

Министерство образования и науки РФ
ФБГОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева»
ФБГОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический
университет»
ФГОБУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
ФГБУН Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН SPIE –
The International Society for Optical Engineering
Optical Society of America Оптическое общество им. Д.С. Рождественского
Казанское отделение международной общественной организации
«Международная общественная академия связи» НПФ «МФС»
ООО "Микрофарм-КАИ"

**Международная научно-техническая конференция
молодых ученых, аспирантов и студентов
«ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА, ФОТОНИКА
И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ-2018»
19-21 апреля 2018 г., Казань, Россия**

Материалы конференции

Под редакцией А.А. Иванова

Казань
ООО «Новое знание»
2018

УДК 621.39+61+681.7+378
ББК 32
М43

М43 Международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы-2018». 19-21 апреля 2018 г., Казань, Россия. Материалы конференции/Под ред. А.А.Иванова. – Казань: ООО «Новое знание», 2018. – 358 с.

ISBN 978-5-9909515-8-7

УДК 621.39+61+681.7+378
ББК 32

ISBN 978-5-9909515-8-7

© Коллектив авторов, 2018
© ООО «Новое знание»,
оформление, 2018

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Сопредседатели: Сопредседатели – А.Х. Гильмутдинов (ректор КНИТУ- КАИ, г. Казань), С.А. Михайлов (проректор по научной и инновационной деятельности КНИТУ-КАИ, г. Казань), О.Г. Морозов (директор НИИ ПРЭФЖС, г. Казань), Г.А. Морозов директор (ОНИЛ МРП, НИЦ ПРЭ, зам. директора НИИ ПРЭФЖС, г. Казань).

Члены оргкомитета – Abelkalns I.I. – профессор Университет Латвии (Рига, Латвия), Андреев В.А. – профессор ПГУТИ (Самара, Россия), Андреев В.В. – доцент ЧГУ (Чебоксары, Россия), Архангельский Ю.С. – профессор СГТУ (Саратов, Россия), Бакаев А.В. – начальник управления инновационной деятельности (Казань, Россия), Бурдин А.В. – доцент ПГУТИ (Самара, Россия), Бурдин В.А. – профессор ПГУТИ (Самара, Россия), Василец А.А. – президент SCIOS, аспирант КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Иванов А.А. – вице-президент SCIOS, аспирант КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Лебедеenko О.В. – начальник управления подготовки и аттестации, научно-педагогических кадров КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Любопытов В.С. – старший преподаватель УГАТУ (Уфа, Россия), Михайлов А.Л. – доцент ЧГУ (Чебоксары, Россия), Моисеев С.А. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Muslimov E.R. – postdoctoral researcher University Aix-Marseille (Marseille, France), Надеев А.Ф. – директор ИРЭТ, профессор КНИТУ- КАИ (Казань, Россия), Никольский Е.Е. – профессор К(П)ФУ (Казань, Россия), Раевский А.С. – профессор НГТУ (Нижний Новгород, Россия), Рябова Н.В. – профессор ПГТУ (Йошкар-Ола, Россия), Султанов А.Х. – профессор УГАТУ (Уфа, Россия), Shipulin A.V. – professor TU Darmstadt (Darmstadt, Germany), Юсупов Р.А. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия).

Члены программного комитета: Акишин Б.А. – профессор КНИТУ- КАИ (Казань, Россия), Анфиногентов В.И. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Веденькин Д.А. – доцент КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Волков К.А. – доцент ПГУТИ (Самара, Россия), Герасимов К.И. – старший научный сотрудник КФТИ КазНЦ РАН (Казань, Россия), Даутова Р.В. – профессор К(П)ФУ (Казань, Россия), Дашков М.В. – доцент ПГУТИ

(Самара, Россия), Ильин А.Г. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Ильин Г.И. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Насыбуллин А.Р. – доцент КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Нуреев И.И. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Павлычева Н.К. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Самигуллин Д.В. – доцент КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Сахабутдинов А.Ж. – доцент КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Седельников Ю.Е. – профессор КНИТУ-КАИ (Казань, Россия), Хазиев Э.Ф. – доцент КНИТУ-КАИ (Казань, Россия).

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 378.1

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕВОЙ НАУКИ В СТРУКТУРНОМ ПОДРАЗДЕЛЕНИИ ВУЗА. РАЗРАБОТКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ

*Морозов Г.А., Морозов О.Г., Смирнов С.В., Классен В.И.
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)*

Аннотация

В настоящей работе анализируются возможности организации научно-исследовательских работ, разработок и исследований для отраслевой науки, обсуждаются результаты, полученные в нашем институте на первом этапе в результате выполненных работ специальной программы развития Чистопольского конструкторского бюро (ЧКТБ «Вектор»). Показано, что в зависимости от инициативности и необходимости проведения исследований на высоком научном уровне. На этапе математического моделирования каждая разработка должна завершаться разработкой действующего опытного образца.

Введение

Научно-исследовательского института Прикладной электродинамики, фотоники и живых систем Казанского национально-исследовательского университета Им. А.Н.Туполева - КНИТУ-КАИ (НИИ «ПРЭФЖС»).

История НИИ ПРЭФЖС включает три основных этапа организационной, научной и конструкторской деятельности: Отраслевая научно-исследовательская Лаборатория Минрадиопрома (ОНИЛ МРП) – Научно-исследовательский центр прикладной электродинамики (НИИ ПРЭ) – Научно-исследовательский институт Прикладной электродинамики, фотоники и живых систем (НИИ ПРЭФЖС).

Выписка из приказа

***В соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета
Министров СССР №326 от 13 марта 1987 года и приказом
Минрадиопрома СССР и Минвуза РСФСР №782/170
от 23 декабря 1987г. организовать с 1 марта 1988 года в
структуре НИЧ КАИ отраслевую научно-исследовательскую
Лабораторию Минрадиопрома СССР***

ОНИЛ МРП КАИ

Рис.1 Приказ Минрадиопрома СССР о создании ОНИЛ МРП КАИ

В настоящей работе приводится краткий обзор разработок первого этапа, переданных промышленности СССР и РФ.

Хронологические развития Отраслевой научно-исследовательской Лаборатории Минрадиопрома СССР.

25.02.87г. доценты Морозов Г. А. и Седельников Ю.Е. встречаются в Чистополе с руководителем ЧКТБ “Вектор”, молодым ученым из Москвы, д.ф.-м.н., Классеном Виктором Ивановичем и руководителями отделов и служб. Принято к обсуждению в соответствующих организациях. Предложение Морозова Г. А.:

Создать в КАИ Отраслевую научно-исследовательскую лабораторию Минрадиопрома (ОНИЛ МРП). Классен В.И. – руководитель, поставил вопрос о необходимости создания факультета КАИ в Чистополе.

09.03.88. Научно-технический семинар в г.Чистополе. Тема: - ”Перспективы научно-технического сотрудничества между КАИ и ЧКТБ”, -Подготовка высококвалифицированных кадров.

Представительная делегация КАИ:

Дегтярев Г.Л.- проректор по НР глава делегации Чабдаров Ш.М. - декан РТФ

Нигматуллин Р.Ш. - зав. каф. ТРЭ 21 февраля 1987г. беседа декана РТФ, профессора Чабдарова Ш.М. и доц. проф. РУ Морозова Г.А. о поручении проректора по НР проф. Дегтярева Г.Л. по конкретизации научно-технического содружества с вновь созданной в ТАССР самостоятельной организации Минрадиопрома: Чистопольского конструкторского бюро “Вектор” (ЧКТБ «Вектор»).

Даутов Г.Ю. - зав. каф. ОФ

Ермолаев Ю.П. - зав. каф. КИПМЭА
Морозов Г.А. -доц. каф. РУ
Седельников Ю.Е. - доц. каф. РУ
Ожиганов Л.К. -декан факультета ФТКи И

В течение 5 часов обсуждены следующие вопросы:

1. О создании ОНИЛ МРП и о предварительных научных задачах, решаемых учеными КАИ.

2. О создании факультета КАИ “Восток” в Чистополе с набором 2-х групп по специальностям “Радиоэлектронные системы” и “Конструирование и производство радиоаппаратуры” по специализации “Микроэлектроника”.

Март 1987г. Инициативная группа Ахтямов Р.А.-каф. КИПМЭА,

Простатов И.Л.- ведущий инженер каф. РУ под руководством Морозова Г.А. формирует “Программу” будущей ОНИЛ МРП.

Апрель. Командировка в г. Москву, представителей КАИ Дегтярев Г.Л., Чабдаров Ш.М., Морозов Г.А. Содержательная работа с руководителями Всесоюзного научно-исследовательского института радиофизики им. академии Расплетина - директор Петросов В.В., главный конструктор Толкачев А.А., генеральным директором “НПОВымпел” Михайловым Н.В., начальником главного научно-технического управления Яковлевым А.В., заместителем министра Лосевым О.Н. Полное одобрение и положительное решение.

Июнь 1987г. Приказом по Минвузу РСФСР создан факультет КАИ “Восток” в г.Чистополе.

Декабрь 1987г. Подписан приказ по Минрадиопрому СССР, Минвузу СССР, Минвузу РСФСР о создании ОНИЛ МРП и установление прямых связей с ЧКТБ «Вектор» и КАИ.

Завершилась полугодовая активная организаторская работа Морозова Г.А. и Ахтямова А.Р.

Утверждена программа, в которой будут участвовать ученые 3 факультетов: РТФ, ФТК и И, ФА и ЭП, семи кафедр: РУ, КИПМЭА, ТРЭ, ОФ, АСУ, ПФ, КИПЭВА.

Для служебного пользования

Инв. № _____, экз. № _____

МИНИСТЕРСТВО РАДИОПРОМЫШЛЕННОСТИ
СССР

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

Об установлении прямых связей
Чистопольского конструкторского
технологического бюро «Вектор» с
Казанским авиационным институтом

Рис. 2 Приказ об установлении прямых связей Чистопольского конструкторского технологического бюро «Вектор» с Казанским авиационным институтом.

Запланирована большая социальная программа:

Строительство учебно-лабораторного корпуса в Казани, передача фонда по труду на 50 штатных единиц, ежегодное выделение 3-х квартир для сотрудников ОНИЛ МРП, ежеквартальные путевки в дома отдыха и санатории, поставка оборудования и приборов для научных исследований.

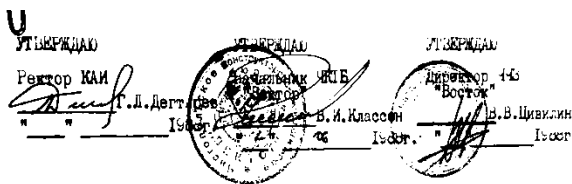
Март 1988г. Издан приказ ректора КАИ о начале функционирования ОНИЛ МРП.

Создан координационный совет под руководством ректора КАИ Дегтярева Г.Л.

Утвердили структура ОНИЛ МРП.

Руководителем ОНИЛ назначен Морозов Г.А. - заместитель председателя координационного совета. Заведующим лабораторией утвержден Ахтямов Р.А., руководителями 2-х секторов назначен Седельников Ю.Е. и Тюхтин М.Ф., ответственным исполнителем х\д доц. Застела М.Ю., по отдельному плану определена работа научного коллектива под руководством д.т.н. Даутова Г.Ю.

Июнь 1988. Передан ЧКТБ «Вектор» оригинальный стенд с использованием ПЭВМ для исследований радиоаппаратуры на широкополосную вибрацию. Стенд действующий, работники ЧКТБ прошли обучение в ОНИЛ МРП. Научный руководитель разработки проф. Урецкий Я.С.



ПОЛОЖЕНИЕ
об учебно-научно-производственном
комплексе "Радиофизика"

Рис.3. Положение об учебно-научно-производственном комплексе Радиофизика.

Это одно из первых соглашений о целевой подготовке кадров для науки и техники отраслевого производства

Декабрь. Передан заказчикам опытный макет и КД литеры "О" имитатора широкополосных случайных сигналов с варьируемым законом распределения случайностей. Научный руководитель доц. Сапаров В.И.

1989 г. - информационные банки АСНИ научных разработок. Научные руководители: проф. Ожиганов Л.И., доц. Тюхтин М.Ф.

1989г. - оригинальная технология металлизации ферритовых и волноводных устройств СВЧ ММ диапазона. Научный руководитель проф. Даутов Г.Ю.

1989 г. — ТЭОи эскизный проект испытательного комплекса "Булдырь". Научный руководитель разработки доц. Морозов Г.А., доц. Седельников Ю.Е.

1990 г. - передан ЧКТБ "Вектор" действующий, прошедший метрологические испытания компактный полигон исследования параметров антенн ММ диапазона. Научный руководитель разработки доц. Морозов Г.А.

1990 г. - передан модуль оригинальной антенной решетки из 12 щелей с качанием луча со встроенными фазовращателями 3 см диапазона волн. Отработан элемент 8 ММ диапазона волн. Передан ряд оригинальных антенных решеток поверхностной волны. Научные руководители разработки: проф. Седельников Ю.Е., доц. ЧониЮ.И.

1990 г. — Начался поиск и решение конверсионных задач. Разработано устройство индикации и управления процессами в бытовых двухкамерных холодильниках типа «МИР», разработана КД на серийное изготовление. Устройство внедрено в ПО «Свияга» г.Казань, КД под децимальным номером КАИ получила литературу А.

1991 г. — внедрен в серийное производство приемник-тюнер спутникового телевидения оригинальной разработки (СНТВ).

1991 г. — передана промышленности для серийного производства охранная сигнализация автомобиля. Внедрен в производство оригинальный автоматизированный компактный полигон для исследования антенн ММ диапазона.

Будут переданы следующие разработки: телевизионный ретранслятор дециметрового диапазона оригинальной разработки, охранная сигнализация квартир с имитацией присутствия. Патенты оформляются.

Развивается новое направление разработки систем телекоммуникации. ОНИЛ КАИ первым в Республике и г.Казани принял передачи с 8 иностранных спутников. Причем, прием телепередач осуществляется системой собственной разработки, особо важно то, что система разработана полностью на отечественной элементной базе. ОНИЛ МРП совместно с КБ им.А.Н.Туполева разработали и начали выпускать параболические антенны для приема телепередач по собственной КД. Разработана система автоматического измерения и регулирования температур в бытовых и промышленных холодильниках; разрабатываются устройства применения СВЧ методов в сельском хозяйстве - борьба с сорняками, грибковые заболевания почв, сушка семян и плодов, различные измерительные приборы по измерению влажности почв и других материалов, дозиметры, приборы встроенного контроля и дезинфекции; новое направление — охранная сигнализация квартир, служебных помещений, автомобилей оригинальной разработки, встраиваемые в существующие системы; разработка датчиков электрической энергии промышленной частоты на основе микропроцессорной техники.

Всего за 4 года работы было получено более 32 авторских свидетельств, которые сейчас оформляются как патенты, разработаны более 19 оригинальных проектов с разработкой КД

литеры "О", двум документациям присвоен литер "А".

По истечении четырех лет в ОНИЛ МРП 38 штатных сотрудников и 13 совместителей, имеется собственный корпус на 500 кв. м. по адресу: 420084 Казань К. Маркса 31/7. Лаборатория может сотрудничать с любой организацией по разработке оригинальных проектов с впуском КД и внедрением в серийное производство, т.к. имеет собственные помещения, богатый парк вычислительной и измерительной аппаратуры, сотрудничает с рядом крупных научно-производственных объединений, являясь членом Ассоциации промышленных предприятий Татарстана. Разработан и согласован Устав перевода ОНИЛ МРП в разряд акционерных предприятий открытого типа в составе Казанского авиационного института.

Пройденный этап развития науки в структурном подразделении Вуза позволил сформулировать основные научные результаты, которые легли в основу дальнейшего развития целого ряда научных направлений в структурном подразделении КНИТУ-КАИ.

На основании имеющегося опыта научных исследований и промышленных разработок лаборатория ОНИЛ МРП имеет возможность проведения научных исследований и разработок в ряде направлений:

- антенны и техника СВЧ;
- исследования и разработки в области электромагнитной совместимости;
- разработка экологически чистых технологий хранения и переработки продуктов сельского хозяйства борьбы с сорняками и заболеваниями, повышения продуктивности растениеводства;
- электронная бытовая и промышленная аппаратура;
- радиофотоника.

Все полученные научные результаты вошли в целый ряд докторских и кандидатских диссертаций под руководством Урецкого Я.С., Седельникова Ю.Е., Чони Ю.И., Морозова Г.А., Даутова Г.Ю., Островой С.О., Морозова О.Г., Акишина Б.А.

Начиная с 1991 года наши результаты исследований и разработок докладываются на международном уровне: Турция, Франция, США, Германия, Нидерланды, Ю.Корея, и Китай и др.

THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL SCIENCE IN THE STRUCTURAL DEPARTMENT OF THE UNIVERSITY. DEVELOPMENT AND RESEARCH

Morozov G.A., Morozov O.G., Smirnov S.V.

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

Abstract

In the present work possibilities of the organization of research works, developments and researches for branch science are analyzed, the results received at our Institute at the first stage as a result of the performed works of the special program of development of Chistopol design Bureau are discussed.

УДК 681.7.068

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ МОДОВОГО СОСТАВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ КВАРЦЕВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С УВЕЛИЧЕННЫМ ДИАМЕТРОМ СЕРДЦЕВИНЫ

Бурдин А.В.¹, Бурдин В.А.¹, Дельмухаметов О.Р.²

*(¹ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики» (ПГУТИ), г. Самара,*

*²ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный
технический университет» (УГАТУ), г. Уфа)*

Аннотация

Представлена методика расчета параметров передачи модового состава промышленных образцов кварцевых оптических волокон (ОВ) с увеличенным диаметром сердцевины, отличающихся от традиционно используемого как в строгих, так и приближенных методах анализа волоконных световодов модельного представления несимметричной геометрией структуры поперечного сечения, как с точки зрения радиальной координаты, так и формы профиля показателя преломления. Предложено решение по детализированной

реконструкции искомой 3D-структуры исследуемого ОВ, с учетом ограниченного набора данных протоколов измерения профиля показателя преломления штатным комплектом лабораторного анализатора световодов в условных поперечных сечениях «X» и «Y».

В настоящее время для ряда практических приложений возникает задача расчета параметров передачи модового состава уже изготовленных промышленным способом и соответствующим образом протестированных образцов оптических волокон (ОВ). Здесь наиболее полный состав исходных данных к расчету содержат протоколы измерения профиля показателя преломления ОВ, выполненные штатным комплектом соответствующего лабораторного оборудования – анализаторов ОВ (см. например, [1] и др.), реализующие метод ближнего поля [2]. Полученные данные фактически представляют собой массивы распределения отклонения показателя преломления от номинального значения для чистого кварца SiO₂ на рабочей длине волны источника излучения анализатора (в данном случае $\lambda=670$ нм [1]) по условным радиальным сечениям тестируемого волоконного световода «X» и «Y», число элементов которых определяется разрешающей способностью самой установки.

Таким образом, при решении описанной задачи в первую очередь возникает проблема детализированной реконструкции искомой 3D-структуры исследуемого волоконного световода с учетом ограниченного набора исходных данных, представляющих собой распределение значений отклонения показателя преломления по радиальным координатам осей абсцисс и ординат в плоскостях двух радиальных сечений «X» и «Y». Для этой цели в рамках данной работы предлагается рассмотреть «худший случай», соответствующий анализу промышленного образца многомодового ОВ 50/125 первого поколения кат. OM2. Здесь, согласно протоколам измерений профиля показателя преломления, данный образец ОВ отличается разбросом значений радиуса сердцевины в условных сечениях «X» и «Y» до 0.47 мкм [3]. При этом градиентный профиль ОВ содержит центральный габаритный дефект в виде провала, а также сильные локальные флуктуации показателя преломления. На

рис. 1(а) представлены результаты сопоставления восстановленных на основе протоколов измерений распределений значений относительного отклонения показателя преломления от показателя преломления оболочки по координатам осей условных радиальных сечений «X» и «Y» сердцевины исследуемого ОВ. Для удобства в Декартовой системе координат плоскости радиального сечения ОВ предлагается выделить «полуоси» «XR», «XL», «YR» и «YL», где индекс «R» соответствует положительным значениям координат, а «L» – отрицательным.

Предлагаемое решение базируется на предположении, что искомое промежуточное значение показателя преломления $n_j^{(k)}$ удовлетворяет уравнению некоторого наклонного эллипса, малая полуось которого соответствует непосредственно проекции $b_{j2}^{(k)} = r_{jq}^{(k)}$, в то время как большая полуось $a_{j2}^{(k)}$ является гипотенузой прямоугольного треугольника с катетами, представляющими собой проекции $r_{jp}^{(k)}$ и разность проекций искомого промежуточного значения $n_j^{(k)}$ показателя преломления на ось «Z» $\Delta n_{jz}^{(k)} = n_{jqz}^{(k)} - n_{jpz}^{(k)}$.

В результате данный эллипс находится в плоскости, образующей угол φ к опорной плоскости поперечного сечения исследуемого ОВ, тангенс угла наклона которого определяется соотношением указанных параметров $tg \varphi = \Delta n_{jz}^{(k)} / r_{jp}^{(k)}$. Описанная задача решалась с применением неравномерной сетки представления. Здесь на первом этапе были локализованы экстремумы профилей показателя преломления, восстановленных на основе протоколов данных измерений, для каждой из координатных полуосей, формирующих условные четверти поперечного сечения исследуемого ОВ рис. 1. На рис. 2. приведен пример задаваемой неравномерной сетки представления несимметричной структуры четверти поперечного сечения ОВ, образованного полуосями «XR» и «YR».

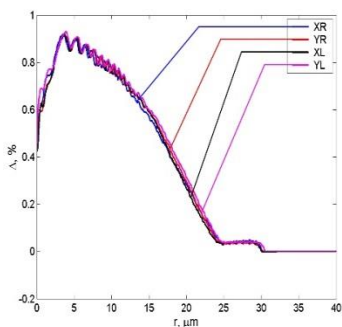


Рис. 1. Сопоставление данных протоколов измерений [3] профиля показателя преломления ОВ в условных радиальных сечениях «X» и «Y».

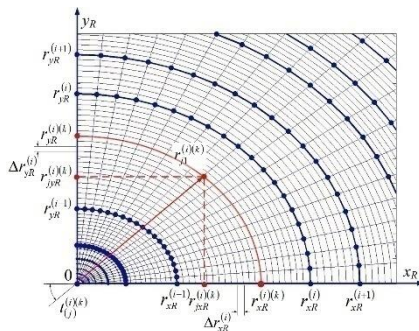


Рис. 2. Неравномерная сетка представления несимметричной структуры четверти поперечного сечения ОВ «xR yR»: центральная область сердцевины исследуемого ОВ.

Реконструкция 3D-структуры исследуемого промышленного образца ОВ по данным протоколов измерения профиля показателя преломления (рис. 1) в центральной области сердцевины представлены на рис. 3. Это позволило далее перейти к известной процедуре формирования переменной адаптивной треугольной сетки представления анализируемого ОВ для последующего расчета нормированной постоянной распространения направляемых мод заданного порядка с помощью строгих сеточных методов – например, ранее разработанного метода смешанных конечных элементов (МСКЭ), адаптированного на случай анализа ОВ с увеличенным диаметром сердцевины [4] – либо приближенными методами по каждому сечению – в данном случае использовалось ранее разработанное обобщение модификации приближения Гаусса (ОМПГ) [4]. Некоторые результаты оценки на примере высшей моды LP_{13} представлены на рис. 4.

Работа подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 16-37-60015 мол_a_дк.

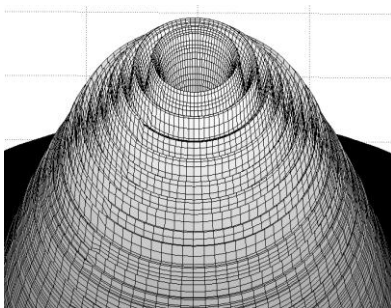


Рис. 3. Фрагмент реконструкции 3D-структуры центральной области сердцевинны на неравномерной координатной сетке по данным потоков измерения профиля показателя преломления ОВ [1].

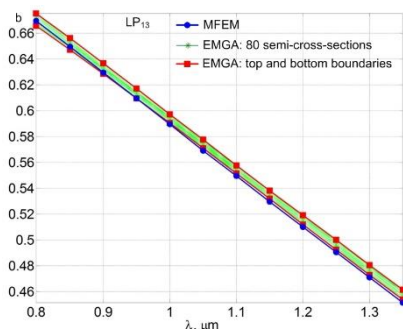


Рис. 4. Сопоставление спектральных характеристик нормированной постоянной распространения высшей моды LP_{13} : результаты расчета строгим МСКЭ и приближенным ОМПГ методами.

Литература

1. EXFO NR-9200 Optical Fiber Analyzer. Datasheet. – EX-FO, 1999. – 5 p.
2. TIA/EIA-455-44B (FOTP-44B) “Refractive Index Profile, Refracted Ray Method”, IEC 60793, and ITU Recommendation G.651.
3. Бурдин, А.В. Исследование дефектов профиля показателя преломления многомодовых оптических волокон кабелей связи / А.В. Бурдин, К.А. Яблочкин // Инфокоммуникационные технологии. – 2010. – №2. – С. 22 – 27.
4. Bourdine A.V., Delmukhametov O.R. Calculation of transmission parameters of the launched higher-order modes based on the combination of a modified Gaussian approximation and a finite element method // Telecommunications and Radio Engineer-ing. – 2013. – vol. 72(2). – P. 111 – 123.

COMPUTING OF MODE STAFF PARAMETERS IN REAL MANUFACTURED SILICA OPTICAL FIBERS WITH LARGE CORE DIAMETER

Bourdine A.V.¹, Burdin V.A.¹, Delmukhametov O.R.²

(¹Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics (PSUTI), Samara,

²Ufa State Aviation Technical University (USATU), Ufa)

Abstract

This work presents method for computing of mode staff parameters in real manufactured silica optical fibers with large core diameter. These real optical fibers differ from model ideal representation by non-symmetrical geometry of transversal cross-section in both ra-dial coordinates and refractive index profile form. We propose solu-tion for detailed reconstruction of researched optical fiber 3D-structure by limited data from the protocols of refractive index pro-file measurement by conventional lab kits of optical fiber analyzers over conditional transversal cross-sections “X” and “Y”.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ

Сахабутдинов А.Ж., Морозов О.Г.

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

Аннотация

Приведены результаты моделирования, записи и исследования спектральных характеристик волоконных брэгговских решеток с двумя симметричными фазовыми π -сдвигами. Показана возможность создания на их основе многоточечных и квази-распределенных волоконно-оптических сенсорных сетей с малой стоимостью одного измерительного канала. При этом решетки имеют единую длину волны Брэгга, а адрес каждой из них определяется различной шириной спектрального разноса между

фазовыми сдвигами. Для извлечения измерительной информации необходимо простое оптико-электронное преобразование без использования сложных спектральных или интерференционных интеррогаторов.

Волоконные брэгговские решетки (ВБР) являются мощным инструментом для построения сенсоров различного назначения. Однако при объединении их в многоточечные или квазираспределенные сети возникает проблема дорогого канала измерений или сверхсложного, в основном, лабораторного построения устройств сбора информации с решеток – интеррогаторов. Интеррогаторы строятся на основе спектрометрических схем при использовании решеток с различными брэгговскими длинами волн, или интерферометрических – при одинаковой брэгговской длине волны.

Первой целью работы является теоретическое и экспериментальное исследование спектральных характеристик ВБР с двумя симметричными фазовыми π -сдвигами и их изменений под воздействием различных физических полей. Второй – анализ возможности формирования адреса для различных решеток, имеющих одинаковую брэгговскую длину волны. Адрес определен как варьируемая ширина разноса между положением фазовых сдвигов по ее длине.

На рис. 1, а-г представлены смоделированные нами трансформации спектра ВБР с двумя симметричными фазовыми π -сдвигами при изменении длины решетки: 5 мм (а), 6 мм (б), 7 мм (в), 8 мм (д).

Известно, что при подаче двух близких по длине волны (частоте) сигналов на выходе фотодетектора формируется сигнал биений, определяемый как:

$$I_{RF}(t) \sim 2A \cos[(\omega_1 - \omega_2)t + (\phi_1 - \phi_2)], \quad (1)$$

где A – амплитуда, определяемая глубиной узкополосных провалов и коэффициентом усиления фотодетектора, ω_1 и ω_2 – оптические частоты, соответствующие центральным длинам волн окон прозрачности ВБР. На рис. 1, д показан радиочастотный отклик от трех решеток с различным спектральным разнесом между фазовыми сдвигами, записанных нами непрерывным лазером по технологии формирования составных решеток в лаборатории НИИ

ПРЭФЖС КНИТУ-КАИ. Все решетки находились в одинаковых внешних условиях: температуре и давлении.

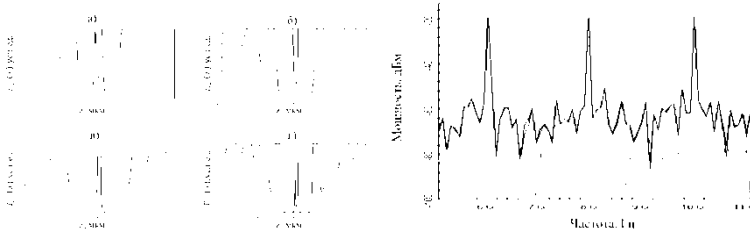


Рис. 1. Адресные ВБР: трансформация спектра ВБР при изменении длины решетки: 5 мм (а), 6 мм (б), 7 мм (в), 8 мм (г); отклик трех ВБР с различным разносом фазовых сдвигов (д).

Для получения отклика, показанного на рис. 1, д, нами были использованы: склон опорной ВБР, соответствующий диапазону измерений, фотоприемник с шириной полосы 20 ГГц и программное обеспечение на базе быстрого преобразования Фурье.

Адресные ВБР подробно описаны в [1]. Рассмотрим подход, позволяющий определить амплитуды сдвоенного сенсора на адресных ВБР, без предварительного частотного анализа, основываясь только на данных с фотоприемника. Аналитическое выражение для сложного сигнала на ФП описано в следующем виде (2).

$$\begin{aligned}
 P(A_1, A_2, \omega_1 - \omega_2, t) = & A_1^2 + u(A_1\Omega_1 + A_2\Omega_2) + A_2^2 + u^2 \frac{\Omega_1^2 + \Omega_2^2}{2} + \\
 & + A_1(A_1 + u\Omega_1)\cos(\Omega_1 t) + A_2(A_2 + u\Omega_2)\cos(\Omega_2 t) + \\
 & + A_1 A_2 \cos(\omega_1 - \omega_2)t + \\
 & + A_1(A_2 + u\Omega_2)\cos((\omega_1 - \omega_2 - \Omega_2)t) + \\
 & + (A_1 + u\Omega_1)A_2 \cos((\omega_1 - \omega_2 + \Omega_1)t) + \\
 & + (A_1 + u\Omega_1)(A_2 + u\Omega_2)\cos((\omega_1 - \omega_2 + \Omega_1 - \Omega_2)t)
 \end{aligned} \quad (2)$$

Оно является явной параметрической записью подгоночной функции, применяемой в методах анализа и восстановления сигналов, параметры которой можно восстановить известным методом наименьшего квадратичного приближения.

Рассмотрены два адресных датчика (ВБР с двумя фазовыми п-сдвигами) с разнесами частот Ω_1 и Ω_2 , с положением левых окон

прозрачности, определенных π -сдвигами, на ω_1 и ω_2 , а правых – на частотах $\Omega_1 + \omega_1$ и $\Omega_2 + \omega_2$, соответственно. Параметрами подгоночной функции (2) являются неизвестные величины коэффициентов окон прозрачности A_1 , A_2 и $\nu = \omega_1 - \omega_2$, при известных значениях α – угла наклона линейного косоугольного фильтра, установленного перед фотоприемником, Ω_1 и Ω_2 – разностей частот для фазовых π -сдвигов адресных датчиков на ВБР1 и ВБР2.

Следовательно, достаточно подобрать такие значения A_1 , A_2 , ν при которых (2) максимально точно описывает исходный сигнал с фотоприемника. Обратим внимание на то, что в случае восстановления параметров сигнала по заранее аналитически заданной функции, отсутствует необходимость использования частотной фильтрации сигнала. Согласно методу наименьших квадратов, условия минимума (2) заключается в равенстве нулю частных производных от $\Psi(A_1, A_2, \nu)$ по A_1 , A_2 , ν . Подставляя выражение для подгоночной функции и ее частные производные в систему уравнений $\Psi(A_1, A_2, \nu)$ получим систему из трех уравнений с тремя неизвестными относительно A_1 , A_2 , ν , которую можно решить численно, определив тем самым амплитуды A_1 , A_2 , и расстояние между двумя адресными датчиками – ν относительно косоугольного фильтра с пересчетом в физические величины.

Каждый адресный датчик [1] в массиве обладает собственной уникальной характеристикой – частотой разнеса между двумя фазовыми π -сдвигами. Выведем соотношения, позволяющие определить положение каждой адресной ВБР из массива, опираясь на частотное детектирование на уникальных частотах решеток.

Для этого определим узкополосный частотный фильтр, задав его в виде оператора, аналитический вид которого запишем в форме закона нормального распределения:

$$D(\Omega^*) = \exp((\Omega^* - |\nu|)^2 / 2\sigma^2). \quad (3)$$

За Ω^* в выражении (3) обозначена частота фильтрации, ν – все частоты в системе, а σ – параметр добротности частотного фильтра. Очевидно, что ширина узкополосного фильтра определяется параметром σ , с уменьшением значения σ , уменьшается и ширина пропускания фильтра (3). Основное свойство оператора (3) заключается в том, что он почти везде равен нулю, за исключением

малой окрестности точки Ω^* , где он равен единице. Величина этой окрестности как раз и определяется параметром σ .

Применим оператор (3) к световому потоку на фотоприемнике, задав зондируемым частотам значения Ω_j , $j = 1, N$. Где Ω_j – суть собственные частоты адресных ВБР-датчиков. Введение индекса j необходимо в математической записи для того, чтобы отличить частоты, на которых будет проводиться зондирование, от частот, фигурирующих во временном выражении фототока. Поскольку в общем случае они могут и не совпадать.

То свойство оператора (3), что он почти везде равен нулю, кроме окрестности Ω_j , – позволяет переписать выражение для светового потока после фильтрации в виде соотношения для амплитуд (4). Дополнительно к нулю приравнивается не абсолютная, а относительная погрешность измерений, что облегчает математический метод поиска решения.

$$\frac{1}{D_j} \left[A_j B_j + \sum_{i=1}^N \sum_{k=i+1}^N \begin{pmatrix} \frac{(\Omega_j - |\omega_i - \omega_k|)^2}{2\sigma^2} + A_i A_k e \\ \frac{(\Omega_j - |\omega_i - \omega_k - \Omega_k|)^2}{2\sigma^2} + A_i B_k e \\ \frac{(\Omega_j - |\omega_i - \omega_k + \Omega_i|)^2}{2\sigma^2} + B_i A_k e \\ \frac{(\Omega_j - |\omega_i - \omega_k + \Omega_i - \Omega_k|)^2}{2\sigma^2} + B_i B_k e \end{pmatrix} \right] - D_j = 0 \quad (4)$$

С учетом зависимости амплитуд от уравнения косого фильтра, запишем:

$$A_{i,k} = u\omega_{i,k} + v \quad B_{i,k} = u\omega_{i,k} + u\Omega_{i,k} + v. \quad (5)$$

Только в том случае, если степень при экспоненте (5) равна нулю (что и является условием фильтра), обеспечивает нам вклад этого слагаемого с множителем равным единице. Иными словами, вклад в амплитуду зондирования – вклад от двойной суммы в (5) возникает только в том случае, когда взаимное расположение датчиков в системе предполагает частотное расстояние между ними в Ω_j . В системе уравнений (5) известными величинами являются: Ω_j – частоты адресных ВБР- датчиков; u и v – параметры косого

фильтра; σ – параметр узкополосного фильтра. Неизвестными величинами в (5) являются только $\omega_i, i = \overline{1, N}$, и количество уравнений в (5) – N штук, что обеспечивает нам замкнутую систему из N нелинейных уравнений относительно нахождения N переменных ω_i .

Построенные на базе указанных решеток сенсорные сети, аналогичные рассмотренным в [2,3] не требуют использования спектральных или интерферометрических интеррогаторов. Возможно использование радиопотонного двухчастотного сканирования адресных ВБР [4].

Литература

1. Мисбахов Р.Ш. и др. // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL: [ivdon.ru/archive/ n3y2017/4343/](http://ivdon.ru/archive/n3y2017/4343/).
2. Нуреев И.И. // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 2. URL: [ivdon.ru/ magazine/archive/n2y2016/3581/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3581/).
3. Нуреев И.И. // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/ n2y2016/3605/.
4. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

ADRESS FIBER BRAGG GRATINGS

A.Zh. Sakhabutdinov, O.G. Morozov

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

Abstract

The results of modeling, recording, and investigation of the spectral characteristics of fiber Bragg gratings with two symmetric phase π -shifts are presented. The possibility of creating multipoint and quasi-distributed fiber-optic sensor networks on their basis, with a small cost of one measuring channel is shown. In this case, the gratings have the same Bragg wavelength, and the address of each of them is determined by the different widths of the spectral separation between the phase shifts. To extract the measurement information, simple optical-electronic transformation is necessary without the use of complex spectral or interference interrogators.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЛОМОДОВЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ С УЧЕТОМ СВЯЗИ МОД

Дашков М.В.

(ФГБОУ ВО “Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики”, Самара)

Аннотация

В работе рассмотрены основы моделирования маломодовых волоконно-оптических линий передачи. Представлен метод учета связи мод при распространении сигнала с модовым уплотнением.

В настоящее время основными методами повышения пропускной способности волоконно-оптических линий передачи (ВОЛП) являются увеличение скорости передачи информации в оптическом канале и увеличение количества оптических каналов, передаваемых по оптическому волокну (ОВ). Для увеличения количества передаваемых каналов широкое применение получила технология спектрального уплотнения, а также уплотнение по поляризации в когерентных системах. На сегодняшний день количество мультиплексируемых оптических каналов в одном ОВ может составлять от нескольких десятков до нескольких сотен.

При этом значительно возрастает суммарная оптическая мощность в ОВ, что приводит к появлению нелинейных эффектов, негативно влияющих на качество передачи сигнала. В результате, при использовании традиционных технологий пропускная способность оптических сетей ограничивается нелинейным пределом Шеннона [1].

Одним из альтернативных методов увеличения пропускной способности и снижения влияния нелинейных эффектов является технология модового уплотнения с использованием маломодовых оптических волокон (МОВ). Технология модового мультиплексирования представляет существенный интерес для сетей связи следующего поколения, однако требует решения ряда проблем при проектировании подобных систем и их внедрении.

Одна из проблем связана с явлениями линейной и нелинейной связи мод, оказывающими значительное влияние на возможную пропускную способность и протяженность регенерационных участков. Связь мод может существенно повлиять на качество передачи различными способами: переходные помехи между каналами, передаваемыми в различных модах; разброс групповых задержек сигналов; затухание/усиление, зависящие от типа моды и т.д. [2].

В МОВ случайная связь мод может возникать в результате различных факторов. К ним относятся внутренние факторы, связанные с производством волокна, такие как некруглость сердцевины, шероховатость границы сердцевина-оболочка, вариации диаметра сердцевины и вариации профиля показателя преломления, а также внутренние механические напряжения, наведенные наложением защитных покрытий и разницей коэффициентов теплового расширения стекол различного состава. К внешним факторам, вызывающим связь мод, относятся микро и макро-изгибы, кручение МОВ. Кроме того, сильная связь мод возникает на стыковых неоднородностях в местах сращивания строительных длин оптического кабеля. Кроме того, такие оптические компоненты как оптические усилители, мультиплексоры ввода-вывода (ROADM) и т.д., также будут являться точками связи мод.

Процесс распространения сигналов в МОВ в общем виде с учетом линейной и нелинейной связи мод можно описать системой связанных нелинейных уравнений Шредингера [3].

$$\frac{\partial A_p}{\partial z} = i(\beta_{0p} - \beta_{0r})A_p - \left(\beta_{1p} - \frac{1}{v_{gr}} \right) \frac{\partial A_p}{\partial t} - i \frac{\beta_{2p}}{2} \frac{\partial^2 A_k}{\partial t^2} + \quad (1)$$

$$+ i \sum_{lmn} f_{lmnp} \frac{\gamma}{3} \left[(A_l^T A_m) A_n^* + 2(A_l^H A_m) A_n \right] + i \sum_m q_{mp} A_m,$$

где - A_p огибающая сигнала во временной области p -й моды; $\beta_{0p}, \beta_{1p}, \beta_{2p}$ - постоянная распространения, обратная групповая скорость и дисперсия групповых скоростей p -й моды; β_{0r}, v_{gr} - средняя постоянная распространения и средняя групповая скорость распространения r -й моды; γ - нелинейный коэффициент; q_{mp} -

коэффициент линейной связи пространственных мод; f_{lmnp} - коэффициент нелинейной связи пространственных мод.

Коэффициент линейной связи определяется интегралом перекрытия полей взаимодействующих мод и величиной вариации показателя преломления вследствие внешних и внутренних факторов. Коэффициент нелинейной связи определяется интегралом перекрытия полей взаимодействующих мод.

Для решения уравнения (1) широкое распространение получил метод расщепления по физическим процессам (SSFM) и его различные модификации [4].

В данной работе используется следующий подход при реализации симметричного метода расщепления по физическим процессам: дисперсионные эффекты и линейная связь мод учитываются независимо от нелинейных эффектов и явления нелинейной связи мод. Тогда можно записать

$$\frac{\partial A}{\partial z} = (\hat{C} + \hat{N})A, \quad (2)$$

где $\hat{C}$ - оператор, учитывающий дисперсионные эффекты и линейную связь мод; $\hat{N}$ - оператор, учитывающий нелинейные эффекты и нелинейную связь мод.

Учет действия оператора $\hat{C}$ производится в частотной области. Тогда для фурье-образа огибающей уравнение распространения с учетом только линейных эффектов можно записать в виде системы дифференциальных уравнений

$$\frac{\partial \tilde{\mathbf{A}}}{\partial z} = \hat{\mathbf{C}}\tilde{\mathbf{A}}, \quad (3)$$

где $\tilde{\mathbf{A}}$ - матрица-столбец размерности $N \times 1$, формируемая из фурье-образов огибающих сигналов пространственных N мод; $\hat{\mathbf{C}}$ - квадратная матрица порядка N , описывающая дисперсионные явления и линейную связь мод.

Коэффициенты матрицы $\hat{\mathbf{C}}$ с учетом затухания определяются в виде:

$$C_{pp} = -\frac{\alpha}{2} + i\Delta\beta_{0p} - i\omega\Delta\beta_{1p} + i\omega^2 \frac{\beta_{2p}}{2},$$

$$C_{pm} = iq_{pm}, \quad C_{mp} = C_{pm}^* \quad (4)$$

где α - коэффициент затухания; $\Delta\beta_{0p} = \beta_{0p} - \beta_{0r}$,
 $\Delta\beta_{1p} = \beta_{1p} - 1/v_{gr}$.

На нелинейном шаге учитываются эффекты ФСМ и ФКМ для взаимодействующих мод во временной области

$$\frac{\partial A_p}{\partial z} = i\gamma \left(|A_p|^2 + 2 \sum_m f_{mp} |A_m|^2 \right) A_p \quad (5)$$

Выбор шага численного расчета и коэффициентов матрицы $\hat{C}$ будут определяться характеристиками используемого маломодового ОВ.

Важным этапом при моделировании является определение значения коэффициентов линейной и нелинейной связей и их распределения по длине оптического тракта. Следует отметить, что на реальной проложенной ВОЛП характер укладки ОВ в кабеле будет оказывать влияние, как на пространственное распределение коэффициентов связи, так и на степень связи мод. Для адекватной оценки качества передачи в системах с модовым уплотнением требуется проведение экспериментального исследования статистических характеристик коэффициентов связи мод, вызванных собственными нерегулярностями ОВ, внешними воздействиями и стыковыми неоднородностями.

Литература

1. Essiambre, R.-J., Kramer, G., Winzer, P.J., Foschini, G.J. Goebel, B. Capacity Limits of Optical Fiber Networks // Journal of Lightwave Technology. 2010. Vol. 28, No. 4. P. 662-701.
2. Ho, K.-P., Kahn, J.M. Linear Propagation Effects in Mode-Division Multiplexing Systems // Journal of Lightwave Technology. 2014. Vol. 32. No. 4. P. 614-627.
3. Mumtaz, S., Essiambre, R.J., Agrawal, G.P. Nonlinear propagation in multimode and multicore fibers: generalization of the Manakov equations // Journal of Lightwave Technology. 2013. Vol. 31, No. 3, P. 398-406.

4. Агравал Г.П. Нелинейная волоконная оптика. - М.: Мир. 1996. 323 С.

SIMULATION OF FEW MODE FIBER COMMUNICATION LINES TAKING INTO ACCOUNT MODE COUPLING

Dashkov M.V.

(Povolghskiy State University of Telecommunication and Informatics, Samara)

Abstract

The basic principles of simulation for few mode fiber communication lines is described. The simulation method taking into account mode coupling is represented.

