. Онлайн платформа для организации систем интернета вещей

Проект является междисциплинарным. В основе проекта лежит разработка облачной системы, позволяющей реализовывать следующие

функции: 1. Взаимодействовать с различными устройствами интернета вещей посредством глобальной сети Интернет; 2. Проводить обработку данных и формировать управляющие воздействия на основе концепции цифровых двойников; 3. Иметь гибкую систему управления доступом и моделирования объектов. В проекте используется парадигма Client-Server-Device (рис.1).

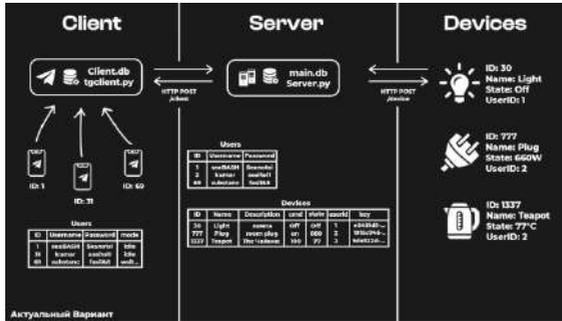


Рис. 1. Структура системы

Части этой системы общаются с сервером с помощью HTTP POST запросов с JSON данными. Для разработки сервера используется Python с веб-фреймворком Flask и SQLite - компактная встраиваемая СУБД. Клиент реализован как Телеграм бот через PyTelegramBotAPI с применением SQLite. Стоит отметить, что при использовании POST запросов клиентом может быть что угодно: веб, десктопное или мобильное приложение, а также физическая консоль. В качестве демонстрационного устройства используется девайс для авто полива растений. Центром устройства является плата Wemos D1 mini с микроконтроллером ESP8266 со встроенным WIFI модулем. Также присутствуют помпа на 5В и датчик влажности почвы. Скрипт управления написан в среде Arduino IDE [1].

3. Заключение

В результате работы была разработана и реализована парадигма Client-Server-Device, которая позволяет подключать различные устройства к серверу, и реализовывать функции управление, мониторинга, и автоматика подключенных устройств.

Список литературы

1. С. Монк Программируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами. // СПб.: Питер, 2017. ISBN 978-5-496-02385-6 ООО Издательство "Питер", 2017.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	4
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ ДВИЖЕНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ Богданов Е.Н., Иконников В.Н., Козлов Г.А., Корнев Н.С., Назаров А.В., Седов А.А., Трегубенко Д.А.	4
КВАРЦЕВЫЕ КИРАЛЬНЫЕ МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА С ОПЦИОНАЛЬНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ЛЕГИРОВАННЫХ GeO ₂ Бурдин А.В., Дукельский К.В., Демидов В.В., Тер-Нерсисянц Е.В., Буреев С.И., Кашин А.И., Пчелкин Г.А., Хохлов А.В., Шурупов Д.Н.	9
АКТИВНО-ПАССИВНЫЙ РАДИОСЕНСОР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КВ СВЯЗИ Иванов Д.В., Иванов В.А., Рябова Н.В., Бельгибаев Р.Р., Елсуков А.А., Кислицын А.А., Овчинников В.В.	14
МЕТОД ИЛЬИНА-МОРОЗОВА: 40 ЛЕТ СПУСТЯ Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е., Терновсков В.Т.	19
40 ЛЕТ КАЗАНСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЕ РАДИОФОТОНИКИ – ДОСТИЖЕНИЯ И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ Кузнецов А.А., Морозов О.Г., Ильин Г.И., Нурсев И.И., Сахабутдинов А.Ж.	24
ПЕРЕДАЧА СИГНАЛА В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД Маломуж А.И.	28
КВАНТОВЫЙ ИНТЕРФЕЙС МЕЖДУ ФАЗОВЫМ КОДИРОВАНИЕМ НА БОКОВЫХ ЧАСТОТАХ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ КОДИРОВАНИЕМ Мельник К.С., Моисеев С.А., Моисеев Е.С.	33
ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА БРЭГГОВСКИХ СВЧ-СТРУКТУР В ЗАДАЧАХ ИЗМЕРЕНИЙ Насыбуллин А.Р.	36
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА САМОПОДОБИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАЗЛИЧНЫХ ДАННЫХ: КАК ПОДОГНАТЬ ЛЮБУЮ СЛУЧАЙНУЮ КРИВУЮ, ИМЕЮЩУЮ ЧЕТКО ВЫРАЖЕННЫЙ ТРЕНД? Нигматуллин Р.Р.	41
ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИЕ МОДУЛЯТОРЫ НА НИОБАТЕ ЛИТИЯ: ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОВЕДЕНИЯ И ИХ СВЯЗЬ СО СТРУКТУРОЙ КРИСТАЛЛА Пономарёв Р.С.	46

СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА РАДИОФОТОННЫМ МЕТОДОМ Соколов В.С., Морозов О.Г., Морозов Г.А., Ильин Г.И., Мисбахов Рус. Ш., Мисбахов Рин. Ш., Кузнецов А.А., Сарварова Л.М.	51
СОЗДАНИЕ В КНИТУ-КАИ НАУЧНОЙ-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ СПОРТИВНОЙ ИНЖЕНЕРИИ Юсупов Р.А., Морозов О.Г., Алибаев Т.Л.	56
1. МИКРОВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСЫ.....	60
ОЦЕНКА ЗАГРУЗКИ СОТОВОЙ СЕТИ LTE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПО FALCON Агеева Т.В.	60
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ФЛУКТУАЦИЕЙ К ВЫБОРУ ЛУЧШЕГО УСТРОЙСТВА ИЗ ПРЕДЛОЖЕННЫХ Александров В.С.	62
РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАДИОДОСТУПА СТАНДАРТА LTE/5G NR НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ SRSRAN Альгизов А.А.	64
ФУНКЦИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ OFDM СИГНАЛА Архипов М.В.	66
СИНТЕЗ НИЗКОЧАСТОТНОГО ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА Асхатулы Н., Черепанов М.Ю.	68
ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И СВОЙСТВ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ Баранов А.В.	70
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СТРУКТУРА РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ Баранов А.В.	72
РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОЙ OFDMA СИСТЕМЫ РАДИОДОСТУПА Баслаков Д.В.	74

РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА ИМПУЛЬСНОГО РАДИОСИГНАЛА ПЕЛЕНГАТОРОМ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ МОРСКИХ ПОЛИГОНОВ И СПОСОБЫ ЕЕ УВЕЛИЧЕНИЯ Бирюков З.С.	76
АНАЛИЗ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЛОРЕНЦА НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ NIST Буткевич Ю.Р., Сивинцева О.А., Раупов Р.Р.	78
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРИЕМНИКА OFDM СИГНАЛОВ Вафин Т.М.	80
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ, ОСНОВАННЫЙ НА СИНГУЛЯРНОМ СПЕКТРАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ Гадельшин И.И.	82
ОДНОПОЛОСНЫЙ СИГНАЛ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ Гайнуллин Н.Ф.	84
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ФАЗОВРАЩАТЕЛЬ Галеев Р.Н., Черепанов М.Ю.	86
РЕАКТИВНЫЕ ШТЫРИ И СТЕРЖНИ Галеев Р. Н., Черепанов М.Ю.	88
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ LTE В СИМУЛЯТОРЕ СЕТИ NS-3 Галиев Т.Р.	90
НАПРАВЛЕННЫЕ ФИЛЬТРЫ Гизатуллина Н.Г. Черепанов М.Ю.	92
ВЛИЯНИЕ ЦВЕТНЫХ ШУМОВ НА ЦИФРОВОЙ КАНАЛ СВЯЗИ С QUASI-QAM МОДУЛЯЦИЕЙ Гильфанова А.Ф.	94
ЛИНЕЙНЫЕ НЕКОГЕРЕНТНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ, ФОКУСИРОВАННЫЕ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ИЗЛУЧАЕМОГО ПОЛЯ Гильфанова А.Ф.	96
МЕТОД МУЛЬТИСФОКУСИРОВКИ В АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ БЛИЖНЕГО ИЗЛУЧЕННОГО ПОЛЯ Гильфанова А.Ф., Мезенцева Е.А.	98
ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ Гильфанова А.Ф.	100

ПЛОСКИЕ НЕКОГЕРЕНТНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ, ФОКУСИРОВАННЫЕ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ИЗЛУЧАЕМОГО ПОЛЯ Гильфанова А.Ф.....	102
СЕТЧАТЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ЧАСТЬ 1. РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД Гильфанова А.Ф.....	104
СЕТЧАТЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. ЧАСТЬ 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ Гильфанова А.Ф.....	106
ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ С ДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ. ЧАСТЬ 1. СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ Гильфанова А.Ф.....	108
ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ С ДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ. ЧАСТЬ 2. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ Гильфанова А.Ф.....	110
ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПЛАНАРНОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ БРЭГГОВСКОЙ СВЧ СТРУКТУРЫ ПРИ ВАРИАЦИИ ОТНОШЕНИЯ ВОЛНОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА Давлятшин Ф.Ф, Ишкаев Т.М.	113
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ, СГЕНЕРИРОВАННОГО В СРЕДЕ MATLAB В СИМУЛЯТОРЕ NS-3 Емельянова П.А.	115
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ И ПРИЕМА СИГНАЛОВ С ПОДАВЛЕННОЙ НЕСУЩЕЙ Загидуллин К.М.	117
СОЗДАНИЕ УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ЛОЖНОГО СИГНАЛА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БПЛА Ибрагимов Д.М.	119
МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ ПИК-ФАКТОРА PTS НА ОСНОВЕ M-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ Ишмиев И.И.	120
ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ МОДУЛЯЦИИ OFDM, FBMC И UFMC Ишмиев И.И.	122
ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАНАРНОГО КОНДЕНСАТОРА ГРЕБЕНЧАТОГО ВИДА Калимуллин И.А., Ишкаев Т.М.	124

АНТЕННЫ РАДИОТЕЛЕСКОПОВ С ВЫСОКОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ Каширина М.О.....	126
ИНТЕРФЕРОМЕТРЫ С КАЧАЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТОЙ Каширина М.О.....	128
ФАЗОВЫЕ ЦЕНТРЫ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ ЗЕРКАЛЬНЫХ АНТЕНН Каширина М.О.....	130
ПЛАНАРНЫЕ СВЧ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ Константинов Р.Р.	132
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ И ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ КОЛЬЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ В КАЧЕСТВЕ СВЧ ДАТЧИКОВ Коркина А.Р. Ишкаев Т.М.	134
РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АПРОБАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБНАРУЖЕНИЯ СТАНЦИОННОЙ ПОМЕХИ В СМЕСИ С ШУМОМ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ Корчёмкин М.А., Бельгибаев Р.Р.	136
ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОАКТИВНОГО МОНИТОРИНГА СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ Корсукова К.А., Фадеев В.А., Надеев А.Ф.....	138
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ Крючатов В.И., Цепелев М.В., Якупов Д.Д.	140
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ФАЗЫ И АМПЛИТУДЫ ТОКА, ИЗГИБА АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ НА ЕЕ ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ Кузяев А.С.....	142
ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ Лаврушев В.Н., Трофимов Е.Ю.....	144
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПАССИВНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РАЗВЯЗКИ МЕЖДУ АНТЕННАМИ В МИМО СИСТЕМАХ Лаврушев В.Н., Орешникова Д.А.	146

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ Мардеев А.Р.	148
ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАЗМЫ ПРИ ПОМОЩИ СВЧ Мардеев А.Р.	150
ДЕМОДУЛЯТОР ПРИБЛИЖЕННОГО ПРАВДОПОДОБИЯ В МЯГКОМ РЕЖИМЕ ДЛЯ MATLAB Маслов А.А.	152
МИКРОПОЛОСКОВО-КОАКСИАЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ В СВЧ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ИХ ОСНОВЕ Назаров Р.Р.	154
СВЧ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОРОШКОВ ОТ ИХ ПЛОТНОСТИ Нигматуллин Р.Р., Ишкаев Т.М.	156
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА Омарова Д.Т.	158
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО ОТКРЫТЫМ КОНЦА ВОЛНОВОДА, ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УПРОЩЕННОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА Потапова О.В., Шамбазов Д.М.	160
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СФОКУСИРОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОГРЕШНОСТЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ Потапова О.В., Мальков В.А.	162
ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ СИСТЕМ С ФУНКЦИЯМИ УОЛША Раупов Р.Р., Сивинцева О.А., Буткевич Ю.Р.	164
МОДЕЛИРОВАНИЕ КОАКСИАЛЬНО-ПОЛОСКОВОГО ПЕРЕХОДА С РЕЗИСТИВНЫМИ ПЛЁНКАМИ Редькина В.А., Раевская Ю.В.	166
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ СПЕКТРА ПРОНИ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ Садыков Н.Р.	168

СОГЛАСОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ И SIW РЕЗОНАТОРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕЗОНАНСНОГО СВЧ ДАТЧИКА Самохин Р.А.	170
ГАЗОВЫЕ РАЗРЯДНИКИ Сахабутдинов А.И., Черепанов М.Ю.	172
ФЕРРИТОВЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ Сахабутдинов А.И., Черепанов М.Ю.	173
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ИОНОСФЕРНЫХ КВ РАДИОКАНАЛОВ Станкевич С.С.	175
СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Тухбатуллин Т.Р., Рябов Д.Ю.	177
ЗЕРКАЛЬНЫЕ АНТЕННЫ Утарова А.Т.	179
ОПЫТ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ СЕТИ ФИКСИРОВАННОЙ СВЯЗИ Фадеев В.А., Корсукова К.А., Надеев А.Ф.	181
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАДАРА AWR1642 В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВА Хабибрахманов Р.Р., Кузнецов Д.И.	183
МОДЕЛЬ ВТОРИЧНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ Хисматуллов М.А.	185
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕОДНОРОДНОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ Хуснутдинов М.В.	187
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РОМБИЧЕСКИХ АНТЕНН Черепанов М.Ю.	189
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ СВЧ Чесноков А.А.	191