УДК530.145

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ, АКТИВИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ, И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОКОЛОВ КВАНТОВОЙ ПАМЯТИ НА ЭФФЕКТЕ ФОТОННОГО ЭХА

Герасимов К.И.

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

Аннотация

Представлены результаты исследований оксидных и фторидных кристаллов, активированных редкоземельными ионами, методами лазерной спектроскопии высокого разрешения и фотонного эха. Реализован протокол оптической квантовой памяти и показана возможность создания многоадресной ячейки квантовой памяти. Обсуждаются дальнейшие перспективы повышения таких базовых параметров квантовой памяти, как эффективность и время сохранения.

В настоящее время квантовая память (КП) рассматривается,

как ключевой элемент основных элементов квантовой информатики [1–4], в особенности - универсального квантового компьютера [5] и квантового повторителя для протяженных квантовых коммуникаций [6].

Одним из интенсивно развивающихся подходов является разработка КП, в основе которой лежит использование явления фотонного эха в твердом теле [3, 7, 8]. Редкоземельные ионы (РЗИ) в кристаллах, в данном случае являются перспективными рабочими средами благодаря большим временам продольной и поперечной релаксации на оптических и спиновых переходах [9].

В данной работе представлены результаты исследований ионов Er^{3+} и Tm^{3+} в кристаллах LiYF_4 , $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ и YPO_4 методами лазерной спектроскопии высокого разрешения и фотонного эха.

Er^{3+} единственный из РЗИ, имеющий оптические переходы с большим временем продольной релаксации в области длин волн оптоволоконных телекоммуникаций (1.5 мкм), что делает его использование привлекательным с точки зрения создания КП для квантового повторителя. С другой стороны, неоднородное уширение оптических переходов данного иона в кристалле $^7\text{LiYF}_4$ имеет рекордно малые значения (~ 16 МГц) [10-12], что дает возможность использовать этот кристалл для реализации нерезонансного рамановского протокола КП, который имеет ряд преимуществ по сравнению с другими протоколами [13]. Проведенные в работе детальные спектроскопические и кинетические исследования $^7\text{LiYF}_4:\text{Er}^{3+}$ позволили расшифровать структуру сверхтонких подуровней различных состояний $^{167}\text{Er}^{3+}$, измерить времена жизни сверхтонких подуровней и времена когерентности оптических состояний. Показана возможность перераспределения населенностей сверхтонких подуровней основного кramerсового дублета $^{167}\text{Er}^{3+}$ в цикле оптической накачки (рис. 1.) и реализации нерезонансного рамановского протокола КП.

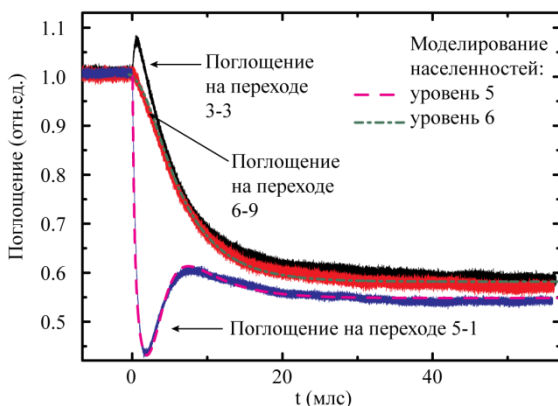


Рис. 1. Изменение поглощения со сверхтонких подуровней основного крамерсового дублета (3, 5, 6 нумерация подуровней по возрастанию энергии) при включении селективной оптической накачки с подуровня 5 (сплошные линии). Моделирование населенностей подуровней 5 и 6 (пунктирные кривые) путем численного решения системы кинетических уравнений.

РЗИ в оксидных кристаллах, как правило, характеризуются большими по сравнению с фторидными кристаллами временами поперечной релаксации, поскольку ионами ближайшего окружения РЗИ являются ионы кислорода, подавляющая часть которых не имеют ядерного спина (природное содержание единственного нечетного изотопа ^{17}O всего 0.038%). Данное обстоятельство делает этот класс кристаллов наиболее привлекательным для создания высокоэффективной и долгоживущей КП. В данной работе представлены исследования кристаллов $\text{YPO}_4:\text{Er}^{3+}$ и $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tm}^{3+}$.

Для кристаллов $\text{YPO}_4:\text{Er}^{3+}$ были изучены спектры поглощения и люминесценции, получены данные о положениях уровней энергий Er^{3+} и определены время жизни состояния $^4\text{I}_{13/2}$. При мощности накачки превышающей пороговое значение на переходе $^4\text{I}_{13/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ ($\lambda \sim 1.5$ мкм) обнаружено явление суперлюминесценции в виде генерации импульсов с длительностью в несколько нс, частота повторения которых зависела от мощности накачки. Возможность создания инверсии населенности на переходе Er^{3+} в области 1.5 мкм планируется использовать для создания широкополосного высокодобротного оптического резонатора для КП.

Ионы Tm^{3+} в кристалле $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ на оптическом переходе $^3\text{H}_6 \leftrightarrow ^3\text{H}_4$ ($\lambda \sim 793$ нм) имеют достаточно большое время поперечной релаксации (~ 70 мкс), что делает данный кристалл удобным для обработки некоторых протоколов КП. В данной работе впервые был реализован протокол спящего фотонного эха в ортогональной геометрии распространения сигнального и контролирующего пучков в открытом пространстве [14] и оптическом резонаторе. В первом случае была получена эффективность восстановления сохраненного сигнала $\sim 13\%$ (рис. 2), использование оптического резонатора позволило повысить эффективность до величины $\sim 18\%$.

В исследуемых кристаллах $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tm}^{3+}$ обнаружен слабый линейный эффект Штарка, появление которого мы связываем с наличием случайных искажений локальной симметрии (D_2) примесных центров Tm. Использование этого нового эффекта позволило впервые осуществить многоадресное сохранение и считывание сигнальных полей, как при помощи двухимпульсного фотонного эха, так и в протоколе КП на основе спящего фотонного эха.

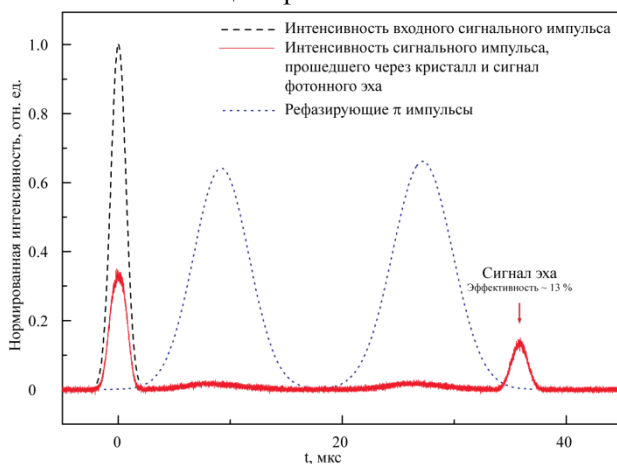


Рис. 2. Сохранение одной временной моды светового поля с эффективностью восстановления $\sim 13\%$ в ячейке КП на основе кристалла $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tm}^{3+}$ при температуре 4 К. Использовался протокол спящего фотонного эха в схеме двукратным прохождением входного импульса через кристалл.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-12-01333Р.

Литература

1. Lvovsky A.I., Sanders B.C., Tittel W. Optical quantum memory // *Nature Photonics*. 2009. 3(12), p. 706–714.
2. Simon C., Afzelius M., Appel J., Boyer de la Giroday A., Dewhurst S.J., Gisin N., ... Young R.J. Quantum memories // *The European Physical Journal D*. 2010. 58(1). p. 1–22.
3. Tittel W., Afzelius M., Chanelière T., Cone R.L., Kröll S., Moiseev S.A., Sellars M. Photon-echo quantum memory in solid state systems // *Laser & Photonics Reviews*. 2009. 4(2). p. 244–267.
4. Bussi eres F., Sangouard N., Afzelius M., de Riedmatten H., Simon C., Tittel W. Prospective applications of optical quantum memories // *Journal of Modern Optics*. 2013. 60(18), p. 1519–1537.
5. Giovannetti V., Lloyd S., Maccone L. Quantum Random Access Memory // *Physical Review Letters*. 2008. 100(16), 160501.
6. Briegel H.-J., D ur W., Cirac J.I., Zoller P. Quantum Repeaters: The Role of Imperfect Local Operations in Quantum Communication // *Physical Review Letters*. 1998. 81(26). p. 5932–5935.
7. Moiseev S.A., Kr  ll S. Complete Reconstruction of the Quantum State of a Single-Photon Wave Packet Absorbed by a Doppler-Broadened Transition // *Physical Review Letters*. 2001. 87(17), 173601.
8. Heshami K., England D.G., Humphreys P.C., Bustard P.J., Acosta V.M., Nunn J., Sussman B.J. Quantum memories: emerging applications and recent advances // *Journal of Modern Optics*. 2016. 63(20). p. 2005–2028.
9. Goldner P., Ferrier A., Guillot-No  l O. Rare Earth-Doped Crystals for Quantum Information Processing // *Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths* (Vol. 46) 2015.
10. Thiel C.W., B  ttger T., Cone R.L. Rare-earth-doped materials for applications in quantum information storage and signal processing // *Journal of Luminescence*. 2011. 131(3). p. 353–361.
11. Gerasimov K.I., Minnegaliev M.M., Malkin B.Z., Baibekov E.I., Moiseev S.A. High-resolution magneto-optical spectroscopy of 7LiYF4: Er3+ // *Physical Review B*. 2016. 94(5), 54429.
12. Minnegaliev M.M., Baibekov E.I., Gerasimov K.I., Moiseev S.A., Smirnov M.A., Urmanceev R.V. Photon echo of an ultranarrow optical transition of 167Er3+ in 7LiYF4 crystals // *Quantum Electronics*.

2017. 47(9). p. 778–782.

13. Moiseev S.A. Photon-echo quantum memory with complete use of natural inhomogeneous broadening // *Physical Review A*. 2011. 83(1), 12307.

14. Gerasimov K.I., Minnegaliev M.M., Moiseev S.A., Urmanceev, R.V. Quantum Memory in an Orthogonal Geometry of Silenced Echo Retrieval // *Optics and Spectroscopy*. 2017. 123(2). 211–216.

INVESTIGATION OF CRYSTALS ACTIVATED BY RARE-EARTHED IONS AND IMPLEMENTATION OF PHOTON ECHO QUANTUM MEMORY PROTOCOLS

Gerasimov K.I.

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

Abstract

The results of investigations of oxide and fluoride crystals, activated by rare-earth ions, by using high-resolution laser spectroscopy and photon echo technique are presented. The protocol of optical quantum memory is implemented and the possibility of elaboration of addressing quantum memory cell is shown. Further prospects for increasing such basic quantum memory parameters as efficiency and storage time are discussed.

УДК 612.816:591:577.175.822

РЕГИСТРАЦИЯ БЫСТРЫХ ФЛЮОРЕСЦЕНТНЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРУЮЩЕГО КОНФОКАЛЬНОГО МИКРОСКОПА В ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ СИНАПСАХ

Самигуллин Д.В.^{1,2,3}, Хазиев Э.Ф.^{1,2,3}, Жиялков Н.В.^{1,3}, Архипов А.Ю.², Бухараева Э.А.^{1,3}, Никольский Е.Е.^{1,3}

(¹Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение Федерального государственного

*бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской академии наук",
Казань,*

²Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, Казань,

³Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань)

Аннотация

В исследовании описывается новый способ регистрации быстрых флуоресцентных сигналов при помощи лазерного сканирующего микроскопа. Метод позволяет регистрировать флуоресцентные сигналы с временным разрешением, превосходящим аппаратные возможности микроскопа. Экспериментальная методика описана на примере регистрации кальциевого транзиента в периферических синапсах.

В синапсах химического типа, таких как нервно-мышечное соединение, основным событием, обеспечивающим процесс электро-секреторного сопряжения, является вход в аксоплазму ионов кальция из внеклеточной среды и их взаимодействие с комплексом синаптических белков, составляющих «машину экзоцитоза». При функционировании синапса концентрация кальция определяется его входом в нервное окончание, накоплением в пресинаптической клетке, секвестрированием буферными системами и выбросом кальция из внутриклеточных кальциевых депо [1,2,3]. Во время развивающегося потенциала действия концентрация ионов кальция в нервной клетке увеличивается до нескольких десятков микромолей, благодаря входу кальция через потенциал-зависимые кальциевые каналы мембраны нервной терминали [2]. Существуют данные о взаимодействии пресинаптических рецепторов с кальциевыми каналами, расположенными на мембране нервного окончания или на поверхности внутриклеточных органел [4]. Также есть данные о связи кальциевых каналов пресинаптической мембраны с внутриклеточными кальциевыми системами [5]. Таким образом, активация пресинаптических рецепторов физиологически активными соединениями может так же приводить к изменению входа кальция в нервное окончание из вне, или к модуляции его выброса из внутриклеточных кальциевых депо [6]. Таким образом,

изучение кальциевого метаболизма в периферических нейронах является одной из актуальных задач нейробиологии, поскольку ионы кальция наряду с основной функцией - запуском выброса нейромедиатора могут так же принимать участие в работе различных сигнальных систем возбудимых клеток в качестве вторичных посредников.

Для регистрации пресинаптического уровня кальция в отдельных клетках, таких как периферические нейроны, используются флуоресцентные кальциевые индикаторы [7]. Механизм действия кальциевого флуоресцентного индикатора основан на связывании буфера с кальцием, что при освещении светом с длиной волны возбуждения вызывает изменение конформации красителя с испусканием кванта света [7]. Изменение интенсивности флуоресцентного сигнала в ответ на возбуждение клетки называется кальциевым транзиентом (Ca^{2+} транзиент). В случае работы с нервно-мышечным препаратом, загрузка кальциевого индикатора через культно нерва является наиболее оптимальным методом [8, 9]. В нашей лаборатории этот способ загрузки индикатора успешно применялся для окрашивания нервных окончаний холонокровных и теплокровных животных [8, 9].

При выполнении экспериментов по исследованию амплитуды кальциевого транзиента при единичном раздражении нерва использовали высокоафинный краситель Oregon Green Bapta 1. Флуоресцентный сигнал регистрировали быстродействующим фотодиодом, установленном на платформе микроскопа Олимпус BX-51 с водноимерсионным объективом X60 и набором необходимых фильтров. Выбор области регистрации кальциевого сигнала осуществляли при помощи оптической системы Viewfinder, в качестве источника освещения использовали монохроматор Polyhrom V, который был настроен на длину волны возбуждения красителя - 488 нм. Чтобы уменьшить «выгорание» красителя, выбранная область нервно-мышечного контакта освещалась в течение 400 мс, необходимых для регистрации кальциевого сигнала. Для уменьшения фонового свечения освещали только зону регистрации, за счет применения ирисовой диафрагмы. Часть исследований выполнялась на экспериментальной установке, оснащенной высокоскоростной чувствительной камерой Redshirt Imaging Neruo CCD-smd camera (RedShirt Imaging, USA). Камера позволяет фиксировать слабые флуоресцентные сигналы с частотой до

2000 кадров в 1 с. (1 кадр в 0.5 мс) при разрешении 80*80 пикселей. Программное обеспечение позволяет оценивать относительное изменение уровня флуоресценции от различных участков зоны регистрации изображения. Это дает возможность оценивать флуоресцентное свечение от пре- и постсинаптической зоны нервного окончания, а также от протяженных нервных окончаний холоднокровных животных. Для отработки методики регистрации быстрого кальциевого транзиента на лазерном сканирующем конфокальном микроскопе, использовали микроскоп LEICA TCS SP 5 MP. Возбуждение красителя осуществлялось 6% уровнем мощности аргонового лазера с длиной волны 488 нм. Регистрацию и обработку сигналов от терминалей осуществляли базовым программным обеспечением Leica Las AF.

Регистрация флуоресцентных сигналов при помощи конфокального микроскопа дает возможность оценивать уровень кальция в небольшой зоне препарата за счет конфокальной фильтрации. Это позволяет проводить измерения с высоким пространственным разрешением. Но построение изображения, которое выполняется за счет механического перемещения зеркал в микроскопе, существенно увеличивает время регистрации и не позволяет оценивать амплитудные и временные параметры сигналов, вызванных редким раздражением двигательного нерва. В ходе проведенного исследования нами разработана методика, которая позволяет зарегистрировать повторяющийся периодический флуоресцентный кальциевый сигнал с достаточным временным и пространственным разрешением посредством только программных операций, без конструктивного изменения существующей конфокальной системы. Суть метода заключается в том, что сигнал от стимулятора, вызывающий возникновение кальциевого транзиента, можно смещать относительно начала процесса сканирования микроскопом. Это достигается посредством выставления задержки этого сигнала на стимуляторе. Варьируя время задержки и оставляя неизменным моменты видео сканирования кальциевого транзита конфокальным микроскопом можно зарегистрировать точки амплитуд кальциевого транзиента в произвольные моменты времени, зависящие от выбранной временной задержки. Полученное временное разрешение будет зависеть от величины выбранной временной задержки. Затем при

обработке сигналов методом склейки полученных видеоизображений с учетом их задержки относительно момента стимуляции можно получить модифицированную серию изображений с необходимым разрешением по времени, которое будет превышать аппаратное время разрешения. Стоит отметить, что данный метод применим для регистрации повторяющихся периодических сигналов, без флуктуации по времени и по амплитуде. Регистрация быстрого кальциевого транзientа, выполненная на синапсах лягушки по данной методике позволила полностью восстановить форму и проанализировать амплитудно-временные параметры сигналов с высоким временным разрешением. Вычисленные параметры сигналов согласуются с данными, которые были получены при регистрации сигналов с помощью высокоскоростной камеры и фотодиода. Таким образом разработанная методика может применяться для регистрации быстрых оптических сигналов с высоким временным и пространственным разрешением.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-04-01051.

Литература

1. Katz, B. Miledi R. The effect of calcium on acetylcholine release from motor nerve terminals // *Proc. R. Soc. B.* 1965 (a). V. 161. P. 496-503.
2. Smith, S.J. and Augustine, G.J. Calcium ions, active zones and neurotransmitter release // *Trends Neurosci.* 1988. V. 11. P. 458-464.
3. Mintz, I. M., Sabatini, B. L. and Regehr, W. G. Calcium control of transmitter release at a cerebellar synapse. *Neuron.* 1995. V. 15. P. 675-688.
4. Nurullin, L. F., Mukhitov A. R, Tsentsytsky A.N., Petrova N.V., Samigullin D.V., Malomouzh A.I., Bukharaeva E.A., Vyskocil F, Nikolsky E.E. Voltage-Dependent P/Q-Type Calcium Channels at the Frog Neuromuscular Junction // *Physiological research.* 2011. V.60, № 5. P. 815-823.
5. Wu L. G., Saggau P. Presynaptic inhibition of elicited neurotransmitter release // *Trends Neurosci.* 1997. V. 20. № 5. P. 204-212.
6. Khaziev E.F., Fatikhov N.F., Samigullin D.V., Barrett G.L., Bukharaeva E.A., Nikolsky E.E. Decreased entry of calcium into motor

nerve endings upon activation of presynaptic cholinergic receptors // Dokl Biol Sci. - 2012.Sep. –Oct. – V. 446. – P. 283–285

7. Tsien, R. Y. Fluorescent indicators of ion concentrations // Methods Cell Biol. 1989. Vol. 30. P. 127-156.

8. Samigullin, D. V., Khaziev, E. F., Zhilyakov, N. V., Bukharaeva, E. A., & Nikolsky, E. E. Calcium Transient Registration in Response to Single Stimulation and During Train of Pulses in Mouse Neuromuscular Junction // BioNanoScience, 2017(1), 162-166.

9. Samigullin, D. V., Khaziev, E. F., Zhilyakov, N. V., Bukharaeva, E. A., & Nikolsky, E. E. Loading a Calcium Dye into Frog Nerve Endings Through the Nerve Stump: Calcium Transient Registration in the Frog Neuromuscular Junction // Journal of visualized experiments : JoVE, 2017 (125), e55122, doi:10.3791/55122.

REGISTRATION OF FAST FLUORESCENT SIGNALS BY A LASER SCANNING CONFOCAL MICROSCOPE IN PERIPHERAL SYNAPSES

***Samigullin D.V.^{1,2,3}, Khaziev E.F.^{1,2,3}, Zhilyakov N.V.^{1,3}, Arkhipov A.Y.²,
Bukharaeva E.A.^{1,3}, Nikolsky E.E.^{1,3}***

*(¹Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific
Center of RAS, Kazan,*

²A.N. Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan,

³Kazan Federal University, Kazan)

Abstract

The study describes a new method for recording fast fluorescent signals using a laser scanning microscope. The method allows recording fluorescent signals with a temporal resolution that exceeds the hardware capabilities of the microscope. The experimental technique is described in the example of registration of a calcium transient in peripheral synapses.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ В РОССИИ ПО НОВОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ СТАНДАРТУ ОБРАЗОВАНИЯ

Акишин Б.А., Юсупов Р.А.

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

Аннотация

В статье обсуждаются инновационные изменения в учебном процессе по физической культуре в университетах России после введения нового федерального стандарта образования. В частности, отмечается появление нового теоретического курса и увеличение роли самостоятельной работы. Вводится новое требование к преподаванию дисциплины - формирование определенных компетенций в области физической культуры и спорта. Показывается, что в условиях нового стандарта у студентов появляется возможность индивидуального выбора пути своего физического развития.

В 21 веке в России начались существенные изменения в системе образования. Россия в 2004 году подписала Болонскую декларацию, высшая школа разделилась на два уровня – бакалавров и магистров, вместо инженеров стали готовить специалистов. После нескольких лет эксперимента окончательно внедрился в жизнь школьника ЕГЭ, по уровню ЕГЭ абитуриента стали даже оценивать уровень университетов в Российском рейтинге вузов.

Коснулись изменения и физического воспитания молодежи. В нашей стране окончательно отказались от советских принципов подготовки молодежи к армейской службе, исчезли из требований физической подготовки обязательного выполнения нормативов даже упрощенного списка советского комплекса ГТО. В систему физического воспитания начали внедряться гуманистические тенденции физической культуры с учетом индивидуальных мотивов к занятиям спортом или современными физическими упражнениями, типа восточных

единоборств или различными вариантами шейпинга.

В сложившейся ситуации Правительство России обратило внимание на снижение физической активности молодежи, повышение числа нездоровых молодых людей, непригодных для службы в армии. Начиная с 2005 года, принимаются значительные усилия по исправлению этого положения.

Правительством России принимаются серьёзные программные документы – «Стратегия 2020», «Основы государственной молодежной политики РФ на период до 2025 года», внедряется по всей стране программа, строительства физкультурно-оздоровительных комплексов, вводится новый ВФСК ГТО, ежегодно собирается Президентский Совет по физической культуре и спорту, проходят форумы «Россия – спортивная держава».

В 2017 году Приказом Министра спорта РФ от 21 ноября №1007 утверждена Концепция развития студенческого спорта в РФ на период до 2025 года. Целью Концепции является создание условий, обеспечивающих возможность для студентов профессиональных образовательных организаций высшего образования вести здоровый образ жизни, систематически заниматься физической культурой и спортом, получить доступ к развитой спортивной инфраструктуре, а также повысить конкурентоспособность российского спорта.

Каждый документ заканчивается контрольными цифрами выполнения, как правило, на уровне 80-90 %. Создана целая система приема нормативов ГТО, образованы федеральные центры, организована Всероссийская база данных и т.д. Огромные усилия Правительства направлены на развитие не только спорта высших достижений, но и на привлечение большого числа молодежи к занятиям физической культурой и массовым спортом.

Президент России лично поддержал развитие студенческих спортивных клубов и возвращение комплекса ГТО в обычную жизнь граждан России всех возрастов. В физкультуру и спорт вкладываются огромные средства, строятся новые спортивные сооружения, регулярно проводятся массовые спортивные мероприятия, например, «Лыжня России» и «Кросс наций», возобновились комплексные спартакиады, в том числе и среди студентов.

Целью статьи является рассмотрение вопроса, как реализуются усилия Правительства по решению поставленных задач в условиях

внедрения в учебный процесс по физической культуре нового федерального стандарта образования по направлениям обучения бакалавров, определить, какие изменения внес новый федеральный стандарт в области физической культуры и спорта в вузе.

В настоящее время сохраняются в учебных планах программ обучения бакалавров два кредита по указанным курсам. Предмет стал называться «Физическая культура и спорт», состоящий из двух частей: базовый - теоретический и элективный - практический. В соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 № 301 разделение обучения на контактную форму и самостоятельную проводятся локальными актами самих вузов. Таким образом, в базовой части курса на самостоятельную работу выделено 54 часа, а на аудиторную 18 часов. В отведенные часы прочитаны лекции по актуальным проблемам физической культуры и студенческого спорта. В рамках самостоятельной работы студенты подготовили рефераты по предложенным темам, выполнили индивидуальные задания по разработке комплексов физических упражнений для самостоятельных занятий в условиях проживания и индивидуальных предпочтений.

Зачет был организован на базе образовательной платформе “Black board” в виде тестов по 20 вопросам по темам лекционного материала. Это позволило во время зачетной сессии оперативно принять зачеты у более, чем полутора тысяч студентов.

Еще один инновационный момент связан с тем, что по новому стандарту образования предполагается, что в процессе обучения студент должен сформировать требуемые компетенции по всем изучаемым предметам. При этом компетенции разделены по группам –знания, умения, навыки. И по трем уровням –пороговый, продвинутый и превосходный, как при оценивании на экзаменах.

Такие же требования выдвигаются выпускающими кафедрами при составлении рабочих программ по физической культуре и спорту. Стандартом предусматриваются компетенции по физической культуре, отличающиеся по направлениям обучения. То есть каждая рабочая программа по физической культуре и спорту должна иметь индивидуальную особенность. В университет студенты обучаются по более, чем пятидесяти направлениям и по всем направлениям подготовлены рабочие программы, по реализации которых студент получит требуемую компетенцию в области физической культуры. В

формулировку типовой компетенции входит «Способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности».

Очевидно, что полученные навыки на занятиях физкультуры проверить может только сама жизнь человека после его окончания вуза. Сможет ли человек пронести и сохранить ценности физической культуры, полученные в университете, помогут ли ему приобретенные навыки в его профессиональной деятельности, примет ли он принципы здорового образа жизни, это в большей степени зависит от личности, а не от преподавателя и оценки, которую ему поставят при сдаче зачета.

Следующим существенным инновационным элементом в системе физического воспитания студентов стало дополнение к названию дисциплины определения «элективная». То есть студенту должно быть предложено самому выбирать траекторию физического развития на практических занятиях. Индивидуализация рабочих программ давно обсуждается в сообществе педагогов, предполагается, что такой подход должен повысить заинтересованность студентов в дополнительных самостоятельных занятиях, в контроле своего здоровья, в активном участии в спортивных мероприятиях. Возможности индивидуального обучения всегда ограничены и материальной базой вуза, и кадровым составом преподавателей, даже местом расположения университета и климатом региона. Тем не менее, появление выбора повышает мотивацию студента к занятиям спортом даже в условиях ограничения. Развитие студенческих спортивных клубов снижает требования к уровню спортивных показателей участников соревнований. Туда приглашаются все желающие для участия в массовых мероприятиях. В новой системе обучения студенческий спортивный клуб включается непосредственно в учебный процесс, дополняя его тренировочными занятиями

Значительные изменения в организации учебного процесса по физической культуре потребовали изменений, в свою очередь, требований к преподавательским кадрам. Сегодня уже не работает принцип простой организации занятий с показом правильного выполнения упражнения. На передний план выдвигается требование к формированию у студента принятия в свой жизненный образ ценностей физической культуры, как основы его успешной профессиональной карьеры после окончания университета.

INNOVATION TRANSFORMATIONS IN SYSTEM OF PHYSICAL CULTURE STUDY STUDENTS IN RUSSIA ACCORDING TO THE NEW FEDERAL EDUCATION STANDARD

Akishin B.A., Yusupov R.A.

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

Abstract

The article discusses innovative changes in the educational process on physical culture in the universities of Russia after the introduction of a new federal standard of education. In particular, the appearance of a new theoretical course and the increasing role of independent work are noted. A new requirement is introduced for the teaching of discipline - the formation of certain competences in the field of physical culture and sports. It is shown that under the new standard students have opportunities to choose their own path of physical development.

УДК 51-74

APPLICATION OF THE DISCRETE GEOMETRICAL INVARIANTS FOR DETECTION OF DIFFERENCES BETWEEN COMPLEX FLUIDS

Nigmatullin R.R.¹, Nasybullin A.R.¹, Vorobyev A.S.¹, Grande M.²

(¹Kazan National Research Technical University, Kazan,

²Politecnico di Bari, Bari, Italy)

Abstract

Based on the new method (defined below as the discrete geometrical invariants DGIs) one can show that it enables to differentiate the statistical differences between random sequences that can be presented in the form of 2D-curves. In order to demonstrate the power of the proposed approach we chose for the analysis of sunflower oils obtained from the two different produces. The used experimental device was very simple – the measurements of the capacitance $C(t)$ of the

cylindrical electrode inserted into the sunflower oil on the certain length. The temperature of the oil coincided with room temperature while the temporal duration of the measured electrode inserted into the oil was different and averaged 1, 5 and 10 mls, correspondingly between successive measurements. The aim of this research was to find the statistically significant differences between two sunflower oils samples and investigate the influence of the temporal duration on the measured capacitance $C(t)$ vs time.

With the help of new DGIs method, it becomes possible to find the *quantitative* differences between two types of oils, notice the influence of temporal duration detected for the chosen oil and present these differences in the form of the curves on 2D plane. This new methodology opens wide practical applications in differentiation of the hidden differences between complex fluids as oils, vines, milks etc., without detailed knowledge of their complicated chemical content. We do suppose that the proposed methodology will find a wide application in different technological chains as production of different drinks and complex chemical fluids and solutions.

1. Introduction and formulation of the problem

Chemical technology presents itself the highly developed practical science and for analysis of different fluids, many conventional methods are used. One can remind here the different spectroscopic methods (NIR, UV, Raman and others) then we should remind the powerful atomic and mass-spectrometric methods that enable to tell us about the molecular structure of the complex substances analyzed. Definitely, the power of the methods used in analytical chemistry, including the electrochemistry should be taken into account as well.

However, for practical purposes these high-priced and time-consuming methods used in the specialized laboratories becomes useless because a potential customer wants to have some “magic” box/portable gadget, which enables to inform the user about few key characteristics of the complex fluid analyzed. In this case, it is desirable to have a specific “finger print” of the complex substance that serves as a specific “bridge” between the key measured characteristics presented in the simplified form and a similar substance (considered as the pattern one) and containing the basic chemical parameters obtained in the certified laboratory. This procedure reminds the image

recognition when in spite of the complexity of the image analyzed we can obtain the “image-print” and compare it with the previous images for its proper recognition. Now, instead of image one can apply the same identification procedure for any random sequence with the usage of the DGI and present the “image” of the random sequence in the form of the deterministic curve of the 4-th order containing only 8 statistical parameters.

For the solution of the problem, the authors want to propose some universal approach for analysis, calibration and quantitative “reading” of a wide set of experimental data related to analysis of the complex fluids at least.

2. The description of the proposed method

In the books of Yu. Babenko it was shown that the well-known Pythagoras theorem can be generalized and propagated for a set of random points having coordinates (x_k, y_k) ($k=1,2,3,\dots,n$). Really, we consider the square of the distance connecting an arbitrary point $M(x, y)$ with the k -th point (x_k, y_k) belonging to the given set

$$l_k^2 = (x - x_k)^2 + (y - y_k)^2 \quad (1)$$

We require that

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n l_k^2 = I^2 \equiv \text{const} \quad (2)$$

Inserting expression (1) into (2), we obtain

$$\begin{aligned} (x - \langle x \rangle)^2 + (y - \langle y \rangle)^2 &= I^2 - R^2, \\ \langle x^p \rangle &= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k^p, \quad \langle y^p \rangle = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_k^p, \quad R^2 = \langle \Delta x^2 \rangle + \langle \Delta y^2 \rangle, \quad (3) \\ \langle \Delta V^2 \rangle &= \langle V^2 \rangle - \langle V \rangle^2. \end{aligned}$$

As one can notice from (3) that the set of circles can exist if the desired invariant $I^2 \geq R^2$, the equality sign corresponds to the circle with the zeroth radius. For us it is convenient to consider the invariant circle with radius $I^2 = 2R^2$. From another point of view the requirement (2) corresponds the reduction of the given set of points to the continuous circle with 4 statistical parameters ($\langle x^p \rangle$, $\langle y^p \rangle$, $p=1,2$). However, for practical purposes this simplest requirement (2) is not sufficient and therefore, it has sense to consider other combinations.

2.1. The DGI of the second order (general form)

In order to have reduction to the deterministic curve with sufficient number of statistical parameters we consider another combination that is a little complicated in comparison with the definition of the Euclidean distance (1)

$$L_k^2 = C^2 (y - y_k)^2 - 2B(x - x_k) \cdot (y - y_k) + A^2 (x - x_k)^2, \quad (4)$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

The quadratic form (4) contains 5 statistical parameters ($\langle x^p \rangle$, $\langle y^p \rangle$, $p=1,2$; $\langle xy \rangle$) and 3 unknown parameters (A,B,C) figuring in (4). We subject this combination to the requirement

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n L_k^2 = I^2 \equiv \text{const} \quad (5)$$

Inserting (4) into (5) after simple algebraic manipulations one can obtain

$$C^2 (y - \langle y \rangle)^2 - 2B(y - \langle y \rangle) \cdot (x - \langle x \rangle) + A^2 (x - \langle x \rangle)^2 + E^2 \equiv I^2, \quad (6)$$

$$E^2 = C^2 \langle \Delta y^2 \rangle - 2B \langle \Delta x \Delta y \rangle + A^2 \langle \Delta x^2 \rangle.$$

As before we put $I^2 = 2E^2$. In order to find three unknown parameters (A,B,C) it is convenient to use the obvious parameterization for the variables (x,y) relatively the angle φ

$$y = \langle y \rangle + A \cos(\varphi - \alpha), \quad (7)$$

$$x = \langle x \rangle + C \cos(\varphi), \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi.$$

Excluding the parameter φ from (7) and identifying expression (6) with relationship

$$C^2 \langle (\Delta y)^2 \rangle - 2AC \cos \alpha \langle (\Delta x) \cdot (\Delta y) \rangle + A^2 \langle (\Delta x)^2 \rangle \equiv A^2 C^2 - B^2, \quad (8)$$

$$E^2 = C^2 \langle \Delta y^2 \rangle - 2AC \cos \alpha \langle \Delta x \Delta y \rangle + A^2 \langle \Delta x^2 \rangle = A^2 C^2 \sin^2 \alpha,$$

we obtain

$$\cos \alpha = \frac{B}{AC}, \quad E^2 = A^2 C^2 - B^2. \quad (9)$$

In order to decrease the number of unknown parameters we find from (7) the values A and C from the obvious conditions:

$$y_{\max} = \langle y \rangle + A, y_{\min} = \langle y \rangle - A, \rightarrow A = \frac{1}{2}(y_{\max} - y_{\min}), \quad (10)$$

$$x_{\max} = \langle x \rangle + C, x_{\min} = \langle x \rangle - C, \rightarrow C = \frac{1}{2}(x_{\max} - x_{\min}).$$

Parameter B is found from relationships (8) and (9) as a positive root of the quadratic equation written relatively B

$$B^2 - 2\langle \Delta x \Delta y \rangle B - [A^2 C^2 - \langle \Delta x^2 \rangle A^2 - \langle \Delta y^2 \rangle C^2] = 0, \quad (11)$$

$$B = \langle \Delta x \Delta y \rangle + \left[(\langle \Delta x \Delta y \rangle)^2 + A^2 C^2 - \langle \Delta x^2 \rangle A^2 - \langle \Delta y^2 \rangle C^2 \right]^{1/2}.$$

This single root is chosen from the comparison of two identity sequences ($x_k = y_k$) that follows from the obvious requirement $B=A^2$, ($\alpha=0$). Concluding this section, one can say that with the help of the rotated counterclockwise ellipse (7) we reduced 2n random points figuring in (4) to 8 statistical parameters ($\langle x^p \rangle$, $\langle y^p \rangle$, $p=1,2$; $\langle xy \rangle$, α , A, C). If it is necessary to include the higher moments $\langle x^p y^s \rangle$ ($p=0,1,2,\dots$; $s=0,1,2,\dots$) then other combinations of the type (4) should be considered.

Some generalizations for the invariant of the fourth order are considered below. It is easy to notice that the invariant (7) of the second order is not sufficient for detailed comparison of two random sequences. Expression (9) actually is equivalent to the conventional Pearson correlation coefficient that is related to the correlation of the second order $\langle \Delta x \Delta y \rangle$. However, one of us (RRN) showed the undoubted profits of its application in electrochemistry. Therefore, it has a sense to consider the invariants of the higher orders for more detailed and reliable comparison of a couple of random sequences with each other.

Below, we want to consider the invariant of the 4-th order that we are going to use for analysis of the available capacitance $C(t)$ measured for two types of sunflower oil. It is instructive also to give the basis of the proposed theory that will be useful for quantitative comparison of any two random sets located in 2D plane.

2.2 The general theory of the geometrical invariants based on the higher order curves and the GDI of the forth order

Unifying the ideas expressed in books [11, 12], one can consider the following combination

$$L_k^{(m)} = \sum_{q=0, p=0}^m A_{qp} (x - x_k)^q (y - y_k)^p \quad (12)$$

This combination can be considered as the most general form that can be used for comparison of two random sets having coordinates (x^k, y^k) ($k=1, 2, 3 \dots, n$). If one requires that

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n L_k^{(m)} = Inv \quad (13)$$

then this form can be considered for comparison of two random sequences of an arbitrary order in terms of different combinations of the integer moments. If we insert (12) into (13) and open the corresponding terms then we obtain possible combinations of the integer moments of the type

$$M_{qp} = \langle (\Delta x)^q (\Delta y)^p \rangle \equiv \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x - \langle x \rangle - \Delta x_k)^q (y - \langle y \rangle - \Delta y_k)^p, \quad (14)$$

$$\langle A \rangle = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n A_k, \quad \Delta A_k = A_k - \langle A \rangle.$$

In this section, having in mind its practical application for comparison of the different experimental data with each other we consider the invariant of the 4-th order that will be helpful for more fine comparison of two sets (in our case the comparison of the capacitance $C(t)$ data obtained for two types of sunflower oils).

The first invariant of the 4-th order admitting the separation of variables.

A possible combination allowing expressing the desired invariant in the analytical form can be written as

$$L_k^{(4)} = A_4 (x - x_k)^4 - 2B_4 (x - x_k)^2 (y - y_k)^2 + C_4 (y - y_k)^4 \quad (15)$$

Inserting expression (15) into (13) and equating the linear terms relatively the variables

$$X \equiv x - \langle x \rangle, \quad Y \equiv y - \langle y \rangle \quad (16)$$

to zero, we obtain the following combination

$$\begin{aligned}
K(X, Y) &= K_2(X, Y) + K_4(X, Y) = I_4. \\
K_2(X, Y) &= A_2 X^2 + B_2 X \cdot Y + C_2 Y^2, \\
K_4(X, Y) &= A_4 X^4 - 2B_4 X^2 Y^2 + C_4 Y^4, \\
I_4 &= A_4 \langle (\Delta x)^4 \rangle - 2B_4 \langle (\Delta x)^2 (\Delta y)^2 \rangle + C_4 \langle (\Delta y)^4 \rangle.
\end{aligned} \tag{17}$$

The following combinations shown below define the constants figuring in the DGI (17)

$$\begin{aligned}
B_4 &= \frac{\langle (\Delta x)^3 \rangle}{\langle (\Delta x)(\Delta y)^2 \rangle} A_4 \equiv \sigma_B A_4, \\
C_4 &= \frac{\langle (\Delta x)^3 \rangle \langle (\Delta y)(\Delta x)^2 \rangle}{\langle (\Delta y)^3 \rangle \langle (\Delta x)(\Delta y)^2 \rangle} A_4 \equiv \sigma_C A_4, \\
A_2 &= \left[6 \langle (\Delta x)^2 \rangle - 2\sigma_B \langle (\Delta y)^2 \rangle \right] A_4 \equiv S_A A_4, \\
B_2 &= -8\sigma_B \langle \Delta x \Delta y \rangle A_4 \equiv S_B A_4, \\
C_2 &= \left[6\sigma_C \langle (\Delta y)^2 \rangle - 2\sigma_B \langle (\Delta x)^2 \rangle \right] A_4 \equiv S_C A_4.
\end{aligned} \tag{18}$$

The constant I_4 and Inv from (13) are defined by expression (19)

$$Inv = 2I_4 = 2 \left[\langle (\Delta x)^4 \rangle - 2\sigma_B \langle (\Delta x)^2 (\Delta y)^2 \rangle + \sigma_C \langle (\Delta y)^4 \rangle \right] A_4. \tag{19}$$

The averaged values $\langle (\Delta x)^q (\Delta y)^p \rangle$ characterizing two comparing sets are defined by expressions (14). The curve $K(X, Y)$ in (17) can be separated in the polar coordinate system. Using the notations (16) and taking into account the fact that constant A_4 figuring in $K(X, Y)$ is the proportion multiplier and therefore can be omitted, we present the desired curve in the form

$$\begin{aligned}
x(\varphi) &= \langle x \rangle + r(\varphi) \cos \varphi, \\
y(\varphi) &= \langle y \rangle + r(\varphi) \sin \varphi, \\
r(\varphi) &= \left[\frac{\sqrt{q_2^2(\varphi) + 4I_4 q_4(\varphi)} - q_2(\varphi)}{2q_4(\varphi)} \right]^{1/2}.
\end{aligned} \tag{20}$$

The functions $q_{2,4}(\Delta)$ figuring in (20) are determined by expressions

$$\begin{aligned} q_2(\varphi) &= S_A \cos^2(\varphi) + S_B \sin \varphi \cos \varphi + S_C \sin^2(\varphi), \\ q_4(\varphi) &= \cos^4(\varphi) - 2\sigma_B \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi + \sigma_C \sin^4(\varphi). \end{aligned} \quad (21)$$

This curve of the 4th order containing 8 statistical parameters ($\langle x \rangle$, $\langle y \rangle$, σ_B , σ_C , $S_{A,B,C}$, I_4) determines statistical proximity/difference between 2D random curves/sets located in the plane. What is happened if two random curves are identical to each other ($x_j=y_j$) for all numbers of the discrete points $j=1,2,\dots,N$? In this case as it is easy to see from expressions (18) $\sigma_B = \sigma_C = 1$, $I_4 = 0$, $S_{A,C} = 4\langle (\Delta x)^2 \rangle$, $2S_A = S_B$ and, therefore, from (20), it follows that $r(\varphi) = 0$. In this case, expression (20) is degenerated into a point with coordinates $\langle x \rangle = \langle y \rangle$ located on the line $y=x$.

In this paper we omit other possible combinations and concentrate our attention on analysis of possibilities that is related to considerations of real data.

3. Results and Discussions

In this paper, we demonstrate possibilities of new method that is based on the DGIs. The property found by Yu. Babenko can be generalized and was used for comparison of two random sets (X_k, Y_k , $k=1,2,\dots,n$) located in 2D-plane. These deterministic invariants found for any two-random sets represent themselves a new source of information. This new information can be used for comparison of data representing the responses of different complex systems, especially in cases when the best-fit model is absent.

МИКРОВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 633.11:537.8

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Абдуллаева А.З.

Научный руководитель: Г.А. Морозов, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

Показаны результаты обработки семян ЭМП КВЧ диапазона. Проведено сравнение результатов всхожести и длины ростков и корней при обработке пшеницы ЭМП с различными частотными характеристиками.

Введение

В настоящее время ведутся активные исследования воздействия ЭМП СВЧ и КВЧ на живые организмы, биологические системы и объекты, в том числе и на клеточном уровне. Миллиметровое излучение активно используется в медицине, биологии, химии и сельском хозяйстве. Описано влияние на различные физиологические процессы и свойства у микроорганизмов и растений: клеточное деление, морфологические признаки, скорость роста, выход биомассы, ферментативную активность и др.

Поэтому очевидно, что исследование эффектов, полученных в результате воздействия электромагнитных, низкоэнергетических, неинвазивных ЭМП СВЧ являются актуальными и современными.

1. Цель настоящей работы: Исследование возможности создания биотехнологий получения максимального эффекта за счет обработки семян неинвазивным уровнем энергии ЭМП КВЧ.

2. Методы и средства: В качестве основного метода используется метод предпосевной обработки семян различных биологических сред, а

так же общеизвестные методики и Госты. Все опыты проводились под руководством опытных докторов наук в соответствующей научной специализации.

3. Экспериментальные исследования.

В качестве объекта исследования была выбрана культура пшеница сорта Атров. Семена помещали в чашку Петри на лист фильтровальной бумаги, заливали 10 мл дистиллированной воды и замачивали 2 часа. По истечении данного времени проводили облучение по заданным технологическим параметрам. Использовали два аппарата излучения Явь – 1 с длинами волн излучения 5,6 мм и 7,1 мм. В процессе эксперимента применялась экспозиция облучения 30, 45 и 60 минут, расстояние от источника излучения до объекта оставалось постоянным и составляло 20 см.

Семена проращивались в течение 5 суток в темноте при температуре 20 С°.

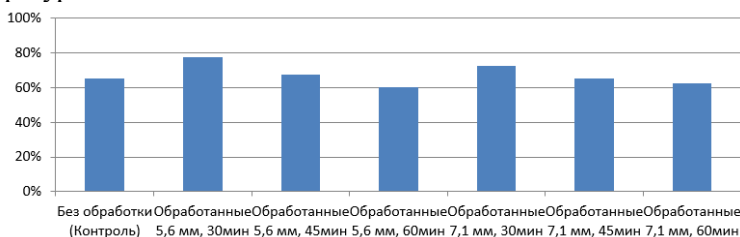


Рис. 1 Энергия прорастания семян при различных частотных и временных характеристиках воздействия ЭМП КВЧ.

В процессе эксперимента у семян определяли энергию прорастания (рис.1).

Из диаграммы видно, что увеличение энергии прорастания замечено при обработке в течение 30 минут и при длине волны 5,6 мм и при длине волны 7,1 мм. При увеличении времени обработки наблюдалось уменьшение энергии прорастания. При обработке в течение 60 минут на обеих длинах волн показан меньший уровень энергии прорастания, чем у контрольной группы без обработки.

Было проведено 4 повтора обработки семян при длине волны 5,6 мм и 7,1 мм в течение 30 минут.



Рис. 2 Суммарная длина ростков пророщенных семян (мм), обработанных ЭМП КВЧ 5,6 мм и 7,1 мм в течение 30 минут.

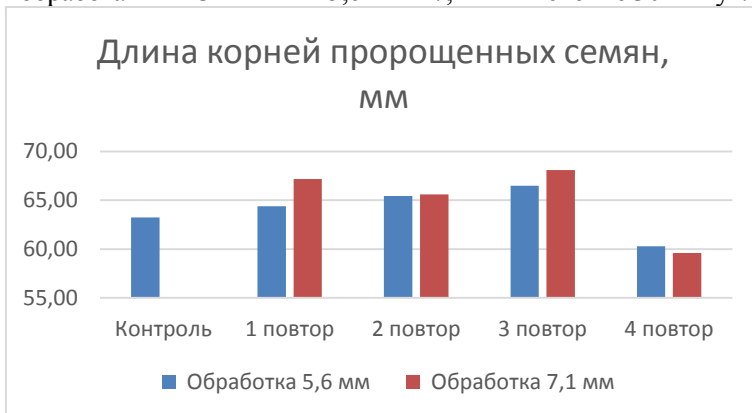


Рис. 3 Суммарная длина корней пророщенных семян (мм), обработанных ЭМП КВЧ 5,6 мм и 7,1 мм в течение 30 минут.

Из данных диаграмм видно, что в течение 4 повторных обработок было выявлено положительное воздействие обработки семян ЭМП КВЧ диапазона с длиной волны 5,6 мм и 7,1 мм в течение 30 минут.

Литература

1. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Стахова Н.Е., Степанов Ю.Е., Седельников Ю.Е. Низкоинтенсивные микроволновые технологии. Методы и аппаратура // Радио и связь. – 2003. – С.6.
2. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкой О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности // Радио и связь.–

1991.

INFLUENCE OF PRESOWING PROCESSING ON BIOLOGICAL OBJECTS

Abdullaeva A.Z.

Supervisor: G.Morozov, doctor of engineering sciences, prof.

(Kazan National Research Technical University named after A.N.

Tupolev - KAI)

Abstract

The results of processing the EFM of EHF range on seeds are shown. The results of germination and length of germs and roots of wheat are compared after processing of EMF with different frequency characteristics.

УДК 621.396

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПО ФОКУСИРОВКЕ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ, СФОКУСИРОВАННОЙ В ЗОНЕ БЛИЖНЕГО ИЗЛУЧЕННОГО ПОЛЯ И ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ В ДИССИПАТИВНЫХ СРЕДАХ

Акулинин Д.М.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н. доцент

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

Аннотация

Были изучены существующие работы по теории сфокусированных антенн, так же были определены свойства сфокусированных антенных решеток, подлежащих анализу [1].

Особенный интерес представляет зависимость распределения напряженности поля при различных фиксированных значениях коэффициента затухания. Все графики приведены на рис. 1.

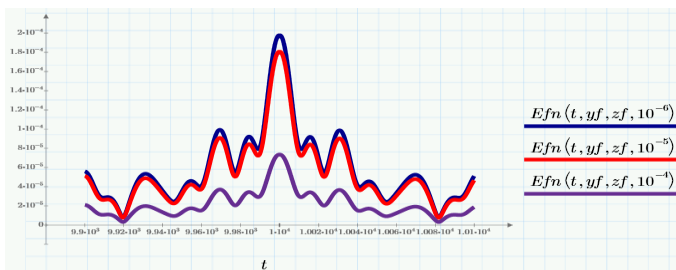


Рис. 1. Нормированное распределение напряженности сфокусированного поля в окрестности точки фокусировки.

Как видно из графиков, представленных на рис. 1 затухание среды вносит значительный вклад в качество фокусировки

На рис. 2 представлен график распределения напряженности электромагнитного поля вдоль оси ОХ при распространении в среде с различными коэффициентами затухания[2].

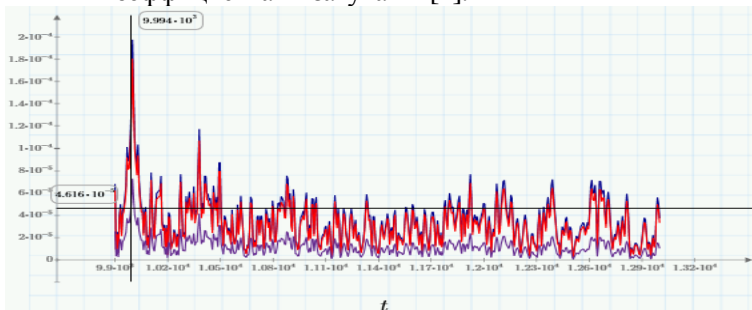


Рис. 2. Распределение напряженностей электромагнитного поля при распространении в средах с различными коэффициентами затухания, аналогично данным на рис. 1.

Литература

1. 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.
2. Веденькин Д.А, Седельников Ю.Е., Насыбуллин А.Р. Фокусировка электромагнитного излучения в диссипативной среде // Вестник Поволжского государственного технологического университета. - 2017. №3, ISSN: 2306-2819, С. 61-68.

RESULTS OF THE MATHEMATICAL MODEL FOR FOCUSING THE ANTENNA GRID FOCUSED IN THE AREA OF THE MIDDLE RADIATED FIELD AND FUNCTIONING IN DISSIPATIVE MEDIA

Akulinin D.M.

Supervisor: D.A. Vedenkin, Ph.D. assistant professor.
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

Existing works on the theory of focused antennas have been studied, as have the properties of focused antenna arrays subject to analysis.

УДК 621.396

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА СВОЙСТВ ОБЪЕМНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК, СФОКУСИРОВАННЫХ В ЗОНЕ БЛИЖНЕГО ИЗЛУЧЕННОГО ПОЛЯ И ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В ДИССИПАТИВНЫХ СРЕДАХ

Акулинин Д.М.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н. доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

Были изучены существующие работы по теории сфокусированных антенн, так же была создана математическая модель для фокусировки антенных решеток в диссипативных средах.

Основные параметры математической модели сфокусированной антенной решетки следующие:

1. Число излучателей $N=20$;

2. Радиус ограничивающей сферы – 1000 м.;
3. Расстояние до точки фокусировки – 10 км;
4. Возбуждающий ток в антенне парциального излучателя 0,1 А;
5. Закон распределения координат парциальных излучателей антенной решетки по координатным осям – равномерный [1].

Для оценки влияния коэффициента затухания α введем его в формулу расчета напряженности электромагнитного поля сфокусированной антенной решетки в среде с потерями и представим её в виде:

$$E_{\phi}(t, u, v, \alpha) = \left| \sum_{q=1}^n I_q e^{-jk \left[\sqrt{(x_q - t)^2 + (y_q - u)^2 + (z_q - v)^2} - R_{\phi, a} \right]} \cdot e^{-\alpha \sqrt{(x_q - t)^2 + (y_q - u)^2 + (z_q - v)^2}} \right| \frac{1}{\sqrt{(x_q - t)^2 + (y_q - u)^2 + (z_q - v)^2}}, \quad (1)$$

где k - волновое число, $(x_{\phi}, y_{\phi}, z_{\phi})$ - координаты точки фокусировки, (x_q, y_q, z_q) - координаты q -го излучателя, (t, u, v) - переменные координаты по осям ОХ, ОУ и ОZ, α - коэффициент затухания в среде распространения электромагнитной волны.

Данная модель имеет преимущество перед имеющимися, так как здесь учитываются потери в среде [2].

Литература

1. Веденькин, Д.А., Ю.Е. Седельников. Активные сфокусированные антенные решетки для радиотехнических средств малоразмерных летательных аппаратов. // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2008. Т. 11. № 4. С. 40-46.
2. Веденькин, Д.А., Седельников Ю.Е., Насыбуллин А.Р. Фокусировка электромагнитного излучения в диссипативной среде // Вестник Поволжского государственного технологического университета. - 2017. №3, ISSN: 2306-2819, С. 61-68.

MATHEMATICAL MODEL FOR ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF VOLUME ANTENNA GRIDS FOCUSED IN THE ZONE OF THE MIDDLE RADIATED FIELD AND FUNCTIONING IN DISSIPATIVE MEDIA

Akulinin D.M.

Supervisor: D.A. Vedenkin, Ph.D. assistant professor.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI)

Abstract

Existing works on the theory of focused antennas were studied, a mathematical model was also developed for focusing antenna arrays in dissipative media.

УДК621.3

ПРИМЕНЕНИЕ ДИОДОВ ГАННА

Бельгибаев Э.Р., Шайдуллин А.И.

Научный руководитель: Р.Р.Каюмов, старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В работе рассмотрены основные характеристики полупроводникового диода Ганна. Выявлено применение данных диодов с учетом их достоинств и недостатков.

Промежуточные и выходные каскады передающих СВЧ устройств небольшой и средней мощности зачастую осуществляют на транзисторах. Довольно выработанные методы сложения мощности дают возможность создать полупроводниковые передатчики, выходная мощность которых достигает до единиц киловатт и выше в длинноволновой части СВЧ – диапазона. Но все же наибольший интерес вызывает применение в диапазоне СВЧ особых твердотельных приборов, к которым относятся диоды Ганна [1].

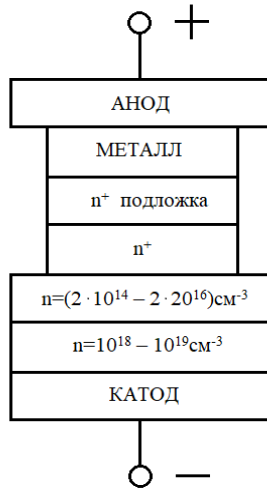


Рис.1. Структурная схема диода Ганна.

Существенным отличием диодов Ганна от других диодов является его принцип действия, который основывается на собственных объемных свойствах полупроводника, а не зависит от свойств р-п-перехода [2].

Структура диода Ганна состоит из слоя полупроводника, электронная проводимость толщины которого варьируется до десятков микрон. Данный слой расположен между невыпрямляющими контактами – анодом и катодом. Структурная площадь диода равна $0,25 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2$ [3].

В основе эффекта Ганна лежит возникновение СВЧ – колебаний тока в различных полупроводниковых кристаллах под действием мощного электрического поля. Выработка и перемещение в кристалле выраженных участков с большой напряженностью поля, которые являются причиной колебаний тока, называются доменами.

В последнее время широко распространены диоды Ганна, работающие в диапазоне частот более октавы, имеющие незначительные шумы, которые могут питаться от низковольтных источников питания. Срок эксплуатации данного полупроводникового прибора может достигать до 100 лет.

На данный момент диоды Ганна используются в твердотельных приборах СВЧ разнообразного назначения. Насчитывается

приблизительно 400 типов промышленных диодов.

Генераторы, основанные на диодах Ганна, нашли применение в системах оповещения и сигнализации, радиомаяков, доплеровских импульсных радиоприборов и устройствах связи.

Литература

1. Шостак А.С. Формирование и передача сигналов // Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. 2012. Т.2. С. 51-54.

2. Белоус А.И., Солодуха В.А., Шведов С.В. Космическая электроника // Москва: Техносфера. 2015. Т.2. С. 1086-1087.

3. Першин В.Т. Формирование и генерирование сигналов цифровой радиосвязи // Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М. 2013. С. 363-367.

APPLICATION OF GUNN DIODES

Belgibaev E. R., Shaydullin A.I.

Supervisor: Kayumov R.R., senior lecturer.

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

Abstract

The main characteristics of the semiconductor Gunn diode are considered. The application of these diodes is revealed taking into account their advantages and disadvantages.

УДК 621.372.812

АНАЛИЗ КОНФИГУРАЦИЙ ПОЛОСКОВЫХ БРЭГГОВСКИХ СВЧ ДАТЧИКОВ

Борисов И.К.

Научный руководитель: Насыбуллин А.Р, к.т.н.

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

Аннотация

В докладе рассмотрены варианты проектирования и расчета

микроволновых датчиков, основанных на микрополосковых линиях с неоднородностями. Сравнительно небольшие габариты и возможность интегрирования в портативные системы позволяет использовать данную технологию во многих сферах. В основу исследования легла необходимость повышения точности и чувствительности измерительных устройств.

Была проанализирована обширная сфера вариантов исполнения СВЧ датчиков и принято решение об использовании планарных периодических структур, из-за большей точности, удобства исполнения и меньшей общей стоимости конструкции.

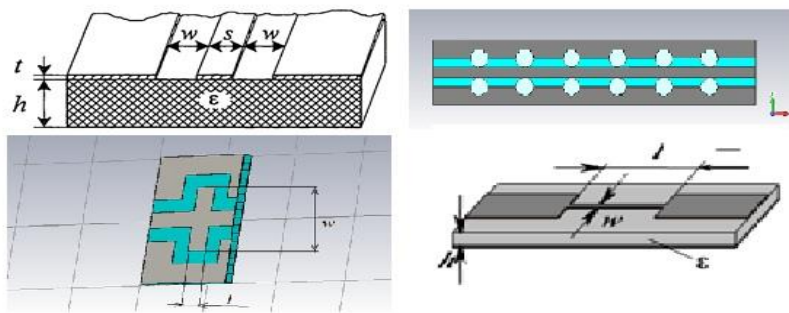


Рис.1 – Различные варианты исполнения датчиков СВЧ.

Рассматриваются варианты повышения чувствительности датчиков для получения более точного видимого результата при малейшем изменении параметров исследуемого диэлектрика. Были утверждены векторы направления дальнейшего развития и применения (исследование параметров жидкостей).

Литература

1. L. Yui - Hui, L. Linewidth Narrowing in Microstrip Resonator Using Effective Highly Dispersive Medium [Text] / L. Yui - Hui [et. al.] ChinesePhysicsLetters. - 2007. - Vol. 24, No 4. - P. 975 - 978.

2.

Способи устройств для измерения электрических характеристик электролитов и диэлектриков: пат. 2431855 Рос. Федерация: GO1R27/26/ Корндорф С.Ф., Ногачева Т.И., Давыдова Н.В.; ОрелГТУ, Россия.- No 2009144301/09/, заявл. 30.11.2009; опублик. 20.10.2011.

CONFIGURATION ANALYSIS OF FLAT BRAGG MICROWAVE SENSORS

Borisov I.K.

Supervisor: Nasibullin A.R., Ph.D.

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

Abstract

The report deals with the design and calculation of microwave sensors based on microstrip lines with inhomogeneities. The relatively small size and the possibility of integration into portable systems allows the use of this technology in many areas. The research was based on the need to improve the accuracy and sensitivity of measuring devices.

УДК 621.372.85

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЛНОВОДОВ СВЧ ДИАПАЗОНА

Ишкаев Т.М., Насыбуллин А.Р., Шаронов Д.Е.

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

Аннотация

В данном докладе представлены вопросы исследования и создания периодических неоднородных систем, реализованных в цилиндрическом диэлектрическом волноводе. Приведены характеристики созданных диэлектрических структур.

Техника для измерения диэлектрических характеристик в последние годы приобретает все более широкий интерес в области сенсорики. Для развития данного направления необходимы чувствительные элементы, которые выполняются из диэлектрических материалов. Подобные структуры уже давно используются в оптическом диапазоне [1]. Так в наше время размеры радиотехнических систем стремительно уменьшаются, а рабочие частоты становятся выше,

появилась острая необходимость разработки чувствительных элементов для СВЧ и КВЧ диапазонов.

Эбонит – диэлектрический материал с малыми потерями в диапазоне СВЧ частот, достаточно легок в обработке, а также внесения других конструкторских новаций. Исходя из подобных характеристик был выбран для реализации цилиндрического диэлектрического волновода с внесенной в него периодической брэгговской структурой. Подобной структурой материала обладают полиамиды – пластмассы на основе высокомолекулярных соединений, содержащих в основной цепи – CONH- группу.

Созданные опытные образцы диэлектрических волноводов из полиамида и эбонита представлены на рис. 1, а их характеристики на рис. 2.

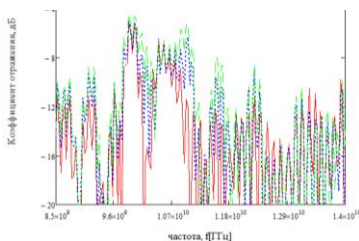


а) материал: полиамид.

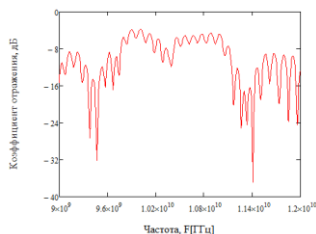


б) материал: эбонит.

Рис. 1 – Опытные образцы диэлектрических волноводов с внесенной периодической брэгговской структурой.



а) Характеристика диэлектрического волновода из полиамида.



б) Характеристика диэлектрического волновода из эбонита.

Полученные результаты открывают перспективы использования таких структур в сенсорных технологиях по аналогии с брэгговскими структурами [2,3].

Литература

1. Калинин В. А., Лобов Г. Д., Штыков В. Радиофизика для инженеров / Под ред. С.И.Баскакова. — М.: Изд-во МЭИ, 1994. — 130 с.
2. Насыбуллин А.Р. Преобразовательные элементы на основе полосковых брэгговских структур для СВЧ датчиков параметров технологических процессов // Научно-технический вестник Поволжья. — 2016. - № 3. С. 129-131.
3. Морозов О.Г., Насыбуллин А.Р. Свойства сложно-периодических неоднородных систем в радиочастотных и оптических направляющих структурах // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. - 2015. - Т. 18. № 3-1. С. 16-22.

REALIZATION OF CYLINDRICAL DIELECTRIC WAVEGUIDES OF MICROWAVE RANGE

Ishkayev T.M., Nasybullin A.R., Sharonov D.E.

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

Abstract

This paper presents the research and development of periodic inhomogeneous systems realized in a cylindrical dielectric waveguide. The characteristics of the created dielectric structures are given.

УДК 621.372.812

ДАТЧИК ИЗМЕРЕНИЯ ДИЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ НА ОСНОВЕ СПЛИТ-РИНГ РЕЗОНАТОРА

Кадыров Р.А., Борисов И.К.

Научный руководитель: Насыбуллин А.Р, к.т.н.
*(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)*

Аннотация

В докладе представлено исследование датчика на основе сплит-ринг резонатора, чувствительного к изменению диэлектрической проницаемости внутри колец резонатора.

Сплит-ринг резонатор (SRR) - это искусственно произведенная структура, относящаяся к метаматериалам. Их целью является получение требуемой магнитной восприимчивости (магнитного отклика) в различных типах метаматериалов до 200 терагерц. Эти средства создают необходимое сильное магнитное соединение к прикладному электромагнитному полю, отсутствующем в обычных материалах. Например, такой эффект, как отрицательная проницаемость, создается периодическим массивом резонаторов с расщепленным кольцом.

Одна ячейка SRR имеет пару замкнутых петель с расщеплениями в них на противоположных концах. Петли сделаны из немагнитного металла, как медь, и имеют небольшой зазор между ними. Петли могут быть концентрическими, или квадратными, и с зазором по мере необходимости. Магнитный поток прорезывая кольца металла наводит вращение течения в кольцах, которые производят их собственный поток для увеличения или для того чтобы сопротивляться случайному полю (в зависимости от резонирующих двойств SRR). Этот шаблон поля

является дипольным. Малые зазоры между кольцами производят большие величины емкости, которые понижают резонирующую частоту. Отсюда и размеры структуры, которые малы по сравнению с резонансной длиной волны. Это приводит к низким потерям излучения, и факторам очень высокого качества.

В ходе данной работы было рассмотрено влияние изменения диэлектрической проницаемости в структуре сплит-ринг резонатора, путем внедрения в модель тел с ϵ отличной от ϵ диэлектрика. Исследование выполнялось путем моделирования в программном обеспечении CST STUDIO SUITE. Полученная модель представлена на рисунках ниже.

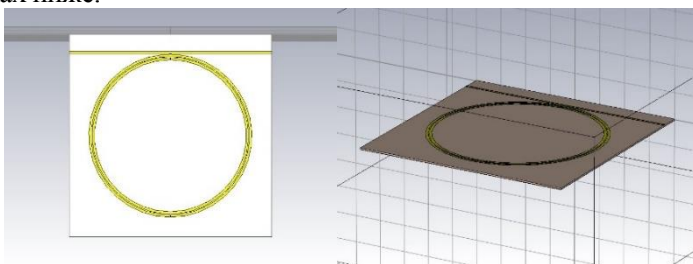


Рис.1 Общий вид сплит-ринг резонатора.

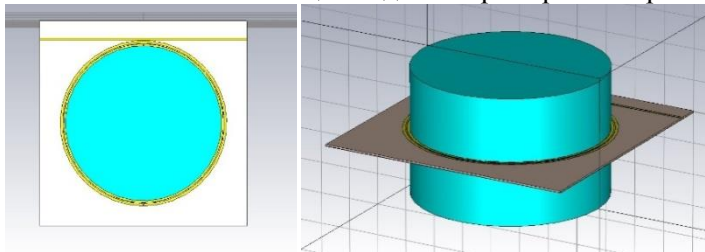


Рис.2 Общий вид сплит-ринг резонатора с внедренным исследуемым телом.

В качестве внедряемого тела был смоделирован цилиндр с тангенсом диэлектрических потерь 0.01 и диэлектрической проницаемостью 5. Для сравнения характеристик диэлектрическую проницаемость при повторном моделировании увеличили до 5.1.

Исследование проводилось путем измерения S_{11} и S_{21} параметров. Полученные графики представлены ниже.

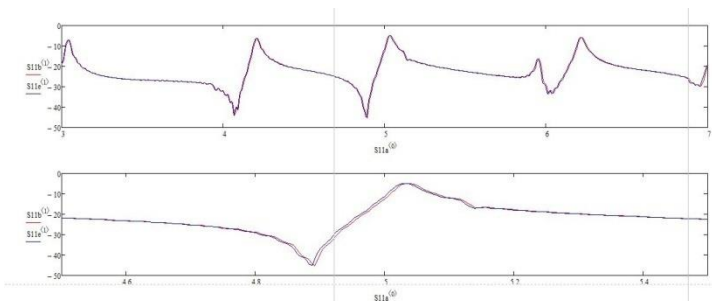


Рис.3 График S11 параметров в частотной области от 3 до 7 ГГц и в области резонансной частоты в 5 ГГц.

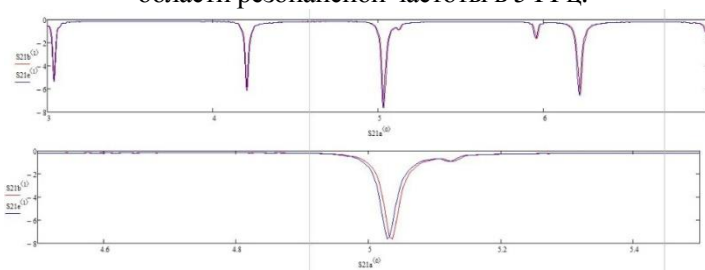


Рис.3 График S21 параметров в частотной области от 3 до 7 ГГц и в области резонансной частоты в 5 ГГц.

Исходя из данных полученных графиков, можно сделать следующий вывод: внедрение тела с отличающейся диэлектрической проницаемостью вызывает смещение резонансной частоты, что дает нам возможность проводить замеры диэлектрической проницаемости неизвестных материалов, основываясь на величине смещения резонанса.

Литература

1. Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика: Учебник. – М: “Связь”, 1971 - 486 с.
2. Wu, B.-I.; W. Wang; J. Pacheco; X. Chen; T. Grzegorzcyk; J. A. Kong (2005). "A Study of Using Metamaterials as Antenna Substrate to Enhance Gain"

THE SENSOR MEASURING THE DIELECTRIC CONSTANT ON THE BASIS OF THE SPLIT-RING RESONATOR

Kadyrov R.A., Borisov I.K.

Supervisor: Nasibullin A.R., Ph.D.

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

Abstract

The report presents a study of the sensor based on the split ring resonator sensitive to changes in dielectric constant inside the resonator rings.

УДК 621.396

ОСОБЕННОСТИ ФОКУСИРОВКИ ПАРЦИАЛЬНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Качушкин М.Н.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н. доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В данном тезисе рассмотрены особенности и основные методы фокусировки акустических полей, а также предложены способы использования сфокусированной акустической системы.

В настоящее время звуковые и ультразвуковые фокусирующие системы находят широкое применение, причем в области практического использования есть несколько направлений.

К первому направлению можно отнести применение фокусирующих устройств для концентрации энергии упругих волн с целью воздействия на вещество, например, для проведения технологических процессов или интенсификации этих процессов. К этому же направлению следует отнести применение концентраторов ультразвуковой энергии для воздействия на биологические объекты,

например, на клеточные ткани, в том числе применение концентраторов в медицине, например, в нейрохирургии, в офтальмологии, в ультразвуковой терапии и т. д.

Ко второму направлению можно отнести применение ультразвуковых фокусирующих систем в устройствах для получения изображения объектов, находящихся в жидких или твердых непрозрачных средах. Такие устройства нашли применение в дефектоскопии твердых тел, в медицинской диагностике, в приборах для визуализации объектов в водоемах с мутной средой и т. п.

К третьему направлению можно отнести применение звуковых фокусирующих систем для формирования диаграмм направленности электроакустических преобразователей с целью локации объектов.

Также существует множество методов вычисления акустических полей, ниже рассмотрены два из них. Метод Рэлея состоит в вычислении полей путем интегрирования по плоской излучающей поверхности. При использовании его можно ввести, как и в случае криволинейных фронтов, плоскую поверхность сравнения Σ , задать на ней распределения амплитуд и фаз и производить интегрирование по поверхности сравнения. В методе Дебая интегрирование производится по криволинейной поверхности, совпадающей со сходящимся волновым фронтом.

Некоторые свойства сфокусированных акустических полей приведены в [1,2].

Литература

1. Веденькин, Д.А. Свойства сфокусированных антенн для задач акустической эхолокационной диагностики / Д.А. Веденькин, Ю.Е. Седельников, О.В. Потапова // Нелинейный мир. 2014. Т. 12. № 10. С. 64-68.

2. Каневский И.Н. Фокусирование звуковых и ультразвуковых волн // Издательство «Наука» Главная редакция физико-математической литературы 117071. Москва, В-71, Ленинскийпроспект, 15. 1977 г., 336 стр.

FEATURES OF FOCUSING PARTIAL ACOUSTIC FIELDS

Kachushkin M.N.

Supervisor: D.A. Vedenkin, Ph.D. assistant professor

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

Abstract

In this thesis, features and basic methods for focusing acoustic fields are considered, as well as methods for using a focused acoustic system.

УДК 621.396

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СФОКУСИРОВАННОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Качушкин М.Н.

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

Аннотация

В данной работе предложена математическая модель сфокусированной акустической системы. А также возможные способ её применения.

Фокусировка акустических полей широко используется в настоящее время в самых различных отраслях народного хозяйства: ультразвуковые исследования, неразрушающий контроль и диагностика, нелетальное оружие и т.п. Рассмотрим математическую модель сфокусированной акустической антенной решетки.

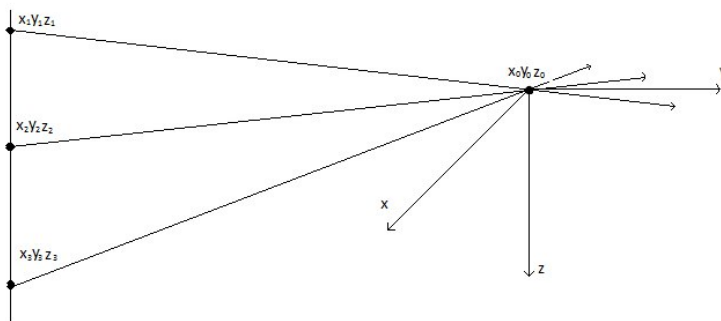


Рис. 1. Схема разрабатываемой математической модели.

На Рис. 1. представлена схема разрабатываемой математической модели, состоящей из трёх акустических излучателей с координатами (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) и (x_3, y_3, z_3) , лежащих на одной прямой и точки фокусировки с координатами (x_0, y_0, z_0) .

Основная задача данной математической модели расчет интенсивности сфокусированного акустического поля в точке фокусировки. Особенностью акустических волн является то, что они являются волнами сжатия/растяжения и для них важно учитывать продольную компоненту поля.

Некоторые свойства сфокусированных антенн для задач акустической эхолокационной диагностики рассмотрены в работе [1]. Вопросы фокусировки также приведены в работе [2].

Литература

1. Веденькин, Д.А. Свойства сфокусированных антенн для задач акустической эхолокационной диагностики / Д.А. Веденькин, Ю.Е. Седельников, О.В. Потапова // Нелинейный мир. 2014. Т. 12. № 10. С. 64-68.
2. Каневский И.Н. Фокусирование звуковых и ультразвуковых волн // Издательство «Наука» Главная редакция физико-математической литературы 117071. Москва, В-71, Ленинскийпроспект, 15. 1977 г., 336 стр.

MATHEMATICAL MODEL OF A FOCUSED ACOUSTIC SYSTEM

Kachushkin M.N.

Supervisor: D.A. Vedenkin, Ph.D. assistant professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

In this paper, a mathematical model of a focused acoustic system is proposed. And also a possible way to use this model.

УДК 621.396.946:519

АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ КАРТ ПОЛОС КОГЕРЕНТНОСТИ ДЛЯ ТРАНСИОНОСФЕРНЫХ РАДИОКАНАЛОВ СВЧ-ДИАПАЗОНА

Конкин Н.А., Кислицын А.А.

(ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический
университет», г. Йошкар-Ола)

Аннотация

Рассматривается задача исследования полос когерентности на основе определения интегральной оценки профиля электронной концентрации. Разработан алгоритм построения диагностических карт для пространственно-временного моделирования полос когерентности над различными регионами.

Для оценки негативного влияния частотной дисперсии второго порядка в системах космической связи используется величина, называемая полосой когерентности (ПК). Она характеризует область частот, для которой дисперсионными искажениями можно пренебречь. ПК может быть оценена на основе данных ГЛОНАСС. Для мониторинга степени дисперсионных искажений в трансionoсферных каналах решалась задача разработки алгоритма и программного обеспечения для построения карт ПК на основе этих данных.

Алгоритм моделирования карт ПК включал следующие этапы: 1) конвертацию данных RINEX формата в формат DAT (конвертер TecSuite)[1]; 2) обработку dat-файлов для получения вариаций полного электронного содержания (MapТес) и получение данных из IRI; 3) пересчет полученных данных из IRI и MapТес в значения ПК; 4) формирование диагностических карт ПК («Мар»).

В результате действия алгоритма карты ПК представляются в виде анимационного изображения в формате .gif либо медиа-файла в формате .mp4, на котором точки с течением времени динамически перемещаются и меняют цветовую гамму в зависимости от значения ПК (рис. 1).

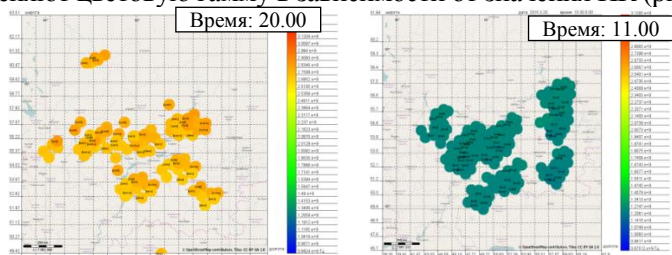


Рисунок 1 Карта полос когерентности по данным станций г. Йошкар-Ола и республики Татарстан (Данные за 20.03.16).

Создан алгоритм синтеза карта ПК, который позволяют изучать пространственно-временные вариации ПК и судить о возможной максимальной полосе частот для систем связи и локации, использующих трансионосферный радиоканал. Результаты применимы для систем широкополосной спутниковой связи и дистанционного зондирования Земли из космоса.

Литература

1. Yasyukevich Yu.V., Mylnikova A.A., Polyakova A.S. Estimating the total electron content absolute value from the GPS/GLONASS data // Results in Physics. Vol. 5. Pp. 32–33. 2015.
2. D. V. Ivanov, V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, et al. The plotting algorithm of coherence band maps of transionospheric radio channels. Proc. SPIE 10466, 23rd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 104667F doi: 10.1117/12.2285658

ALGORITHM OF SIMULATION OF COHERENCE BANDWIDTH MAPS IN TRANSIONOSPHERIC RADIO CHANNEL FOR MICROWAVE BAND

N.A. Konkin, A.A. Kislitsin

(Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola)

Abstract

The problem of studying the coherence bands is considered on the basis of the determination of the integral characteristic of the electron concentration profile. An algorithm for constructing diagnostic maps for spatiotemporal modeling of coherence bands over different regions has been developed.

УДК 535.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРНОГО РАЗМЕРА СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

*Курангышев А.В. Данилаев М.П. Дорогов Н.В., Куклин В.А.,
Шилов Н.С.*

Научный руководитель: М.П. Данилаев, д.т.н., профессор,
Куклин В.А., к.т.н., Дорогов Н.В., доцент

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

Разработка технологии формирования полимерной оболочки на поверхностях субмикронных частиц требует создания системы контроля толщины этой оболочки. Целью работы является обоснование оптической схемы измерения, учитывающей влияние на результаты измерений концентрации частиц C , показателя преломления n , функции распределения частиц по размерам $f(d)$, а также аппаратных ошибок.

Сопоставительным анализом методов измерения толщины оболочки в процессе ее формирования на поверхностях дисперсных частиц наполнителя было показано, что наиболее целесообразным

методом является нефелометрический метод [2]. Этот метод потенциально может обеспечить требуемую точность измерений (~20 нм) без внесения изменений в схему технологического процесса. При выборе параметров оптической схемы, реализующий этот метод, следует учитывать изменения следующих параметров двухфазного газового потока [1]:

1. Изменение средней концентрации субмикронных частиц C происходит вследствие потери частиц в результате осаждения на стенки канала, а также из-за возможных вылетов этих частиц через технологические отверстия.

2. Изменение функции распределения частиц по размерам $f(d)$, которое происходит вследствие, например: формирования оболочки на поверхностях субмикронных частиц, разницы в характерных скоростях потери частиц с разными характерными размерами.

3. Изменение показателя преломления n субмикронных частиц при формировании полимерной оболочки на их поверхностях.

Существующие нефелометрические схемы измерения характерного размера субмикронных частиц в процессе формирования на поверхностях частиц полимерной оболочки не позволяют одновременно учитывать влияние всех вышеперечисленных параметров [2].

Обзор литературных источников, а также серия проведенных расчетов по теории Ми при таких ограничениях, как однократность рассеяния, отсутствие поглощения светового излучения, диапазон изменения размеров частиц $d = [300...500]$ нм, показал, что целесообразно измерять отношение двух интенсивностей рассеяния под разными малыми углами (5...15 град) на одной длине волны (630 нм). В этом случае в процессе измерения характерного размера частиц схемой обеспечивается учет концентрации, функции распределения частиц по размерам, а также показателя преломления [3].

Литература

1. Данилаев М.П., Богомолова О.Ю., Богослов Е.А., Михайлов С.А., Польский Ю.Е., Пашин Д.М. Капсулирование полимером субмикронных частиц // Российские нанотехнологии. 2014. Т.9, выпуск 11-12, с.41-44.

2. Беляев С.П., Никифоров Н.К., Смирнов В.В., Щелчков Г.И. Оптико-электронные методы изучения аэрозолей. М.:

«Энергоиздат». 1981 г.

3. Измерение характерного размера субмикронных частиц в технологических процессах методом светового рассеяния / М.П. Данилаев, Н.В. Дорогов, В.А. Куклин, А.В. Курангышев, Н.С. Шилов // «Нано- и микросистемная техника». №7. (2017).

THE DETERMINATION OF PARAMETERS OF THE OPTICAL SCHEME OF MEASUREMENT OF THE CHARACTER SIZE OF SUBMICRON PARTICLES IN TECHNOLOGICAL PROCESSES

***Kurangyshev A.V., Danilaev M.P., Dorogov N.V., Kuklin V.A.
Shilov N.S.***

Supervisor: M.P. Danilaev, doctor of technical sciences, professor;
Kuklin V.A., candidate of technical sciences; Dorogov N.V., docent
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev
- KAI)

УДК 621.396.67

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ СЕТЕПОЛОТНА

Лаврушев В.Н., Гилязов И.И.

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

В космических системах связи, с целью уменьшения веса антенны, применяется металлизированное сетеполотно.

Для эффективной работы такой антенны необходим высокий, близкий к 1, коэффициент отражения (КО). Существует большое количество методов измерения КО.

В докладе рассматривается дифференциальный метод измерения в поле отраженной волны. Измерительная установка, реализующая этот метод представлен на рис.1. Она состоит из 2-х идентичных излучателей, 2-х отражателей, один из которых эталонный (с известным КО, равным 1), а второй – исследуемый (с неизвестным КО). Оба отражателя находятся на одинаковом расстоянии от излучателей.

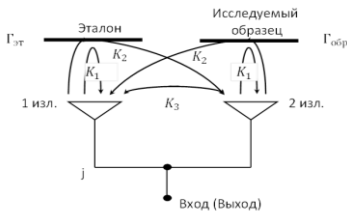


Рис.

1.

Дифференциальный метод измерения в поле отраженной волны.

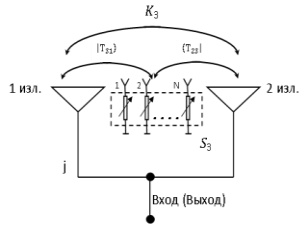


Рис. 2. Установка с

компенсирующей системой.

В результате на вход установки поступают 2 сигнала от эталонного отражателя и от исследуемого образца. Кроме того, на вход поступают сигналы, прошедшие помимо «своих» отражателей, и за счет непосредственного прохождения сигналов между первым и вторым излучателями (рис. 1).

Сигнал, поступивший на вход установки, описывается выражением:

$$U = K1(j^2 \cdot \Gamma_{ОБР} + \Gamma_{ЭТ}) + j(K2(\Gamma_{ЭТ} + \Gamma_{ОБР}) + 2 \cdot K3) \quad (1)$$

Коэффициенты связи K1, K2, K3 изображены на рис.1. Второе слагаемое ухудшает точность измерений.

Для уменьшения влияния 2-го слагаемого на точность измерения предлагается в измерительную установку ввести компенсирующую систему в виде решетки излучателей, нагруженных на регулируемые пассивные нагрузки.

Сигнал, поступивший на вход установки, будет определяться выражением:

$$U' = U + U'' \quad (2)$$

где $U'' = \langle T_{23} [S_3] T_{31} \rangle$, в этом выражении $|T_{31}\rangle$ и $\langle T_{23}|$ – матрица-столбец и матрица-строка, соответственно состоящая из коэффициентов связи между 1-м излучателем и излучателями компенсирующей решетки, а также между 2-м излучателем и излучателями компенсирующей решетки соответственно.

Эффект уменьшения амплитуды нежелательного сигнала

достигается выбором амплитуд и фаз коэффициентов отражения от излучателей компенсирующей системы.

Литература

1. Романов А.Г., Седельников Ю.Е. Измерение коэффициента отражения сетчатых материалов // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2013. – №1. – С. 81-85.

IMPROVEMENT OF ACCURACY BY MEASURING THE REFLECTION COEFFICIENT OF THE METALLIC GRID

Lavrushev V.N., Gilazov I.I.

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

Abstract

The report considers the differential method measurement of the reflection coefficient in the reflected wave field. The principle of measurement and the scheme of installation.

УДК 681.326

ВЛИЯНИЕ ПОВОРОТА СИГНАЛЬНОГО СОЗВЕЗДИЯ НА СИМВОЛЬНЫЕ ОШИБКИ

Макарова Д.Г.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

Рассмотрены модели систем беспроводной связи с фазовыми форматами модуляции и различными моделями каналов.

Телекоммуникационные технологии и беспроводные системы связи занимают большое место в нашей жизни, а параметры передатчиков и приемников важны для качественной работы.

В связи с этим предложены модели каналов связи с

использованием цифровых форматов модуляции:

- Двоичную – BPSK
- Квадратурную - QPSK

Модели систем связи представлены на рисунке 1

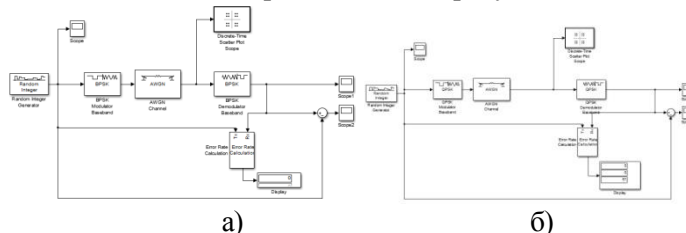


Рисунок 1. Модели каналов связи, использующие цифровые форматы модуляции: а) BPSK, б) QPSK.

В ходе работы, мы осуществляли поворот сигнального созвездия на передающей стороне на угол от 0 градусов до π и изменяли отношение сигнал/шум. Проводилась оценка влияния этих изменений на количество символьных ошибок.

Далее в каждую из моделей добавили блок Multipath Rayleigh/Rician Fading Channel для оценки влияния затухания Релея и Райса на уровень ошибок при изменении частоты Доплеровского сдвига. Канал Релея и Райса важны для беспроводных сетей связи потому, что моделируют многолучевое распространение сигнала в реальных системах и доплеровское смещение по частоте т.к. абоненты беспроводных систем связи как правило мобильны. Результаты моделирования представлены в презентации к докладу. На рис. 2 можно видеть вращение сигнального созвездия QPSK при функционировании в канале Райса.

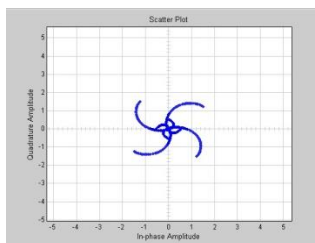


Рисунок 2. Сигнальное созвездие QPSK в канале с затуханием Райса.

INFLUENCE OF A SIGNAL STATEMENT OF A SIGNAL CONSTELLATION ON SYMBOLIC ERRORS

Makarova D.G

Supervisor: D.A. Vedenkin, PhD, asoc. prof.
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

Models of wireless communication systems with phase modulation formats and various channel models are considered.

УДК 621.396.1

НЕКОГЕРЕНТНЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СФОКУСИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ СИСТЕМ

Маршова А.М.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н.
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В настоящее время сфокусированные антенные решётки используются для повышения интенсивности поля в пределах ограниченной области пространства. При этом излучение волны, создаваемое различными точками апертуры, складываются синфазно в указанной точке - так называемой точке фокусировки.

Большинство современных радиотехнических систем могут работать лишь в узкой полосе частот, которые традиционно позволяют обеспечить их частотную селекцию. В наши дни появилась необходимость увеличения объёма передаваемой информации. По этой причине в течении последних лет в радиолокации и в радиосвязи активно исследуется возможность повышения информативности систем за счёт увеличения диапазона используемой полосы частот, а именно освоение так называемых сверхширокополосных сигналов [1].

В радиосвязи сверхширокополосный сигнал обеспечивает одновременную работу десятков абонентских каналов в одной и той же полосе частот. Методы построения современных антенных систем базируются, в том числе, на использовании эффекта фокусировки электромагнитного поля в заданную точку пространства [2]. Суть фокусировки заключается в синфазном сложении парциальных полей от каждого из излучателей непосредственно в точке фокусировки и близком к синфазному сложению – в её окрестности.

Принцип действия некогерентной антенной решетки состоит в том, что отдельные элементы антенной решетки излучают радиосигналы в виде коротких (не более нескольких наносекунд) импульсов в разных моментах времени. Временная расстановка излучаемых импульсов выполняется таким образом, чтобы в заданной точке пространства, по аналогии с когерентными апертурами (назовем её точкой фокусировки), происходило одновременное воздействие всех излученных сигналов. Таким образом, повышается потенциал энергетического воздействия [3].