МЕТОДИКА СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Шагвалиев Р.М., Кузеев Р.Р., Надеев А.Ф., Козлов С.В., Спирина Е.А., Марданов Р.Р., Садыков А.Р., Кузнецов А.С., Ашаев И.П., Сафиуллин И.А.	193
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ Шайдуллин Ф.Р.	195
АЛГОРИТМ ДОСТУПА В WI-FI СЕТИ Шарипов Р.И.	197
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИХОДА СИГНАЛА ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Шатунова А.И., Смолин А.Ю.	199
ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТОЛЩИНОМЕРА Шафигуллин И.Э., Гумаров Е.Р.	201
СОПОСТАВЛЕННЫЙ АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ПИК-ФАКТОРА МЕТОДАМИ КЛИППИРОВАНИЯ И ЧАСТИЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СИГНАЛОВ Шоркин С.П.	203
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ПИК-ФАКТОРА МЕТОДАМИ КЛИППИРОВАНИЯ И СЕЛЕКТИВНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ Шоркин С.П.	205
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СНИЖЕНИЯ ПИК-ФАКТОРА МЕТОДАМИ СЕЛЕКТИВНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ И ЧАСТИЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СИГНАЛОВ Шоркин С.П.	207
РАЗРАБОТКА СЕТИ СВЯЗИ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ Юсупов Э.А.	209
ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ СТЕНДА ПОЛУНАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ Яруллин Р.Р., Сивинцева О.А., Раупов Р.Р., Буткевич Ю.Р.	211
OVER-HORIZON RADAR WITH ACTIVE PHASED ARRAY Maslennikova S.K.	213

ELECTRONIC COMPENSATION SYSTEM FOR DISTORTION OF THE REFLECTOR OF A SATELLITE MBNA Schneider S.V.	215
2. ФОТОНИКА.	217
ДЕФЛЕКТОРЫ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА Асхатулы Н., Черепанов М.Ю.	217
ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ Асхатулы Н., Черепанов М.Ю.	219
МОДЕЛИРОВАНИЕ АСТРОНОМИЧЕСКОГО СПЕТКРОГРАФА С УЧЕТОМ ТУРБУЛЕНТНОСТИ АТМОСФЕРЫ Ахметов Д.М.	221
ОГРАНИЧЕНИЯ САПР ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОТОННЫХ СИСТЕМ Ахметшин А.А.	223
РАЗРАБОТКА ПОЛНОЙ МОДЕЛИ ФОТОПРИЕМНИКА В СРЕДЕ MATLAB Ахметшин А.А.	225
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗОНАТОРОВ КОАКСИАЛЬНЫХ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ РАСХОДИМОСТИ КОЛЬЦА ВЫХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ Баженова Е.С.	227
ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ЛОПАТОК КОМПРЕССОРА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ Баженова Е.С.	229
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ ПРИ ВВОДЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В CCD КАМЕРУ Барашкин А.Ю.	231
ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ ГАЗА ФАБРИ-ПЕРО С КАСКАДНЫМ РЕЗОНАТОРОМ, ОСНОВАННЫЙ НА ЭФФЕКТЕ ВЕРНЬЕ Белов Э.В., Артемьев В.И., Сахабутдинов А.Ж.	233
ПРИНЦИП ДЕМОДУЛЯЦИИ С ДВОЙНОЙ КРОСС-КОРРЕЛЯЦИЕЙ ДЛЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО Белов Э.В., Артемьев В.И., Сахабутдинов А.Ж.	235

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РАДИОФОТОННОЙ ОБРАБОТКИ ОТРАЖЕННОГО СИГНАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ УГЛА ПРИХОДА Викулов К.В., Силаков К.А., Денисенко П.Е., Денисенко Е.П..	237
ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА ВНЕДРЕННОГО В КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ЕГО ВНУТРЕНнюю СТРУКТУРУ Галиев С. Р., Лиц А.	239
МЕТОДЫ ВСТРАИВАНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА В КОМПОЗИТНУЮ АРМАТУРУ Галиев С. Р., Лиц А.	241
СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ СО ВСТРОЕННЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ Галиев С. Р., Лиц А.	243
ОБЗОР МЕТОДОВ ИМЧ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНО-АМПЛИТУДНЫХ ДИСКРИМИНАТОРОВ РЕЗОНАНСНОГО ТИПА Галиуллин Р.Л., Иванов А.А., Макаров Р.А., Артемьев В.И.	245
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ Галиуллина Р.И. Черепанов М.Ю.	247
О ПРОБЛЕМЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ФАЗЫ В АНАЛОГОВЫХ ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ПЕРЕДАЧИ Ганеева М.Р.	249
ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ Гараев Б.И.	251
СВОЙСТВА СВЕТОДИОДОВ. БЫСТРЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗА СЧЕТ МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ Гизатуллина Н.Г., Черепанов М.Ю.	253
РАЗРАБОТКА МАКЕТА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ МОДУЛЯЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА ИНТЕНСИВНОСТИ Данилин К.С., Камардин А.Д., Ольхова М.С.	255
БЕСКОНТАКТНАЯ РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА В ХОДЕ СВЧ-НАГРЕВА. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ Даххам Дж.	257

БЕСКОНТАКТНАЯ РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА В ХОДЕ СВЧ-НАГРЕВА. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ПРОШЕДШЕЙ МОЩНОСТИ Даххам Дж.	259
БЕСКОНТАКТНАЯ РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА В ХОДЕ СВЧ-НАГРЕВА. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПО ОТРАЖЕННОЙ МОЩНОСТИ Даххам Дж.	261
БЕСКОНТАКТНАЯ РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА В ХОДЕ СВЧ-НАГРЕВА. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ Даххам Дж.	263
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОТОННЫХ АЦП В РАДИОПРИЕМНИКАХ Денисов А.Е., Данилаев Д.П.	265
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ КРИСТАЛЛА ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРНОГО ДИОДА ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ Жуков Д.Г.	267
РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ SMART GRID PLUS НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВБС ДЛЯ МОНИТОРИНГА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ Иваненко В.А., Мисбахов Р.Ш.	269
РАДИОФОТОННЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ДАТЧИК КОНТРОЛЯ СЖАТИЯ ОБМОТОК СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ Иваненко В.А.	271
РАДИОФОТОННЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ДАТЧИК КОНТРОЛЯ СЖАТИЯ ОБМОТОК СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ Иваненко В.А.	273
РАДИОФОТОННЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ДАТЧИК КОНТРОЛЯ СЖАТИЯ ОБМОТОК СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ Иваненко В.А.	275
РАДИОФОТОННЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ДАТЧИК КОНТРОЛЯ СЖАТИЯ ОБМОТОК СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА. ТИПОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ Иваненко В.А.	277