Литература

1. Бирюков В.Л., Ефимова Н.А., Калинин В.И., Калошин В.А., Пангонис Л.И. Исследование сверхширокополосной кольцевой антенной решетки // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал, 2013, №1 139 стр

2. Lee R.T., Smith G.S. A design study for the basic TEM horn antenna // IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, June 2003. Vol.1. pp. 225-228

3. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е., Насыбуллин А.Р., Рябова Н.В., Иванов В.А. Свойства объемных случайных антенных решеток, сфокусированных в зоне ближнего излученного поля// Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 12. С. 30-34.

INCOHERENT ANTENNA ARRAYS IN THE IMPLEMENTATION OF FOCUSED ANTENNA SYSTEMS

Marshova A.M.

Supervisor: D.A. Vedenkin, Ph.D.

(Kazan National Research Technical University named after A.N.

Tupolev - KAI)

Abstract

Currently, focused antenna arrays are used to increase the field intensity within a limited area of space. In this case, the radiation of the wave, created by different points of the aperture, is added in-phase at the indicated point-the so-called focusing point.

УДК 621.396.1

СВОЙСТВА ОБЪЕМНЫХ НЕКОГЕРЕНТНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК, СФОКУСИРОВАННЫХ ПО ШИРОКОПОЛОСНОМУ СИГНАЛУ

Маршова А.М.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н.

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

Аннотация

В данной работе рассмотрена математическая модель семи некогерентных антенных решёток, сфокусированных по широкополосному сигналу.

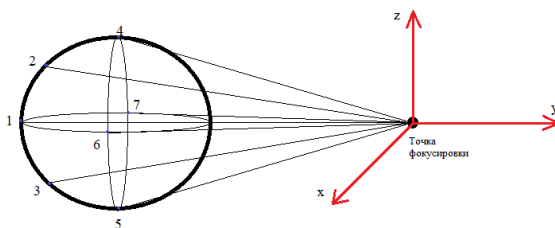


Рис. 1 – Модель антенной решётки.

Рассмотрим семь излучателей, расположенных в различных точках пространства. Начало координат будет в точке фокусировки. Расстояние от точки фокусировки до ближайшей к ней точке [1], находящейся на сфере – 5 км. Диаметр сферы – 1 км. Определения расстояния антенны до точки фокусировки:

$$R_i = \sqrt{(x_\phi - x_i)^2 + (y_\phi - y_i)^2 + (z_\phi - z_i)^2} \quad (1)$$

Где x_ϕ, y_ϕ, z_ϕ – координаты точки фокусировки, x_i, y_i, z_i – координаты точки наблюдения [1]. В результате расчётов, где Δt – время задержки, получаем следующий таблицу результатов:

№	1	2	3	4	5	6	7
км	6	5,799	5,799	5,59	5,59	5,59	5,59
t, c	-	0,1	,1	0,14	0,14	0,14	0,14

При одновременном воздействии импульсов в точке фокусировки [2] с координатами x_ϕ, y_ϕ, z_ϕ напряженность электрического поля будет представлена как

$$E(x_\phi, y_\phi, z_\phi, t) = \sqrt{\frac{c \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{1+(a^2 t^2)^m} \right)^2}{R_i^2(x_\phi, y_\phi, z_\phi)}} \quad (2)$$

а в произвольной точке с координатами x_i, y_i, z_i):

$$E(x_i, y_i, z_i, t) = \sqrt{\frac{c \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{1+(a^2 t^2)^m} \right)^2 \left(t - \frac{R_i(x, y, z)}{c} + \frac{R_i(x_\phi, y_\phi, z_\phi)}{c} \right)}{R_i^2(x, y, z)}} \quad (3)$$

где a - ширина полосы пропускания, m - крутизна.

Литература

1. Бирюков В.Л., Ефимова Н.А., Калинин В.И., Калошин В.А., Пангонис Л.И. Исследование сверхширокополосной кольцевой антенной решетки // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал, 2013, №1 139 стр
2. Веденькин, Д.А. Свойства сфокусированных волновых полей в промежуточной зоне излучения / Д.А. Веденькин, Ю.Е. Седельников // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и информационные системы. 2016. № 1 (29). С. 18-31.

PROPERTIES OF BULK NON-COHERENT ANTENNA ARRAYS FOCUSED ON A BROADBAND SIGNAL. PART II. MATHEMATICAL MODEL

Marsheva A.M.

Supervisor: D.A. Vedenkin, Ph.D.
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

In this paper, an abstract mathematical model of seven incoherent antenna arrays focused on a broadband signal is considered.

УДК621.396.677

ПЕЧАТНЫЕ АНТЕННЫ КАДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НЕРЕГУЛЯРНОСТЕЙ

Олейник Е.Ю.

Научный руководитель: Ю.Е. Седельников, д.т.н, профессор
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

Развертывание систем связи нового поколения требует освоения высокочастотных диапазонов длин волн. Одним из способов достижения этого является применение перспективного класса антенн миллиметровых волн, выполненных на основе диэлектрического волновода с металлическими нерегулярностями, которые рассмотрены в данной работе.

В высокочастотных диапазонах, необходимых для полноценного функционирования сетей нового поколения, альтернативой классическим антеннам могут стать излучающие структуры на основе диэлектрического зеркального волновода с периодическими нерегулярностями в виде металлических полосок, нанесенных на диэлектрик [2]. Такая структура может рассматриваться как линейная антенная решетка с последовательным возбуждением излучающих элементов. Такая антенна создает узкую диаграмму направленности в плоскости волновода.

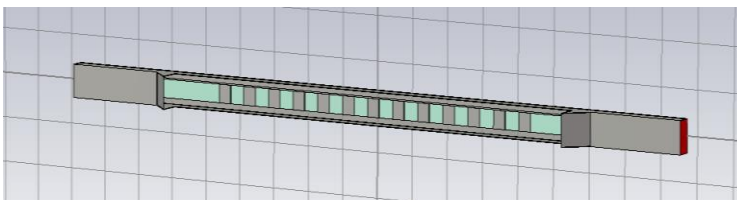


Рис. 1. Модель диэлектрического волновода с металлическими нерегулярностями в программе CSTStudioSuite.

Один из способов проектирования такой антенны описан в работе [2], к результатам, описанным там, хотелось бы добавить немаловажность такого параметра, рассматриваемой антенны, как ширина диэлектрического наполнителя внутри волноведущей структуры. В работе [2] рассматривались волноводы, заполненные диэлектриком по всей ширине волновода, что не дает полного представления о свойствах такой структуры. На рис. 2 и 3 приведены графики зависимостей коэффициентов связи и фазы от ширины металлической полоски при ширине диэлектрика 3,8мм, 4,1мм, 5,4мм и 7,1мм.

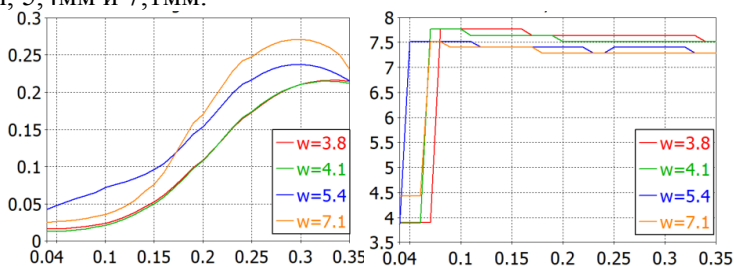


Рис. 2. Зависимость коэффициента связи и фазы от ширины металлической нерегулярности при разной ширине диэлектрика.

Как видно из рис. 2 с изменением ширины диэлектрика происходит не только изменение максимального значения коэффициента связи, но и перемещение его вдоль горизонтальной оси координат, что показывает его зависимость от ширины металлических полосок.

Литература

1. Lavrushev V.N., Sedelnikov Yu,E. Millimeter band low-high

multibeam antennas. 20-th ESTEC Antenna Workshop on Millimeter Wave Antenna Technology and Antenna Measurement// 18-20 June 1997 ESTEC Noordwijk, the Netherlands p.87-91.

2. В.И. Классен, Е.Ю. Олейник, Ю.Е. Седельников, М. Шаабан, Плоские антенны Ka диапазона для перспективных средств телекоммуникаций ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ |4| 2017 с. 59 – 62 4.

PRINTED Ku BAND ANTENNA BASED ON A DIELECTRIC WAVEGUIDE WITH A PERIODIC SYSTEM OF METAL IRREGULARITIES

Evgeniy Oleynik

Supervisor: Yuriy Sedelnikov, Grand PhD in Engineering sciences,
Professor

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

Abstract

The deployment of a new generation of communication systems requires the development of high-frequency ranges of wavelengths. One way to achieve this is to use a promising class of millimeter band antennas, performed on the basis of a dielectric waveguide with metallic irregularities, which are considered in this paper.

УДК 621.396.67.012.12

РАСЧЕТ ФОКАЛЬНЫХ ПЯТЕН КРУПНОГАБАРИТНОЙ ГИБРИДНОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ ОФСЕТНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Романов П.В.

Научный руководитель: Ю.И. Чони, к.т.н., доцент
*(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)*

Аннотация

Представлен «экспресс метод» вычисления фокальных пятен

на полотне антенной решетки, входящей в состав МГЗА.

Пусть имеется МГЗА, основными составляющими которой являются рефлекторы АР. Требуется найти АФР на АР при падении на рефлектор ЭМ волны с заданного направления.

Приближенно решить данную задачу можно с помощью так называемого «акустического» метода, предложенного и обоснованного в [1]. Опираясь на [1], решим задачу следующим образом: (1) представим поверхность рефлектора как множество точек $\{x_i, y_i, z_i\}$ с расстоянием между соседними $\Delta l \approx \lambda$; (2) зададим полотно АР в виде прямоугольной сетки точек с координатами $\{x_n, y_n, z_n\}$; (3) найдем токи в точках рефлектора при падении на него плоской ЭМ волны с заданного направления как $I_i = \exp(jk(z_i \cos(\varphi) \cos(\theta) + y_i \sin(\varphi) \cos(\theta) + x_i \sin(\theta)))$ (здесь угол θ отсчитывается в ZOX от Z к X, угол φ в ZOY от Z к Y); (4) получим матрицу $a_{n,i} = \exp(-jk|r_{n,i}|) / |r_{n,i}|$, где $r_{n,i}$ есть вектор, соединяющий n -ую точку полотна АР с i -ой точкой рефлектора; (5) вычислим АФР на полотне АР как $A_n = a_{n,i} I_i$; Моделирование показывает, что изменение θ и φ приводит к изменению формы фокального пятна и его положения на полотне АР.

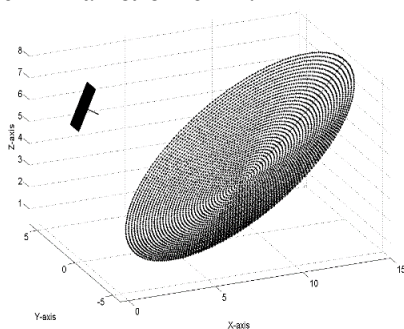


Рисунок 1. Геометрия задачи

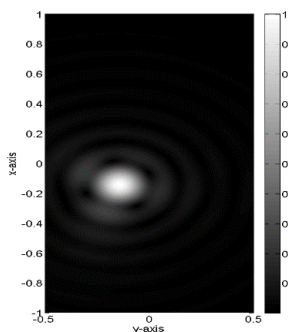


Рисунок 2. Фокальное пятно на полотне АР

Литература

1. Чони Ю.И. Программа расчета лучей крупногабаритной гибридно-зеркальной антенны. Материалы XV МНТК «Физика волновых процессов и радиотехнические системы». Казань. Изд. КНИТУ-КАИ. 2017. Т. 4. С 126 - 128.

2. Данилов И.Ю., Романов А.Г., Чони Ю.И., Мочалов В.В. Дофокусировка многолучевой гибридно-зеркальной антенны в условиях эксплуатационных нагрузок. Научное издание, 2017. №12. С 85-90.

CALCULATION OF FOCAL SPOTS OF A LARGE-SIZED HYBRID REFLECTOR ANTENNA

P.V.Romanov

Supervisor: Yu.I.Choni, Ph.D, Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

An «express method» for calculation of a focal spot on the antenna array curtain, which is a part of multibeam satellite antenna, presented.

УДК 621.396.67

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ФАЗЫ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ В АНТЕННЕ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ

Сафина А.Ф.

Научный руководитель: О.В. Потапова, к.т.н, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

Исследовалась антенна бегущей волны. Для этого она моделировалась в программе CST Studio Microwave. Целью исследований коэффициента фазы и затухания является определение

$\alpha_{\text{ант}}$ и $\beta_{\text{ант}}$.

В 2015 году группой авторов [1] был получен патент на антенну-аппликатор для неинвазивного измерения температуры внутренних тканей биологического объекта. Эта антенна представляет собой антенну бегущей волны (АБВ) и является одним из вариантов практической реализации антенны, сфокусированной в области ближнего излучения поля.

Антенна выполнена в виде линии передачи, возбуждаемой с двух концов, и расположенной между проводящей плоскостью и средой, в которую происходит излучение. Конструкция модели такой антенны показана на Рис. 1.



Рис. 1 Конструкция АБВ.

Принцип работы АБВ состоит в следующем: в линии передачи устанавливается бегущая волна, движущаяся от порта 1 к 2 и в обратном направлении. Соответственно уравнения падающих волн, для каждого порта будут иметь вид:

$$U_1(z) = U_0 e^{-\gamma z} \quad (1)$$

$$U_2(z) = \dot{U}_0 e^{-\gamma(L-z)} \quad (2)$$

где $\gamma = j\beta_{\text{ант}} - \alpha_{\text{ант}}$ - комплексный коэффициент распространения в АБВ;

$\alpha_{\text{ант}}$ - коэффициент затухания в антенне бегущей волны, $\beta_{\text{ант}}$ - коэффициент фазы.

В некоторой точке Z антенны будут складываться волны, распространяющиеся от различных портов, и напряжение будет иметь вид:

$$\dot{U}(z) = \dot{U}_1(z) + \dot{U}_2(z) \quad (3)$$

Реализуемое в АБВ фазовое распределение имеет характер, сходный с фазовым распределением при сфокусированном возбуждении, и будет зависеть от значения коэффициента фазы и коэффициента затухания в антенне:

$$\varphi(z) = \arctg(\tg(-\beta_{\text{ант}} \left(z - \frac{L}{2}\right))) \times \frac{e^{-\alpha_{\text{ант}}(x-\frac{L}{2})} - e^{\alpha_{\text{ант}}(x-\frac{L}{2})}}{e^{-\alpha_{\text{ант}}(x-\frac{L}{2})} + e^{\alpha_{\text{ант}}(x-\frac{L}{2})}} \quad (4)$$

Целью исследований коэффициента фазы и затухания является определение $\alpha_{\text{ант}}$ и $\beta_{\text{ант}}$ при помощи моделирования АБВ в среде CSTStudioMicrowave.

Значени $\alpha_{\text{ант}}$ и $\beta_{\text{ант}}$ определялись в программе CSTStudio: $\alpha_{\text{ант}}$ определялось исходя из модуля S_{21} (Рис. 2), аргумент S_{21} позволял определить $\beta_{\text{ант}}$ (Рис. 3).

$$S_{21} = e^{-\alpha_{\text{ант}} l_{\text{общ}}} \varphi_{S_{21}} = \beta_{\text{ант}} l_{\text{общ}} \quad (5)$$

где $l_{\text{общ}}$ - общая длина проводящего провода;

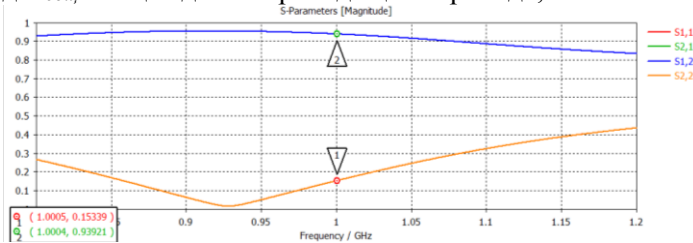


Рис. 2 Изменение модуля коэффициентов матрицы рассеяния в диапазоне частот.

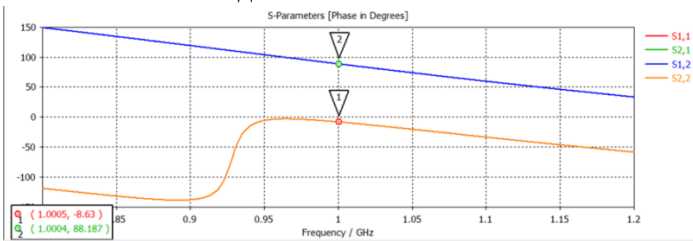


Рис. 3 Изменение фазы коэффициентов матрицы рассеяния в диапазоне частот.

В расчетах по формулам (5), необходимо учитывать полную длину линии передачи до порта, $l_{\text{порт}}$ и длину фидера в диэлектрике, и

длину фидера от проводящей плоскости до линии передачи. Для расчета использовалась формула:

$$l_{\text{общ}} = l_{\text{prov}} + 2zl + z' \sqrt{\varepsilon_g} \quad (6)$$

где l_{prov} – длина линии передачи над средой, zl – расстояние между плоскостью и линией передачи, z' – длина фидера до портов (с учетом диэлектрической проницаемости диэлектрика фидера).

В своей работе исследовала зависимость значения коэффициента затухания и коэффициента фазы в зависимости от расстояния между плоскостью и биологическим телом и при изменении расстояния между линией передачи и биологическим телом. Полученные результаты говорят о том, что значения $\alpha_{\text{ант}}$ лежат в диапазоне от 0,6 до 4 1/мм, $\beta_{\text{ант}}$ соответственно: от 1,5 до 2 °/мм.

Литература

1. Пат. 2562025 Российская Федерация, МПК А61В5/01, G01N22/00. Антенна-аппликатор для неинвазивного измерения температуры внутренних тканей биологического объекта. [Текст]/ Седельников Ю.Е., Никишина Д.В., Халимкова К.Н. / заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ». - №2014135516/14; заявл. 01.09.2014; опублик. 10.09.2015; Бюл. №25.

INVESTIGATION OF THE VALUES OF THE PHASE FACTOR AND DAMPER COEFFICIENT IN THE ANTENNA OF A RUNNING WAVE

Safina A.F.

Supervisor: O.V. Potapova, Cand.Tech.Sci.,
Associate Professor

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

Abstract

Antenna of traveling wave was investigated. For this, she was modeled in the CST Studio Microwave program. The purpose of studies

of the phase coefficient and attenuation is the determination of $\alpha_{\text{ант}}$ and $\beta_{\text{ант}}$.

УДК 537.226

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ СТЕКОЛЬНОЙ МАССЫ. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭНЕРГИИ МИКРОВОЛН

Смирнов С.В.

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Морозов Г.А.
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В данной статье рассматривается способ плавления стекольной массы в муфельной СВЧ печи. Измерение диэлектрических параметров материала.

Плавление стекольной массы производилось в многофункциональной муфельной СВЧ печи, в которой применен принципиально новый способ нагрева. Нагревателями являются стержни, изготовленные из высокотемпературной керамики, обладающей свойством активного поглощения электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ-поля). Время нагрева незагруженного муфеля от комнатной температуры до 1000°C составляет 50-55 минут.

На первых этапах исследований был найден рабочий диапазон температур, в котором необходимо работать для управления формой поверхности. Так же найден материал, с помощью которого можно получить цельное и не треснувшее стекло. В качестве разделительного элемента использовался просушенный гипс Рис. 1(а). По результатам опыта можно сделать промежуточные выводы:

1. Температуры 1000 °C достаточно для того, чтобы растопить стекольную массу, а именно растопить так, чтобы масса растеклась полностью по поверхности формы.

2. Из массы получено цельное стекло, которое не треснуло и

не прилипло к пресс-форме при охлаждении до комнатной температуры.

Измерение диэлектрической проницаемости исследуемого материала производилось с помощью анализатора и коаксиального зонда в диапазоне измерения от 2 ГГц до 3 ГГц. Рис. 1 (б)

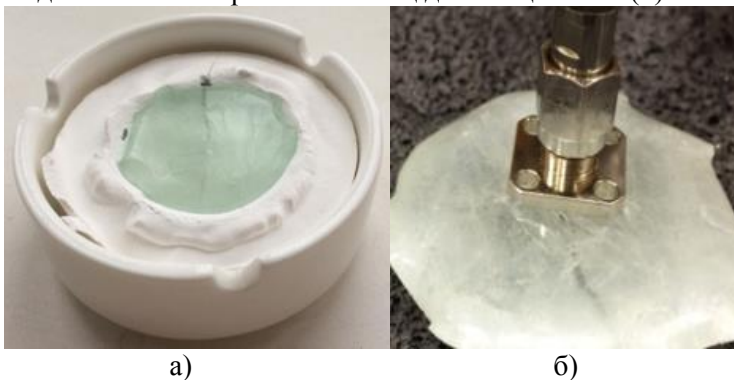


Рис. 1 (а) и Рис. 1 (б).

Результаты измерений диэлектрической проницаемости на частоте 2.45 ГГц:

1. Диэлектрическая проницаемость массы до плавления в СВЧ печи равна 2.88, тангенс угла потерь равна -0.0225;
2. Диэлектрическая проницаемость стекольной массы после обработки в муфельной печи (б) равна 3.73, тангенс угла потерь равна -0.0075.

Литература

1. Г.А. Морозов, О.Г. Морозов, А.Р. Насыбуллин, Р.Р. Самигуллин, А.С. Шакиров / Формирование изделий из радиопрозрачных материалов с использованием СВЧ – излучения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14 №1 (2). С. 573-576

THE RESEARCH OF PERMITTIVITY OF THE GLASS MASS. THE EFFECT OF MICROWAVE ENERGY

S.V. Smirnov

(Kazan National Research Technical University named after A.N.

Abstract

This article discusses the method of melting glass mass in a muffle microwave oven. Measurement of dielectric parameters of the material.

УДК 621.396.67

ВЛИЯНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОКУСИРОВКИ В ДИССИПАТИВНЫХ СРЕДАХ

Счастливец М.В., Потапова О.В.

Научный руководитель: О.В.Потапова, канд. техн. наук, доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Напряженность электрического поля в диссипативной среде рассчитывается по формуле (1)

$$\vec{E}(R) = \int_S i(x', y') \frac{e^{-\gamma R}}{R} dS' \quad (1)$$

Где $i(x', y')$ -комплексная амплитуда токов возбуждения в точке излучателя с координатами x', y'

$$i(x', y') = x' \cdot y' \cdot e^{-j\varphi(x', y')}$$

$\varphi(x', y')$ -фазовое распределение, обеспечивающее синфазное сложение волн от элементов излучателей в точке фокусировки.

R -расстояние от элементов излучателя до точки фокусировки.

$\gamma = \alpha + j\beta$ -комплексный коэффициент распределения в диссипативной среде.

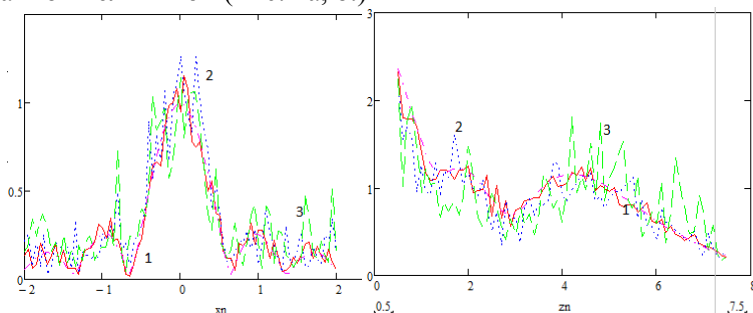
На практике величина α может быть определена с некоторой погрешностью (либо из-за неоднородности среды, либо из-за отклонения параметров среды в разных образцах).

Целью исследования было определение в коэффициенте затухания α на размер области фокусировки и УБЛ в распределении поля.

Коэффициент затухания α предполагался случайной величиной с нормальным законом распределения, отклонение α от

своего номинального значения определялось величиной $\Delta\alpha$ -СКО.

При случайных значениях α , функция распределения напряженности электрического поля также будет являться случайной величиной (Рис.1 а, б.)

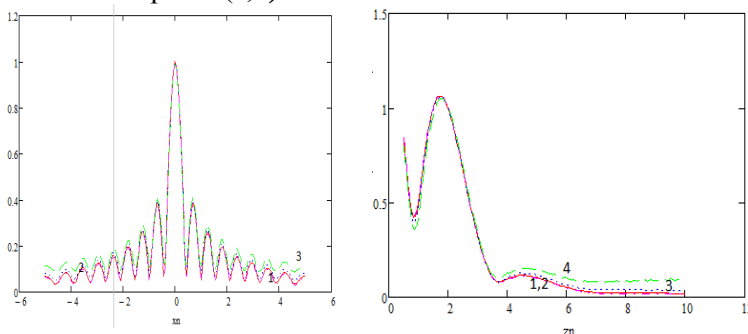


а) направление, параллельное апертуре. б) направление, перпендикулярное апертуре.

Рис.1.Распределение напряженности поля, где, где $z_f=z_n=2$, $N=21$, $\alpha\lambda=0.2$ (кривая 1- $\Delta\alpha=0.05$, кривая 2- $\Delta\alpha=0.1$, кривая 3- $\Delta\alpha=0.15$).

Для анализа РОФ и УБЛ производилось усреднение случайной величины $\vec{E}(R)$ по 1000 значениям.

Усредненное распределение напряженности поля в направления параллельной апертуре и перпендикулярной апертуре представлено на рис.2 (а,б).



а) направление, параллельное апертуре. б) направление, перпендикулярное апертуре.

Рис.2.Распределение напряженности поля, где, где $z_f=z_n=2$, $N=21$, $\alpha\lambda=0.2$ (кривая 1- $\Delta\alpha=0.05$, кривая 2- $\Delta\alpha=0.1$, кривая 3- $\Delta\alpha=0.15$).

Выводы:

1. Погрешности определения коэффициента затухания в основном влияют на уровень локальных максимумов, прилегающих к точке фокусировки, при этом размер области фокусировки изменяется незначительно.

2. Исследования показали, что независимо от глубины расположения точки фокусировки и коэффициента затухания в среде, увеличение погрешности определения коэффициента затухания до значений $\Delta\alpha=0,35$ существенно не сказываются характеристиках сфокусированного поля.

3. Увеличение коэффициента затухания среды приводят к деградации фокусирующих свойств и происходит тем быстрее, чем на большей глубине располагается точка фокусировки.

Литература

1. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излучения поля. Основы теории и технические приложения /Под общей редакции Ю.Е. Седельникова и Н.А. Тестоедова/ Ю.Е. Седельникова, Н.А. Тестоедов, Д.А. Веденькин, И.Ю. Данилов, О.В.Потапова, А.Г.Романов, Л.Ю. Фадеева, Ю.И.Чони.-Красноярск: Изд-во Сиб. Гос. Аэрокосмич. Ун-та, 2015, 309с.

EFFECT OF ERRORS IN DETERMINING THE ATTENUATION COEFFICIENT ON FOCUSING EFFICIENCY IN DISSIPATIVE MEDIUM

Schastlivtseva M.V., Potapova O.V.

Supervisor: O.Potapova, Ph.D. tech. Sci., Associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

УДК621.396.946:519

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСИОНОСФЕРНОГО КАНАЛА СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНОЙ ДИСПЕРСИИ

Трушкова О.А.

Научный руководитель: Кислицын А.А., старший преподаватель
(ФБГОУ ВО «Поволжский государственный технологический
университет», г. Йошкар-Ола)

Аннотация

Рассмотрены импульсные характеристики спутниковых систем связи с одинаковой несущей частотой, но разной шириной спектра сигнала. Результаты получены на основе моделирования параметров дисперсии трансionoсферного канала.

Прохождение радиосигналов через дисперсную среду приводит к искажениям и потере полезной информации в принимаемом сигнале. При этом, степень искажений сигналов, обусловленных частотной дисперсией в широкополосных радиоканалах, может быть оценена с помощью исследования дисперсионных (ДХ) и импульсных характеристик (ИХ) каналов.

Целью работы является исследование ИХ трансionoсферного радиоканала для различных систем спутниковой связи.

Для построения импульсных характеристик необходимо получить значения параметров дисперсии первого, второго и третьего порядка – дисперсия групповой задержки, наклон кривой, выпуклость или вогнутость кривой. После вычисления параметров дисперсии, для соответствующих диапазонов частот, учитывая соответствующие слагаемые фазы, строятся ИХ канала. Данное исследование позволяет оценить характер дисперсионных искажений.

Построены импульсные характеристики для средневысотной спутниковой системы связи «Ellipso» с несущей частотой 1,6 ГГц и шириной спектра 2,5 МГц, а также для низкоорбитальной спутниковой системы связи «GlobalStar» с несущей частотой 1,6 ГГц и шириной спектра 1,25 МГц (рис.1).

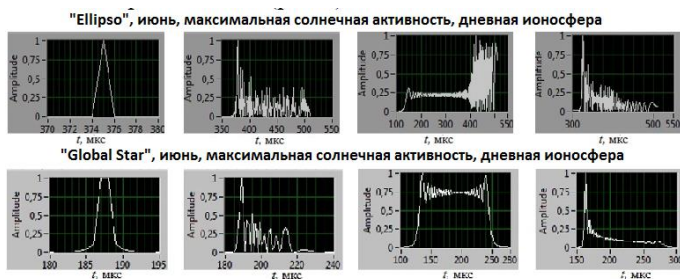


Рисунок 1 – Формы импульсных характеристик для различных ССС.

При анализе полученных результатов можно сделать вывод о том, что сигналы с большей шириной спектра (система «Ellipso») подвергаются более значительным дисперсионным искажениям. Их сигналов, в случае линейной частотной дисперсии, построенные на основе параметров системы «Ellipso» имеют большую длительность по времени, чем их «Globalstar», приблизительно на 300 мкс. В 2015 году группой авторов [1] был получен патент на антенну-аппликатор для неинвазивного измерения температуры внутренних тканей биологического объекта. Эта антенна представляет собой антенну бегущей волны (АБВ) и является одним из вариантов практической реализации антенны, сфокусированной в области ближнего излучения поля.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00079.

Литература

1. Иванов Д.В., Иванов В.А., Рябова Н.В. и др. Определение параметров частотной дисперсии транссионсферного радиоканала // Известия высших учебных заведений. Физика. 2016. Т. 59 № 12-2. С. 105-108.

INVESTIGATION OF IMPULSE RESPONSE OF TRANSIONOSPHERIC RADIO CHANNEL BASED ON CALCULATION OF PARAMETERS OF FREQUENCY DISPERSION

O.A. Trushkova

Supervisor: Kislitsyn AA, Senior Lecturer
(Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola)

Abstract

Impulse response of satellite communication systems with the same carrier frequency but different width of the signal spectrum are considered. The results are obtained on the basis of modeling the dispersion parameters of the transionospheric channel.

УДК 621.372.852

ДАТЧИК ПАРАМЕТРОВ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ КОАКСИАЛЬНОЙ БРЭГГОВСКОЙ СТРУКТУРЫ В СВЧ ДИАПАЗОНЕ

Фархутдинов Р.В.

Научный руководитель: Насыбуллин А.Р., к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В докладе предложен подход, заключающейся в контроле физического параметра жидких продуктов. Определены ключевые особенности преобразовательного элемента. Измерительный преобразователь представлен в виде коаксиальной брэгговской СВЧ структуры, предполагает косвенное определение параметров материалов или физических полей по измеренному первичному информационному сигналу.

Коаксиальные волноводы с периодическими неоднородностями нашли широкое применение в радио и СВЧ фильтрующих схемах и в замедляющих системах как составные элементы СВЧ приборов. Брэгговская структура в коаксиальном волноводе образуется расположением в волноводе сосредоточенных или квази-сосредоточенных неоднородностей с пространственным периодом $\frac{\lambda_6}{2}$. Брэгговская длина волны λ_6 соответствует центральной частоте резонансной характеристики, образующей первую полосу заграждения в частотной характеристике прохождения

периодической структуры.

Выполнение измерений в условиях автоматизированного технологического контроля требует обеспечения малости габаритов, неразборной конструкции, отсутствия или минимизации внешнего побочного излучения, оперативность анализа. Коаксиальный волновод как линия передачи с Т-волной может обладать сравнительно малым поперечным сечением и уменьшающимся по мере увеличения рабочей частоты. Длина и форма волновода будут определяться как функциональным назначением, так и электродинамическими параметрами периодической структуры.

Специфика измерительной задачи, заключающейся в контроле физического параметра материала или изделия, либо характеристики физического поля, определяет ключевые особенности преобразовательного элемента. Коаксиальный волновод в общем случае представляет закрытую направляющую систему, где составляющие электромагнитного поля распространяются в промежутке между центральным и внешним проводником. Эффективность преобразования определяемого параметра в выходной измерительный сигнал, то есть чувствительность, будет выше при расположении непосредственно среды или буферных элементов в максимуме распределения электрического поля в случае отклика на диэлектрические свойства и в максимуме магнитного поля, если контролируются магнитные свойства вещества.

Измерительный преобразователь в виде коаксиальной брегговской СВЧ структуры (КБСС) предполагает косвенное определение параметров материалов или физических полей по измеренному первичному информационному сигналу, который в данном случае может собой представлять частотную резонансную характеристику коэффициента отражения или передачи волновода с неоднородностями [1-4].

Возможная конфигурация датчика представляет собой воздушную коаксиальную линию с периодическими неоднородностями определенной формы, например, в виде скачков диаметра внутреннего проводника и круглых отверстий во внешнем проводнике (рис. 1). Отличием структуры является проникновение исследуемой среды через отверстия в экране и заполнение всей внутренней области волновода. В силу последнего замечания

описанный элемент используется преимущественно для анализа жидкостей с малыми потерями $tg\delta \ll 1$ и низким ε' , так как увеличение потерь ведет к ухудшению добротности образуемой периодическими элементами резонанса.

Достижение требуемой чувствительности приводит к необходимости заполнения волновода или его части исследуемой средой без использования разборных элементов в конструкции датчика. Данный факт в первую очередь ограничивает тип контролируемого вещества, а именно преимущественно жидких продуктов. Для введения жидкости в чувствительную область датчика предлагается использование слабоизлучающих апертур во внешнем проводнике.



Рис. 1КБСС на воздушном волноводе с неоднородностями в виде изменения диаметра внутреннего проводника.

Изображения изготовленной структуры показаны на рис. 2.



Рис. 2 Брэгговская структура в воздушном коаксиальном волноводе.

Структура, выполненная в воздушной коаксиальной линии (рис. 1 и 2), где периодическими неоднородностями выступают скачки диаметра центрального проводника и круглые отверстия во внешнем проводнике, описывается матричным методом [1].

Математическое моделирование указанной структуры может быть проведено используя аппарат матриц передачи с предположением, что отверстия во внешнем проводнике отсутствуют, в случае если диаметр отверстий $D < \lambda_{min}/6$, λ_{min} - минимальная рассматриваемая длина волны. Если последнее условие не выполняется, то характеризующие выражения усложняются с введением компонентов, учитывающих конечный размер апертур.

Если считать за отсчетные плоскости, в которых определяются волновые параметры, плоскость расположения коаксиальных

коннекторов, то структура может состоять из следующей последовательности элементов: участок воздушной коаксиальной линии с волновым сопротивлением 50 Ом и матрицей передачи T_a ; диэлектрическая шайба из фторопласта с матрицей T_b ; участок волновода с волновым сопротивлением, большим 50 Ом и матрицей T_c , участок волновода с сопротивлением 50 Ом и матрицей T_d , далее идет чередование последних двух элементов N раз, на противоположном конце линии имеется также диэлектрическая шайба и участок 50 Омной линии. Диэлектрическая шайба препятствует проникновению контролируемой жидкости в подводящие линии.

Общую волновую матрицу передачи можно представить, как

$$T = T_a T_{ba} T_b T_{cb} [T_c T_{dc} T_d (T_{dc})^{-1}]^N T_c (T_{cb})^{-1} T_b (T_{ba})^{-1} T_a (1)$$

где T_{cb} – матрица перехода из диэлектрической шайбы в участок с большим волновым сопротивлением, T_{ba} – матрица перехода из 50 Омной линии в диэлектрическую шайбу, T_{dc} – матрица перехода из участка с более высоким сопротивлением в участок с сопротивлением 50 Ом.

На рис 3 представлен график коэффициента отражения КБСС, полученный в результате эксперимента с последующей математической обработкой. В качестве измеряемого вещества использовалось чистое синтетическое моторное масло марки SHELL HELIX HX8 5W-40.

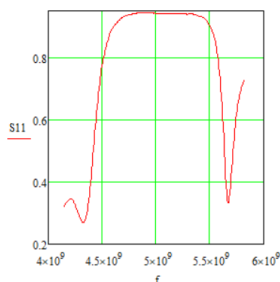


Рис. 3 Коэффициент отражения КБСС при эксперименте.

Измеренные значения диэлектрической проницаемости и тангенса потерь масла составили $\epsilon=2,273$ $\text{tg}\delta=0.012$.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства

образования и науки Российской Федерации, в рамках базовой части Государственного Задания 8.6872.2017/8.9.

Литература

1. Насыбуллин А.Р., Фархутдинов Р.В. Приближенный метод расчета характеристик датчика на основе коаксиальной брэгговской СВЧ структуры // Научно-технический вестник Поволжья Казань: Научно-технический вестник Поволжья, 2017. №6, С.155-159

2. Насыбуллин А.Р., Фархутдинов Р.В., Юсупов Т.И., Зайцев А.Д. К вопросу улучшения характеристик коаксиальных брэгговских СВЧ структур как преобразовательных элементов сенсорных устройств // Инженерный вестник Дона, 2017. Т. 46. № 3 (46). С. 30.

3. 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». - Т. 17, - № 3, - Самара. - Изд-во «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики». - 2014. - С. 65-70

4. Насыбуллин А.Р. / Преобразовательные элементы на основе полосковых брэгговских структур для СВЧ датчиков параметров технологических процессов // «Научно-технический вестник Поволжья». - № 3. - Казань. - Изд-во «Научно-технический вестник Поволжья». - 2016. - С. 129-131

THE SENSOR OF PARAMETERS OF LIQUIDS ON THE BASIS OF A CO-AXIAL BRAGG STRUCTURE IN THE MICROWAVE RANGE

Farkhutdinov R.V.

Supervisor: Nasybullin A. R., Ph. D., associate Professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

The report proposes an approach consisting in controlling the physical parameters of liquid products. The key features of the converter element are determined. The measuring transducer is presented in the

form of a coaxial Bragg microwave structure (CBMS), assumes an indirect determination of the parameters of materials or physical fields from the measured primary information signal.

УДК 621.396.67

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ СФОКУСИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Филареева И.Д.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н. доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В данном тезисе рассмотрено моделирование элементарного излучателя сфокусированной антенной решетки и его выходные характеристики.

В настоящее время микрополосковые антенны (МПА) находят широкое применение в сфере телекоммуникационных систем за счет своих преимуществ: тонкий профиль, малый вес, возможность возбуждения волны круговой поляризации, возможность реализации многочастотных антенн, интеграция со схемой питания в антенных решетках, дешевизна и простота реализации.

Моделирование микрополосковой антенны (МПА) в общем виде (рис. 1 а) и в разрезе (рис. 1 б).

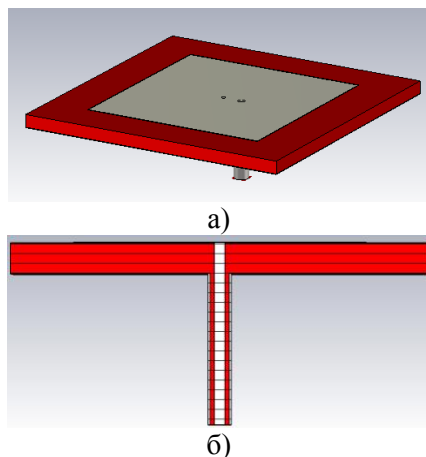


Рис. 1 - а) Модель антенны: а) в общем виде, б) в разрезе.

Результаты моделирования в виде графика модуля коэффициента отражения и диаграммы направленности в формате 3Ди полярной системе координат приведены на рис. 2 и рис. 3.

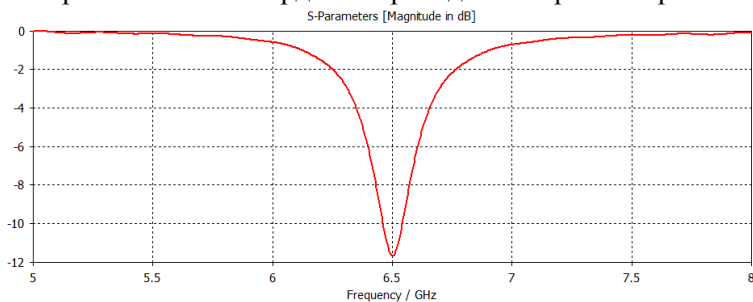


Рис. 2 – Модуль коэффициента отражения.

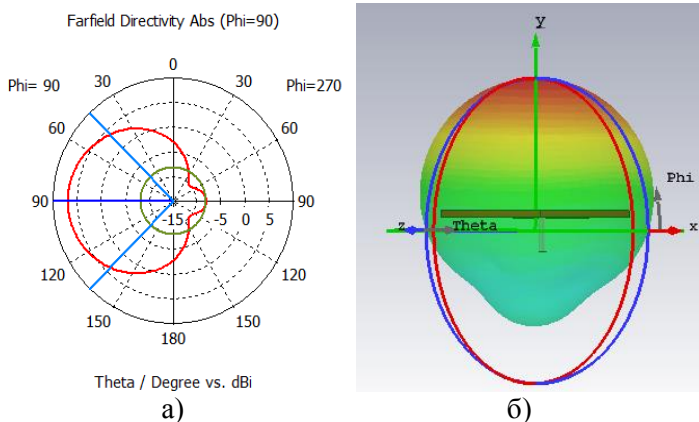


Рис. 3 - Полученная диаграмма направленности (ДН) а) в полярной системе координат; б) 3D.

Полученные результаты будут использованы для подготовки ВКР.

Литература

1. Milligan, ThomasA. Modernantennadesign / by Thomas A. Milligan.—2nd ed.// 2005 John Wiley & Sons, Inc.

SIMULATION OF AN ELEMENTARYEMITTER OF A FOCUSED ANTENNA ARRAY

Filareeva I.D.

Supervisor: Vedenkin D.A., PhD, Associate professor.
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

In this paper, modeling of the elementary emitter of the focused antenna array and its output characteristic.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СПОСОБА ПЛЕТЕНИЯ СЕТЕПОЛОТНА НА ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ

Хабибуллин Р.Р.

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

Аннотация

Оценка влияния способа плетения на характеристики сетеполотна на примере параллельных нитей и сетки с квадратными ячейками, с различным расстоянием между нитями и различными размерами ячеек сетки.

В современном мире для создания отражающих в радиочастотном диапазоне поверхностей находят широкое применение сетчатые материалы. Способы плетения нитей при их создании определяют электрофизические свойства таких полотен. Известна работа в которой рассматривается способ оценки характеристик полотен, изготовленных из металлических проводников в метровом диапазоне длин волн с применением резонансного способа [1]. В данном докладе рассматриваются вопросы, связанные с оценкой характеристик в дециметровом диапазоне длин волн. Для оценки влияния способа плетения на характеристики сетеполотна был смоделирован волноводный тракт, из идеального проводника с заполнением из идеального диэлектрика с диэлектрической проницаемостью равной единице, размерами 248x124x1000 мм. Критическая частота для рассматриваемого волновода составляет порядка 620 МГц. В качестве неоднородности использовались параллельные нити из золота диаметром 30 мкм и сетка из таких же нитей, расстояние между нитями k варьировалось от 10 до 30 мм.

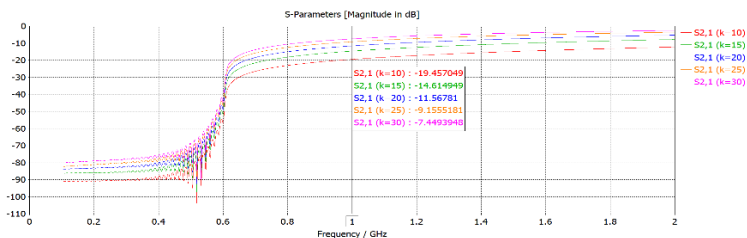


Рис. 1 – Коэффициент передачи для параллельных нитей.

По результатам электродинамического моделирования видна линейная зависимость коэффициента передачи от расстояния между нитями и размерами ячейки: чем больше ячейки и расстояние между нитями, тем выше коэффициент передачи. Также на частоте 1 ГГц разница в значениях коэффициента передачи для параллельных нитей и сетки составляет порядка 0.1%, что не является существенной разницей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части Государственного Задания 8.6872.2017/8.9.

Литература

1. Веденькин Д.А., Хабибуллин Р.Р., Васильев Е.В. Анализ характеристик материалов в диапазоне метровых волн резонансным методом. // Инженерный вестник дона – 2017. №3, ISSN 2073-8633

ESTIMATE OF MESH PRODUCING METHODS FOR VALUES OF TRANSMITTING COEFFICIENT

Khabibullin R.R.

Supervisor: Vedenkin D.A., PhD. Associate professor.
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI)

Abstract

Evaluation of influence of weaving method on characteristics of mesh on the example of parallel threads and a mesh with square cells, with different spacing between threads and different sizes of mesh cells.

СКАЛЯРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЦЕПЕЙ В СОСТАВЕ СВЧ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Хохлов Д.К.

Научный руководитель: Насыбуллин А.Р.

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

Аннотация

В данной работе, описывается спроектированный и реализованный скалярный анализатор цепей в составе СВЧ датчиков: Приводится описание структуры устройства и первоначальные калибровочные данные.

Скалярный анализатор цепи(VNA)состоит из трех основных блоков: ПК, блока управления и СВЧ блока. ПК блок состоит из MATLAB как программа для управления и отображения и обработки полученных данных, передача данных происходит через виртуальный com-port. Блок управления включает в себя Arduino и АЦП(ADS1115). Arduino контролирует работу синтезатора частоты, принимает оцифрованный сигнал с АЦП. АЦП имеет разрядность в 12 бит и Arduino имеет встроенную библиотеку работы с данной микросхемой, что выгодно отличает его среди остальных цифровых преобразователей. Блок СВЧ состоит из синтезатора частоты(ADF4350), детектора(AD8362), направленных ответвителей с согласованной нагрузкой, усилителя(MGA53543). Преимущества данного синтезатора частоты это: встроенное ядро ГУН с диапазоном частот от 2200 до 4400МГц, встроенный синтезатор ФАП с дробно переменным коэффициентом деления, также имеется два дифференциальных выходных канала. Гибкость и универсальность разработанного анализатора позволяет одновременно реализовать измерение параметров рассеяния СВЧ устройств, выступать в качестве перестраиваемого генератора, амплитудного и фазового детектора.

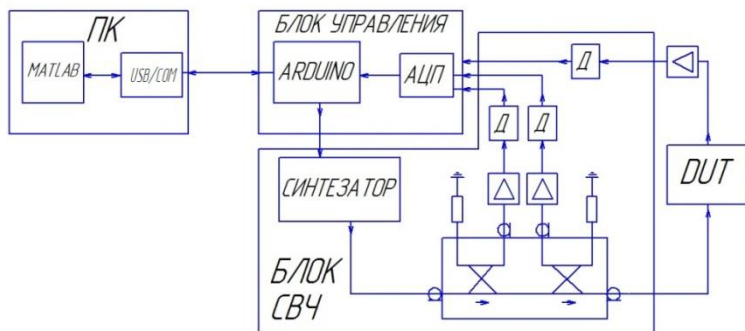


Рис.1 Функциональная схема комплекса.

Была произведена первоначальная настройка и калибровка устройства. Измерение значений генератора проверялись при помощи спектро-анализатора FSCN8 максимальное отклонение составляет 7,142857МГц, а среднее значение 2,381076МГц. Мощность сигнала в частотном диапазоне от 1100МГц до 3000МГц находится в диапазоне от -7,365 и до 7,159дБм. Среднее значение мощности сигнала составляет приблизительно -0.4 дБм. Это не является максимально возможным значением, который может позволить данный генератор частоты, но в связи с использованием детектора(AD8362), мощность на частотах ниже 3000МГц значительно уменьшается и при частоте 4400МГц, что является максимальным значением, составляет -30 дБм. Измерения проводились при учете использования прямого соединения выхода генератора и детектора, через идеальный проводник. Усредненные значения мощности, после 20выборок, представлены на рис.2.

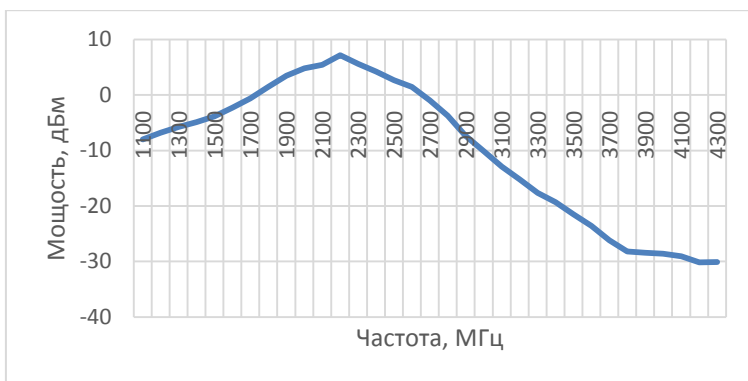


Рис.2. Калибровочные данные.

Литература

1. Михаэль Х. Основы векторного анализа цепей / Михаэль Хибель – пер с англ. С.М. Смогольского; под ред У.Филип – М.: Издательский дом МЭИ, 2009б-500 стр.
2. AgilentTechnologies. Анализаторы цепей. Руководство по выбору, 2007. - 32 С.

SCALAR NETWORK ANALYZER IN THE COMPOSITION OF MICROWAVE SENSORS FOR MEASURING PARAMETERS

Khokhlov D.K.

Supervisor: Nasibullin A.R

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

Abstract

In this paper, describes the design of a scalar network analyzer in the composition of microwave sensors: general description of the device and ready solution.

ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЦЕПЕЙ В СОСТАВЕ СВЧ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Хохлов Д.К.

Научный руководитель: Насыбуллин А.Р.

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

Аннотация

В данной работе, описывается проектирование векторного анализатора цепей в составе СВЧ датчиков: Приводится общее описание структуры устройства и техническое решение для реализации.

Векторный анализатор цепи (VNA) используется для измерения параметров рассеяния высокочастотных схем. Когда частота достаточно высокая отражения волн начинают иметь значение, и необходимо учитывать распределенные эффекты. СВЧ датчики для измерения физических свойств материалов, основанные на определении диэлектрических параметров, для совершенствования своих характеристик требуют наличия измерителя комплексных значений коэффициентов рассеяния.

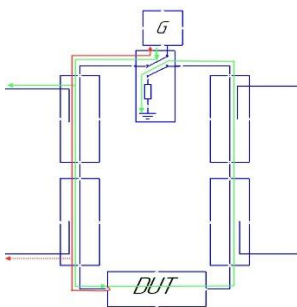
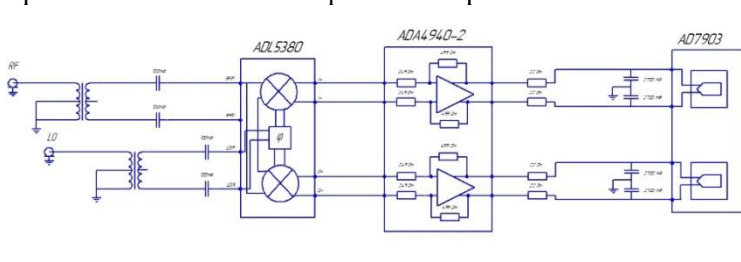


Рис.1. Общая блок схема VNA.

В работе предлагается решение для данной задачи на основе микросхем фирмы Analog Device. Его можно собрать из широкополосного квадратурного демодулятора ADL5380, малопотребляющий дифференциальный усилитель ADA4940-2 с низким уровнем искажений и двухканальный 16-разрядный АЦП AD7903 с частотой дискретизации 1 MSPS. Принцип работы данной сборки. На квадратурный демодулятор ADL5380 приходит оригинальный передающийся и принимаемый сигнал, после чего происходит их сложение и передача по двум каналам, и один из них имеет смещение на 90° относительно другого. Демодулятор формирует сумму и разность этих сигналов. Поскольку они имеют одинаковую частоту, то высокочастотную сумму можно отфильтровать, а разность частот превращается в 0. Далее они поступают на дифференциальный двухканальный усилитель ADA4940-2 с динамическими характеристиками и регулируемым для высокочастотного двухканального АЦП. Усилитель обеспечивает дифференциальный выход в диапазоне ± 5 В при однополярном питании 5 В и синфазном напряжении 2.5 В.



Литература

- 112

VECTOR NETWORK ANALYZER IN THE COMPOSITION OF MICROWAVE SENSORS FOR MEASURING PARAMETERS

Khokhlov D.K.

Supervisor: Nasibullin A.R.

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

Abstract

In this paper, describes the design of a vector network analyzer in the composition of microwave sensors: provides general description of the structure of the device and technical solution for the implementation.

УДК 621.396.677

ОПТИМИЗАЦИЯ АНТЕНН КВЧ ДИАПАЗОНА НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВОЛНОВОДЕ

Шаабан М.

Научный руководитель: проф.д.т.н. Седельников Ю.Е.

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

Аннотация

Рассматривается перспективный тип антенн ММВ диапазона на основе диэлектрического волновода с периодической системой нерегулярностей. Формулируются условия достижения максимального КУ. Приводятся данные электродинамического моделирования.

Антенны типа «вытекающей волны», выполненные в виде диэлектрического волновода с периодической системой нерегулярностей, являются перспективными для использования в системах нового поколения. Антенна представляет собой диэлектрический волновод с системой идентичных периодических нерегулярностей. В простейшем случае волновод заканчивается согласованной нагрузкой. Антенна представляет собой решетку с последовательным возбуждением элементов бегущей волной в

диэлектрическом волноводе. Для достижения максимально возможного коэффициента усиления требуется обеспечить компромисс между требованиями получения равномерного амплитудного распределения в апертуре и минимальных потерь в согласованной нагрузке. В работе [1] показано, что существует оптимальное соотношение между числом элементов решетки и степенью связи их с возбуждающим волноводом, обеспечивающее максимум коэффициента усиления антенны и получены в апертурном приближении [2] соответствующие оценки.

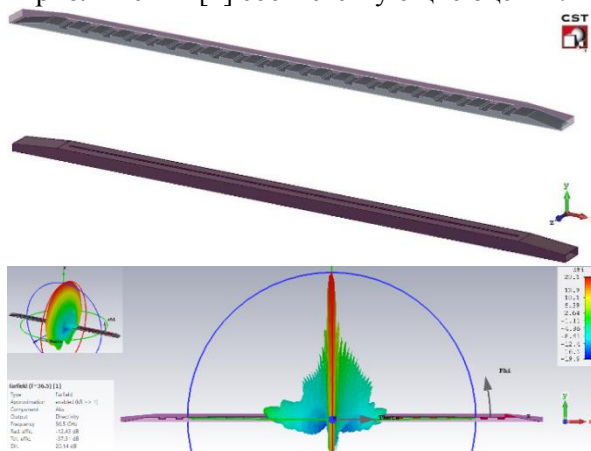


Рис. 1 Антенна бегущей волны и ее расчетная ДН.

Литература

1. Y. E. Sedelnikov, Shaaban Mohamed Ku Band Antenna for Perspective Telecommunication Facilities 2019 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATIVE TRENDS IN COMPUTER ENGINEERING (ITCE'2018) February 19-21 2018 Aswan, Egypt
2. Lavrushev V.N., Sedelnikov Yu.E. Millimeter band low-high multibeam antennas. 20-th ESTEC Antenna Workshop on Millimeter Wave Antenna Technology and Antenna Measurement// 18-20 June 1997 ESTEC Noordwijk, the Netherlands p.87-91

OPTIMIZATION OF MMW BAND ANTENNA ON A DIELECTRIC WAVEGUIDE

Shaaban M.

Supervisor: Sedelnikov Yu., E, doctor of science, professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI*)

Abstract

A perspective type of antennas of the MMW range based on a dielectric waveguide with a periodic system of irregularities is considered. The conditions for achieving the maximum coefficient of gain are formulated. Results of electrodynamic simulation are given.

УДК 621.396.677

LEAKY WAVE K_U - band ANTENNA WITH MONOPOLE IRREGULARITIES

Shaaban M.¹, Giannino G.²

Supervisor – Prof. Sedelnikov Yu.E., doctor of science.
(¹*Kazan State Research Technical University, Kazan - Russia.*
²*Politecnico di Bari, Bari - Italy.*)

Аннотация

В этой работе рассматривается модифицированный тип антенны K_U - диапазона, основанный на диэлектрическом волноводе с периодической системой неоднородностей типа монополя. Приводятся результаты электродинамического моделирования.

Abstract

In this work a modified type of K_U - band antenna, based on a dielectric waveguide with a periodic system of monopole type irregularities is considered. Results of electrodynamic simulations are given.

Millimeter waveguides, such as dielectric guides, are open structures where energy leakage is bound to occur. This leakage can

occur, for example, when there are discontinuities in the guiding structure. In terms of antenna design, this energy leakage has been considered as an advantage and deeply exploited. This is accomplished through intentionally creating discontinuities in the guiding structure in such a manner that the radiation produced is controlled by the antenna designer. A typical antenna very promising for K_u - band radio applications is a grooved dielectric waveguide with a periodic system of irregularities in the form of metal strips or grooves [1 - 4]. In this work, we consider a new type of leaky-wave antenna where irregularities, in the form of cylindrical pins (so called monopole) are mounted on the internal sidewalls of a top-open dielectric waveguide as it is showed in Figure 1. A systematic electrodynamic modelling has been carefully carried out in CST Microwave Studio environment to identify the best geometric parameters useful to optimize the considered antenna in terms of radiation direction, S-parameters, gain and directivity - .Figure 2.

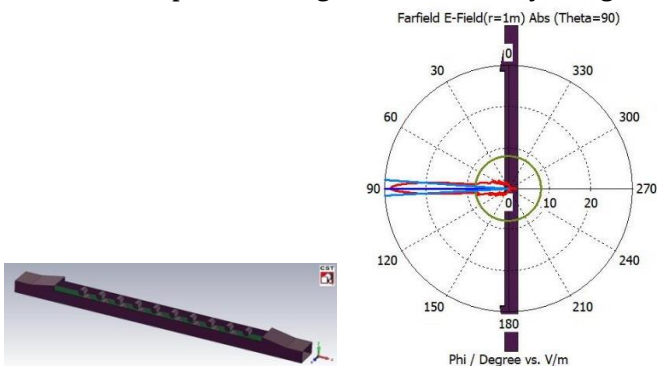


Figure 1 – Proposed Antenna. Figure 2 - Far Field (Theta =90°) at frequency = 18 GHz.

References

1. P.Lamparello, F.Frezza, A.Galli, P.Baccarelli, P.Burghignoli, G.Loval, S.Paulotto, G.Valerio and D.R.Jackson Advances in Leaky-Wave Periodic Structures after Oliner, s Pionering Research - Proceedings of the 44th European Microwave Conference 6-9 Oct. 2014, Rome, Italy. p.433-437.
2. В.И. Классен, Ю.Е. Седельников Антенны Ку диапазона для перспективных средств телекоммуникаций Часть 1 Печатные

антенны. Научно-технический Вестник Поволжья № 6 2013 стр. 326-331.

3. В.И. Классен, Ю.Е. Седельников Антенны Ку диапазона для перспективных средств телекоммуникаций Часть 2 Антенны с управляемыми характеристиками. Научно-технический Вестник Поволжья № 6 2013 стр. 331-335.

4. Печатная антенна миллиметровых волн. Седельников Ю.Е. Косоруков В.В. АС СССР № 1513546 БИ №37 07.10. 1989.

УДК 621.396.677

MODIFIED K_a-band ANTENNA ON THE DIELECTRIC WAVEGUIDE

Shaaban M.¹, Tedesco A.²

Supervisor – Prof. Sedelnikov Yu.E., doctor of science.

(¹Kazan State Research Technical University, Kazan - Russia.

²Politecnico di Bari, Bari - Italy.)

Аннотация

Рассмотрен модифицированный тип антенны Ka-диапазона на основе диэлектрического волновода с периодической системой неровностей.

Приводятся результаты численного моделирования электродинамического анализа.

Abstract

A modified type of Ka-band antenna based on a dielectric waveguide with a periodic system of irregularities is considered. Numerical simulation results of electrodynamic analysis are given.

In the last decades, several kinds of antennas have been investigated to exploit different portions of electromagnetic spectrum for new application, such as 5G telecommunication systems. For this purpose, the "leaky" wave type antennas are promising [1-2].

In this work, a typical leaky-wave antenna has been simulated, and the results are shown. The geometry consists in a dielectric waveguide with a periodic system of irregularities in the form of metal strips or

grooves. A common disadvantage of such antennas is the presence of radiation losses in the device, due to the mode conversion from the propagating H_{10} mode in the standard metal waveguide to the hybrid HE_{10} mode of a dielectric waveguide. The purpose of the work is to reduce these losses.

The modified antenna contains a dielectric rod with a periodic system of transversal irregularities grooved on the upper surface. The dielectric waveguide is surrounded by a metal structure with a long longitudinal slot in order to radiate the electromagnetic field and to control the losses. Two projections of the whole device, from the top and the side view, are presented in Figure 3.

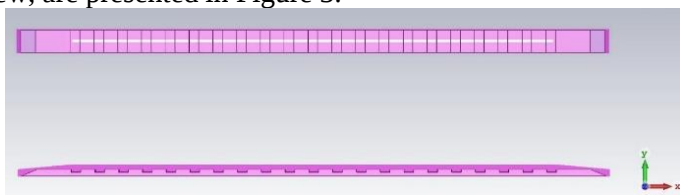


Figure 3: Modified Ka-band antenna geometry top and side views.

Finally, the electrodynamic analysis of the proposed antenna by CST Microwave Studio Environment has been performed in order to achieve the following results regarding the S-parameters and the E-Field patterns, as it is shown in Figure 4(a) and Figure 4(b), respectively.

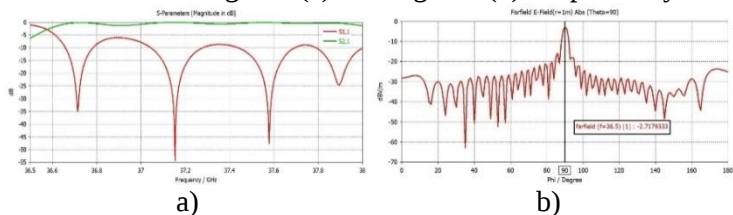


Figure 4: Numerical simulation results of (a) S-Parameters in red S_{11} and green S_{21} , and (b) E-Field Amplitude vs Phi angle with Theta angle = 90° .

The modified antenna contains a dielectric rod with a periodic system of transversal irregularities grooved on the upper surface. The dielectric waveguide is surrounded by a metal structure with a long longitudinal slot in order to radiate the electromagnetic field and to control the losses. Two projections of the whole device, from the top and

the side view, are presented in Figure 3.

References

1. V. I. Klassen, E. S. Oleinik, Y. E. Sedelnikov, Shaaban Mohamed, Planar Ku Band Antenna for Perspective Telecommunication Facilities/ 2017 XI International Conference on Antenna Theory and Techniques (ICATT), Kyiv, Ukraine pp. 169-170.

2. Lamparello, F.Frezza, A.Galli, P.Baccarelli, P.Burghgnoli, G.Loval, S.Paulotto, G.Valerio and D.R.Jackson, Advances in Leaky-Wave Periodic Structures after Oliner,s Pionering Research/ Proceedings of the 44th European Microwave Conference 6-9 Oct. 2014,Rome,Italy. p.433-437.

УДК 621.396.96

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЕМОЙ ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Шаронов Д.Е., Ишкаев Т.М.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В данном докладе представлены вопросы исследования характеристик частотно-селективных поверхностей с распределенными СВЧ структурами.

В настоящее время частотно-селективные поверхности (ЧСП) используются в качестве экранов. Основными характеристиками таких поверхностей являются коэффициенты отражения и прохождения.

Для анализа характеристик частотно-селективных поверхностей необходимо иметь приемно-передающий тракт (рис. 1), в нашем исследовании он состоит из двух рупорных антенн, настроенных на частоту 9,8 ГГц, и листа фторопласта в качестве базовой поверхности, расположенной между ними.

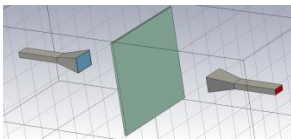


Рис. 1 - Общий вид установки с базовой поверхностью.

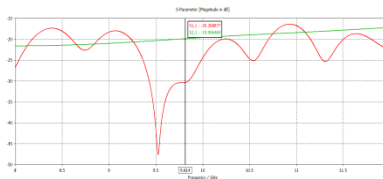


Рис. 2 - Коэффициент передачи и отражения через базовую поверхность.

В базовую поверхность были внедрены полоски длиной $\lambda/8$. Полоски получились высотой 3,75мм, шириной 1мм, толщиной 0,5мм. Расстояние между полосками было взято $\lambda/8$. Полоски расположены в виде сетки, т.е. горизонтально и вертикально. По результатам проведенного моделирования коэффициенты отражения и передачи составили -25,176 дБ и -20,887 дБ соответственно. Для управления вертикальные полоски были соединены диодами попарно (рис. 3). По результатам моделирования коэффициенты отражения и передачи составили -18,2 dB и -42,3 dB соответственно (рис. 4).

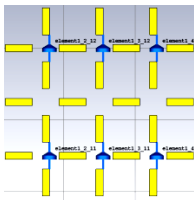


Рис. 3 - Внутреннее строение поверхности с соединенными диодами вертикальными полосками.

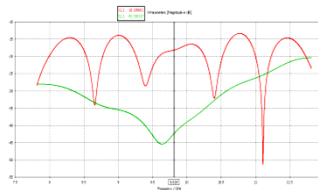


Рис. 4 - Коэффициенты передачи с соединенными, с помощью диодов, полосками.

Литература

1. Веденькин Д.А., Шаронов Д.Е. Анализ характеристик управляемой частотно-селективной поверхности в СВЧ диапазоне // Электронный научный журнал «Инженерный вестник дона» - 2017. №2.

2. Веденькин Д.А., Шаронов Д.Е. Исследование характеристик частотно-селективных поверхностей с круглыми неоднородностями // Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы-2017», 2017г., Казань, ООО «16ПРИНТ», 2017, с.195-198.

DESIGN OF MANAGED FREQUENCY-SELECTIVE SURFACE

Sharonov D.E., Ishkaev T.M.

Supervisor: Vedenkin D.A., PhD., assoc. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

This report presents the research questions characteristics of frequency-selective surfaces distributed microwave structures.

УДК 621.396

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОСТНОГО ТИПА ДЛЯ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК, СФОКУСИРОВАННЫХ В ЗОНЕ БЛИЖНЕГО ИЗЛУЧЕННОГО ПОЛЯ

Юлушева А.И.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

Рассмотрен принцип пространственного распределения разностного типа для сфокусированных антенных решеток в ближней зоне излучения

В век бурного развития микроволновых технологий одной из важнейших задач является улучшение технических характеристик устройств для точной работы системы. Поэтому был выбран принцип пространственного распределения разностного типа, который повышает разрешающую способность антенной системы.

Суммарно-разностный метод заключается в том, что последовательно в строго определенные моменты времени антенной системой формируются однолепестковая (суммарная) и двухлепестковая (разностная) диаграммы направленности. Однолепестковая (суммарная) ДН основного канала служит для передачи информации, а разностная – для передачи сигналов управления, запрещающих обмен информацией в боковых направлениях, где амплитуда разностной ДН превышает суммарную. Провал (минимум) двухлепестковой ДН должен совпадать с максимумом однолепестковой. Уровень двухлепестковой ДН должен превышать боковые лепестки суммарной ДН и иметь максимальную крутизну внутренних склонов. Суммарно-разностный способ может быть использован как при передаче, так и при приеме сигналов [1,2,3].

Данный метод был реализован для бортовых антенных устройств, в которых излучение электромагнитных волн происходило в дальней зоне. Поэтому появилась идея применения суммарного-разностного способа обработки сигналов в антенных решетках, сфокусированных в ближней зоне излучения [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части Государственного Задания 8.6872.2017/8.9.

Литература

1. Стахов Е.А. Использование метода суммарно-разностной обработки сигналов в бортовых антенных устройствах аппаратуры управления воздушным движением // Авиационная техника. 2001.

2. Стахов Е.А. Способ повышения разрешающей и пропускной способностей систем САЗО, использующих двухканальную антенну / Е.А. Стахов, И.Б. Сагдеев, И.В. Тальянский, В.Н. Чухланцев // Б.И., 1966.

3. Стахов Е.А. Способ построения АФС для компенсации бокового излучения САЗО / Е.А. Стахов, И.Б. Сагдеев, И.В. Тальянский // Б.И., 1966

4. Веденькин, Д.А. Случайные разреженные когерентные антенные решётки, сфокусированные в зоне ближнего излучённого поля / Д.А. Веденькин, А.Р. Насыбуллин, Ю.Е. Седельников // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия:

Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 4 (32). С. 22-29.

REALIZATION OF SPATIAL DISTRIBUTION OF DIFFERENCE TYPE FOR ANTENNA ARRAYS FOCUSED IN THE NEAR-FIELD RADIATED ZONE

Yulusheva A.I.

Supervisor: Vedenkin D.A., PhD., assoc. professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev - KAI)

Abstract

The principle of spatial distribution of differential type for the focused antenna lattices in a near zone of radiation is considered.

УДК 621.396

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОСТНОГО ТИПА ДЛЯ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК, СФОКУСИРОВАННЫХ В ЗОНЕ БЛИЖНЕГО ИЗЛУЧЕННОГО ПОЛЯ

Юлушева А.И.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н., доцент

Аннотация

Рассмотрена математическая модель пространственного распределения разностного типа для антенных решеток в ближней зоне излучения.

В настоящее время широко распространены методы математического моделирования различных физических процессов, причем с приемлемой точностью. Методы моделирования сфокусированных антенных решеток с достаточной степенью подробности рассмотрены в работах [1,2]. Рассмотрим математическую модель сфокусированной антенной решетки, реализующей принцип пространственного разностного распределения напряженности поля в точке фокусировки с учетом особенностей, изложенных в [3].

Линейная эквидистантная антенная решетка длиной 250 м. состоит из шести излучателей, расстояние до точки фокусировки составляет 600 м. (рис. 1).

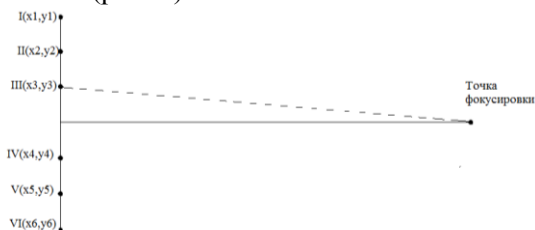


Рис.1. Расположение излучателей линейной антенной решетки.

Графики, характеризующие суммарное и разностное пространственные распределения представлены на рис. 2.

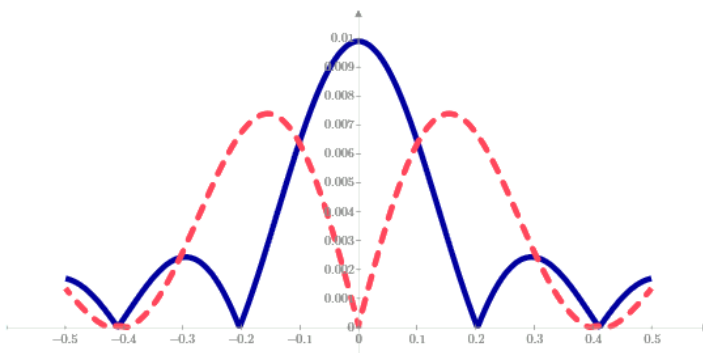


Рис. 2. Распределение полей: суммарное (сплошная линия),
разностная (пунктирная линия).

Суммарно-разностная обработка сигналов позволит получить ряд положительных эффектов, например, повышение точности фокусировки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части Государственного Задания 8.6872.2017/8.9.

Литература

1. Веденькин, Д.А. Случайные разреженные когерентные антенные решётки, сфокусированные в зоне ближнего излучённого поля / Д.А. Веденькин, А.Р. Насыбуллин, Ю.Е. Седельников // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 4 (32). С. 22-29.
2. Веденькин, Д.А. Свойства сфокусированных волновых полей в промежуточной зоне излучения / Д.А. Веденькин, Ю.Е. Седельников // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 18-31.
3. Стахов Е.А. Использование метода суммарно-разностной обработки сигналов в бортовых антенных устройствах аппаратуры управления воздушным движением // Авиационная техника. 2001.

MATEMATICAL MODEL OF SPATIAL DISTRIBUTION OF DIFFERENCE TYPE FOR ANTENNA ARRAYS FOCUSED IN THE NEAR-FIELD RADIATED ZONE

Yulusheva A.I.

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

Abstract

The mathematical model of spatial distribution of differential type for antenna lattices in a near zone of radiation is considered.

ФОТОНИКА

УДК 543.275.08:621.383.001.2

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ОСВЕЩЁННОСТИ РАБОЧЕГО ОБЪЁМА ИНДИКАТРИСОМЕТРА

Андреев Я.С.

Научный руководитель: Л.Г. Кесель, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В работе рассмотрено влияние неравномерности освещённости объёма рабочего вещества на результаты измерения индикатрисы рассеяния для полидисперсных аэрозолей и отдельных частиц.

В задачах прогноза и обоснования тактико-технических характеристик как пассивных, так и пассивно-активных оптико-электронных приборов необходимо знание параметров «оптической погоды». [1].

Наиболее значимым фактором, влияющим на результативность применения ОЭС, является аэрозоль с характерной для него динамикой оптических свойств в зависимости от погодных условий, времени и т.д. Указанное обстоятельство определяет актуальность разработки средств измерения характеристик аэрозолей.

Важной составной частью аппаратного обеспечения решаемой задачи является разработка устройств для измерения индикатрис рассеяния излучения аэрозольной среды – индикатрисометров.

В данной работе рассмотрено влияние неравномерности освещённости рабочего объёма на результаты измерения индикатрисы рассеяния.

Неравномерность освещённости рабочего объёма обуславливается рядом факторов: неоднородностью поверхностной

яркости источника В, конечной выходной апертурой осветительной системы α_1 , наличием aberrаций δ .

Неравномерность яркости источника примем постоянной по всей поверхности тела накала и равной средней B_{cp} . Таким образом, в поперечном сечении пучка лучей подсветки освещённость постоянна и равна:

$$E = \frac{F_0}{S} = \frac{\tau \cdot B_{cp} \cdot W_{вх} \cdot S_{исп}}{S}$$

где τ – пропускание осветительной системы; $W_{вх}$ – входная апертура осветительной системы; $S_{исп}$ – площадь поперечного сечения пучка лучей подсветки; F_0 – поток лучистой энергии; E – освещённость.

Поскольку $F_0 = \text{const}$, то освещённость E определяется только величиной площади S .

Считалось, что апертурная диафрагма осветительной системы имеет отверстие в форме квадрата, тело накала источника также имеет форму квадрата.

Тогда площадь поперечного сечения $S(z)$ имеет вид:

$$S(z) = 4 \left[\sqrt{z^2 \cdot \text{tg}^2 \cdot \frac{\lambda_1}{2} + \delta^2} + y_0 \right]^2$$

где z – ось, вдоль которой направлена ось пучка лучей подсветки, y_0 – половина стороны идеального изображения тела накала источника, δ – поперечная aberrация.

В работе показано, что для полидисперсных аэрозолей [2], неравномерность освещённости рабочего объёма никакого значения не имеет. В случае, когда индикатрисометр предназначен для отдельных частиц [3], неравномерность освещённости объёма существенно влияет на результаты измерений. Получено, что входная апертура приёмной системы и выходная апертура осветительной системы не должны превышать 6° .

Литература

1. Гусева А.А., Кесель Л.Г., Овсянников Я.В., Филиппов В.Л. Особенности расчёта спектральной прозрачности атмосферы в условиях широкой вариативности исходных данных. // Вестник КГТУ им А.Н. Туполева 2013, № 4.

2. Могилюк И.А., Кесель Л.Г., Толстая Н.В. Методика определения индикатрисы рассеяния аэрозольных сред на полидисперсной совокупности аэрозолей. // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016, № 4.

3. Могилюк И.А., Кесель Л.Г., Толстая Н.В. Методика определения индикатрисы рассеяния аэрозольных сред на отдельные частицы. // КГТУ им. А.Н. Туполева 2016, № 4.

INFLUENCE OF UNEVEN LIGHTNING OF INDICATOR'S WORKING VOLUME

Andreev Y.

Supervisor: Ludmila Kesel, Ph.D., associate professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

The paper deals with the influence of uneven illumination of the volume of the working substance on the measurement results of the scattering indicatrix for polydisperse aerosols and individual particles.

УДК 621.383

СТАБИЛИЗАЦИЯ СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЫ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ЛАЗЕРА. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Андрющенко Т.А., Ильин А.Г., Ильин Г.И.

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

Аннотация

Целью данной работы является обоснование необходимости разработки системы стабилизации средней частоты частотно-модулированного гелий-неонового лазера на длине волны 3,39 мкм. Приводятся сведения о системах, в которых применяется частотная модуляция лазера, стабилизированного по средней частоте.

В ряде важных приложений используются лазеры с

модуляцией выходного сигнала по частоте по определенному закону (чаще всего используются гармонический или пилообразный законы модуляции).

Необходимость решения указанной задачи возникает при создании лидарных систем с частотно-модулированным сигналом. Наиболее эффективное решение этой задачи предложено в работах [1]. В этих работах для формирования частотно-модулированных сигналов используется преобразования сигналов с использованием метода Ильина – Морозова. При использовании метода Ильина-Морозова средняя частота спектра соответствует частоте задающего лазера.

Проблемы стабилизации средней частоты возникают в том случае, когда частотная модуляция осуществляется изменением частоты задающего лазера [2]. В этом случае довольствуются той стабильностью, которая получается без применения систем стабилизации (в виду сложности последних).

Решение задачи стабилизации средней частоты является актуальной. При этом средняя частота частотно-модулированного лазера должна быть привязана к частоте высокостабильного опорного. Необходимость такого подхода связана с тем, что в ряде случаев при стабилизации частоты лазеров используется частотная модуляция, например, в гелий-неоновых лазерах при стабилизации по метановой ячейке [3]. Если использовать такой лазер для стабилизации другого лазера, то лазер необходимо привязывать к средней частоте стабилизированного лазера.

Второй вариант возможен при создании спектрометров со сканированием по частоте. В этом случае для привязки шкалы прибора по частоте необходимо стабилизировать значение средней частоты относительно частоты опорного лазера.

Указанные вопросы недостаточно полно отражены в литературе. Нет полной уверенности, что такой режим работы может быть реализован на практике и какие точности по привязке средней частоты стабилизированного лазера могут быть получены. Поэтому в данной работепоставлена задача экспериментального подтверждения возможности стабилизация средней частоты по опорному лазеру.

Литература

1. Ильин Г.И., Морозов О.Г. // А.с. № 1338647 (СССР).
2. Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е. // Оптика атмосферы и океана. – 1997. - Т. 10, №2.
3. Андриющенко Т.А., Ильин А.Г., Ильин Г.И. // Материалы МНТК «ПРЭФЖС-2016», с.10-13.

STABILIZATION OF TUNING LASER AVERAGE FREQUENCY. FORMULATION OF THE PROBLEM

T.A. Andryushchenko, A.G.II'in, G.I.II'in

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

Abstract

The purpose of this paper is to substantiate the need to develop a system for stabilizing the average frequency of a frequency-modulated helium-neon laser at a wavelength of 3.39 μm . Information is given on systems in which the frequency modulation of a laser stabilized at an average frequency is used.

УДК 621.383

СТАБИЛИЗАЦИЯ СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЫ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ЛАЗЕРА. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Андриющенко Т.А., Ильин А.Г., Ильин Г.И.

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

Аннотация

Целью данной работы является описание экспериментальной установки для исследования свойств системы стабилизации средней частоты частотно-модулированного гелий-неонового лазера на длине волны 3,39 мкм. Приводятся сведения о результатах исследований.

Для проверки свойств системы стабилизации средней частоты частотно-модулированного гелий-неонового лазера создана экспериментальная установка, в состав которой вошли два гелий-неоновых лазера, работающих на длине волны 3,39 мкм. В одном из них глухое зеркало было установлено на пьезоэлектрическом преобразователе. Это позволило изменять рабочую длину волны лазера.

В состав экспериментальной установки включена система автоматического изменения частоты лазера на базе генератора гармонического сигнала с частотой 1 МГц и пилообразного генератора медленного изменения частоты лазера в широком диапазоне частот. Для реализации указанного режима работы в состав автоматической системы управления был введен цифровой генератор пилообразного напряжения, состоящий из генератора тактовых импульсов, 12 разрядного счетчика импульсов, выходные сигналы которого подаются на цифроаналоговый преобразователь. Выходной аналоговый сигнал подается на амплитудный усилитель. Максимальный сигнал, подаваемый на пьезоэлектрический преобразователь, равен 250 вольтам. Указанный генератор пилообразного напряжения может работать в режиме поиска. В этом случае на счетчик подаются импульсы на его счетный вход. На выходе цифроаналогового преобразователя формируется растущее пилообразное напряжение, обеспечивающее линейное изменение частоты сканирующего лазера. Величина напряжения на пьезокерамике контролируется по стрелочному индикатору.

Для проверки насколько средняя частота лазера близка к частоте опорного лазера был проведен следующий эксперимент. В этом эксперименте выходной сигнал с выхода оптического приемника подавался на осциллограф с открытым входом, позволяющий регистрировать сигналы с нулевыми частотами. В рабочем режиме на экране осциллографа наблюдались импульсы сигналы биений. В установившемся режиме стабилизации частоты на экране осциллографа наблюдались устойчивые импульсы биений. Затем выключался генератор модулирующего сигнала, тем самым устранялась частотная модуляция стабилизируемого лазера. В результате на экране осциллографа мы могли наблюдать биения двух немодулированных лазеров. В течении 20 -30 секунд наблюдались

нулевые биения, т.е., в течение этого времени отсутствовали какие-либо изменения сигнала на выходе оптического приемника. После указанного времени появлялся сигнал, указывающий на наличие расстройки по частоте. Сигнал на выходе имел хаотический характер с быстрым увеличением частоты биений. Напряжение на пьезокерамике в это период оставалось неизменным. При включении модулирующего генератора система переходила в режим поиска и стабилизации средней частоты относительно частоты опорного лазера.

STABILIZATION OF TUNING LASER AVERAGE FREQUENCY. DECISION OF THE PROBLEM

T.A. Andryushchenko, A.G.II'in, G.I.II'in

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

Abstract

The purpose of this paper is to describe the experimental setup for studying the properties of the system for stabilizing the average frequency of a frequency-modulated helium-neon laser at a wavelength of 3.39 μm . Information about the results of the research is given.

УДК 621.383

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ИЗНОСА ПОВЕРХНОСТИ

Артёмьев В.И., Кузнецов А.А.

Научный руководитель: О.Г. Морозов, д.т.н., профессор.
*(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)*

Аннотация

Доклад посвящен системе контроля износа поверхности изделия. Приведены результаты численного моделирования.

Существует множество устройств, в которых регулярный осмотр не представляется возможным из-за ряда факторов. Таким образом, существует необходимость в системе контроля уровня износа изделия. Мы предлагаем новый способ контроля величины износа изделия. В результате проведенных исследований был получен патент [1], в котором в качестве датчика используется волоконная решетка Брэгга.

Существующие методы контроля износа имеют ряд существенных недостатков. К недостаткам можно отнести сложность конструкции, неточные измерения, возможность только порогового контроля. Датчик на основе волоконной решетки Брэгга позволяет избавиться от указанных недостатков, а главным преимуществом является возможность контроля нескольких параметров одновременно, например, износ и температура.

Профиль спектра отражения ВБР можно определить как [2]:

$$R_{FBG}(\lambda, L) = \frac{\sinh^2 \left[kL \sqrt{1 - \left(\delta/k \right)^2} \right]}{\cosh^2 \left[kL \sqrt{1 - \left(\delta/k \right)^2} \right] - \left(\delta/k \right)^2},$$

При выполнении моделирования период решетки был выбран таким образом, чтобы длина волны соответствовала 1500 нм. Начальная длина решетки составляет $L=5$ мм. В ходе моделирования проводилось построение профиля спектра отражения ВБР при различных ее длинах.

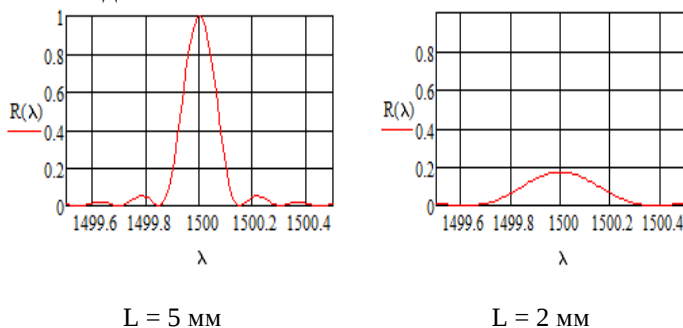


Рис. 1. Профиль спектра отражения при различной длине решетки Брэгга.

Из приведенных результатов моделирования можно сделать вывод, что с уменьшением длины ВРБ увеличивается ширина профиля спектра отражения ВРБ и уменьшается величина коэффициента отражения ВРБ.

Литература

1. Патент. 2557577 Российская Федерация. Устройство для измерения величины износа и температуры изделия при трении / Морозов О.Г., Нуреев И.И., Кузнецов А.А. и др. заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (RU). - № 2014126786/28; заявл. 01.07.2014; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21.

2. K. Srimannarayana et al. Fiber Bragg grating and long period grating sensor for simultaneous measurements and discrimination of strain and temperature effects // Optica Applicata, 2008, Vol. XXXVIII, № 3. P. 601-609.

FIBER OPTIC SENSOR WEAR SURFACE

Vadim Artemiev, Artem Kuznetsov

Supervisor: Oleg Morozov, Doctor of Sciences, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

The report is devoted to the system for monitoring the wear of the surface of the product. The results of numerical simulation are presented.

УДК 621.383

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ТЕРМОМЕТР

Артемьев В.И., Кузнецов А.А.

Научный руководитель: О.Г. Морозов, д.т.н., профессор
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А. Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В докладе представлен краткий обзор волоконно-оптических термометров, рассмотрены их достоинства и недостатки, а также предложена собственная схема волоконно-оптического термометра.

Существует большое количество областей, где осуществление контроля температуры недопустимо стандартными электронными средствами. Это области с сильными электромагнитными помехами, зоны повышенной взрыво-пожароопасности.

Существует волоконно-оптический термометр, включающий в себя волоконно-оптический датчик с расположенным на его конце термочувствительным элементом из арсенида галлия[1]. Недостатком является сложная технология изготовления датчика.

Известен волоконно-оптический термометр, включающий в себя волоконно-оптический датчикс записанной вблизи торца волоконного световода волоконной решеткой Брэгга [2]. Недостатком является низкая чувствительность, кроме того, присутствует лишь косвенная адресность по условному положению оптического переключателя.

Мы в качестве датчика, предлагаем использовать конструкцию выполненную таким образом, что перед записанной вблизи торца волоконного световода ВРБ, записана вторая ВРБ с двумя фазовыми сдвигами $\Delta\lambda$, причем $\Delta\lambda_i \neq \Delta\lambda_j$, где i и j – номера оптических датчиков, а вместо оптического переключателя появляется возможность поставить оптический разветвитель, что позволит проводить опрос датчиков с неограниченной скоростью. На рис. 1 представлена схема волоконно-оптического термометра, на рис. 2а изображен профиль пропускания решетки Брэгга с двумя фазовыми сдвигами, на рис. 2б показана конструкция волоконно-оптического датчика.



Рис. 1. Схема волоконно-оптического термометра.

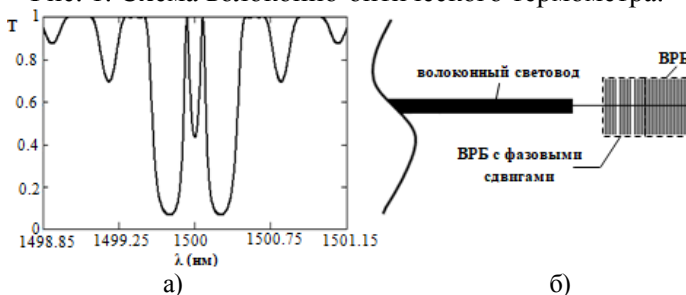


Рис. 2. а) Профиль пропускания решетки Брэгга с двумя фазовыми сдвигами, б) Конструкция волоконно-оптического датчика.

Такая конструкция датчика позволяет сформировать двухчастотное излучение света, вследствие чего повышается чувствительность измерений, за счет обработки сигнала на частоте биений компонент двухчастотного сигнала, равной разностной частоте между ними, что существенно сужает полосу пропускания приемной части устройства (с единиц ГГц до единиц МГц) и соответственно повышает отношение сигнал/шум измерений, а дополнительным преимуществом является то, что устранение из схемы волоконно-оптического переключателя, при котором была возможна лишь косвенная адресность, позволяет проводить опрос волоконно-оптических датчиков с неограниченной скоростью.

Литература

1. Patent. US20060251147A1 United States G01K1/14 Transformer temperature monitoring and control / Todd-Michael Balan Current

Assignee Qualitrol Co LLC, Priority date: 2005-05-06.

2. Патент. 2491523 Российская Федерация, МПК G01K 11/32. Способ измерения параметров физических полей / П.Е. Денисенко, Е.П. Денисенко, А.А. Кузнецов, О.Г. Морозов, И.И. Нуреев, Л.М. Фасхутдинов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (RU). - № 2015126618/28; заявл. 02.07.2015; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 12.

FIBEROPTICTHERMOMETER

Vadim Artemiev, Artem Kuznetsov

Supervisor: Oleg Morozov, Doctor of Sciences, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

The report presents a brief overview of fiber-optic thermometers, discusses their advantages and disadvantages, and also offered its own scheme of a fiber-optic thermometer.