ПРИМЕНЕНИЕ ДИОДОВ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ Каширина М.О.	279
ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ Ковалев В.К.	281
РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ Куликов Е.В.	283
РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ. КОНФИГУРАЦИЯ МНОГОСЕНСОРНОЙ СЕТИ Куликов Е.В.	285
РАДИОФОТОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УТЕЧЕК Куликов Е.В.	287
ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКИХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ Лебедев И.Д., Смирнова Р.А.	289
АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ Липатников К.А.	291
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ СХЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ С ДВУМЯ ВБР С ФАЗОВЫМ СДВИГОМ Липатников К.А.	293
МНОГОАДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ СТРУКТУРЫ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ Липатников К.А.	295
ОДНОРОДНАЯ ВБР КАК ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДАТЧИКОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ Липатников К.А.	297
МЕТОД ПОДСТРОЙКИ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ВБР НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЕ Лиц А.С., Галиев С.Р.	299
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАРИВАНИЯ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТОК ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ДРЕЙФА ПОКАЗАНИЙ УСТРОЙСТВ НА ИХ ОСНОВЕ Лиц А.С., Галиев С.Р.	301

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИМЧ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНО-АМПЛИТУДНЫХ ДИСКРИМИНАТОРОВ РЕЗОНАНСНОГО ТИПА Макаров Р.А., Иванов А.А., Артемьев В.И.	303
ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ СВЧ-СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНОЙ НЕПЛОСКОЙ ГРЕБЕНКЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ Мальцев А.В.	305
ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ СВЧ-СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНОЙ НЕПЛОСКОЙ ГРЕБЕНКЕ. ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА Мальцев А.В.	307
ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ СВЧ-СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНОЙ НЕПЛОСКОЙ ГРЕБЕНКЕ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ Мальцев А.В.	309
ИЗМЕРИТЕЛЬ МГНОВЕННОЙ ЧАСТОТЫ СВЧ-СИГНАЛОВ НА СИММЕТРИЧНОЙ НЕПЛОСКОЙ ГРЕБЕНКЕ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД Мальцев А.В.	311
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ КАК БАЗОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДИАГРАММООБРАЗУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА Ольхова М.С.	313
ИЗМЕРЕНИЕ ДИАМЕТРА ПОЛЯ МОДЫ ЛИНЗОВАННОГО ВОЛОКНА, ИЗГОТОВЛЕННОГО МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ И ОПЛАВЛЕНИЯ Паньков А.С., Жуков Л.О., Корнилицын А.Р., Пономарёв Р.С.	315
ИЗМЕРЕНИЕ ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ ЛИНЗОВАННОГО ВОЛОКНА, ИЗГОТОВЛЕННОГО МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ И ОПЛАВЛЕНИЯ Паньков А.С., Жуков Л.Л., Шмырова А.И., Корнилицын А.Р., Пономарёв Р.С.	317
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ Потанин А.А.	319
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ. АНАЛИЗ ТИПОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ Потанин А.А.	321

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ. АНАЛИЗ НЕТИПОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ Потанин А.А.	323
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ. РАДИОФОТОННЫЙ ПОДХОД Потанин А.А.	325
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ РАСХОДОМЕРЫ НА ДВУХ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ. УЛУЧШЕНИЕ МЕТРОЛОГИИ Потанин А.А.	327
МИКРОВОЛНОВЫЕ ФОТОННЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЙ Рак О.А.	329
МИКРОВОЛНОВЫЕ ФОТОННЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ. АМПЛИТУДА ВЕКТОРНОЙ СУММЫ Рак О.А.	331
МИКРОВОЛНОВЫЕ ФОТОННЫЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛИ. ФАЗА ВЕКТОРНОЙ СУММЫ Рак О.А.	333
РАЗВИТИЕ ДОППЛЕРОВСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ СКОРОСТИ НА ОСНОВЕ РАДИОФОТОННЫХ АРХИТЕКТУР Силаков К.А., Викулов К.В., Денисенко П.Е., Денисенко Е.П.	335
КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТЕ ФАЗОВОГО СДВИГА Смирнов Н.Д., Липатников К.А.	337
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭФФЕКТЕ ФАЗОВОГО СДВИГА Смирнов Н.Д., Липатников К.А.	339
ВОЛОКОННО-АКУСТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ Федоров А.Г.	341
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДОПУСКОВ НА ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Хазов Д.В.	343

СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ СПЕКТРОГРАФА Харитонов Д.Ю.	345
КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ Чеплаков А.Н.	347
ОБЪЕКТИВ ЖЕСТКОГО МЕДИЦИНСКОГО ЭНДОСКОПА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ICG Чеплаков А.Н.	349
МИКРОВОЛНОВАЯ ФОТОНИКА В ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ Якупов Д.Д. Цепелев М.В.	351
DIGITAL FIBER OPTIC SYSTEMS Zakirova G.M.	353
3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА, ФОТОНИКА И ИНФОРМАТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ.	355
НЕИНВАЗИВНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА САХАРА В КРОВИ НА ОСНОВЕ МИКРОВОЛНОВОГО КОЛЬЦЕВОГО РЕЗОНАТОРА С ЦЕЛЬЮ Абрамов Д.Е., Силантьева А.А.	355
МОЛЕКУЛЯРНЫЙ МЕХАНИЗМ УГНЕТЕНИЯ НЕЙРОТРАНСМИССИ В ПЕРЕФЕРИЧЕСКИХ СИНАПСАХ МЫШИ ПРИ ЭКЗОГЕННОЙ АКТИВАЦИИ TRPV1 РЕЦЕПТОРОВ Архипов А.Ю., Самигуллин Д.В.	357
ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИЙ НА ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ Асхатулы Н., Черепанов М.Ю.	359
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СГЛАЖИВАНИЯ СИГНАЛОВ СЕРДЦА НА НИЗКОАМПЛИТУДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ Гилязов А.Р.	361
ИЗМЕНЕНИЯ В САТУРАЦИИ У ПЕРЕБОЛЕВШИХ СВИНЫМ ГРИППОМ Гришина Я.Д., Животова Е.Н., Каштанова Н.М.	363
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЖИЗНЬ ЛЮДЕЙ Гусаков А.А., Рябов Д.Ю.	365

ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ ПЕЧЕНИ МЫШИ ПРИ ОКСИТЕТРАЦИКЛИН-ИНДУЦИРОВАННОМ СТЕАТОЗЕ Дмитриева С.А., Пономарева А.А.	367
МИКРОВОЛНОВЫЙ ДАТЧИК ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ КУРИННОГО ПОМЁТА И КОНСКОГО НАВОЗА Закирьянов Т.М., Смирнов С.В., Никишина О.В.	369
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА Игошин Я.Е., Сафиуллин И.Р.	371
МЕЖКЛЕТОЧНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ Карпунина О.Е.	373
УРОВЕНЬ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ БЕЛКОВ В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ МЫШИ ПРИ СТЕАТОЗЕ Краснова А.Н., Вологин Д.С., Дмитриева С.А.	375
СРАВНЕНИЕ КВАНТОВОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ И КВАНТОВОЙ МИКРОСКОПИИ КАК МЕТОДОВ КВАНТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И АДАПТАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ Лебедев И.Д., Смирнова Р.А.	377
ВЛИЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО СТРЕССА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОВ Либина Д.В.	379
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МИКРОКЛИМАТА ДЛЯ ТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ Михайлова М.В.	381
ИММУНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ PSD95 И СИНАПТОФИЗИНА В МОТОНЕЙРОНАХ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА СПИННОГО МОЗГА НА РАННИХ ЭТАПАХ ОПОРНОЙ РАЗГРУЗКИ И РЕАДАПТАЦИИ Мустакимов С.Р., Ялгаева С.А., Нуруллин Л.Ф., Тяпкина О.В.	383
МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА СИГНАЛ-УСРЕДНЕНИЯ В ЗАДАЧЕ РЕГИСТРАЦИИ НИЗКОАМПЛИТУДНЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИГНАЛОВ СЕРДЦА Мухаметзянов О.А.	385
ИЗУЧЕНИЕ РАЗНИЦЫ МЕЖДУ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ И МЕЖКЛЕТОЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ Омарова Д.Т.	387

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ГИПОГРАВИТАЦИОННОЙ РАЗГРУЗКИ АКТИВИРУЕТ ПРОДУКЦИЮ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ПЕЧЕНИ МЫШИ Россомахин Р.А., Дмитриева С.А., Тяпкина О.В.	389
ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Рябов Д.Ю.	391
ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ Рябов Д.Ю.	393
ВЛИЯНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ НО СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ИНТЕЛЛЕКТА Сучкова Г.Г., Каштанова Н.М., Утеев В.Д.	395
РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЛИФЕРАЦИИ МИОЦИТОВ КРЫСЫ IN VITRO В СРЕДАХ РАЗНОГО СОСТАВА Токмакова А.Р., Сибгатуллина Г.В., Гижиждинова К.Р., Маломуж А.И.	397
СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Тухбатуллин Т.Р., Рябов Д.Ю.	399
МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СУШКИ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД ДЕРЕВЬЕВ Сайфутдинов Д.А., Петрова А.З.	401
МОДУЛЯЦИЯ УРОВНЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНОГО Ca^{2+} В МОТОНЕЙРОНАХ ПРИ ПОМОЩИ НАНОМАГНИТНЫХ СИЛ Самигуллин Д.В., Жиляков Н.В., Сибгатуллина Г.В., Мустафина А.Р.	403
МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА С ТЕХНОЛОГИЯМИ ОЧИСТКИ Хаерова Э.И.	405
ИЗМЕНЕНИЯ В ЕМКОСТИ ЛЕГКИХ У ПЕРЕБОЛЕВШИХ СВИНЫМ ГРИППОМ Хайрутдинова Е.Е., В.Д., Сучкова Г.Г., Каштанова Н.М.	407
ВЛИЯНИЕ ФУЛЛЕРЕНА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА Харитонов А.А.	408

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА ВРЕМЕННОГО УСРЕДНЕНИЯ Хафизов И.К.	410
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДАРСОНВАЛИЗАЦИИ В МЕДИЦИНЕ Шакирова К.Э.	412
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ R-ЗУБЦОВ В ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОМ СИГНАЛЕ Щербакова Т.Ф., Седов С.С., Кобызева А.А.	414
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ	416
ТЕПЛОТВОД С ПОМОЩЬЮ ВНЕДРЕНИЯ В ПЕЧАТНУЮ ПЛАТУ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ОТВЕРСТИЙ Артемьева А.А.	416
БАЗОВЫЙ МЕТОД КОНСТРУИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА Асташкин А.Е., Петров Р.Р.	418
ВОЛНОВОЙ АЛГОРИТМ ЛИ Ахметгараева К.Р., Козин К.В.	420
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРИЕНТИРОВАННОСТИ МИКРОВОЛОКОННЫХ СТРУКТУР Байбикова Л.А.	422
МЕМРИСТОР. ЧТО ЭТО ТАКОЕ Байков Р.А.	424
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И БАЛАНСИРОВКИ КОЛЕСНОГО РОБОТА Белодед Н.М.	426
АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЁНОК, ПОЛУЧАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА Бельтюков С.В., Бобина Е.А.	428
МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛИЖНЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В EMCOS PCB VLAV Бикчантаев А.А.	430

СПОСОБ СУБНАНОСЕКУНДНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ СИНХРОННОЙ СЕТИ ETHERNET Блинов А.А.	432
ВЛИЯНИЕ БЛА КАК НОСИТЕЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Валиев А.Р.	434
РАЗРАБОТКА ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ ДЛЯ ФОРМАТА 3U - CUBESAT Валиуллин Ш.Р., Липатников К.А.	436
ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ Васильев К.Е.	438
БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ СОТОВОЙ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ Вельгас И.А., Саиткулов В.Г.	440
ПРИМЕНЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ОСНОВАНИЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛОВОЙ И МАЛОГАБАРИТНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ Габдрафиков В.И.	442
НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Гайсин Н.Р.	444
УПРАВЛЯЮЩИЕ ФЕРРИТОВЫЕ УСТРОЙСТВА Галиуллина Р.И. Черепанов М.Ю.	446
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО КАК ДИСКРЕТНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ИНФОРМАЦИИ Гарифуллов М.Р.	448
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ Гасанов А.А., Виноградов В.Ю.	450
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КОМПЕНСАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВОЛЬТМЕТРОВ Гилумханов С.Р.	452
АНАЛИЗАТОР КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ Гиниятуллин А.А.	454

СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ Гут Е.В., Романычев Д.Г.	456
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ Егоров Г.И., Юртунбаев Д.Р.	458
РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО УСТРОЙСТВА С ГОЛОСОВЫМ ИИ-ПОМОЩНИКОМ Егоров Г.И.	460
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ НА БАЗЕ ПЛИС И МИКРОКОНТРОЛЛЕРА Егоров Г.И., Юртунбаев Д.Р.	462
СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И ДИСТАНЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ СИСТЕМЫ РЕЛАКСАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ЛИТИЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА Енилиев Р.Р.	464
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРФОРИРОВАННОЙ ФОЛЬГИ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОДНОЙ ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ Жукова Д.Н.	466
МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ ПАСТ НА ЭЛЕКТРОДЫ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ Жукова Д.Н.	468
ТРИГГЕР: ОПИСАНИЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ Загидуллин А.Р., Саиткулов В.Г.	470
РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА Задорина Д.А.	472
ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ НА ПЛИС Замалдинова Е.В., Данилаев Д.П.	474
МАГИСТЕРСКИЙ КУРС «ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ЦИФРОВОЙ БИОНИКИ» Замалдинова Е.В., Данилаев Д.П.	476

РАЗРАБОТКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ АС/DC С НЕБОЛЬШИМ УРОВНЕМ ЭМИССИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В ЭЛЕКТРОСЕТЬ Зарипов Р.К., Тукшаитов Р.Х.	478
ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ Земелёв Я.А., Соколов В.С.	480
СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ AWR И ADS В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИМС Злобин М.А.	482
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО УЗЛА БЕСЦЕЛЕВОГО СПЕКТРОГРАФА Ибатуллин Э.Г.	484
АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА РЭС ВЫПОЛНЕННОЙ МЕТОДОМ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ Игошин Я.Е.	486
ЗАЩИТА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОТ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ Игошин Д.А., Соколов В.С.	488
УПРАВЛЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПОД НАГРУЗКОЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ Камалетдинов И.З., Горбунов И.А.	490
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА МАЛОЙ МОЩНОСТИ Карпов А.М.	492
МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ТРАФИКА В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ Клименко Е.С.	494
ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ Ковалев В.К.	496
ЗАЩИТА РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Комар К.О.	498

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРОТОНООБМЕННОЙ МЕМБРАНОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗА Коньков К.В.	500
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ Крючатов В.И., Цепелев М.В., Якупов Д.Д.	502
МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИЙ Кудряшов Д.А., Соколов В.С.	504
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ КАНАЛ СВЯЗИ РАДИОЧАСТОТНЫХ МЕТОК Кузнецова Е.П.	506
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАМОРОЗКИ МЯСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА Макаров А.Д.	508
УСТРОЙСТВО ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРА RASPBERRYPI Миндубаев Б.И.	510
СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ Мирханова А.Н., Соколов В.С.	512
МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ ST25R ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА Михайлов Р.И.	514
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФЛУКТУАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ Могомедов М.М.	516
ДЕШИФРАТОР СИНХРОГРУПП ЗАПРОСНЫХ СИГНАЛОВ В РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ (РЛС) Набиуллина Г.Р.	518
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ Назипов И.М.	520
ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО СОГЛАСОВАННОГО ФИЛЬТРА Насыров А.Д., Виноградов В.Ю.	522

РАЗРАБОТКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОСТЕЙШЕГО БЕЗМАСОЧНОГО ЛИТОГРАФА Наумов О.А.	524
ПОЧЕМУ В РОССИИ НЕ ОСВОЕН 2 НМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ? Нестеров И.А.	526
2D LIDAR НА ОСНОВЕ ДАТЧИКА ДАЛЬНОСТИ VL53L1X Нурлыбаев М.А.	528
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ С ДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ Петров М.Д., Дробышев С.В., Клабуков М.А.	530
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ В СУСПЕНЗИИ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО СВЕТОРАССЕЯНИЯ Петров М.Д., Дробышев С.В.	532
УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ СЕТИ ПИТАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА Петров М.Д., Дробышев С.В.	534
ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДЛОЖКЕ Петров М.Д., Дробышев С.В.	536
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КОНСТРУКЦИЯХ РЭС АНАЛИТИЧЕСКИМИ И ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ Подпругина Н.Ю., Горбунов И.А.	538
РЕЗОНАНСНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЁНОК Попов А.А.	540
ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОКОМПОНЕНТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ЗАО «ЭЛЕКТРОКОНТАКТ» Г. ЙОШКАР-ОЛА Романов С.С.	542
ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НИТРИД ГАЛЛИЯ НА КРЕМНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЩНЫХ СВЧ МИКРОСХЕМ Романчева Т.А.	544
СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ Романычев Д.Г., Гут Е.В.	546

ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ DHT-11 ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ «УМНЫЙ ДОМ» Русских Д.С., Козин К.В.	548
ПОРИСТЫЙ КРЕМНИЙ В СТРУКТУРАХ КНИ Савинова А.А., Козин К.В.	550
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП Саидзода К.С.	552
АНАЛИЗ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ В ПРИЁМНОМ ТРАКТЕ АКУСТИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ Сафарова В.В.	554
ШИФРАТОР ОТВЕТНЫХ КОДОВ НА ПЛИС В РЛС Скудина Е.Р.	556
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ Смагин И.А.	558
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «СИНТЕЗ СИГНАЛОВ ПО КОТЕЛЬНИКОВУ» Тихонов К.А., Гумаров Е.Р., Фазылов Р.Р.	560
ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЗОСТРУКТУР В КРЕМНИИ Туганова Д.Ю.	562
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ДВИЖЕНИЯ STEINEL IS 360-1 DE И ЕКF PROXIMA DD-MS-2000 ДЛЯ ЭКОНОМИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ Тукова О.А.	564
ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ СЕТЕЙ 5G В ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ Тукова О.А.	566
ДЕШИФРАТОР: ОПИСАНИЕ ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ Федотов П.С., Соколов В.С.	568
ОНЛАЙН СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ НАБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Хаирова А.Р.	570

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ В ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМАХ Хамитов Д.А., Зиганшин Р.В.	572
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ АВТОНОМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ПОМЕЩЕНИИ Хисматулина З.С.	574
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NB-IOT ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ РЕШЕНИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ Хуснуллин Д.А.	576
СИГНАЛИЗАТОР ПЕРЕПОЛНЕНИЯ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ Хуссамов Р.Р.	578
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК Хышов Н.Е.	580
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМООБРАБОТКИ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СХЕМАХ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ Цепелев М.В., Якупов Д.Д., Соколов В.С.	582
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ Цепелев М.В., Якупов Д.Д., Соколов В.С.	584
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНЫХ МЕТОК В МАШИНОСТРОЕНИИ Чернова П.А.	586
РАЗРАБОТКА БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И АВТОПОЛИВА Чигрунов Д.Ф.	588
РАЗРАБОТКА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ КОМНАТНЫМ САДОМ СО ВСТРОЕННОЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКОЙ Чигрунов Д.Ф.	590
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УМНОГО ДОМА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32 В ВИДЕ КОМНАТНОГО САДА Чигрунов Д.Ф.	592

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ СВЯЗИ НА БАЗЕ СТАНДАРТА IEEE 802.11AC ДЛЯ ОФИСНОГО ПОМЕЩЕНИЯ Шарипов Р.И.	594
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИЕМНИКОВ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ Шафигуллин Ин.Д., Гайфуллин Н.М.	596
КВАЗИРАСПРЕДЕЛЕННЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА ГАЗА В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ Шафигуллин И.Д., Денисов Е.С.	598
НЕИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИМПЕДАНСА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ Щеглов А.В., Ишкаев Т.М.	600
РАЗРАБОТКА РУКИ-МАНИПУЛЯТОРА НА БАЗЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ARDUINO Юзиев Д.С.	602
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОРЕЗОНАНСНЫХ ДАТЧИКОВ Юманова Л.А.	604
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДОЗИРОВАНИЯ ВОДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА Юртунбаев Д.Р.	606
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР FOUNDRY - ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СВЧ МИКРОСХЕМ В РОССИИ Ягудина Э.Р.	608
ИЗУЧЕНИЕ МЕМРИСТОРОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПАМЯТИ И ХРАНЕНИЯ Якупов Д.Д., Хазимуратов М.Р.	610
ПЕРЕДАЧА АКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ Ялуков Д.Д.	612
ТЕОРИЯ ГРАФОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ Яппаров И.А.	614

5. КВАНТОВАЯ ОПТИКА И КОММУНИКАЦИИ	616
ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ Александрова Е.В.	616
ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПТИЧЕСКОГО ДЕЛИТЕЛЯ В СРЕДЕ COMSOL Болдышева В.К.	618
ПАТЕНТНАЯ СИТУАЦИЯ В ОБЛАСТИ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ Вишнякова И.В., Сенюшин А.А., Сафин Д.И.	620
ОЦЕНКА РАВНОМЕРНОСТИ ДВУМЕРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ СЛУЧАЙНОГО ШУМА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ Гарафутдинов А.А., Сибгатуллин М.Э., Арсланов Н.М.	622
ИСТОЧНИК ФОТОННЫХ ПАР В ПЕРИОДИЧЕСКИ ПОЛЯРИЗОВАННОМ НАНОВОЛНОВОДЕ ИЗ НИОБАТА ЛИТИЯ Ермишев О.А., Арсланов Н.М.	624
СРАВНЕНИЕ КВАНТОВОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ И КВАНТОВОЙ МИКРОСКОПИИ КАК МЕТОДОВ КВАНТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И АДАПТАЦИИ ЖИВЫХ СИСТЕМ Лебедев И.Д., Смирнова Р.А.	626
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОПТИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТОВ DIENARD Мавков Д.А., Гилязов Л.Р., Сибгатуллин М.Э., Арсланов Н.М.	628
РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАДИОДОСТУПА СТАНДАРТА LTE/5G NR НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ OAI 5G Мелехин Д.Е.	630
РЕАЛИЗАЦИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПРОТОКОЛА КВАНТОВОЙ ПАМЯТИ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ДЛИНЫ ВОЛНЫ Миннегалиев М.М., Герасимов К.И., Моисеев С.А.	632
ОПТИЧЕСКИЙ КВАНТОВЫЙ ТЕРМОМЕТР Нурсева А.И.	634
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА КВАНТОВЫХ ТОЧЕК НА ИХ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Омарова Д.Т.	636

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА МИКРОВОЛНОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ СИНТЕЗА КВАНТОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ ТОЧЕК Омарова Д.Т.	638
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОКОЛЬЦЕВЫХ РЕЗОНАТОРОВ НА ЧИПЕ ИЗ НИТРИДА КРЕМНИЯ Павлов А.В., Герасимов К.И., Миннегалиев М.М.	640
УЗКОПОЛОСНЫЙ ИСТОЧНИК ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ЗАПУТАННЫХ ФОТОННЫХ ПАР НАСТРОЕННЫЙ НА ОПТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД ИОНОВ ЭРБИЯ Хайруллин А.Ф., Герасимов К.И., Миннегалиев М.М., Моисеев Е.С., Моисеев С.А.	642
ПРОТОКОЛ БЫСТРОЙ КВАНТОВОЙ ПАМЯТИ В ВОЛНОВОДНО-РЕЗОНАТОРНОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ Харламова Ю.А., Арсланов Н.М., Моисеев С.А.	644
КВАНТОВАЯ КРИПТОГРАФИЯ Якупов Д.Д. Цепелев М.В.	646
6. ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ.	648
ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ КНИТУ-КАИ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ И ЗАНЯТИЯМ СПОРТОМ Артемьева А.А.	648
ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СПОРТЕ Асанов Э.И.	650
КОНЦЕПЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ВУЗЕ Асеев Г.Д.	652
РОЛЬ ПЕДАГОГА ДЛЯ ПРЕОБЩЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ К ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ Асеев Г.Д.	654
ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ НА УСПЕВАЕМОСТЬ СТУДЕНТОВ Ахметзянов А.К.	656
ОЦЕНКА ПОПУЛЯРНОСТИ ВИДОВ СПОРТА СРЕДИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ Ахметзянов А.К.	658

ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ Бор Н.А.	660
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕО РЕСУРСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА Вебер Д.В.	662
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ФИЗИКЕ Викторов М.С.	664
РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ ПРИ ПОМОЩИ СРЕДСТВ ИЗ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА Воронцов В.С.	666
ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СТУДЕНТОВ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ Гайнутдинов Д.К.	668
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА ПРИ СКОЛИОЗЕ Гарафиева Д.Р.	670
ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА Гибадуллина Р.Ф.	672
ЧТО МОЖНО ИЗУЧИТЬ В АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ ЗА ТРИ НЕДЕЛИ Гибадуллина Р.Ф.	674
ТЕХНОЛОГИИ УЛУЧШЕНИЯ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ: ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИК ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПАМЯТИ И ВНИМАНИЯ Гимадиев А.И.	676
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ЖИЗНЬ ЛЮДЕЙ Гусаков А.А., Рябов Д.Ю.	678
БИОМЕХАНИКА В СПОРТЕ Давыдов Д.А.	680
РОЛЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТА Дергейм Е.С.	682
ИСТОЧНИКИ МОТИВАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ Дмитриева В.В.	684

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИИ И БЕЗ НЕГО Жданов А.С.	686
ЧАТ БОТ В TELEGRAM, ИЛИ КАК ИЗУЧАТЬ АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК СЕГОДНЯ Жданов А.С.	688
МАГИСТЕРСКИЙ КУРС «ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ЦИФРОВОЙ БИОНИКИ» Замалдинова Е.В., Данилаев Д.П.	690
ДОШКОЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДОШКОЛЬНАЯ ПЕДАГОГИКА Зигангиров М.Ф.	692
ПЕДАГОГИКА ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ Зигангиров М.Ф.	694
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА Злобин М.А.	696
АДАПТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ: ИХ ЗНАЧИМОСТЬ И ПРЕИМУЩЕСТВА В СОВРЕМЕННОМ ОБУЧЕНИИ Ибагова М.Ш.	698
СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИКИ: КЛЮЧ К ПОНИМАНИЮ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПРИРОДЕ Ибрашев М.Р.	700
ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА Иванов И.Н.	702
РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ Ишкинцев А.И.	704
ПРАВИЛЬНЫЙ РАЦИОН ПИТАНИЯ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕК Калантаев И.Д.	706
АДАПТАЦИЯ К ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА Кирушин В.К.	708