УДК 535.3

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ МАКРОСТРУКТУР, ЗАПИСАННЫХ В СТРУКТУРЕ КВАРЦЕВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН, В ПО ZEMAX

А. Ю. Барашкин

Научный руководитель: доцент А.В. Бурдин
(ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»
Самара)

Аннотация

В данной работе представлено исследование возможности моделирования прецизионных макродефектов в программной оболочке Zemax.

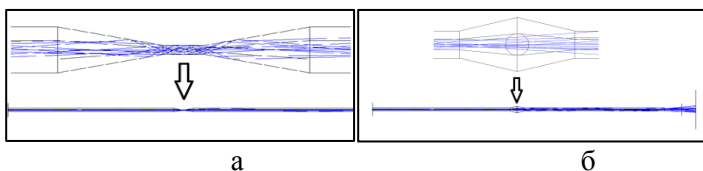


Рис 1. Пример моделей макродефектов типа: а) «Перетяжка» и б) «Бочка».

В работе представлены предварительные результаты пилотного моделирования, выполненного в программной среде ZEMAX, ММ ОВ 50/125 с нанесенным одиночным прецизионным макроструктурным дефектом типа «бочка» и «перетяжка»[1].

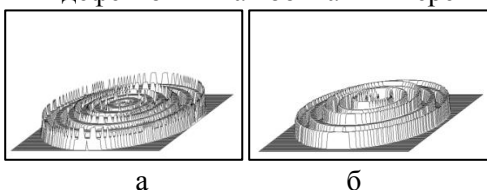


Рис 2. Пример полученных показанийраспределения интенсивности на выходе ОВ: а) с «Перетяжкой»; б)с «Бочкой».

Полученными результатами было снятие показаний распределения интенсивности оптического излучения, относительно поперечного разреза на выходе ОВ. На расстояние порядка 103 мм от центра дефекта [2].

Литература

1. Устимчик В. Е., Керттула Ю., Никитов С. А., Уланов А. Е., Филиппов В. Н., Чаморовский Ю. К. Экспериментальное исследование модового состава выходного излучения в оптическом конусном волокне // Нелинейный мир. — 2013. — Т. 11. — № 2. — С. 121 – 123
2. Севрук Н.Л., Андрюхин О.А., Казаков В.С., Максимов М.А., Разинков И.А., Джумаканов Х.Б., Евтушенко А.С. Разработка и апробация методики оценивания геометрических параметров прецизионных макроструктурных дефектов, нанесенных на оптические волокна с помощью полевого сварочного аппарата //

Материалы XIV Международной научной конференции «Оптические технологии в телекоммуникациях» ОТТ-2016. 22-24 ноября 2016 г. С. 173-174

COMPUTER SIMULATION OF PRECISION MACRO STRUCTURES RECORDED IN THE STRUCTURE OF QUARTZ OPTICAL FIBERS, BY ZEMAX

A.Y. Barashkin

Supervisor: prof. A.V. Bourdine

(Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara)

Abstract

In this paper we present a study of the feasibility of modeling precision macrodefects in the software Zemax.

УДК 621.383

РЕЗОНАНСНЫЙ СВЧ-МЕТОД МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

**Гаврилов П.В., Тяжелова А.А., Морозов Г.А.,
Морозов О.Г., Сарварова Л.М.**

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

Аннотация

В работе предложен метод определения и контроля, составляющих комплексной диэлектрической проницаемости в технологическом процессе обработки термореактивных полимеров, на базе двухчастотного метода измерений резонансных характеристик датчика, аналогичного методам мониторинга волоконно-оптических избирательных структур.

В ходе технологического процесса отверждения

термореактивных полимеров (ТРП), заключающегося в целенаправленном изменении их структурных и прочностных свойств, происходит сопряженное с ними изменение комплексной диэлектрической проницаемости (КДП) ТРП. Таким образом, измерение и контроль изменения КДП ТРП могут быть использованы для мониторинга параметров технологического процесса и оценки качества получаемых изделий.

Известные методы для измерения КДП основаны на оценках изменений резонансной частоты, амплитуды и добротности резонансного датчика до и после его заполнения ТРП. Классические схемы рефлектометрических измерений или измерений на прохождение основаны либо на применении векторного анализатора, либо генератора перестраиваемой частоты и пик-детектора с использованием соответствующего математического аппарата. Использование планарных и объемных резонансных СВЧ-датчиков в ходе отверждения ТРП предполагает для измерения в диапазоне 1-3 ГГц следующие величины: сдвиг центральной частоты резонансного контура Лоренца с шириной полосы пропускания на полувысоте 10-100 МГц, изменение добротности 10-200 и резонансной амплитуды 10-30 дБ.

Общим недостатком указанных методов, назовем их гомодинными или одночастотными, является относительно низкая чувствительность и отношение сигнал/шум измерений, обусловленные необходимостью их проведения в широкой полосе частот, наличием частотной зависимости интенсивности шумов детектора, особенно в низкочастотной области, флуктуаций мощности генератора и других помех низкочастотной природы, возникающих, например, в линиях, подводящих зондирующий сигнал от генератора к датчику и отводящих его от датчика к детектору.

Для устранения указанных недостатков нами предложено использование гетеродинного или двухчастотного метода измерений резонансных характеристик датчика, аналогичного методам мониторинга волоконно-оптических избирательных структур и настройки контура в резонанс при одностороннем подходе. Данный метод характеризуется применением в качестве зондирующего двухчастотного сигнала, полученного из излучения частотой 1-3 ГГц

путем амплитудно-фазового преобразования Ильяина-Морозова.

RESONANCE MICROWAVE METHOD FOR MONITORING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF POLYMERS CURING. FORMULATION OF THE PROBLEM

***P.V. Gavrilov, A.A. Tyazhelova, G.A. Morozov,
O.G. Morozov, L.M. Sarvarova***

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

Abstract

A method for determining and controlling the complex dielectric permeability in the process of thermosetting polymers curing based on a two-frequency method for measuring the resonant characteristics of a sensor is proposed. This method is analogous to the methods for monitoring fiber-optic selective structures.

УДК 621.383

РЕЗОНАНСНЫЙ СВЧ-МЕТОД МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОТВЕРЖДЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ I

***Гаврилов П.В., Тяжелова А.А., Морозов Г.А.,
Морозов О.Г., Сарварова Л.М.***

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

Аннотация

Анализ измерительной информации при зондировании СВЧ-датчика двухчастотным излучением, содержится в амплитуде и фазе огибающей биений компонент зондирующего сигнала, осуществляется на промежуточной частоте (десятки МГц), что позволяет избежать влияния на измерения как полосных высокочастотных шумов, так и флуктуации низкочастотной природы. Рассмотрению основ данного метода посвящен

настоящий доклад.

Как правило, резонансные характеристики датчика (калибровка) и КДП ТРП (паспортные данные) на начальной стадии априори известны. Нами показано, что при использовании метода двухчастотного зондирования максимальная чувствительность измерений достигается при настройке его средней частоты на резонансную частоту датчика, при этом значение расстройки между двумя составляющими должно быть близко к ширине его полосы пропускания на полувысоте. Двухчастотное излучение с составляющими и зондирует резонансный контур датчика, при этом частота соответствует настройке контура в резонанс, а расстройка – половине его ширины полосы пропускания на полувысоте для начальной стадии отверждения. Двухчастотное излучение, отраженное от датчика, принимается детектором огибающей. Анализ показывает, что из электрического выходного сигнала детектора можно получить образ передаточной функции резонансного датчика на частоте биений двух компонент зондирующего сигнала, характер которого будет определяться изменением их амплитуд и фаз.

При этом в момент достижения средней частоты зондирующего сигнала резонансной частоты датчика амплитуды и модули фаз обеих компонент равны, коэффициент модуляции огибающей выходного рефлектометрического сигнала максимален и равен 1, а сама огибающая рефлектометрического сигнала по фазе совпадает с огибающей зондирующего сигнала на входе.

При этом процесс измерений заключается в контроле как минимум двух точек при попадании обеих составляющих в спектральную область контура отражения. По первой точке оценивается предполагаемое положение резонансной частоты контура, а по соответствующему ей знаку разности фаз определяется направление и производится перестройка исходной частоты генерации до настройки в резонанс (вторая точка).

Точность настройки определяется по результатам измерений во второй точке, после чего данные фиксируются. На следующем шаге, определяемом дискретностью измерений – определяется направление частотного смещения центральной частоты контура, и

повторяется указанная выше процедура для определения смещения резонансной частоты на следующей стадии отверждения и вычисления соответствующей ей диэлектрической постоянной ТРП.

RESONANCE MICROWAVE METHOD FOR MONITORING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF POLYMERS CURING. DECISION OF THE PROBLEM I

***P.V. Gavrilov, A.A. Tyazhelova, G.A. Morozov,
O.G. Morozov, L.M. Sarvarova***

Supervisor: Oleg Morozov, Doctor of Sciences, professor
(Kazan National Research Technical University named after A.N.
Tupolev - KAI)

Abstract

The analysis of the measurement information, when the microwave sensor is probed by two-frequency radiation, is contained in the amplitude and phase of the beating envelope of the probing components and performed at an intermediate frequency, which avoids the influence on measurements of both high and low frequency band noise.

УДК 531.7

СИСТЕМА ОПОЗНАВАНИЯ НА ОСНОВЕ МАЛОМОДОВОГО ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ

Гуцин И.А., Кузнецов А.А., Морозов О.Г.

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

В настоящее время крайне актуальными являются вопросы идентификации и верификации в канале связи. В частности, это актуально и для военных отраслей. Основным вопросом безопасности является защищенность канала связи, а также скорость и надежность. В данной работе будет предложено устройство опознавания на основе маломодового оптического канала связи и рассмотрены его преимущества и недостатки. В основе системы

верификации заложена матрица из оптических фазовращателей для когерентного пучка, которая формирует параллельный поток одномодовых оптических сигналов с фиксированной фазой на передающем устройстве и матрица из интерферометров, чувствительных к фазе на приемном устройстве. При совпадении ключевых матриц по фазам в каждой ячейке интерференционная картина на выходе интерферометра должна дать однородно засвеченную область (матрицу), которая визуальным образом будет сигнализировать о совпадении ключей источника и приемника.

Более подробно полученные результаты будут рассмотрены в ходе доклада.

Литература

1. YinyanWeng, XueguangQiao, TuanGuo, Member, IEEE, ManliHu, ZhongyaoFeng, RuohuiWang”

2. Jing Zhang, «A Robust and Compact Fiber Bragg Grating»

3. Любопытов Владимир Сергеевич, Тлявлин Анвар Зуфарович, Султанов Альберт Ханович, Багманов Валерий Хусаинович, Хонина Светлана Николаевна, Карпеев Сергей Владимирович, Казанский Николай Львович. Математическая Модель Полностью Оптической Системы Детектирования Параметров Распространения Мод В Оптическом Волокне При Маломодовом Режиме Для Адаптивной Компенсации Смещения Мод // Компьютерная Оптика. 2013. Т. 37. № 3. С. 352-359.

IDENTIFICATION SYSTEM BASED ON A SMALL-MODE OPTICAL COMMUNICATION CHANNEL

Gushchin I.A., Kuznetsov A.A., Morozov O.G.

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

УДК 681.7.068, 535.3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МАЛОМОДОВЫХ РЕЖИМОВ МНОГОМОДОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С НАНЕСЕННЫМИ ПРЕЦИЗИОННЫМИ МИКРО- И МАКРОСТРУКТУРНЫМИ ДЕФЕКТАМИ

**Евтушенко А.С., Соколов Е.Д., Казаков В.С., Барашкин А.Ю.,
Моргунов А.В., Бурдин А.В., Василец А.А.**

Научный руководитель: А.В. Бурдин, д.т.н. проф.; В.А. Андреев,
д.т.н. проф.; О.Г. Морозов, д.т.н. проф.
(ФГБОУ ВО ПГУТИ, Самара)

Аннотация

В работе представлены результаты исследований маломодовых режимов функционирования многомодовых волоконных световодов с нанесенными каскадами прецизионных микро- и макроструктурных дефектов.

После разработки методики формирования одиночных макродефектов изложенной в ранее опубликованной работе [1] логическим продолжением стала задача создания практических рекомендаций по формированию последовательно записанных прецизионных как микро- (волоконных решёток Брегга), так и макродефектов («Tapers» - «перетяжки» в рус. лит. и «UpTapers» - «бочки») и исследование влияния получаемых в результате применения данной методики каскадов на свойства передаваемого по ОВ сигнала.

После проведения серии экспериментов с записью каскадов макродефектов, было выявлено, что начинать формировать дефект типа «бочка» необходимо на расстоянии 750-850 мкм от уже имеющего элемента каскада, в то время как дефект типа «перетяжка» можно формировать на расстоянии порядка 300-400 мкм от соседнего макродефекта и на расстоянии 650-750 мкм от микродефекта, если речь идёт о ВРБ.

Следующим этапом исследований стал анализ вносимых в передаваемых сигнал изменений. Анализ полученных результатов показал, что 3х-элементные каскады вносят не более 10 дБ.

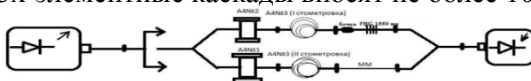


Рис. 1. Квази-интерферометрическая схема регистрации внешних механических воздействий с включение ВРБ и дефекта типа «бочка».

Также был проведён ряд экспериментов с квази-

интерферометрической схемой (Рис.1), включающей связку «ВРБ + макро-дефект», заключающийся в анализе спектральных и амплитудных откликов сигналов, проходящих через ММ ОВ. Поученные результаты экспериментальных исследований показали, что применение макродефектов повышает чувствительность схемы как средства регистрации внешних механических воздействий не менее, чем в 1.5 раза, нежели использование аналогичной схемы без включения дефектов.

Литература

1. Андреев В.А. и др. Разработка методики формирования прецизионных макродефектов в структуре кварцевых волоконных световодов // Инфокоммуникационные технологии. – 2017. – № 1. – С. 18–29.

RESULTS OF THE RESEARCH LOW-MODE MULTIMODE OPTICAL FIBER WITH INTEGRATION PRECISIONED MICRO- AND MACRO-STRUCTURAL DEFECTS

*Evtushenko A.S., Sokolov E.D., Kazakov V.S.,
Barashkin A.Yu., Morgunkov A.V., Bourdine A.V*

Supervisor: A.V. Bourdine d.t.s., prof.; V.A. Andreev d.t.s., prof.;
O.G. Morozov d.t.s., prof.
(FSBEI HE PSUTI, Samara)

Abstract

This work presents the results of researches of few-mode optical signal transmission in multimode optical fibers with inflicted cascades of precision micro- and macrodefects.

УДК 681.7

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК МАГНИТНОГО ПОЛЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

*Емельянычев В.В., Фасхутдинов Л.М., Кузнецов А.А.,
Артемов В.И., Фархутдинов Р.В., Иванов А.А.*

Научный руководитель: Нуреев И.И., д.т.н., доцент

Аннотация

В данной работе рассматриваются принципы построения поляризметрических систем измерения магнитных параметров сред. Приводится схема частотно-амплитудного устройства преобразования поляризации.

Существует множество работ, посвященных системам измерения, основанным на принципах магнитооптического преобразования. В качестве чувствительного элемента в таких датчиках используются: волоконные катушки; легированные редкоземельными металлами волокна; ферромагнитные материалы; магнитооптические ячейки Фарадея (например, кристаллы иттрий железного граната, легированного висмутом); перспективным направлением является применение магнитооптических модуляторов на графеновых структурах.

Изменение выходной поляризации в зависимости от длины волны излучения можно преобразовать в изменение амплитуды с помощью линейного оптического поляризатора. Такой метод измерения поляризации получил название метода фиксированного анализатора.

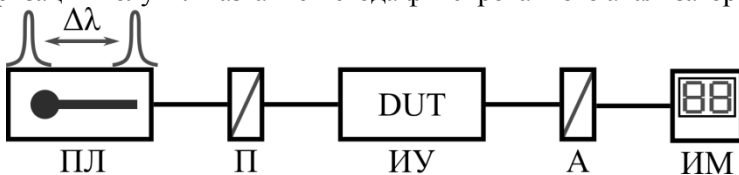


Рис. 1 — Схема измерения поляризации по методу фиксированного анализатора.

Для коротких длин одномодового волокна или волокон с большим встроенным двулучепреломлением Hi-Bi выходная амплитуда будет периодически изменяться по гармоническому закону с изменением длины волны исходного сигнала. Один период соответствует изменению разности фаз между двумя поляризационными составляющими на 2π . Запишем:

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= 2 \cdot N \cdot \pi; \\ \Delta\omega &= c \cdot 2\pi \cdot \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right),\end{aligned}\tag{1}$$

Принцип работы частотных методов измерения оптической поляризации основан на зависимости состояния выходной поляризации от частоты источника излучения.

Дифференциальная групповая задержка при этом может быть вычислена как производная разности фаз по частоте:

$$\Delta\tau = \left| \frac{d\delta}{d\omega} \right|. \quad (2)$$

В данном случае $d\delta$ представляет собой разность фаз между ортогональными поляризациями вызванную изменением входной частоты. Частотные методы измерения оптической поляризации широко используются в поляриметрии. В схеме используется перестраиваемый источник непрерывного линейно-поляризованного излучения.

Для более точной оценки применяется множество разнообразных техник: вводится сканирование по длине волны источника излучения; поляризационное сканирование изменением угла контроллера поляризации; сканирование изменением радиочастоты и, как следствие, разности боковых составляющих; сканирование смещением фазы модулирующего сигнала.

Литература

1. Фасхутдинов Л.М. Волоконно-оптический датчик тока на основе эффекта Фарадея / Л.М. Фасхутдинов, И.И. Нуреев, А.А. Кузнецов // Материалы Международных научно-технических конференций ПТиТТ-2014 и ОТТ-2014. 2014. С. 149-151.

2. Сарварова Л.М. Волоконно-оптические сенсоры для мониторинга трансформаторов / Л.М. Сарварова, В.А. Куликов, В.Ю. Колесников [и др.] // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике. 2014. С. 232-233.

POLARIMETRICMAGNETICFIELDSENSOR. OVERVIEW

V.V. Emel'yanichev, L.M. Faskhutdinov, A.A. Kuznetsov,

V.I. Artem'ev, R.V. Farkhutdinov, IvanovA.A.

Supervisor: Ilnur I. Nureev, Ph.D., Ass. Prof.

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

Abstract

In this paper, we discuss the principles of constructing polarimetric systems for measuring the magnetic parameters of media. A scheme of a frequency-amplitude device for the transformation of polarization is given.

УДК 681.7.068.3:536.02

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ КРИВИЗНЫ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН В КАБЕЛЯХ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

*Казаков В.С., Минаева А.Ю., Кармолин А.С.,
Соколов Е.Д., Евтушенко Е.С., Хомченко А.С.*

Научный руководитель: А.В. Бурдин, д.т.н, доцент,
В.А. Бурдин, д.т.н. профессор.

*(ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», Самара)*

Аннотация

В работе представлены условия испытаний строительной длины кабеля, методы измерений и алгоритмы расчета распределения избыточной длины оптического волокна.

На сегодняшний день, для ряда практических приложений стоит задача оценивания избыточной длины оптического волокна (ОВ) на строительной длине кабеля модульной конструкции. При этом, оценки избыточной длины рассматривают как комплексный параметр, по которому можно судить о качестве изготовления кабеля модульной конструкции в целом [1]. Допуски на избыточную длину волокна в модуле закладывают при разработке конструкции оптического кабеля и стремятся их выдерживать при его изготовлении. Как правило, они составляют от 0,05% до 0,2% для разных конструкций и изготовителей оптических кабелей модульной конструкции.

Данная работа посвящена экспериментальным исследованиям распределений избыточной длины оптического волокна на

строительной длине кабеля. Целью работы является анализ статистических закономерностей распределений оценок избыточной длины ОВ на строительных длинах кабеля. Это позволит в дальнейшем повысить качество изготовления изделий и, тем самым, продлить его срок службы. На данном этапе работы в среде MATLAB выполнена обработка рефлектограмм, измеренных в процессе климатических испытаний строительных длин кабеля. При этом, для расчета распределений оценок избыточной длины по данным измерений воспользовались известным методом [2].

В работе описываются условия испытаний строительной длины кабеля в климатической камере, методы измерений и алгоритмы расчета распределения избыточной длины оптического волокна по данным, полученным в процессе испытаний. Приводятся полученные оценки среднего и среднеквадратического отклонения, показателя Херста. Представлены результаты проверки гипотез о законе распределения, результаты вычислений автокорреляционных функций[3].

Литература

1. Волоконно-оптические линии связи / И.И. Гроднев. - М.: Радио и связь, 1990. - 224 с
2. Ларин Ю. Т. Оптические кабели: методы расчета конструкций. Материалы. Надежность и стойкость к ионизирующему излучению. — М.: Престиж, 2006. — 304 с.
3. Начала программирования в среде MatLAB: Учебное пособие. - К.: НТУУ "КПИ", 2003. - 424 с

STATISTICAL CHARACTERISTICS OF CURVATURE DISTRIBUTIONS OF OPTICAL FIBERS IN LOOSE-TUBE OPTICAL CABLES

***Kazakov V.S., Minaeva A.Ju., Karmolin A.S.,
Sokolov E.D., Evtysenko A.S., Khomchenko A.S.***

Supervisor: A.V. Bourdine d.t.s., docent, V.A. Bourdin d.t.s., professor.
(*"Povolzhskiy State University of Telecommunications
and Informatics"*, Samara)

Abstract

The paper describes the test conditions, measurement methods and algorithms for calculating the distribution of the excess fiber length of the optical fiber.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

***Казаров В.Ю., Сахабутдинов А.Ж., Мисбахов Р.Ш.,
Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.***

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

Аннотация

Представлена малосенсорная система на основе адресных волоконных брэгговских решеток (АВБР) для обеспечения мониторинга литий-ионных аккумуляторных батарей (ЛИАБ). Система может быть использована для индикации температуры, состояния твердого электролита и геометрических размеров ЛИАБ.

Литий-фосфат железа (LFP) является наиболее эффективным положительным электродом (катодом) для использования в АБ электромобилей. Кроме того, ЛИАБ на LFP по своей природе более безопасны, из-за меньшей вероятности термического выбега в силу лучшей тепловой эффективности. Несмотря на свою низкую токоотдачу, чем более распространенный оксид лития марганца (LMO) или литий-никелевый марганец-оксид кобальта (NMC), LFP, вероятно, догонит последние в скором времени.

Тем не менее, LFP сталкивается с некоторыми серьезными проблемами, которые препятствуют его повсеместному использованию. Батареи LFP показывают в основном плоский отклик для напряжения разомкнутой цепи как функции состояния заряда (SoC). Этот относительный плоский отклик напряжения при ~ 30-80% заряда вызывает проблему оценки его состояния с

использованием традиционных электрохимических методов. Еще одна важная проблема – рабочая температура батареи. Хотя повышенные температуры улучшают кинетику процесса интеркаляции лития, это отрицательно влияет на морфологию интерфейса твердого электролита (ТЭ) с его деградацией.

Низкие температуры приводят к металлизации лития на электродах из-за низкой скорости диффузии ионов. Таким образом, рабочая температура литиево-ионных батарей ограничена. Ускоренное старение наблюдается при неоптимальных рабочих температурах, что отрицательно сказывается на его состоянии (SoH).

Очень желательны дополнительные датчики для оценки SoC и SoH литиево-ионных батарей. Дополнительная информация о температуре батареи необходима для улучшения оценки SoH. Эта работа представляет собой подход к решению этих проблем путем внедрения многофункциональной АВРБ [1] для контроля температуры, деформации ТЭ и оценки его состояния [2].

Преимущества такой конструкции – отсутствие необходимости использования дорогостоящего спектрального интеррогатора, не приспособленного к работе в диапазоне температур от – 40 до 300 °С. Кроме того, организован оперативный контроль температуры ЛИАБ, направленный на предупреждение его возгорания.

Литература

1. Мисбахов Р.Ш. и др. // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL: ivdon.ru/archive/n3y2017/4343/.
2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

ADDRESSABLE FIBER BRAGG GRATINGS IN LITHIUM ION-BATTERY CONDITIONS MONITORING SYSTEMS

**V.Yu.Kazarov, A.Zh.Sakhabutdinov, Misbakhov R.Sh.,
A.A. Tyazhelova, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova**
*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan)*

Abstract

A few-sensor system based on addressable fiber-optic Bragg gratings (AFBG) is presented to provide monitoring of lithium-ion batteries (LIAB). The system can be used to indicate the temperature, the state of the solid electrolyte, and the geometric dimensions of the LIAB.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

***Казаров В.Ю., Сахабутдинов А.Ж., Мисбахов Р.Ш.,
Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.***

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

Аннотация

Представлена многосенсорная система на основе адресных волоконных брэгговских решеток (АВБР) для обеспечения мониторинга свинцово-кислотных аккумуляторных батарей (СКАБ). Система может быть использована для индикации температуры, состояния электролита и геометрических размеров банок или электродов СКАБ.

Существует множество электрических и электронных систем, для работы которых необходимы АБ. В области электрохимических аккумуляторов, наиболее широко используются СКАБ. Их приложения включают в себя различные области: автомобильные, накопление энергии от солнечных панелей, дистанционные телекоммуникационные системы, источники бесперебойного питания, промышленные электрические транспортные средства, подводные лодки и т.д. Для обеспечения надлежащего управления батареей необходимо знать состояние заряда (SoC) и состояние параметров надежности (SoH) батареи.

СКАБ использует диоксид свинца (PbO_2) в качестве активного материала положительного электрода и металлического

свинца (Pb), оченьпористой структуры, в качестве активного материала отрицательногоэлектрода. Электролит образован серной кислотой(H₂SO₄), разбавленной в воде (H₂O).

Во время зарядки аккумулятора серная кислота расположена в нижней части батареи, так как она имеет большую плотность, чем электролит. Кривая изменения плотности электролита нелинейный относительно SoC. В конце процесса заряда, особенно быстрого, в электролите возникает пузырение. Этавызывает гомогенизацию плотности в батарейном элементе. В процессе разряда, отношения между SoC иплотностью электролита линейны.

Центральные длины волн решеток АВБР1, АВБР2 и АВБР3 [1] при одинаковой температуре отличаются в силу вытравливания в АВБР2 оболочки волокна на определенную глубину и крепления АВБР3 к электроду. На уровне зондирования это выражается в необходимости использования источника зондирующего излучения с диапазоном, определяемым изменением температуры, как наибольшим [2]. Необходимо лишь решение уравнений раздельно для температуры и коэффициента преломления или растяжения электрода.

Преимущества такой конструкции – отсутствие необходимости использования дорогостоящего спектрального интеррогатора, не приспособленного к работе в диапазоне температур от – 60 до 300 °С, например, в автомобильных приложениях.

Литература

1. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL:ivdon.ru/archive/ n3y2017/4343/.
2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

ADDRESSABLE FIBER BRAGG GRATINGS IN LEAD-ACID BATTERY CONDITIONSMONITORING SYSTEMS

***V.Yu.Kazarov, A.Zh.Sakhabutdinov,Misbakhov R.Sh.,
A.A. Tyazhelova, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova
Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan)***

Abstract

A multi-sensor system based on addressable fiber-optic Bragg gratings (AFBG) is presented to monitor the lead-acid storage batteries (LASB). The system can be used to indicate the temperature, the refractive index of the electrolyte, and the geometric dimensions of the LASB jars.

УДК 681.7.068

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ СРАЩИВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО И КВАРЦЕВОГО МИКРОСТРУКТУРИРОВАННОГО ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН НА ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕДАЧИ

Кармолин А.С., Евтушенко А.С., Минаева А.Ю., Казаков В.С.

Научный руководитель: Бурдин А.В, д.т.н., профессор,
Дашков М.В., к.т.н., доцент
(ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», Самара)

Аннотация

В работе представлены результаты изменений параметров сращивания на длину перехода и затухание на стыке между традиционным кварцевым телекоммуникационным оптическим волокном (ОВ) ратифицированным рекомендацией ITU-T и микроструктурированным волоконным световодом (МСФ) гексагональной конфигурации и диаметром 215 мкм по оболочке.

Результаты пробного сращивания были представлены на II научном форуме «Телекоммуникации: теория и технологии» ТТТ-2017.

Реализация сварных соединений производилась с помощью комплекта полевого сварочного аппарата Ericsson FSU-975 по штатной программе №4 «ММ – ММ» для сращивания многомодовых ОВ, с дальнейшим изменением параметров таких параметров сварки как, «Ток сварки 2» и «Время сварки 2». Оценка параметров полученного сварного соединения фиксировалась с

помощью OTDRYOKOGAWAAQ7260.

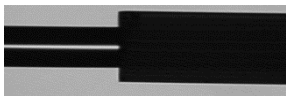


Рис. 1. Фотография зоны обжига сварного соединения ММ ОВ кат. OM2+ и MCF на при 9ма

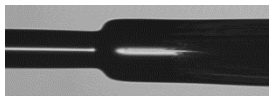


Рис. 2. Фотография зоны обжига сварного соединения ММ ОВ кат. OM2+ и MCF на при 12ма

В качестве примера на рис. 1 и рис.2 представлены фотографии реализации сварных соединений многомодового ОВ кат. OM2+ и MCF с разными значениями параметрами сращивания.

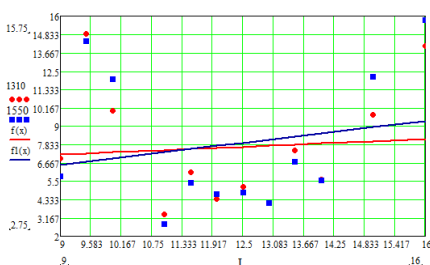


Рис.3 Диаграмма потерь на стыке ММ и MCF на двух длинах волн(1310нм и 1550нм)

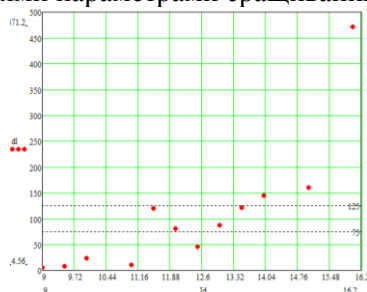


Рис.4 Диаграмма изменения длины стыка между ММ и MCF с указанием диапазоном оптимальных значений

Анализ полученных результатов демонстрирует обширную вариативность параметров сращивания для дальнейшего изучения вопроса минимизации потерь для выполнения сварного соединения ОВ традиционной конструкции и MCF описанной выше конфигурации.

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE CHOICE OF PARAMETERS IN SPLICING OF TELECOMMUNICATION AND MICROSTRUCTURE OPTICAL FIBER FOR TRANSMISSION PARAMETERS

Karmolin A.S., Evtushenko A.S., Minaeva A.Yu., Kazakov V.S.

Supervisor: Bourdine A.V., d.t.s.,prof.,

Dashkov M.V., c.t.s., docent
(“Povolzhskiy State University of Telecommunications
and Informatics”, Samara)

Abstract

We present results of changes in the parameters of the splicing on the length of the transition and attenuation of conventional silica telecommunication optical fibers and microstructured optical fiber with cladding diameter 215 μm and hexagonal geometry.

УДК 681.7.068

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АПРОБАЦИИ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОЛИНЗЫ НА ТОРЦЕ МНОГОМОДОВОГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

*Карпцов И.А., Евтушенко А.С., Карташов М.Ю.,
Казаков В.С., Егоров В.В., Агабалян Ш.В.*

Научный руководитель: А.В. Бурдин, д.т.н, доцент
(ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», Самара)

Аннотация

В работе представлены результаты экспериментальной апробации методики формирования прецизионной микролинзы на торце многомодового оптического волокна (ОВ) с помощью комплекта полевого сварочного аппарата EricssonFSU-975 [1].

Для этой цели было предложено модернизировать ранее использованную штатную программу №9, предполагающую одновременный нагрев и тяжение ОВ. В результате в зоне обжига осуществляется сужение световода вплоть до его разрыва на два отдельных «зауженных» световода. Затем в зависимости от выставленных параметров тока и времени сварки формируются микролинзы с различными геометрическими параметрами. Настройка основных параметров сварочного аппарата позволила избежать повторной дуги, в результате чего происходило

сглаживание торцов ОВ и последующее формирование сферической микролинзы (рис. 1(а)).

Аналогичному процессу подвергались фоконы на торцах многомодовых ОВ (рис. 1(б)), при формировании которых основным параметром было выбрано время основной дуги.



Рис. 1. Пилотные образцы микролинз на торце многомодовых ОВ кат. OM2+

G.652: (а) сферическая линза; (б) фокон

Геометрические параметры полученных микролинз и фоконового определялись с помощью ранее разработанной методики оценивания геометрических параметров макроструктурных дефектов ОВ на базе анализа видеоизображения зоны обжига, выводимого на дисплей сварочного аппарата [2]. В качестве примера, на рис. 1 приведены пилотные образцы фокона и сферической линзы, сформированные на торцах многомодовых ОВ. В данном случае радиус фокона составил 4.58 мкм, а для сферической – 103.97 мкм.

Анализ полученных результатов демонстрирует потенциальные возможности использования данной методики для формирования прецизионных микролинз с заданными геометрическими и оптическими параметрами на торце многомодовых ОВ.

Литература

1. Ericsson FSU-975. Руководство пользователя: Пер. с англ. – Ericsson, 2001. – 76 с.
2. Андреев В.А. и др. Разработка методики формирования прецизионных макродефектов в структуре кварцевых волоконных световодов // Инфокоммуникационные технологии. – 2017. – №1. – С. 18 – 29.

RESULTS OF EXPERIMENTAL APPROBATION OF METHOD FOR MICROLENSES FORMATION MULTIMODE OPTICAL FIBER CORE END

***Karptsov I.A., Evtushenko A.S., Kartashov M.Yu.,
Kazakov V.S., Egorov V.V., Agabalyan Sh.V.***

Supervisor: A.V. Bourdine d.t.s., docent
(*“Povolzhskiy State University of Telecommunications
and Informatics”*, Samara)

Abstract

This work presents results of experimental approbation of method for micro-lens formation over class OM2+ optical fiber core end by field commercial fusion splicer kit Ericsson FSU-975.

УДК 681.7.068

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ФОКУСНОГО РАССТОЯНИЯ МИКРОЛИНЗ НА ТОРЦЕ МНОГОМОДОВОГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

***Карпцов И.А., Евтушенко А.С., Карташов М.Ю.,
Казakov В.С., Агабалян Ш.В., Барашкин А.Ю.***

Научный руководитель: А.В. Бурдин, д.т.н, доцент
(*ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»*, Самара)

Аннотация

В работе представлены результаты экспериментального исследования измерения фокусного расстояния прецизионных микролинз на торце многомодового оптического волокна (ОВ) категории OM2+, сформированных с помощью комплекта полевого сварочного аппарата Ericsson FSU-975.

Для данного исследования были сформированы тридцать пилотных образцов микролинз различными геометрическими параметрами: сферических, полусферических и фоконов. Для этой

цели было предложено использовать ранее модернизированную штатную программу №9, предполагающую одновременный нагрев и тяжение ОВ.

Для оценки фокусного расстояния полученных образцов использовался лабораторный макет, состоящий из фотодетектора, мультиметра и источника излучения видимого диапазона на длине волны 635-650 нм.

В результате измерений фокусного расстояния изначально оценивались геометрические параметры микролинз, а именно радиус и зона перехода. В последующем микролинза перемещалась от фотодетектора и к нему, до того момента, пока на мультиметре, подключенному к фотодетектору, не было зафиксировано максимальное значение силы тока.

Так, к примеру, для десяти образцов полусферических микролинз был построен график зависимости радиуса линзы от максимального значения силы тока на фотодетекторе (Рис. 1).

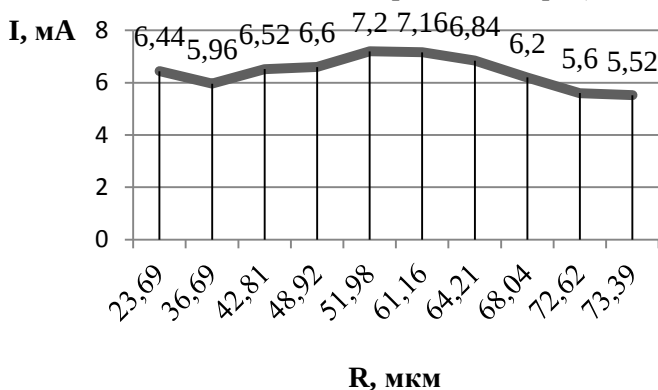


Рис. 1. График зависимости радиуса микролинзы от максимального значения силы тока на фотодетекторе

К примеру, для полусферической микролинзы, радиус составил 51.98 мкм, а зона перехода 148.31 мкм, в результате этого максимальное значение силы тока с фотодетектора составило 7.2 мА.

Анализ полученных результатов позволил оценить фокусное расстояние прецизионных микролинз на торце многомодового ОВ в

зависимости от их геометрических параметров.

Литература

1. Ericsson FSU-975. Руководство пользователя: Пер. с англ. – Ericsson, 2001. – 76 с.

RESULTS OF THE EXPERIMENTAL EXTENSION OF THE FOCUS DISTANCE FOR MICROLINS FORMATION MULTIMODE OPTICAL FIBER CORE END

*Karptsov I.A., Evtushenko A.S., Kartashov M.Yu.,
Kazakov V.S., Agabalyan Sh.V., Barashkin A.Yu.*

Supervisor: A.V. Bourdine d.t.s., docent
(*“Povolzhskiy State University of Telecommunications
and Informatics”*, Samara)

Abstract

This work presents results of experimental extension of the focus distance for micro-lens formation over class OM2+ optical fiber core end by field commercial fusion splicer kit Ericsson FSU-975.

УДК 681.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСИРОВАННОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЛАЖНОСТИ И ДУГОВОЙ ЗАЩИТЫ

Кешишев А.С.

Научный руководитель: П.Е. Денисенко, к.т.н, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

Аннотация

В результате проработки существующих технологий волоконно-оптических датчиков была разработана структурная схема комплексированного датчика температуры влажности и дуговой защиты.

В рамках развития технологий энергосбережения и обеспечения безопасной эксплуатации энергетического

оборудования предложена схема волоконно-оптического комплексированного устройства измерения температуры, влажности и дуговой защиты. Решение создания данного устройства обусловлено актуальностью непрерывного контроля за параметрами внешней среды в шкафах НКУ и предупреждением возникновения аварийных ситуаций [1].

Устройство представляет собой последовательно подключенные датчики температуры, влажности и дуги. Датчики температуры и влажности выполнены на основе волоконных брэгговских структур. Последовательно соединённые решётки ВРБ1 и ВРБ2 помимо детектирования параметров среды используются для компенсации температуры при измерении влажности. Используется модифицированный метод эталонной решётки, где эталоном служит ВРБ1 [1].

Принцип измерения дуги прежде всего, состоит в определении её возникновения на длине волны 800-850 нм, которое сопровождается ярким свечением. Датчик имеет открытый торец волокна с цилиндрической линзой и отражателем. Данная конструкция позволяет увеличивать чувствительность датчика.

ВРБ2 для измерения влажности использует полиимидное покрытие, которое под воздействием влаги «набухает», меняя характер отражённого сигнала решёткой Брэгга.

Структурная схема датчика представлена на рисунке 1, где (1) – излучение дуги, а (2) – линза датчика дуги.

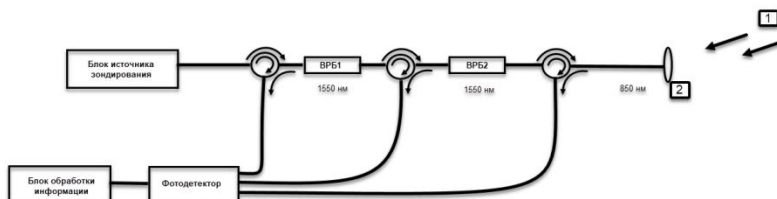


Рис. 1 Структурная схема комплексированного датчика

Литература

1. Нагай В. И. Релейная защита ответственных подстанций электрических сетей. М.: Энергоатомиздат, 2002.
2. Dionisio A. Pereira. Fiber Bragg grating sensing system for simultaneous measurement of salinity and temperature / D. Pereira, O. Frazao // Optical Engineering. - Vol. 43. - No. 2. - 2004.

THE MODELING COMPLEXED SENSOR TEMPERATURE, HUMIDITY AND ARC PROTECTION

Keshishev A.S.

Supervisor: P.E. Denisenko, Ph.D., Ass. Prof.

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

Abstract

As a result of the study of the existing technologies of fiber-optic sensors, a block diagram of the integrated humidity and arc protection temperature sensor was developed.

УДК 543.275.08:621.383.001.2

ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОЛУЧЕВЫХ ПОТОКОВ С ЗАДАНЫМИ ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В КОАКСИАЛЬНЫХ ЛАЗЕРАХ ЛИДАРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Киселев В.И.

Научный руководитель: Л.Г. Кесель, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

Аннотация

В работе изложены результаты исследования многолучевого лазера коаксиальной конструкции.

В мобильных лидарных комплексах необходимы достаточно компактные, но в то же время сравнительно мощные лазеры,

позволяющие осуществить формирование выходного излучения с заданными параметрами. Значительное преимущество в этом отношении может обеспечить использование лазеров с активной средой кольцевого сечения – коаксиальных лазеров.

Экспериментальные и теоретические исследования свойств этих лазеров показывают, что основными типами колебаний в них являются многоходовые (многопучковые) типы (М-моды), обеспечивающие многолучевой выход. М-моды характеризуются двумя индексами – N и K , где N -число световых пятен на каждом из зеркал, а K - число оборотов луча по азимуту, необходимых для полного замыкания траектории. Характеристики М-моды в значительной степени определяются конструктивными параметрами лазера, т.е. изменяя эти параметры, можно формировать многолучевые потоки с заданными пространственными характеристиками. В настоящей работе изложены результаты исследования многолучевого лазера коаксиальной конструкции с резонатором, состоящим из плоского и асферического зеркал с дополнительным осесимметричным отражателем [1]. В результате численного анализа определены области существования М-мод в зависимости от конструктивных параметров лазера, получены зависимости порядка многоходовой моды с минимального до бесконечности и углов наклона выходных лучевых потоков от конкретных конструктивных параметров, а именно диапазона допустимых углов при вершине конуса асферического зеркала, длины резонатора, зазоров, при которых возможно существование М-мод. Показано, что в малых зазорах существуют М-моды с большим значением N , а с увеличением величины рабочего зазора количество возможных М-мод увеличивается, появляются условия для генерации многоходовых мод с большими углами наклона лучевых потоков и малым значением N . Получены аналогичные зависимости при введении конусности на плоском зеркале, которая появляется за счет деформации выходного зеркала. Результаты работы могут быть полезны при разработке многолучевых лидарных комплексов.

Литература

1. Гурьев В.И, Кесель Л.Г. Определение оптико-геометрических критериев устойчивости резонаторов лазеров для открытых линий

связи. Материалы международной научно-техн. конференции «Проблемы техники и технологии телекоммуникаций». Уфа 2015 т.2, с.113-114

FORMATION OF MULTIBEAM FLOWS WITH GIVEN SPATIAL PARAMETERS IN COAXIAL LASERS OF LIDAR COMPLEXES

Kiselev V.I.

Supervisor: Ludmila Kesel, Ph.D., Associate Professor
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev
– KAI, Kazan)

Abstract

The paper presents the results of a study of a multi-beam laser of coaxial design.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫХОДНОЙ СКОРОСТИ СНАРЯДА

***Куликов Е.В., Артемьев В.И., Тяжелова А.А., Морозов Г.А.,
Морозов О.Г., Сарварова Л.М., Сахабутдинов А.Ж.***
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

Аннотация

Представлена малосенсорная система на основе адресных волоконных брэгговских решеток (АВБР) для обеспечения мониторинга скорости снаряда на выходе ствола (ССВС) в реальном времени. ССВС может быть использована для индикации характеристик ствола и повышения точности прицеливания.

Основной функцией ССВС является измерение времени прохождения волной кольцевой деформации ствола при выстреле

двух датчиков, установленных на поверхности ствола. В системе используются датчики на основе АВБР [1] в качестве чувствительных к деформации элементов и измерительная система, состоящая из волоконно-оптических и электрических компонентов для преобразования сигналов, создаваемых датчиками, в пригодные для последующей обработки радиосигналы.

Требования к проектированию системы включали: максимальную скорость снаряда 1400 м/с; дискретность измерения скорости менее 1% от максимальной скорости снаряда (14 м/с); устойчивость к ударным, температурным и вибрационным нагрузкам.

В дополнение к этим требованиям ожидаемые уровни деформаций и интенсивность деформаций, создаваемые во время реальной стрельбы, важны для проектирования волоконно-оптической системы. Исходя из результатов реальных огневых испытаний, максимальные уровни деформаций в предполагаемых местах расположения датчиков для некоторых орудий оцениваются в диапазоне 600–1000 мк и скорости деформации до 500 мк/мс.

Следовательно, требование по разрешающей способности измерения деформации для системы, с тем, чтобы соответствовать 1% дискретности измерения скорости, как указано выше, было установлено равным 10 мк.

В процессе проектирования были оценены несколько системных конфигураций для достижения приемлемой конструкции, которая должна крепиться к стволу. Оптимально конструкция состоит из двух АВБР, ВБР режекторного фильтра с наклонной характеристикой, узкополосного лазерного источника, обеспечивающего диапазон засветки АВБР и фильтра, соответствующий изменению температуры от –60 до 400 °С, разветвителя и фотодетектора. Конструкция может быть выполнена и на волноводных решетках, и в интегральном исполнении.

Преимущества такой конструкции – отсутствие необходимости использования спектрального интеррогатора, который не приспособлен к работе в полевых условиях.

Литература

1. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL: ivdon.ru/archive/n3y2017/4343/.

2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

ADDRESSABLE FIBER BRAGG GRATINGS IN THE PROJECTILE EXIT VELOCITY MEASUREMENT SYSTEMS

***E.V. Kulikov, A.Zh.Sakhabutdinov, V.I. Artemiev, A.A. Tyazhelova,
G.A. Morozov, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova***
*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev
– KAI, Kazan)*

Abstract

A few-sensor system based on addressable fiber Bragg gratings (AFBG) is presented to provide monitoring of the projectile exit velocity from the barrel in real time. System can be used to indicate the characteristics of the barrel and improve the accuracy of the aiming.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗНОСА СТВОЛА

***Куликов Е.В., Артемьев В.И., Тяжелова А.А., Морозов Г.А.,
Морозов О.Г., Сарварова Л.М., Сахабутдинов А.Ж.***
*(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)*

Аннотация

Представлена многосенсорная система на основе десяти адресных волоконных брэгговских решеток (АВБР) для обеспечения мониторинга износа ствола в реальном времени. Система может быть использована для оценки срока службы ствола и повышения точности прицеливания.

При производстве выстрела мы имеем определенную систему снаряда, ствола орудия и взрывчатого вещества. Таким образом, соответственно этому определяются внешние деформации ствола,

включая радиальную деформацию (ϵ_r), круговую деформацию (ϵ_θ) и осевую деформацию (ϵ_z), образующиеся в процессе стрельбы. То есть, эти деформации отражают параметры, воздействующие на силы, приложенные к стволу взрывчатым веществом и снарядом. Взаимосвязь между внешним напряжением и параметрами, связанными со взрывчатым веществом, стволом и снарядом, может быть определена для конкретного типа орудия.

Когда взрывчатое вещество и снаряд предопределены, единственным изменчивым фактором системы «взрывчатое вещество-снаряд-ствол» является ствол во время непрерывного процесса стрельбы. В то время, когда происходит выстрел первым снарядом, взаимодействие между снарядом и новым, не подверженным износу орудийным стволом, является надлежащим. Поэтому сила, возникающая в результате этого взаимодействия, является максимальной. Кроме того, отсутствует утечка горючего газа, и может быть достигнуто надлежащее внутреннее давление. При этом условии будет достигнута максимальная внешняя деформация ствола.

При последовательном выполнении выстрелов, даже если снаряд и взрывчатое вещество не изменились, ствол орудия подвергается износу и усталостной деформации и постепенно изменяется и в размерах, и по микроструктуре, особенно это касается его снарядного конуса и нарезки. Начальное взаимодействие (снаряд-ствол) нарушается, и создаваемая им сила уменьшается. Кроме того, данные неподходящие помехи могут привести к утечке горючего газа и последующему снижению внутреннего давления. Это увеличивает объем сгорания взрывчатого газа, а также может уменьшить внутреннее давление. Следовательно, внешняя деформация ствола постепенно уменьшается с количеством произведенных выстрелов.

Оптимально конструкция состоит из десяти атермальных АВБР [1], расположенных по длине ствола, ВБР режекторного фильтра с наклонной характеристикой [2], нескольких узкополосных лазерных источников, обеспечивающих диапазоны засветки АВБР и фильтра, соответствующие изменению температуры в нескольких поддиапазонах от -60 до 1100 °C, разветвителя и фотодетектора.

Литература

1. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL:ivdon.ru/archive/ n3y2017/4343/.
2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

ADDRESSABLE FIBER BRAGG GRATINGS IN THE BARREL WEAR MEASUREMENT SYSTEM

***E.V. Kulikov, A.Zh.Sakhabutdinov, V.I. Artemiev, A.A. Tyazhelova,
G.A. Morozov, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova***

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

Abstract

A multi-sensory system based on ten addressable fiber Bragg gratings (AFBG) is presented to provide real-time wear monitoring of the gun barrel. The system can be used to estimate the service life of the barrel and to increase the accuracy of the aiming.

УДК 621.391

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ РАБОЧЕЙ ТОЧКИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА

Лабжинов А.Н.

Научный руководитель: М.В. Дашков, к.т.н., доцент
(ФГБОУ ВО “Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики”, г. Самара)

Аннотация

В работе представлено устройство для автоматической установки рабочей точки электрооптического модулятора Маха-Цандера. Представлена схема контролера и алгоритм управления.

В настоящее время электрооптические модуляторы (ЭОМ) получили широкое применение в телекоммуникационном

оборудовании, контрольно-измерительных системах волоконно-оптических датчиках, устройствах радиофотоники и т.д. Наиболее часто ЭОМ реализуются на основе ниобата лития и в конфигурации интерферометра Маха-Цандера (МЦ).

Одной из первоочередных задач при использовании ЭОМ МЦ является установка рабочей точки при подаче требуемого напряжения на порт смещения. Рабочей точкой ЭОМ МЦ называется положение на передаточной характеристике, относительно которого происходит модуляция сигнала. Различают следующие основные положения: минимум, максимум, квадратурные точки на положительном и отрицательном наклоне.

В данной работе представлено устройство, позволяющее автоматизировать процесс установки рабочей точки в любой из 4 базовых вариантов.

Схема контроллера рабочей точки приведена на рис. 1. Выход модулятора подключается к оптическому разветвителю 5/95. Сигнал с порта 5% поступает на фотодиод и далее электрический сигнал поступает на вход драйвера. С выхода драйвера управляющее напряжение поступает на порт “смещение” модулятора. Устройство совместимо с типовыми ЭОМ МЦ.

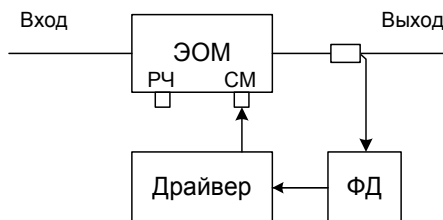


Рис. 1. Схема контроллера рабочей точки

Алгоритм работы устройства: а) драйвер формирует линейно-изменяющееся напряжение на порту “смещение” и измеряется зависимость оптического сигнала; б) анализируется полученная передаточная характеристика и определяются требуемые значения управляющего напряжения; в) на порту “смещение” выставляется требуемое напряжение и производится тонкая подстройка.

В данной работе контроллер реализуется на основе платформы Arduino Uno. Сигнал с фотодиода предварительно усиливается

трансимпендансным усилителем и поступает на порт 10 разрядного АЦП. Для формирования управляющего напряжения используется внешний ЦАП и усилитель, согласованный с портом “смещение” ЭОМ.

Для обеспечения работоспособности с различными источниками сигнала должно быть предусмотрено адаптивное изменение коэффициента усиления трансимпендансного усилителя.

AUTOMATIZATION OF BIAS POINT SETUP FOR MACH-ZEHNDER MODULATOR

Labghinov A.N.

Supervisor: Michael Dashkov, PhD, associate professor
(Povolghskiy State University of Telecommunication and Informatics,
Samara)

Abstract

The method for automatization of bias point setup for Mach-Zehnder modulator is proposed. The scheme and working algorithm are represented.

УДК 681.586.5

КОНСТРУКЦИИ ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ

Липатников К.А., Кузнецов А.А., Нуреев И.И.

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

Аннотация

В настоящее время для измерения вибрации в строительстве, нефтегазовой промышленности, аэрокосмической отрасли все чаще используют волоконно-оптические датчики и волоконно-оптические датчики на основе ВБР. Это обусловлено их высокой чувствительностью и стойкостью к экстремальным условиям. В данной работе рассмотрены конструкции подобных датчиков.

От конструкции датчика напрямую зависит диапазон измерений, чувствительность, геометрические размеры устройства, простота изготовления т.д.

Нами были рассмотрены три конструкции, представленные на рисунке 1. Первая из них (а) представляет собой два Г-образных плеча установленных встречно на шарнирах, между ними расположено оптическое волокно с волоконной брэгговской решеткой и инертная масса. Конструкция (б) – это два оптических волокна разной длины, подключенных к одному источнику излучения и направленных на вибрирующий объект[2]. Последняя (в) является проходной, т.е. данные получают в результате прохождения излучения через чувствительный элемент. Два оптических волокна направленные друг на друга, между ними расположена шарообразная линза, подвешенная на упругих подвесах [3].

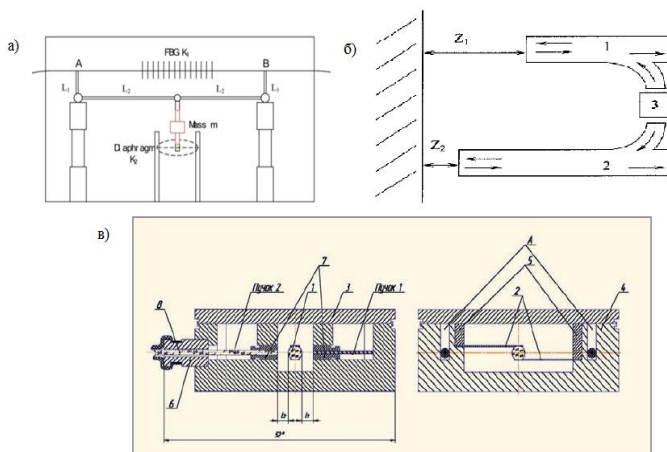


Рисунок 1 – конструкции волоконно-оптических датчиков вибрации

В результате анализа были выявлены достоинства и недостатки этих конструкций. Лучшие характеристики показала конструкция с ВБР. Более подробно полученные результаты будут рассмотрены в ходе доклада.

Литература

1. Yinyan Weng, Xueguang Qiao, Tuan Guo, Member, IEEE, Manli Hu, Zhongyao Feng, Ruohui Wang, and Jing Zhang, «A Robust and Compact Fiber Bragg Grating Vibration Sensor for Seismic Measurement», IEEE SENSORS JOURNAL, VOL. 12, NO. 4, APRIL.

2. Патент № 2004108938/28, 25.03.2004. Волоконно-оптический датчик // Патент России № 2267085. 27.12.2005. Бюл. № 36 / Ионе С.Д., Лиманова Н.И.

3. Александр Куриленко, Антон Щевелёв, Татьяна Мурашкина, Олег Граевский, Юрий Макаров / Дифференциальный волоконно-оптический датчик вибрации // Современная электроника 2010 с. 36-37.

DESIGNS OF FIBER-OPTICAL VIBRATION SENSORS

Lipatnikov K.A., Kuznetsov A.A., Nureev I.I.

*(KazanNationalResearchTechnical University named after A.N. Tupolev
– KAI, Kazan)*

Abstract

At present, fiber-optical sensors and FBG fiber-based sensors are increasingly used to measure vibration in construction, the oil and gas industry, and the aerospace industry. This is due to their high sensitivity and resistance to extreme conditions. In this paper, we consider the construction of such sensors.

УДК 681.586.5

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ВИБРАЦИИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННОЙ БРЭГГОВСКОЙ РЕШЁТКИ

Липатников К.А., Кузнецов А.А., Нуреев И.И.

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

Аннотация

В настоящее время широкое распространение для измерения

вибрации в различных промышленных областях получили волоконно-оптические датчики на основе ВБР. Это обусловлено их высокой чувствительностью и точностью измерений, а также стойкостью к экстремальным условиям. В данной работе предложена конструкция подобного датчика.

От конструкции датчика напрямую зависит диапазон измерений, чувствительность, геометрические размеры устройства, простота изготовления т.д.

В результате анализа конструкций волоконно-оптических датчиков, было выявлено, что конструкции датчиков на основе ВБР обладают следующими преимуществами: простота, маленькие геометрические размеры, чувствительность, стойкость к экстремальным условиям.

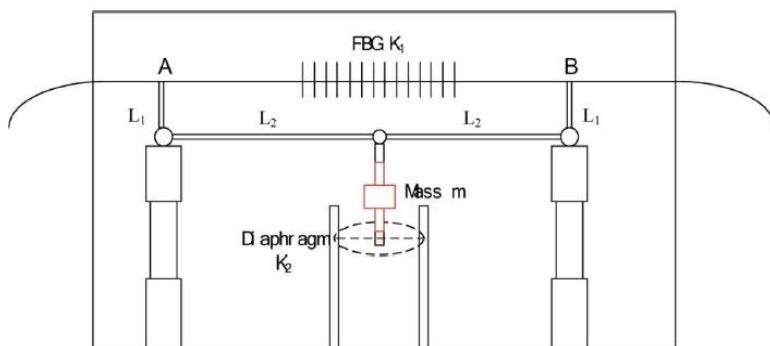


Рисунок 1- конструкция волоконно-оптического датчика вибрации на основе ВБР

Конструкция представляет собой два встречно расположенных на шарнирах Г-образных плеча между которыми расположена инертная масса и ВБР. Масса ограничена в своих движениях диафрагмой. Резонансную частота такой конструкции будет определяться следующим выражением:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_2 + 2 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^2 K_1}{m}}, (1)$$

где L_1 и L_2 - это длины плеч, m – масса, коэффициенты K_1 и K_2 определяют жесткость диафрагмы.

Нами было предложено отказаться от использования диафрагмы, что в свою очередь сильно упрощает конструкцию сохраняя необходимую чувствительность и точность, а также позволяет упростить выражение для нахождения резонансной частоты. Более подробно результаты будут приведены во время доклада.

Литература

1. YinyanWeng, XueguangQiao, TuanGuo, Member, IEEE, ManliHu, ZhongyaoFeng, RuohuiWang, andJingZhang, «ARobustandCompactFiberBraggGratingVibrationSensorforSeismicMeasurement», IEEESENSORSJOURNAL, VOL. 12, NO. 4, APRIL.

FIBER OPTICAL VIBRATION SENSOR BASED ON FIBER BRAGG GRATING

Lipatnikov K.A., Kuznetsov A.A., Nureev I.I.

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

Abstract

At present, fiber-optical sensors based on FBG are widely used to measure vibration in various industrial areas. This is due to their high sensitivity and measurement accuracy, as well as resistance to extreme conditions. In this paper, we propose the construction of such a sensor.

УДК 621.373.826

КВАЗИ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ С ТРЕМЯ РАБОЧИМИ ПЛЕЧАМИ, ДОПОЛНЕННАЯ МАКРОСТРУКТУРНЫМИ ДЕФЕКТАМИ

*Минаева А.Ю., Кармолин А.С., Казаков В.С.,
Соколов Е.Д., Труханов П.С., Кузнецов А.М.,
Агабалян Ш.В.*

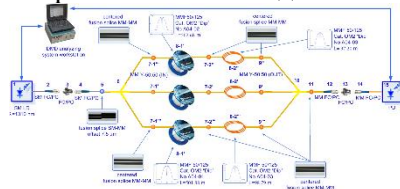
Научный руководитель: А.В. Бурдин, д.т.н, доцент
(ФГБОУ ВО ПГУТИ, Самара)

Аннотация

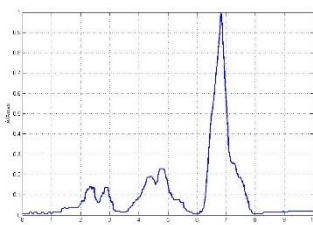
В работе представлены экспериментальные исследования потенциальных возможностей модификаций квази-интерферометрической схемы регистрации внешних механических воздействий.

Ранее были опубликованы результаты исследования использования многомодовые оптические волокна (ММ ОВ) в качестве оптического сенсора волоконно-оптического датчика [1]. В итоге мы могли сказать, что предложенная схема позволяла не только регистрировать, но и оценивать внешние локальные и распределенные механические воздействия.

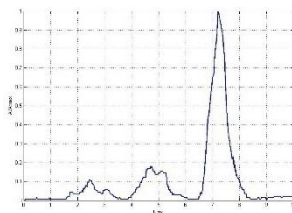
В данном варианте предлагается использовать три рабочих плеча, на рабочие бухты ММ ОВ которых, приложено воздействие. На выход схемы приваривались одиночные дефекты типа «бочка», «ВБР записанная поверх бочки» и каскад «бочка+перетяжка».



После чего мы наблюдали изменения импульсного отклика сигнала, прошедшего через квази-интерферометрическую схему, с помощью программы R2D2 измерителя ДМЗ. Далее была проведена обработка в программе Matlab.



Импульсный отклик
сигнала на выходе
«опорной» схемы
измерений



Импульсный отклик
сигнала на выходе
с включением каскада
дефектов
«бочка+перетяжка»

Литература

1. Минаева А.Ю., Волоконно-оптический датчик на базе маломодовых эффектов с применением квази-интерферометрической схемы/ Международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы – 2017», 12-14 апреля 2017г., Казань, Россия. Материалы конференции: - Изд-во КНИТУ-КАИ, Казань, 2017. – с. 318-323.

QUASI-INTERFEROMETRIC SCHEME TO MEASURE THE EFFECTS OF MECHANICAL IMPACTS WITH THREE WORKING PARTS, COMPLEMENTED BY MACRO-STRUCTURAL DEFECTS

***Minaeva A.Yu., Karmolin A.S., Kazakov V.S.,
Sokolov E.D., Trukhanov P.S., Kuzhaev A.M.,
Agabalyan Sh.V.***

Supervisor: A.V. Bourdine d.t.s., docent
(PSUTI, Samara)

Abstract

The work presents experimental studies of the potential modification of the previously studied quasi-interferometric scheme of registration of external mechanical influences.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСТАНДАРТНОЙ УПОРЯДОЧЕННОЙ ВОЛНОВОДНОЙ РЕШЕТКИ

Мингазов А.И.

Научный руководитель: Нуреев И.И., д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

Аннотация

В данной работе рассматривается вариант повышения точности измерений параметров физических полей с помощью волоконных брэгговских решеток (ВБР).

На рис. 1 показана структурная схема системы волоконно-оптической сенсорной сети (ВОСС) для измерения физических полей с помощью ВБР по их положению относительно спектральных характеристик каналов упорядоченной волноводной решетки (УВР) [1].

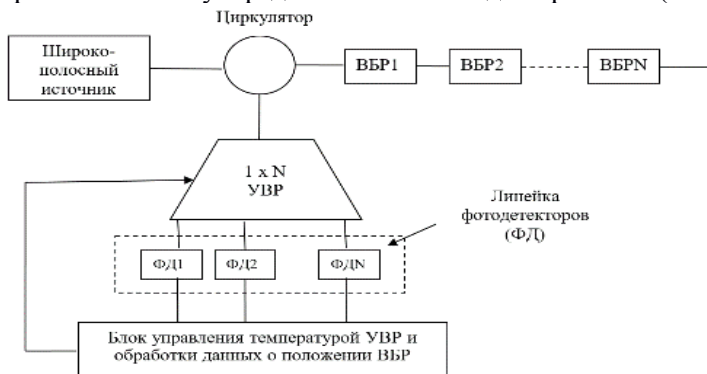


Рис. 1 – Структурная схема ВОСС ПТ, реализующей корреляционный способ

Начальное положение ВБР, показанное на рис. 2, определяет максимальную чувствительность измерений, при этом

задействовано два канала УВР на уровне -20 дБ.

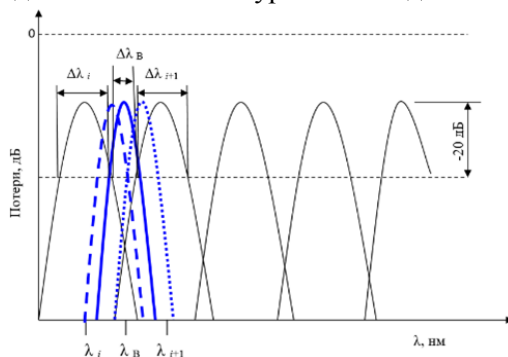


Рис. 2 – Ситуационное расположение спектральных характеристик двух каналов УВР и ВБР при ее разных температурах (пунктирная, сплошная, штриховая линии)

Повысить точность измерений можно, задействовав большее число каналов. В этом случае требуется изготовление нестандартной УВР со структурой каналов, представленной на рис. 3 [2]. В этом случае число задействованных каналов равно пяти, а начальная центральная длина волны датчика совпадает с центральной длиной волны канала.

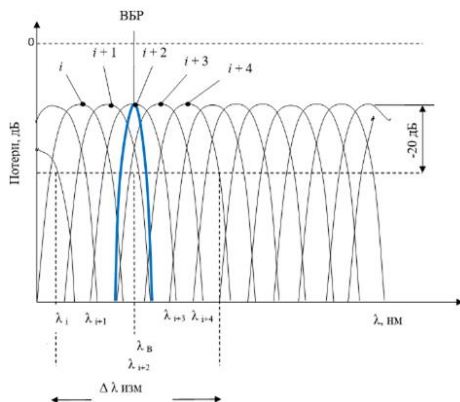


Рис. 3 – Спектр нестандартной УВР и ситуационное положение ВБР в начальной калибровочной точке измерений

Определение спектрального положения ВБР по пяти или

большому числу каналов позволит, как минимум, в 2,5 раза повысить точность измерений. Абсолютное значение погрешности измерений определяется шумами фотоприемников и погрешностью АЦП. В общем случае для двухканальной схемы она составляет около 2 пм [3]. При работе по пяти и большему числу каналов она может составить 1 пм или $\sim 0,1$ °С.

Литература

1. Морозов О.Г. Многочастотная рефлектометрия волоконно-оптических структур // 2-е изд., испр. и доп. – Казань : Новое знание, 2012. – С. 150-165.

2. Нуреев И.И. радиофотонные полигармонические системы интеррогации комплексированных волоконно-оптических датчиков. // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. С. 341-352.

3. Морозов О.Г., Айбатов Д.Л., Садеев Т.С., Нургазизов М.Р., Степушенко О.А. Устройство для измерения параметров физических полей // Патент 102256 Российская Федерация, МПК G01 К 11/32. №2010137130, заявл. 06.09.2010; опубл. 20.02.2011. Бюл. № 5. – 2 с.

METHOD OF INCREASING THE ACCURACY OF MEASUREMENTS OF PARAMETERS OF PHYSICAL FIELDS USING A NON-STANDARD ORDERED WAVEGUIDE GRATING

A.I. Mingazov

Supervisor: Ilmur I. Nureev, Ph.D., Ass. Prof.

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

Abstract

In this paper, we consider a variant of increasing the accuracy of measurements of the parameters of physical fields using fiber Bragg gratings (FBGs).

ДВУХКОМПОНЕНТНАЯ ИНТЕРРОГАЦИЯ ОДНОТИПНЫХ ВБР, ОБЪЕДИНЕННЫХ В ГРУППУ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ С ЧАСТОТНЫМ СМЕЩЕНИЕМ

Михайлов Д.Г.

Научный руководитель: Нуреев И.И., д.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

Аннотация

В данной работе рассматривается вариант интеррогации ВБР с использованием интерференции с частотным смещением. Показана возможность реализации высокого пространственного разрешения и большого диапазона измерений.

Интерферометрия со сдвигом по частоте FSI [1] позволяет извлекать из информационного сигнала данные как о местоположении, так и коэффициенте отражения нескольких, даже спектрально перекрывающихся, решеток. Измеряемым параметром является разность фаз между двумя составляющими зондирующего излучения, прошедшими одинаковый путь в волокне и имеющими одинаковую частоту, сдвинутую относительно несущего излучения, но получившие данное смещение в различных точках своего пути. Местоположение датчика определяется из соотношения, связывающего изменение фазы и величины сдвига составляющих по частоте.

Двухчастотное или полигармоническое излучение не использовалось ранее в интерферометрическом методе FSI.

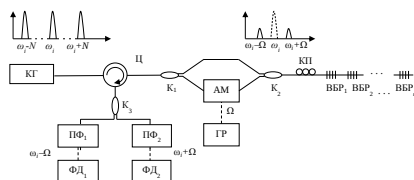


Рис. 1 – Структурная схема двухкомпонентного FSI интеррогатора с комб-генератором (КГ), циркулятором (Ц), амплитудным модулятором (АМ), управляемым генератором радиочастоты (ГР), каплерами (К), контроллером поляризации (КП), полосовыми фильтрами (ПФ), фотодетекторами (ФД) и несколькими m слабо-отражающими ВБР.

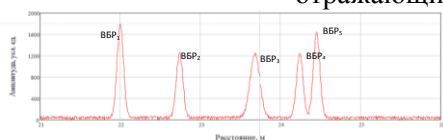


Рис. 2 – Фурье-спектр сигнала на выходе фотоприемника в исходном состоянии ВБР

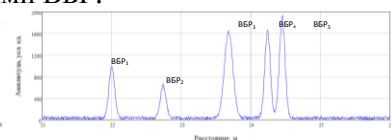


Рис. 3 – Фурье-спектр сигнала на выходе фотоприемника в возмущенном состоянии ВБР: центральная длина волны ВБР1 и ВБР2 смещена влево (сжатие, охлаждение), ВБР3-ВБР5 – вправо (натяжение, нагрев)

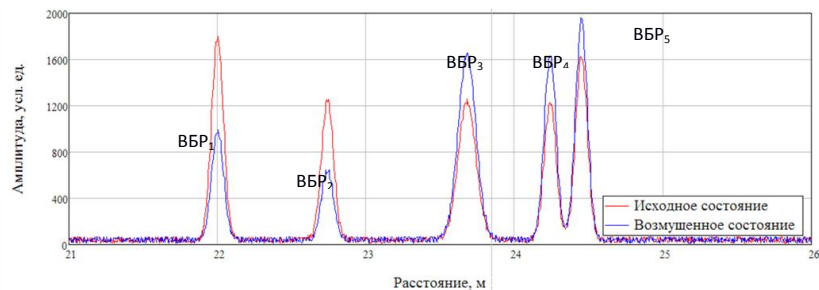


Рис. 4 – Совмещенный график Фурье-спектров до и после

возмущения

Высокое пространственное разрешение и большой диапазон измерений может быть достигнут увеличением частоты сканирования и подбором оптимального шага сканирования [3].

Литература

1. Y. Zhang, F. Ye, B. Qi, L. Qian. Multipoint sensing with a low-coherence source using single-arm frequency-shifted interferometry // Applied Optics. – 2016. – V. 55, № 21 – P. 5526–5530.

2. Morozov O.G., D. L. Aibatov. Two-frequency scanning of FBG with arbitrary reflection spectrum // Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering. – 2007. – V. 6605. – P. 660506.

3. Нуреев И.И. Радиофотонные полигармонические системы интеррогации комплексированных волоконно-оптических датчиков. // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. С. 191–204.

DOUBLE FREQUENCY INTERROGATION OF IDENTICAL FBG'S JOINT INTO THE GROUP, USING FREQUENCY OFFSET INTERFERATION

D.G. Mihailov

Supervisor: Ilmur I. Nureev, Ph.D., Ass. Prof.

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

Abstract

In this paper we consider the method of FBG interrogation using interference with frequency offset. The possibility of realizing high spatial resolution and a large range of measurements is shown.

УДК621.37, 535.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОФОТОННОГО СМЕСИТЕЛЯ СВЧ СИГНАЛОВ, ВЫПОЛНЕННОГО НА ДВУХ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРАХ

**В.В. Бирюков, В.А. Грачев, С.А. Капустин,
М.А. Палачев, А.С. Раевский**

*(Нижегородский государственный технический университет им.
Р.Е. Алексеева, г. Н. Новгород)*

Аннотация

Аннотация: рассматривается теоретический расчет уровня комбинационных составляющих в спектре выходного сигнала радиофотонного смесителя в оптическом и радиодиапазонах. Приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований.

Смеситель частот является важным узлом любого приемопередающего оборудования. В данной работе рассматривается пример реализации радиофотонного смесителя на базе двух электрооптических модуляторов (ЭОМ), схема которого представлена на рис. 1. Уровни комбинационных составляющих на выходе фотодетектора (ФД) определяются выражением (1).

Для проведения экспериментальных исследований были сняты модуляционные характеристики обоих модуляторов, по ним определены полувольтные напряжения и начальные сдвиги фаз.

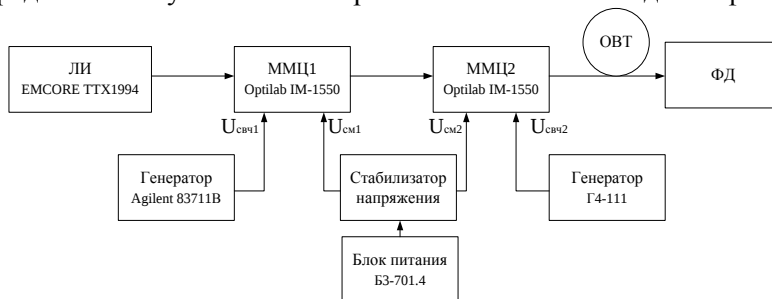


Рис. 1 – Структурная схема радиофотонного смесителя частот на базе двух ЭОМ

$$P_{\text{комб фп}} = \frac{(0,4 \cdot R \cdot \Pi_{\text{ФД}} \cdot P_{\text{вх}})^2 \cdot 2}{\alpha_{\text{ЭОМ}}^4} \cdot \left(J_1 \left(\pi \frac{U_{\text{СВЧ вх1}}}{U_{\pi}} \right) \cdot \cos(\omega_n t) \cdot \left(-\cos(\varphi_{01}) \cdot \sin \left(\pi \frac{U_{\text{см1}}}{U_{\pi}} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \sin(\varphi_{01}) \cdot \cos \left(\pi \frac{U_{\text{см1}}}{U_{\pi}} \right) \right) \cdot J_1 \left(\pi \frac{U_{\text{СВЧ вх2}}}{U_{\pi}} \right) \cdot \cos(\omega_m t) \cdot \left(-\cos(\varphi_{02}) \cdot \sin \left(\pi \frac{U_{\text{см2}}}{U_{\pi}} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \sin(\varphi_{02}) \cdot \cos \left(\pi \frac{U_{\text{см2}}}{U_{\pi}} \right) \right) \right)^2 \quad (1)$$

где R , $\Pi_{\text{ФД}}$ - сопротивление и фоточувствительность ФД; $\alpha_{\text{ЭОМ}}$ - потери в ЭОМ; $P_{\text{вх}}$ - входная оптическая мощность ЛИ; $U_{\text{СВЧ вх1}}$, $U_{\text{СВЧ вх2}}$ - амплитуды напряжений модулирующих сигналов; $U_{\text{см1}}$, $U_{\text{см2}}$ - напряжения смещения; U_{π} - половолновое напряжение.

Эксперимент проводился в два этапа. На первом этапе выход ММЦ2 был подключен к оптическому анализатору спектра. Были найдены оптимальные значения напряжений смещения, при которых уровень комбинационных составляющих максимален. На втором этапе, ММЦ2 был соединен с ФД, а выход ФД был подключен к анализатору спектра, таким образом был найден уровень суммарной и разностной составляющих на выходе ФД. Измеренный уровень комбинационных составляющих хорошо согласуется с результатами расчёта.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-19- 01628).

EXPERIMENTAL STUDY OF A RADIOOPHOTON MIXTURE OF MICROWAVE SIGNALS IMPLEMENTED ON TWO ELECTROOPTICAL MODULATORS

V.V. Biryukov, V.V. Grachev, S.A. Kapustin, M.A. Palachev, A. S. Raevskii

(Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation)

Abstract

The theoretical calculation of the level of combinational components in the spectrum of the output signal of the radio-photon

mixer in optical and radio bands is considered. The results of experimental and theoretical studies are presented.

УДК 681.7.068

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННОГО УЧАСТКА ТОРЦА ФЕРРУЛА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КОННЕКТОРА

Гиниатулина А.М., Пашин С.С

Научный руководитель: А.В. Бурдин, д.т.н., доцент
(ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», г. Самара)

Аннотация

В работе представлены результаты разработки методики локализации загрязненного участка торца феррула волоконно-оптического коннектора.

За основу данной работы были взяты ранее полученные результаты [1]. Для уменьшения погрешности оценивания полученных результатов и дальнейшего соединения/сравнения с математической моделью, разработан алгоритм нейросети, который в качестве знаний использует снимки торцов феррул с нанесенными дефектами. При сравнении снимков в нейросети необходимо определить обособленные дефекты, их местонахождение и площадь. Для этого необходимо провести сегментирование снимка, что подразумевает под собой наложение координатной сетки. Размер координатной сетки пиксельный, что в свою очередь, позволяет работать с целыми клетками. Это позволяет выполнить однозначное заключение о наличии либо отсутствия загрязнения в одной из трех соответствующих зон феррула. Определение загрязненной клетки осуществляется по принципу "разных цветов". Весь снимок представляем в виде матрицы. Каждой клетке (сегменту) присваиваем значение 0 или 1. Значение "0" проставляется, если клетка с соответствующими координатами является чистой, значение "1" присваивается, если клетка загрязнена. Как итог

матрица, заполненная единицами и нулями. Полученная матрица анализируется с помощью выражения для определения границ:

$$\begin{aligned} r_{i-1,j+1} - 0; r_{i,j+1} - 0; r_{i+1,j+1} - 0; \\ r_{i-1,j} - 0; r_{i,j} - 1; r_{i+1,j} - 0; \\ r_{i-1,j-1} - 0; r_{i,j-1} - 0; r_{i+1,j-1} - 0; \end{aligned} \quad (1)$$

Если набор из единиц окружен нулями, в том числе по диагонали, то это обособленный дефект.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Фонда Содействия в рамках проекта "№11571ГУ/2017" "Технократ" и гранта НП "Лифт в будущее" в рамках проекта "№10/СР" "Системное решение".

Литература

1. Пашин С.С., Гиниатулина А.М., Жуков А.Е., Бурдин А.В. Исследование влияния характера и степени загрязнения торцевой поверхности феррул коннекторов на параметры передачи разъемных соединений оптических волокон // XV международная научно-техническая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Оптические технологии в телекоммуникациях»: г., Казань, 20 – 24 ноября 2017. С. 223- 224.

DEVELOPMENT OF TECHNIQUE FOR LOCALIZING A CONTAMINATED SITE OF FERRULE END FACE FIBER OPTICAL CONNECTOR

Giniatulina A.M, Pashin S.S

Supervisor: A.V. Bourdine, prof., docent

(«Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics», Samara)

Abstract

The work presents results development of technique for localizing a contaminated site of ferrule end face fiber optical connector.

УДК 621.391.63

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Поминов М.А., Дедиков Н.И.

Научный руководитель: М.В. Дашков, к.т.н., доцент
(ФГБОУ ВО *“Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики”*, г. Самара)

Аннотация

В работе представлена методика измерения поляризационных характеристик оптических волокон на основе метода обратного рассеяния. Представлена схема поляризационного оптического рефлектометра и алгоритм обработки полученных рефлектограмм.

В стандартных оптических волокнах состояние поляризации оптического излучения не сохраняется, и при распространении сигнала изменятся случайным образом. Для ряда задач моделирования оптических устройств и процессов распространения сигнала на волоконно-оптических линиях передачи требуется информация о характере вариации поляризации вдоль волокна и связанных с этим процессов. В итоге задача сводится к необходимости оценки распределения поляризационных характеристик оптических волокон и их статистических зависимостей.

В данной работе в качестве поляризационных характеристик будем рассматривать длину биений и длину корреляции. Длина биений определяется двулучепреломлением (разностью показателей преломления для главных оптических осей), а длина корреляции – явлением связи мод (вариацией ориентации главных оптических осей).

Для проведения экспериментальных исследований было разработано устройство в виде приставки к стандартному оптическому рефлектометру для обеспечения поляризационной чувствительности. При этом не требуется внесения изменений в схему. На рис. 1 приведена состав и схема включения устройства.

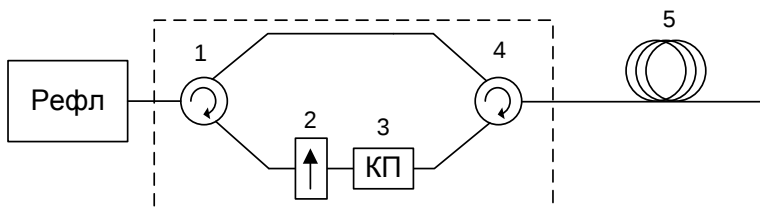


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Для разделения прямого и обратного потоков используются оптические циркуляторы 1 и 4. Поляризатор 2 обеспечивает чувствительность фотоприемного устройства рефлектометра к поляризации рассеянного излучения. Контроллер поляризации 3 позволяет варьировать состояние поляризации излучения, поступающего с тестируемого волокна 5.

Вследствие периодических вариаций состояния поляризации из-за двулучепреломления, на характеристике обратного рассеяния наблюдаются вариации уровня сигнала вдоль волокна [1]. Анализируя полученную рефлектограмму можно определить локальные значения длины биений тестируемого волокна [2]. Однако, вследствие явления связи мод по результатам обработки одной рефлектограммы невозможно однозначно оценить распределение длины биений. Для решения данной проблемы предлагается использовать контроллер поляризации и выполнять измерения для нескольких состояний поляризации.

В докладе приводятся результаты оценки распределения длины биений для стандартного одномодового оптического волокна рек. МСЭ-Т G.652.

Литература

1. Rogers A.J. Polarization-optical time domain reflectometry: a technique for the measurement of field distributions // Appl. Opt. vol. 20, no. 6, 1060-1074 (1981)
2. Galtarossa A., Palmieri L. Spatially resolved PMD measurements // J. Lightwave Technology no. 22, 1103-1115 (2004)

METHOD FOR MEASUREMENT OF OPTICAL FIBER POLARIZATION PROPERTIES

Maxim Pominov, Dedikov N.I.

Supervisor: Michael Dashkov, PhD, associate professor
(Povolzhskiy State University of Telecommunication and Informatics,
Samara)

Abstract

The method for measurement of optical fiber polarization properties based on the backscattering method is represented in this thesis. A scheme of a polarization optical reflectometer and an algorithm for processing the reflectograms are presented.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ПИЩЕВОДА НА ОСНОВЕ МАНОМЕТРИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

**Пуртов В.В., Сахабутдинов А.Ж., Артемьев В.И., Тяжелова А.А.,
Нуреев И.И., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.**

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

Аннотация

Представлена малосенсорная система на основе адресных волоконных брэгговских решеток (АВБР) для обеспечения мониторинга пищевода в реальном времени. Система может быть использована для индикации извитых функций пищевода в зонах глотки и желудка, а также мониторинга прохождения пищи по пищеводу.

Пищевод представляет собой полую трубку, которая транспортирует пищу изо рта в желудок. Анатомически это простая трубка с сфинктерами с обоих концов. Сфинктеры предназначены для поддержки пищевода пустым и предохраняют его от внешних (пищевых и не пищевых) и внутренних (кислотных) интрузий. Глотание и транспортировка пищи изо рта в желудок - координированное нервно-мышечное событие. Дисфункция

перистальтического транспортного механизма вызывает множество заболеваний, таких как гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, аденокарцинома пищевода, изжога или пироз, ахалазия и др. Например, изжога бывает, когда нижний сфинктер пищевода работает неправильно и позволяет кислоте из желудка возвращаться в пищевод. Когда клиническая картина остается неясной, функциональность пищевода должна быть исследована с помощью датчиков.

Цель работы состоит в том, чтобы сделать эти исследования оперативными и удобными для пациента. Нами представлен катетер с количеством датчиков давления два и пять, чтобы получить точечное и квази-непрерывное распределение давления по пищеводу.

Такая концепция соответствует манометрии высокого разрешения. Сенсорная система содержит гибкую трубку и встроено в нее оптическое волокно с АВБР [1] для измерения изменений давления у глотки и желудка, а также вдоль пищевода.

Локальное давление приводит к деформации гибкой трубки и изменяет эффективный период АВБР. Эти изменения могут быть обнаружены как вариация отраженной длины волны брэгговской решетки. Поскольку все АВБР имеют одинаковую брэгговскую длину волны и уникальный собственный разнос окон прозрачности, определенный наличием фазовых π -сдвигов, все датчики могут быть интегрированы и мультиплексированы последовательно в одном измерительном волокне. Точность измерения катетера может быть оценена с помощью модели трубки, заполненной жидкостью.

Преимущества такой конструкции – отсутствие необходимости использования дорогостоящего спектрального интеррогатора, не приспособленного к работе в полевых госпиталях.

Литература

1. Мисбахов Р.Ш. и др. // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL: ivdon.ru/archive/n3y2017/4343/.
2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

ADDRESSABLE FIBER BRAGG GRATINGS IN THE ESOPHAGUS MONITORING SYSTEMS BASED ON HIGH RESOLUTION MANOMETRY

**V.V. Purtoy, A.Zh. Sakhabutdinov, V.I. Artemiev, A.A. Tyazhelova,
I.I. Nureev, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova**
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Abstract

A few-sensor system based on addressable fiber Bragg gratings (AFBG) is presented to provide real-time monitoring of the esophagus. The system can be used to indicate the shutter functions of the esophagus in the pharynx and stomach zones, as well as monitoring the passage of food through it.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА КИШЕЧНИКА НА ОСНОВЕ МАНОМЕТРИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

**Пуртов В.В., Сахабутдинов А.Ж., Артемьев В.И., Тяжелова А.А.,
Нуреев И.И., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.**
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

Аннотация

Представлена многосенсорная система на основе адресных волоконных брэгговских решеток (АВБР) для обеспечения мониторинга кишечника в реальном времени. Система может быть использована для измерения мышечной активности, связанной с перистальтикой в кишечнике человека.

Диагностические катетеры на основе волоконных брэгговских решеток являются высокоэффективными для измерения мышечной активности, связанной с перистальтикой в кишечнике человека.

Первичные мышечные сокращения, которые генерируют перистальтику, являются периферическими по своей природе; однако давно известно, что присутствует также компонент продольной сократимости, действующий в гармонии с кольцевой компонентой для повышения общей эффективности перемещения материала.

В работе представлены результаты разработки датчиков на основе катетеров, способных обнаруживать обе формы мышечной активности. В то время как обнаружение кольцевых сокращений было возможно с использованием твердотельных, гидравлических и пневматических сенсорных массивов в пищеводе и аноректуме, устройства на основе АВБР[1] обеспечивают доступ к сложным и запутанным участкам кишечника ниже желудка.

Продольные АВБРдеформации были объединены с чувствительными к поперечному давлению АВБР для формирования композитного катетера, который позволяет определять относительную фазу между двумя компонентами.

Выход обоих типов катетеров, расположенных на одном волокне, разделялся использованием волнового мультиплексирования и использованием двух длин брэгговских волн для поперечных и продольных АВБР. Общее число датчиков достигало 32.

Каждый датчики кольцевого давления состоит изодной АВБР, чувствительной к поперечному (боковому) давлению, что вызывает изменение отраженной длины волны.Продольные датчики выполнены из двух аксиальноразделенных АВБР, формирующих интерферометр Фабри-Перо, чувствительный к продольной деформации. Отличие поперечного воздействия от продольного осуществляется по ассиметричному или симметричному уходу брэгговской длины волны в интерферометре Фабри-Перо [2]. Расположение датчиков чередуется по длине катетера, причем расстояние между ними значительно больше, чем зона разделения АВБР в интерферометре.

Преимущества такой конструкции – отсутствие необходимости использования дорогостоящего спектрального интеррогатора, не приспособленного к работе в полевых госпиталях.

Литература

1. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL:ivdon.ru/archive/ n3y2017/4343/.
2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

ADDRESSABLE FIBER BRAGG GRATINGS IN THE HUMAN GUT MONITORING SYSTEMS BASED ON HIGH RESOLUTION MANOMETRY

**V.V.Purtov, A.Zh.Sakhabutdinov, V.I. Artemiev, A.A. Tyazhelova,
I.I.Nureev, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova**
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Abstract

A multi-sensor system based on addressable fiber Bragg gratings (AFBG) is presented to provide real-time monitoring of the human gut. The system can be used to measure muscle activity associated with peristalsis in the human gut.

УДК 535 (035)

ПРИЕМНИК ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ СИСТЕМАХ.

Пушкарёва А.В.

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

Аннотация

Рассматривается применение приемника оптического излучения (фотодиода) в высоконадежных защитных системах, а также его функции и способы использования. Фотодиод реагирует на световое излучение от какого-либо источника, который может перемещаться с течением времени, а также на отсутствие данного излучения, посредством передачи информации микроконтроллер.

Основным из главных направлений развития перспективных способов приема и передачи информации в телевизионных и телефонных сетях, интернете, компьютерах представляется разработка волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). ВОЛС содержат передающее устройство, приемное устройство, коммутационные элементы и волоконные световоды. В передающем устройстве электрические сигналы через электронную схему управления поступают на полупроводниковый излучатель (лазер или светодиод) и преобразуются в нем в оптические сигналы, которые в виде оптического излучения вводятся через устройства согласования в волоконный световод и распространяются по нему до необходимого адресата. Приемник оптического излучения осуществляет его детектирование, преобразование оптических сигналов в электрические с их последующим усилением.