ВОСПИТАНИЕ МОРАЛЬНО-ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ Кирушин В.К.	710
СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О ПАРАМЕТРАХ ДВИЖЕНИЯ ВЕСЛА СПОРТИВНОЙ ЛОДКИ Копьев М.А.	712
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБЛЕМНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА Коуров Р.А.	714
ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ Кузьмина Ю.С.	716
РОЛЬ АДАПТИВНОЙ СРЕДЫ В СТАНОВЛЕНИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТА Кушков Н.А.	718
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ Левагина А.В.	720
ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ В ВУЗЕ Либина Д.В.	722
ВЛИЯНИЕ СПОРТА НА МОЗГОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ Миндарова А.И.	724
ИННОВАЦИОННЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ВОВЛЕЧЕНИЯ МОЛОДЕЖИ В ЗАНЯТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТОМ Михалина Е.С.	726
АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА Москвичев Я.С.	728
ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ Мустафин Т.Р.	730
ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ НА КОРРЕКЦИЮ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ Мухутдинова Р.И.	732
ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ, ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И СПОРТА НА УСПЕВАЕМОСТЬ В СИСТЕМЕ СПО Набиуллин И.И.	734

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЗРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА Нетфуллина А.И.	736
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ Нефедова В.В.	738
ДИНАМИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ Николаева Н.Н., Ильина С.А., Сырова И.Н., Шамгунова Г.М., Касатова Л.В., Пичугина М.В.	740
СРЕДСТВА ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ Овчинников И.В.	742
ВОЛОНТЕРСТВО КАК ОСНОВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ Орехов К.А.	744
ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ НА ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ Осипова Д.С.	746
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГРЕБЦОВ Пахомов Д.А.	748
ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА КАК МЕТОД ПРОФИЛАКТИКИ СКОЛИОЗА Плишкин А.А.	750
СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА Побережная И.К.	752
ВЛИЯНИЕ ЕЖЕДНЕВНЫХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У ПАЦИЕНТОВ С РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ Покровская Ю.С., Аслан Г.С.	754
ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НА БЕРЕМЕННЫХ Покровская Ю.С., Аслан Г.С.	756
ВОССТАНОВЛЕНИЕ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ТРАВМ Попыванов К.А.	758

ПРОБЛЕМА МОТИВАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА Портнов С.В.	760
ОСОБЕННОСТИ ЗАКОНОВ ТЕРМОДИНАМИКИ ЖИВЫХ СИСТЕМ Романов А.А.	762
ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Рябов Д.Ю.	764
ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ Сабиров Э.М.	766
ВЛИЯНИЕ ГИГИЕНЫ НА ФИЗИЧЕСКУЮ КУЛЬТУРУ И СПОРТ И ОСНОВНЫЕ ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАСПОЛОЖЕНИЮ, ОРИЕНТАЦИИ И ПЛАНИРОВКЕ СПОРТИВНЫХ СООРЖЕНИЙ Салохиддинов А.Д.	768
ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ Салыков Т.Т.	770
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БАСКЕТБОЛЕ Усанов Б.А.	772
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИИ СТУДЕНТАМИ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ Файзрахманов З.И.	774
АНАЛИЗ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ 2 КУРСА СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» Хабибуллина Р.Р.	776
УЛУЧШЕНИЕ SOFT И HARD НАВЫКОВ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ Халимов А.З.	778
РАЗВИТИЕ ЛИДЕРСКИХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ ВУЗА Ханина Ю.А.	780
ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТониКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ Челнокова Н.В.	782

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА Черпак Е.А.	784
ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ Щереди́н Е.А.	786
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БОКСА В КАИ Щукин А.А.	788
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В РАЗВИТИИ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ Юрченко И.А.	790
ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ Яруллин Р.Р.	792
ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКОЙ И ГОРМОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ Яруллин Р.Р.	794
BLOGGING AS A TOOL FOR STUDYING ENGLISH Akhmetov D.R.	796
INTERNET BLOGGING PLATFORMS Akhmetov D.R.	798
THE DEVELOPING OF FOREIGN LANGUAGE COMPETENCES OF MASTER'S DEGREE STUDENTS IN ONLINE TRAINING Antipov A.N., Bychkov S.S., Eliseeva K.A.	800
PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION OF UNIVERSITY STUDENTS Artamonova A.A.	802
PRIORITY TASKS IN THE PREPARATION OF A MODERN SPECIALIST Ashrapova.E.R.	804
MODERN TECHNOLOGIES IN TEACHING STUDENTS Fomin N.S.	806
UNDERSTANDING PROCESS MODELING IDENTIFYING, IMPORTANCE AND BENEFITS Ibatova M.Sh.	808

TECHNOLOGY IN RESEARCH TRAINING Ishkineev A.I.	810
CASE STUDY AS A WAY OF DEVELOPMENT OF STUDENTS' CRITICAL THINKING Khamidova N.N., Raskhodova I.A.	812
CRITICAL READING AND WRITING AS ESSENTIAL TO DEVELOPING THE STUDENTS' MIND Khamidova N.N., Raskhodova I.A.	814
THE USE OF MEDIA MATERIALS IN THE STUDY OF FOREIGN LANGUAGES Lapkina E.C.	816
TOOLS FOR EFFECTIVE TECHNICAL KNOWLEDGE LEARNING FROM A STUDENT'S PERSPECTIVE Salykov T.T.	818
CONDITIONS AND PROSPECTS OF USING ONLINE TECNOLOGIES IN POST-PANDEMIC EDUCATIONAL ENVIRONMENT Skvortsova M.A., Khabibrakhmanov R.E., Shmyrov I.B.	820
ACTIVE TEACHING METHODS Valeeva R.R.	822
FACILITATION AND ITS POTENTIAL IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE Valeeva R.R.	824
7. ШКОЛЬНАЯ СЕКЦИЯ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ.....	826
РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ СИСТЕМ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ Шайхразиев Б.Р.	826

Электронное издание

**Прикладная электродинамика,
фотоника и живые системы – 2023**

Материалы X Международной молодежной
научно-технической конференции

молодых ученых, аспирантов и студентов
13-15 апреля 2023 г., Казань, Россия

Под технической редакцией Т.А. Аглиуллина,
А.А. Иванова, Т.М. Ишкаева

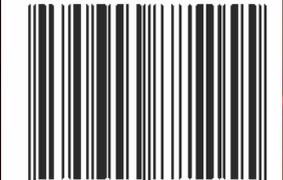
Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/Vista/10; дисковод
CD-ROM; Adobe Reader.

Объем издания – 19,8 Мб

Тираж 11 экз.

© Оформление.
Изд-во ИП Сагиев А.Р., 2023

ISBN 978-5-6048850-5-5



9 785604 885055