Рассмотрим такую защитную систему как кодовый электронный замок, которая будет работать на основе получения информации о наличии светового излучения и его отсутствии. В качестве передатчика излучения будет лазерный диод, а в качестве приемника будет представлен фотодиод. При вводе нужной кодовой комбинации дверь будет открываться автоматически, в противном случае произойдет разрыв луча. После некоторой временной задержки, информация от фотодиода поступает на микроконтроллер, который в свою очередь включает сирену на заданное время. Количество попыток ввода кодовой комбинации, время задержек, время оповещения о разрыве луча определяется программированием микроконтроллера

Несомненно, недостатком данной системы является ее работа от электрической сети, что в случае прекращения её работы приведёт к отключению. Но если снабдить устройство дополнительным аккумулятором, каких сейчас представлено большое множество, проблема будет решена и устройство продолжит работать автономно.

Так же нельзя не отметить достоинства данной высоконадежной системы такие как сравнительно невысокая стоимость, а значит и доступность, простота исполнения, безопасность применения.

Литература

1. Бродин Б.В. Микроконтроллеры: архитектура, программирование, интерфейс/ В.Б. Бродин: – Москва: ЭКОМ, 1999. – 400 с.
2. Грибковский В.П. Полупроводниковые лазеры: Учебное пособие по спец. «Радиофизика и электроника» / П.В. Грибовский— Минск: Университетское, 1988. —304с.
3. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Справочник/ В. И. Иванов, А. И. Аксенов, А. М. Юшин. — Москва: Энергоатомиздат, 1988. —488 с.
4. Рейке И. Д. 55 электронных схем сигнализации/ Д.И. Рейке— Москва: Энергоатомиздат, 1991. —112 с.
5. Леухин, В.Н. Выбор элементной базы по эксплуатационным и конструктивным параметрам: справочное пособие/ В.Н. Леухин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – 88 с.
6. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: учебник для вузов/ В.Г. Костиков, Е.М. Парфенов, В.А. Шахнов. – Москва: Радио и связь, 1998. – 344 с.
7. Саиткулов В.Г. Основы проектирования электронных средств/ Г.В. Саиткулов, Н.В. Леухин – Казань: Изд-во казан. гос. техн. ун-та, 2013. - 496 с.

RECEIVER OF OPTICAL RADIATION IN HIGH-RELIABILITY SECURITY SYSTEMS

Pushkareva A.V.

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

Abstract

The application of the optical radiation receiver (photodiode) in highly reliable protective systems, as well as its functions and methods of use, is considered. The photodiode responds to light from a source that can move over time, as well as to the absence of this radiation, by transmitting information to the microcontroller.

МОНОХРОМАТИЧЕСКИЙ МНОГОЧАСТОТНЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

***Сахбиев Т.Р., Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И.,
Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.***

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

Аннотация

Рассмотрено современное состояние работ по созданию полигармонических методов зондирования тонкопленочных структур. Предложены монохроматические двух-, трех и пятичастотные методы зондирования.

Прямой монохроматический мониторинг в прерывистом режиме широко используется в производстве оптических покрытий с 2005 года. Спектр применения широк как для классических камер напыления, так и камер с высокоточным напылением для изготовления одно- и многослойных систем. Толщина пленок и их свойства на стекле монитора или свидетеля идентичны, или, по крайней мере, очень близки к таковым на подложках. Компьютерное моделирование и предварительный анализ производства практически исключают необходимость калибровки. Эксперимент с повторяемостью с использованием УФ-ИК-фильтра, и первый результат прогона сложного режекторного фильтра, ясно показывают преимущества этого метода мониторинга.

Во время роста пленки изменение коэффициента пропускания или отражательная способность на выбранной длине волны измеряются с высокой точностью. Условие отсечки слоя связано с точками поворота и поэтому связано с оптической толщиной. Вариации коэффициента преломления компенсируются, что делает этот метод мониторинга очень надежным в производственной среде. Для многослойных систем ошибки, сделанные во время осаждения слоя, компенсируются в последующих слоях. Однако в некоторых случаях может происходить накопление ошибок.

Поэтому стратегия мониторинга должна включать в себя, как выбор длин волн, так и их количества, а также выбор потенциальных испытаний, включая компьютерное моделирование для оптимизации.

Рассмотрение современного состояния работ по созданию полигармонических методов зондирования ВБР (которые можно выбрать за аналог тонкопленочного многослойного фильтра), обеспечивающих низкую стоимость и простоту реализации интеррогации позволяет выделить двухчастотные методы (с амплитудной и амплитудно-фазовой регистрацией) обладают высокой оперативностью, обеспечивают измерение спектра в пределах единиц нм с погрешностью единиц пм.

Существенным улучшением характеристик измерительного преобразования могла бы стать разработка способа двухчастотного симметричного зондирования на основе анализа частотной или фазовой информации от фильтра. При этом следует учесть особенности взаимодействия двухчастотного излучения с контуром ВБР, с одной стороны квазигармонический характер двухчастотного сигнала, с другой векторный характер его огибающей при изменении соотношения амплитуд его составляющих на выходе. В докладе рассмотрены трех и пятичастотные методы, позволяющие устранить некоторую неоднозначность измерений, возникающую при использовании двухчастотных методов.

MONOCHROMATIC MULTI-FREQUENCY METHOD FOR OPTICAL COATINGS MONITORING

**V.D.Andreev, A.Zh.Sakhabutdinov, I.I. Nureev,
A.A. Tyazhelova, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova**
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Abstract

The present state of work on creating poly-harmonic methods for sensing thin-film structures is considered. Monochromatic two-, three- and five-frequency methods of probing are proposed.

ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

***Сахбиев Т.Р., Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И.,
Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.***

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

Аннотация

В докладе рассмотрены принципы построения оптического векторного анализатора сетей (ОВАС) на основе амплитудно-фазового преобразования несущей, позволяющего повысить точность измерений амплитудных и фазовых параметров исследуемых элементов.

Одним из возможных путей решения задачи повышения точности измерения амплитудных и фазовых параметров исследуемых покрытий, как узко, так и широкополосных, является применение балансной амплитудной модуляции оптической несущей и формирование разбалансированного двухчастотного излучения с подавленной несущей в оптическом полосовом фильтре. Для этого используется поляризационный модулятор или амплитудный модулятор Маха-Цендера (АММЦ), работающий в «нулевой» рабочей точке, и фильтры, позволяющие одновременную раздельную перестройку средней частоты и полосы частот. В данной работе нами предложено использовать амплитудно-фазовое модуляционное преобразование (АФМП) оптической несущей по методу Ильина-Морозова, характеризующееся высокими коэффициентом преобразования, спектральной чистотой и возможностью получения разностной частоты, равной частоте модуляции.

При работе ОВАС по схеме прямого детектирования двухчастотное излучение с выхода блока модуляторов поступает на оптический полосовой фильтр (ОПФ), а затем на исследуемый элемент ВРБ. Для формирования диапазона измерений по длине

волны и частоте используется перестраиваемый лазер ЛД.

Электронный векторный анализатор сетей (ЭВАС) соединяет выход фотоприемника ФД и вход АММЦ. В фильтре для составляющих на разных частотах формируется различное ослабление a_1 и a_2 .

Измеряя с помощью ЭВАС протектированное излучение дважды на каждой из боковых частот, может быть сформирована матрица, по которой вычисляется передаточная функция $H(\omega)$ исследуемого элемента.

Ключевой момент рассматриваемой технологии заключается в том, что передаточные характеристики на частотах нижней и верхней составляющих будут различны, следовательно, детерминант матрицы не равен 0, а указанные характеристики будут определяться как

$$H(\omega_0 + \Omega) = [a_2 i_1(\Omega) - a_1 i_2(\Omega)] / (a_1 - a_2) E_0 E_1 H^*(\omega_0), \quad (1)$$

$$H^*(\omega_0 - \Omega) = [i_1(\Omega) - i_2(\Omega)] / (a_1 - a_2) E_0 E_{-1} H(\omega_0). \quad (2)$$

Поскольку ослабления a_1 и a_2 известны, $H(\omega_0)$ – комплексная постоянная, комплексные амплитуды $E_0, E_{\pm 1}$ определяются в процессе калибровки, перестройка Ω с помощью ЭВАС позволяет с точностью до единиц Гц измерить амплитудные и фазовые параметры исследуемой ВРБ $H(\omega)$.

VECTOR ANALYZER FOR OPTICAL COATINGS MONITORING

***V.D.Andreev, A.Zh.Sakhabutdinov, I.I. Nureev,
A.A. Tyazhelova, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova***
(Kazan National Research Technical University named after
A.N. Tupolev – KAI, Kazan)

Abstract

The report considers the principles of constructing an optical network analyzer on the basis of the amplitude-phase carrier transformation, which makes it possible to increase the accuracy of measurements of the amplitude and phase parameters of the investigated

elements.

УДК 681.7.068, 535.3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КВАЗИ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МНОГОМОДОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОНАХ СПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ КАСКАДОВ ПРЕЦИЗИОННЫХ МАКРОСТРУКТУРНЫХ ДЕФЕКТОВ

*Соколов Е.Д., Евтушенко А.С., Минаева А.Ю.,
Труханов П.С., Барашкин А.Ю., Агабалян Ш.В.*

Научный руководитель: А.В.Бурдин, д.т.н.проф.;

В.А. Андреев, д.т.н.проф.

*(ФГБОУ ВО “Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики”, г. Самара)*

Аннотация

В работе представлены результаты исследования квази-интерферометрической схемы механического воздействия на многомодовые оптические волокна с нанесенными прецизионными макроструктурными дефектами (каскадами).

В результате работы были представлены экспериментальные исследования потенциальных возможностей модификации квази-интерферометрической схемы (КИС) регистрации внешних механических воздействий на базе многомодовых оптических волокон (ММ ОВ), функционирующих в маломодовом режиме при возбуждении когерентным источником излучения [1]. В данном варианте предлагается использовать три рабочих плеча, на рабочие бухты ММ ОВ на которые, приложено воздействие.

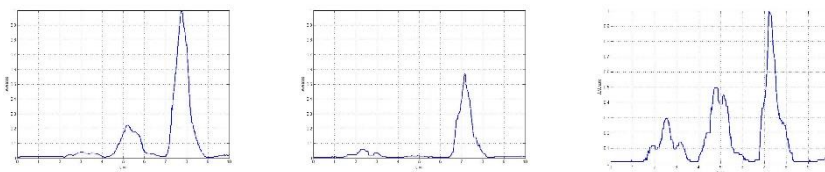


Рис 1. Импульсный отклик сигнала, с воздействием 5000г. на выходе схемы с включением каскада «бочка+перетяжка», при воздействии на разные плечи.

Следующим этапом стало исследование влияния каскадов на свойства передаваемого по ОВ сигнала.

В результате воздействия на три рабочих плеча, с последовательным включением каскада, «бочка + перетяжка», мы наблюдали изменения импульсного отклика сигнала, прошедшего через квази-интерферометрическую схему измерителя ДМЗ.

В ходе работы были использованы разнотипные каскады, поочередно включающиеся в КИС, в следствии чего были получены данные динамики искажения формы импульсного отклика сигнала относительно опорной, как с точки зрения изменения задержки, так и нормированной амплитуды периферийного максимума относительно главного.

Литература

1. Андреев В.А. и др. Разработка методики формирования прецизионных макродефектов в структуре кварцевых волоконных световодов // Инфокоммуникационные технологии. – 2017. – № 1.– С. 18–29.

RESULTS OF INVESTIGATION OF QUASI-INTERFEROMETRIC SCHEME OF MECHANICAL IMPACT ON MULTIMODE OPTICAL FIBERS WITH SEQUENTIAL INCLUSION OF CASCADE BY PRECISION MACRO-STRUCTURAL DEFECTS

*Sokolov E.D., Evtushenko A.S., Minaeva A.Yu.,
Trukhanov P.S., Barashkin A.Yu., Agabalyan Sh.V.*
Supervisor: A.V. Bourdined.t.s., prof.; V.A. Andreevd.t.s, prof.

Abstract

The work presents experimental studies of the potential modification of the previously studied quasi-interferometric scheme of registration of external mechanical influences.

УДК 681.7

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ВЕН

Тяжелова А.А., Тихонов А.С.

Научный руководитель: Морозов О.Г., д.т.н., профессор
*(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)*

Аннотация

В данной работе рассматриваются принципы построения устройства визуализации вен. Приводится структура контактного устройства подсветки.

Устройства подсветки вен можно разделить на две категории. К первой относятся контактные устройства, использующие оптический излучатель видимого диапазона спектра высокой мощности. Ко второй — устройства, использующие тепловизор для построения карты вен и миниатюрный проектор для отображения карты на коже человека. Преимущество первой категории над второй — простота реализации и низкая стоимость (ниже более чем в десять раз). Вторая категория устройств на данный момент представлена исключительно зарубежными образцами. Зачастую возникают ситуации, когда необходимо провести больному внутривенную инъекцию, а сосуды обнаружить не удаётся. С данной проблемой практически ежедневно сталкивается каждая бригада скорой помощи, а также медсестры в процедурных кабинетах. На решение этой проблемы и направлена первая категория устройств.

Кроме того, она может быть использована для проведения процедуры склеротерапии. Вторая категория устройств может дополнительно использоваться для следующих операций: 1) обнаружения находящихся под кожей инородных тел; 2) экспресс-диагностики некоторых видов сосудистой патологии (например, варикозного расширения вен, тромбофлебитов), обнаружения аневризм и аномалий развития поверхностных сосудов; 3) экспресс-диагностики некоторых паразитарных заболеваний. Актуальность данного проекта обусловлена необходимостью импортозамещения дорогостоящей иностранной продукции. В качестве первоначальной цели решено реализовать устройство, относящееся к первой категории, ввиду его простоты.

Принцип работы визуализатора вен основан на том, что падающее излучение взаимодействует с клеточными структурами: поглощается, отражается и рассеивается. Интенсивность остаточного излучения, отраженного от участков тканей с повышенным содержанием деоксигемоглобина (восстановленный гемоглобин, доставляющий кислород к клеткам организма по вене) за счет его большего поглощения, существенно ниже интенсивности остаточного излучения, отраженного окружающими вену мягкими тканями, поглощающими зондирующее излучение в меньшей степени. Поэтому на изображении участки с венозным сосудом затемнены.

Для изучения принципа работы был выбран прибор Луч-М 200. Схема устройства приведена на рисунке. В своём составе оно содержит следующие элементы: сменные насадки 2, источники инфракрасного излучения 3, осветитель 5, источник красного света 6, съёмные элементы питания 12, разъем для подключения к внешней электросети 16, блок питания 17, устройство снабжено переключателем режимов электропитания 18 и генератором импульсов (блоком импульсного электропитания источников света) 19, переключатель режимов работы 20, преобразователь напряжения 21, регулятор яркости излучаемого света 22 и 23, выключатель 28, переключатель 29 который обеспечивает следующие режимы работы: а) свечение источников света 3; б) свечение источника света 6.

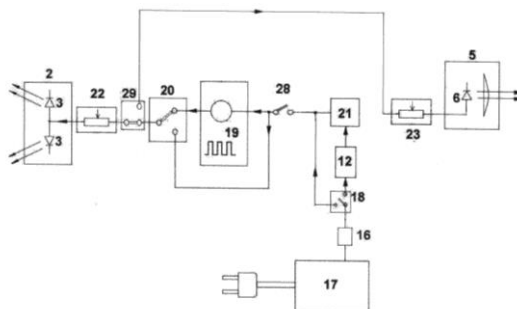


Рис. 1 — Структура устройства подсветки вен

Мощность оптического излучения зависит от глубины расположения вен, а также от их размеров.

В дальнейшем планируется разработать устройство второй категории, с выводом изображения на экран ЭВМ, и программное обеспечение, позволяющее производить диагностику состояния вен в автоматическом режиме с использованием программного обеспечения LabView.

Литература

1. Шишкин А.В. Разработка устройства для обнаружения кровеносных сосудов / А.В. Шишкин, Н.А. Кирьянов, О.В. Карбань [и др.] // Вестник “Здоровье и образование в 21 веке”. 2017. Т. 19. № 9. С. 33-38.

DEVICE FOR DETECTION OF PERIPHERAL VEINS

A.A. Tyazhelova, A.S. Tihonov

Supervisor: Oleg G. Morozov, Ph.D., Prof.
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI)

Abstract

In this paper, the principles of constructing a vein imaging device are discussed. The structure of the contact device for vein illumination is given.

СИСТЕМЫ СВЯЗИ С КОММУТАЦИЕЙ И МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ ПОЛЯРИЗАЦИИ

**Фасхутдинов Л.М., Липатников К.А., Тяжелова А.А.,
Ризванов И.Р., Иванов А.А., Василец А.А.**

Научный руководитель: Нуреев И.И., д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

Аннотация

В данной работе рассматриваются принципы организации оптических систем передачи информации, основанных на методах поляризационного мультиплексирования.

Современные когерентные системы связи основываются на формате DP QPSK (от англ. – дуполяризационная квадратурная фазовая манипуляция). Использование данной технологии позволяет значительно увеличить пропускную способность канала.

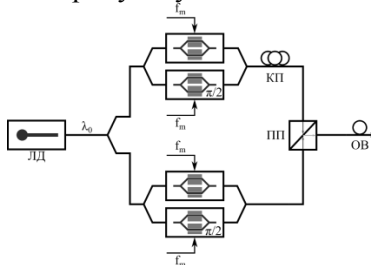


Рис. 1 — Передатчик когерентной системы связи формата DP-QPSK

Источник излучения является линейно поляризованным. На передающей стороне происходит разделение сигнала от источника на два канала, в каждом из которых находится пара модуляторов Маха-Цендера, включённых интерферометрически. Частота модуляции одинакова для всех модуляторов. В каждой паре в одном из плеч модуляции сигнал (оптически или электрически) смещается по фазе на $\pi/2$. В работе [1] представлен альтернативный подход на основе

последовательного включения модулятора Маха-Цендера и фазового электрооптического модулятора.

Модулированный сигнал на выходе двух плеч интерферирует. В одном из каналов происходит поворот плоскости поляризации на девяносто градусов, после чего каналы объединяются (производится поляризационное мультиплексирование) с помощью сохраняющего поляризацию ответвителя и поступают на линию.

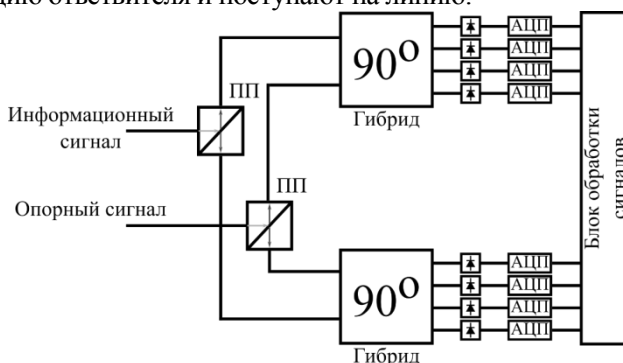


Рис. 2 — Приёмник когерентной системы связи DP-QPSK

На приёмном конце происходит разделение поляризаций и когерентное детектирование в девяностоградусном оптическом гибриде. Гибрид производит смещение опорного и информационного сигналов по четырём квадратурным состояниям комплексного поля. Каждый из четырёх полученных сигналов поступает на отдельный фотоприемник. В блоке обработки происходит математическая компенсация фазовых шумов и частотной нестабильности.

Подобные системы предъявляют повышенные требования к поляризационным характеристикам передающей линии, в связи с чем возникает необходимость векторного анализа. Схожие по принципу системы нашли широкое применение в квантовых сетях с поляризационным кодированием.

Литература

1. Морозов О.Г. Модуляционные методы формирования спектрально чистого двухканального полигармонического излучения с одинаковой разностной частотой и поляризационным

мультиплексированием. Постановка задачи [Электронный ресурс] / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин, Г.А. Морозов [и др.] // Инженерный Вестник Дона. 2017. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4587> (дата обращения: 09.04.2018).

2. Трешиков В.Н., Наний О.Е. Новое поколение DWDM-систем связи // Фотон-Экспресс. 2014. № 4(116). С. 18-23.

COMMUNICATION SYSTEMS WITH POLARIZATION MULTIPLEXING

Lenar M. Faskhutdinov, Constantine A. Lipatnikov,

Alina A. Tyazhelova, Il'yas R. Rizvanov,

Alexander A. Ivanov, Alexander A. Vasilets

Supervisor: Ilnur I. Nureev, Ph.D., Ass. Prof.

(Kazan National Research Technical University

named after A.N. Tupolev - KAI)

Abstract

In this paper, the principles of organizing optical information transmission systems based on methods of polarization multiplexing are considered.

УДК 681.7

ПОЛЯРИЗАЦИОННОЕ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ В МОДУЛЯТОРЕ МАХА-ЦЕНДЕРА

Фасхутдинов Л.М., Липатников К.А., Тяжелова А.А.,

Ризванов И.Р., Иванов А.А., Василец А.А.

Научный руководитель: Нуреев И.И., д.т.н., доцент

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

Аннотация

В данной работе рассматриваются принципы формирования полигармонического излучения в электрооптических кристаллах.

Показана возможность получения поляризационно-мультиплексированного сигнала на выходе электрооптической ячейки.

Получение поляризационно-модулированного сигнала на выходе модулятора Маха-Цендера приведено на рис. 1.

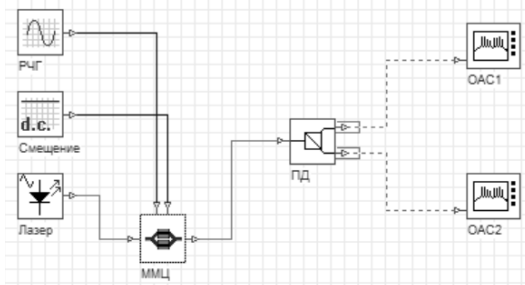


Рис. 1 — Схема модуляционного преобразования

Входной сигнал ММЦ имеет форму нормального распределения. Рабочая точка модулятора задаётся постоянным смещением V_B и определяет вид выходного сигнала $p \cdot f_m$, где $p = 1, 2, 4$. Сигнал биений на удвоенной частоте может быть получен при работе в минимальной точке модуляционной характеристики (рис. 2) $V_B = 0$, на учетверенной – в максимальной, при подаче смещения равного полуволновому напряжению $V_B = V_\pi$.

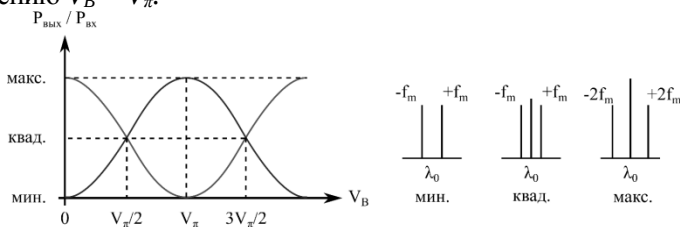


Рис. 2 — Передаточная характеристика модулятора Маха-Цендера

Выходной сигнал модулятора Маха-Цендера представляет из себя сумму сигналов каждого из его плеч с соответствующей фазой. В общем виде, для однопортового модулятора на основе кристалла ниобата лития, выходной сигнал может быть записан в следующем

виде:

$$E_{\text{вых},x(y)}(t) = E_{\text{вх}}(t) \cdot \cos\left(\frac{\Gamma_{x(y)}[V(t)]}{2}\right), \quad (1)$$

где, $\Gamma_{x(y)}$ — наведённый фазовый сдвиг для соответствующей поляризации, зависящий от величины двулучепреломления.

Спектры излучений, полученных на выходе ММЦ при работе на линейном участке и в минимальной точке модуляционной характеристики представлены на рис. 3.

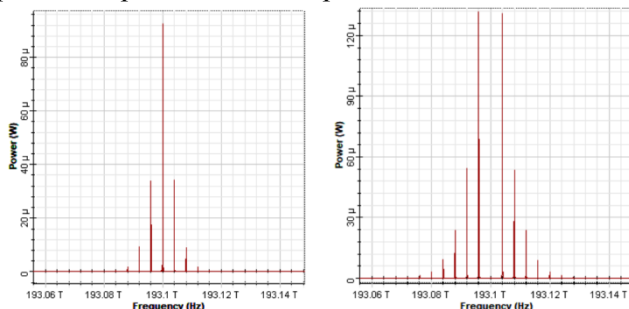


Рис. 3 - Спектры излучения на выходе ММЦ

Модулированный сигнал на выходе двух плеч интерферирует. В одном из каналов происходит поворот плоскости поляризации на девяносто градусов, после чего каналы объединяются (производится поляризационное мультиплексирование) с помощью сохраняющего поляризацию ответвителя и поступают на линию.

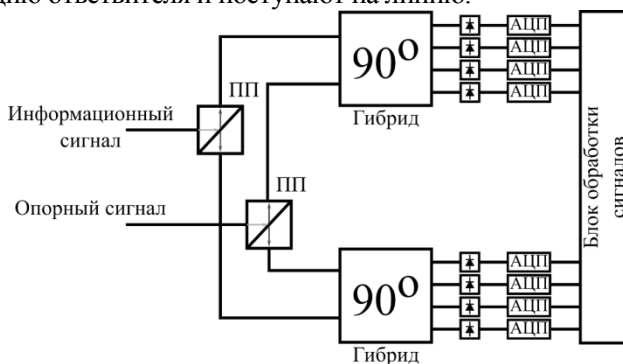


Рис. 2 — Приёмник когерентной системы связи DP-QPSK

Для того, чтобы на выходе ММЦ получить поляризационное мультиплексирование необходимо использование специальной конфигурации модулятора – без выходного поляризатора. При этом, для того чтобы задать режим работы в максимальной точке для медленной оси необходимо ввести разность фаз между ортогональными поляризациями в одном из плеч модулятора. Этого можно добиться за счёт введения волновой пластины в плечо кристалла интегральной схемы.

Литература

1. Морозов О.Г. Модуляционные методы формирования спектрально чистого двухканального полигармонического излучения с одинаковой разностной частотой и поляризационным мультиплексированием. Постановка задачи [Электронный ресурс] / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин, Г.А. Морозов [и др.] // Инженерный Вестник Дона. 2017. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/4587> (дата обращения: 09.04.2018).

2. Фасхутдинов Л.М. Модуляционные методы формирования спектрально чистого двухканального полигармонического излучения с одинаковой разностной частотой и поляризационным мультиплексированием. Экспериментальные результаты [Электронный ресурс] // Инженерный Вестник Дона. 2017. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2017/4578> (дата обращения: 09.04.2018).

POLARIZATION MULTIPLEXING OF POLYHARMONIC SIGNALS IN MACH-ZEHNDER MODULATOR

Lenar M. Faskhutdinov, Constantine A. Lipatnikov,

Alina A. Tyazhlova, Il'yas R. Rizvanov,

Alexander A. Ivanov, Alexander A. Vasilets

Supervisor: Ilnur I. Nureev, Ph.D., Ass. Prof.

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

Abstract

In this paper, the principles of generation of polyharmonic

radiation in electro-optical crystals are considered. The possibility of obtaining a polarization-multiplexed signal at the output of an electro-optic cell is shown.

УДК 681.7

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ДВУХЧАСТОТНОГО СИГНАЛА С ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕМ

**Фасхутдинов Л.М., Липатников К.А., Тяжелова А.А.,
Ризванов И.Р., Иванов А.А., Василец А.А.**

Научный руководитель: Нуреев И.И., д.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)

Аннотация

В данной работе рассматриваются методы разрешения сигналов биений, полученных в результате оптоэлектронного преобразования полигармонического излучения с поляризационным мультиплексированием.

Детектирование сигнала может быть осуществлено двумя методами:

1. одновременное детектирование двух поляризаций (рис. 1) с помощью одного фотодиода;
2. разделение ортогональных составляющих поляризации с последующей подачей на различные фотодиоды — когерентное детектирование (рис. 2).

Рассмотрим каждый случай в отдельности.

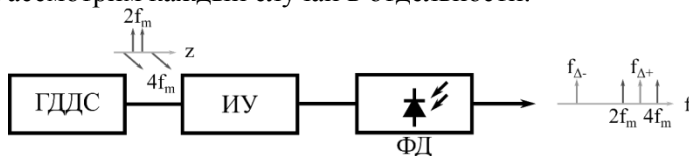


Рис. 1 — Схема одновременного детектирования

Используются следующие сокращения: ГДДС — генератор двухчастотного двуполяризационного сигнала; ИУ — исследуемое

устройство; ФД – фотодиод; ПП – поляризационная призма.

При одновременном детектировании обеих поляризаций помимо информационных составляющих в спектре возникают сигналы биений между боковыми полосами. Запишем сигнал в аналитическом виде:

$$U_{\text{вых}}(t) = \begin{cases} \cos(2 \cdot \omega_m \cdot t + \varphi_1); \\ \cos(4 \cdot \omega_m \cdot t + \varphi_2); \\ \cos(\omega_m \cdot t + \Delta\varphi); \\ \cos(3 \cdot \omega_m \cdot t + \Delta\varphi); \end{cases} \quad (1)$$

при этом частоты биений между сигналами определяются как:

$$f_{\Delta\pm} = \frac{f_2 \pm f_1}{2}, \quad (2)$$

где f_1 и f_2 частоты биений ортогональных составляющих, в нашем случае $f_1 = 2f_m$; $f_2 = 4f_m$.

Так как ортогональные поляризации не интерferируют, биения $f_{\Delta\pm}$ в системе без поляризационных искажений отсутствуют. Однако, при появлении поляризационных потерь в исследуемом устройстве происходит перекачка мощности из $2f_m$, $4f_m$ в $f_{\Delta\pm}$.

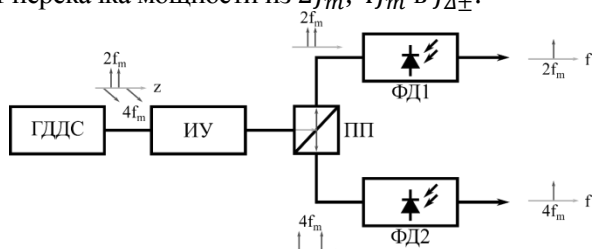


Рис. 2 — Схема раздельного детектирования

Для разделения поляризационно-мультиплексированного сигнала используются поляризационные делители, как правило, на основе поляризационных призм (призмы Волластона). Данный принцип схож с методами, применяемыми в когерентных системах связи. На выходе фотодетектора получаем одиночные сигналы на частоте биений, что значительно упрощает дальнейшую обработку.

Литература

1. Морозов О.Г. Модуляционные методы формирования спектрально чистого двухканального полигармонического излучения с одинаковой разностной частотой и поляризационным мультиплексированием. Постановка задачи [Электронный ресурс] /

О.Г. Морозов, Г.И. Ильин, Г.А. Морозов [и др.] // Инженерный Вестник Дона. 2017. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4587> (дата обращения: 09.04.2018).

2. Фасхутдинов Л.М. Модуляционные методы формирования спектрально чистого двухканального полигармонического излучения с одинаковой разностной частотой и поляризационным мультиплексированием. Экспериментальные результаты [Электронный ресурс] // Инженерный Вестник Дона. 2017. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4578> (дата обращения: 09.04.2018).

DETECTION OF POLARIZATION MULTIPLEXED DOUBLE SIDEBAND SIGNAL

Lenar M. Faskhutdinov, Constantine A. Lipatnikov,

Alina A. Tyazhelova, Il'yas R. Rizvanov,

Alexander A. Ivanov, Alexander A. Vasilets

Supervisor: Ilnur I. Nureev, Ph.D., Ass. Prof.

(Kazan National Research Technical University

named after A.N. Tupolev - KAI)

Abstract

In this paper, methods for resolving beat signals obtained as a result of optoelectronic conversion of polyharmonic radiation with polarization multiplexing are considered.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ В МАЛОСЕНСОРНЫХ СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Феофилактов С.В., Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И.,

Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.

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

Аннотация

Представлена малосенсорная система на основе адресных волоконных брэгговских решеток (АВБР) для обеспечения мониторинга забойных зон нефтяных скважин. Система может быть использована для определения температуры и давления забойной зоны с возможностью взаимной калибровки датчиков.

Отдельный интерес представляет собой сдвоенный сенсор на адресных ВБР, как совмещенный датчик, скажем, температуры и давления в забойной зоне нефтяной скважины.

В сдвоенном сенсоре одна из адресных ВБР является датчиком температуры, а вторая – давления (или деформации). Калибровка датчика давления [1] заключается в нахождении неизвестных коэффициентов аппроксимирующей поверхности из условий минимальных отклонений контрольных измерений для совмещенных датчиков давления и температуры от аппроксимирующей поверхности.

Искомые переменными являются коэффициенты $\{c_{m,n}\}$, $m = \{2, 1, 0\}$, $n = \{3, 2, 1, 0\}$. Для нахождения указанных коэффициентов используем метод наименьших квадратов, так, чтобы поверхность максимально точно описывала поведение датчика давления при различных наборах температуры и давления.

Метод наименьших квадратов состоит в том, чтобы найти такие коэффициенты, для которых справедливо было бы условие минимума суммы квадратов отклонений контрольных измерений от аппроксимирующей поверхности:

$$\Phi = \sum_{i=1}^N (P - P_i)^2 = \sum_{i=1}^N (F(x, y, c_{m,n}) - P_i)^2 \rightarrow \min.$$

В соотношении суммирование m, n не ведется. Значения смещения центральных длин волн для датчиков давления и температуры и величины давления, являются известными. В исходных данных длин волн АВБР одинаковы, а давление определяется исходным набором контрольных измерений $\{\Delta\lambda_{Ti}, \Delta\lambda_{Pi}, T_i, P_i\}$, $i = \overline{1, N}$ или в терминах замены переменных $\{x_i, y_i, T_i, P_i\}$, $i = \overline{1, N}$. Поставленные задачи калибровки и предложенный вариант их решения с помощью метода наименьших

квадратов позволят создать базу для метрологического обеспечения комплексных систем внутрискважинной телеметрии, основанных на точечных системах измерения давления с компенсацией температурных изменений. Преимущества применения АББР [2] – отсутствие необходимости использования дорогостоящего спектрального интеррогатора.

Литература

1. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.
2. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL:ivdon.ru/archive/ n3y2017/4343/.

ADDRESSABLE FIBER BRAGG GRATINGS IN FEW-SENSOR SYSTEMS OF OIL WELLS MONITORING

***S.V.Feofilaktov, A.Zh.Sakhabutdinov, I.I. Nureev,
A.A. Tyazhelova, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI)***

Abstract

A few-sensor system based on addressable fiber-optic Bragg gratings (AFBG) is presented to provide monitoring of downhole zones of oil wells. The system can be used to determine the temperature and pressure of the downhole zone with the possibility of mutual calibration of sensors.

УДК 621.383

АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ В МНОГОСЕНСОРНЫХ СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

***Феофилактов С.В., Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И.,
Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)***

Аннотация

Представлена многосенсорная система на основе адресных волоконных брэгговских решеток (АВБР) для обеспечения мониторинга температуры и давления по стволу нефтяных скважин. Система может быть использована как квази-распределенная для определения температуры и давления с высоким пространственным разрешением.

Одной из основных задач многосенсорных сетей мониторинга нефтяных скважин (МСМНС) является мультиплексирование большого количества волоконно-оптических датчиков в структуре одной сети с целью уменьшения вклада дорогого интеррогатора в ее стоимость и разработка системы, способной проводить измерения во множестве точек, расположенных, в общем случае, в древовидном порядке. МСМНС на основе ВБР по определению является квази-распределенной. Стоимость сети зависит от многих факторов, а подсистема, имеющая доминирующую стоимость, как правило, определяется практическим назначением МСМНС. В некоторых применениях, стоимость волокна может быть доминирующей, а схема мультиплексирования, которая обеспечивает высокую плотность каналов на одно волокно, имеет самую низкую совокупную стоимость. Все же, как правило, стоимость интеррогатора доминирует.

В настоящей работе рассмотрены основные принципы построения и характеристики МСМНС на основе АВБР [1] с точки зрения методов мультиплексирования и типа используемых датчиков, влияющих на структуру интеррогатора при работе на пропускание.

При использовании АВБР на пропускание [1] в спектре, попадающем на фотоприемник, существует несколько линий, способных сформировать сигналы биений: два узкополосных провала, уникальных для каждой АВБР, пары узкополосный провал – минимум высокого порядка.

Однако стоит отметить, что для узкополосных провалов частота биений будет иметь минимальную величину из всех, соответственно подбирая требуемую полосу пропускания фотоприемника можно избежать детектирования побочных сигналов

биений. Таким образом, для извлечения измерительной информации необходимо простое оптоэлектронное преобразование без использования сложных спектральных или интерференционных интеррогаторов с соответствующей калибровкой [2].

Пространственное разрешение будет определяться технологией крепления адресных ВБР датчиков и может достигать единиц миллиметров при температурных измерениях.

Литература

1. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL:ivdon.ru/archive/ n3y2017/4343/.
2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

ADDRESSABLE FIBER BRAGG GRATINGS IN FEW-SENSOR SYSTEMS OF OIL WELLS MONITORING

***S.V.Feofilaktov, A.Zh.Sakhabutdinov, I.I. Nureev,
A.A. Tyazhelova, O.G. Morozov, L.M. Sarvarova
(Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev - KAI)***

Abstract

A multi-sensor system based on addressable fiber-optic Bragg gratings (AFBG) is presented to monitor the temperature and pressure along the wellbore. The system can be used as a quasi-distributed to determine temperature and pressure with a high spatial resolution.

УДК 681.7.068

МНОГОМОДОВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ КРИПТО-ВОЛОКНА С ФУНКЦИЯМИ “ШИФРАТОРА” И “ДЕШИФРАТОРА”

Хазиев И.Л., Светличкин А.А.

Научный руководитель: М.В. Дашков, к.т.н., доцент
(ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», Самара)

Аннотация

В работе рассмотрен метод реализации защищенного канала передачи данных (ПД). Это решение основывается на применении многомодовых оптических волокон со специальным профилем показателя преломления, выступающих в качестве «шифровальных».

Сегодня для создания защищенного канала передачи данных, как правило, используются аппаратно-программные комплексы. Такие решения позволяют защитить канал ПД от утечки конфиденциальной информации (КИ) в точках консолидации внутрикорпоративной и глобальной сети на верхних уровнях семиуровневой модели OSI. Однако защита транслируемых данных в таких сетях на физическом уровне OSI не предполагается.

Для решения этой задачи был предложен подход с использованием многомодовых оптических волокон (ММ ОВ), в котором обеспечиваются сильные однозначные искажения оптического импульса из-за эффекта дифференциальной модовой задержки (ДМЗ) и специализированных кварцевых волоконных световодов.

Такие световоды, функционирующие в маломодовом режиме передачи оптического сигнала, который достигается за счет совместного использования когерентных источников оптического излучения (лазеров), являющихся основой приемо-передающих модулей активного оборудования мультигигабитных сетей передачи данных, и предлагаемые специализированные ММ ОВ с увеличенным диаметром сердцевины, поддерживающие в маломодовом режиме распространение ограниченного набора модовых составляющих и имеющие традиционную геометрию ОВ, образуют специализированный волоконно-оптический линейный тракт.

Специализированная форма профиля показателя преломления ММ ОВ обеспечивает усиленное проявление заданного характера эффекта ДМЗ, уникальное для того или иного световода. В результате такое ОВ на всем протяжении линии является «шифратором», а форма его специализированного профиля показателя преломления выполняет роль ключа. Так, транслируемый сильно искаженный за счет ДМЗ трафик ПД становится невозможно

разобрать без соответствующего “дешифратора”.

Соответственно, для моделирования профилей показателя преломления оптических крипто- волокон, представляющих собой пару ОВ "шифратор" и "дешифратор", предлагается реализовать с помощью ранее разработанного универсального подхода к построению устройств для увеличения пропускной способности многомодовых ВОЛП, функционирующих в маломодовом режиме, который был успешно апробирован для разработки ММ ОВ 50/125 с уменьшенной ДМЗ [1, 2] и – для компенсации ДМЗ [3, 4].

Такое решение заключается в подборе специализированной формы профиля показателя преломления для ММ ОВ 50/125, выполняющего функцию "шифратора", которая бы позволила обеспечить искомый сильный разброс задержек селективного модового состава этого ОВ, число и порядок которых непосредственно определялся бы исходным модовым составом источника оптического излучения, условиями его подключения к ОВ линии на передающей стороне и потенциальным появлением новых компонент за счет процессов взаимодействия и смешения мод, обусловленных нерегулярной структурой ОВ, а также наличием микро- и макро-изгибов ОВ в оптической кабеле (ОК) линии. Сама конструкция предлагаемого ОВ, которая, в общем случае, удовлетворяет условиям приближения слабонаправляющего оптического волновода, является традиционной и представляет собой кварцевую сердцевину диаметром 50 мкм, легированную германием ($\text{SiO}_2\text{--GeO}_2$), окруженную одной внешней сплошной оболочкой из чистого кварца SiO_2 диаметром 125 мкм.

В докладе описаны преимущества данного решения с аналогами и представлены результаты моделирования такого метода.

Литература

1. Bourdine A.V. Design of multimode fibers with low differential mode delay // Proceedings of SPIE. – 2011. – vol. 7992. – P. 799208-1–799208-12.
2. Bourdine A.V. Design of refractive index profile for multimode optical fibers with low differential mode delay // Journal of Optoelectronics Engineering. – 2013. – vol. 1(1). – P. 5 – 13
3. Bourdine A. Design of reverse DMD multimode fibers // Proceedings of SPIE. – 2008. – vol. 7026. – P. 702605-01 – 702605-013

4. Bourdine A.V., Burdin V.A., Delmukhametov O.R. Design of the optical fibers for differential mode delay compensation // Proceedings of SPIE. – 2012. – vol. 8283. – P. 82830I-01– 82830I-010

MULTIMODE OPTICAL "CRYPTO"-FIBERS WITH FUNCTIONS OF "ENCRYPTOR" AND "DECRYPTOR"

Ildar Khaziev, Aleksei Svetlichkin

Supervisor: Michael Dashkov

*(“Povolzhskiy State University of Telecommunications and
Informatics”)*

Abstract

The method of implementing a secure data transmission channel (TC) is considered. This solution is based on the use of multimode optical fibers with a special profile of the refractive index, acting as "encryption".

УДК681.2.08

ПОВЫШЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ

Хазиев И.Л.

Научный руководитель: М.В. Дашков, к.т.н., доцент
*(ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», Самара)*

Аннотация

В работе рассмотрены методы повышения отношения сигнал/шум для волоконно-оптического датчика температуры на основе комбинационного рассеяния с использованием зондирования кодовыми последовательностями.

Распределённые волоконно-оптические датчики температуры (РВОДТ) на основе явления комбинационного рассеяния находят широкое применение в таких приложениях таких, как мониторинг

нефтяных скважин, системы обнаружения утечек нефтепроводов, контроль элементов электрических сетей и т.д.

Актуальной задачей является увеличение метрологических характеристик РВОДТ: разрешающей способности и точности измерения температуры, а также увеличение протяженности сенсорного волокна. Главным параметром, в значительной степени определяющим характеристики РВОДТ, является отношение сигнал/шум характеристик обратного рассеяния стоксовых и анти-стоксовых компонент спонтанного комбинационного (рамановского) рассеяния.

Для увеличения отношения сигнал/шум могут применяться различные подходы. Однако, традиционные методы имеют ряд ограничений: увеличение мощности зондирующего импульса приводит к проявлению нелинейных эффектов; увеличение длительности зондирующего импульса приводит к ухудшению разрешающей способности; увеличение количества усреднений требует существенных временных затрат. С другой стороны, фотоприемные устройства имеют фундаментальное ограничение по собственным шумам.

В этом отношении интерес представляет увеличение отношения сигнал/шум при зондировании кодовыми последовательностями. Например, использование симплекс-кодов, кодов Голея или би-ортогональных кодов [1,2].

Для того исследования потенциального выигрыша при применении кодовых последовательностей была разработана модель характеристик обратного рассеяния стоксовой и антистоксовой компонент комбинационного рассеяния для РВОДТ. Зависимость мощности сигналов описывается выражениями:

$$P_{Stokes}(z) = P_0 \Gamma_s N_s W \exp\left(-(\alpha_{\lambda_0} + \alpha_{\lambda_s})z\right)$$

$$P_{Anti-Stokes}(z) = P_0 \Gamma_{as} N_{as} W \exp\left(-(\alpha_{\lambda_0} + \alpha_{\lambda_{as}})z\right)$$

где P_0 – пиковая мощность оптического импульса, W – пространственная длительность оптического импульса, Γ_s, Γ_{as} – коэффициенты рассеяния стоксовой и анти-стоксовой компонент, N_s, N_{as} – распределения оптических фононов согласно соотношения Бозе-Эйнштейна для стоксовой и анти-стоксовой компонент,

$\alpha_{\lambda_0}, \alpha_{\lambda_s}, \alpha_{\lambda_{as}}$ — коэффициенты затухания рэлеевского, стоксового и антистоксового сигналов.

В данной модели к полезному сигналу с выхода фотоприемника добавлялась шумовая составляющая в виде аддитивного белого гауссовского шума. Шумы фотоприемного устройства складываются из дробовых и тепловых шумов фотодиода и шума трансимпедансного усилителя.

В докладе представлены результаты моделирования сигнала РВОДТ и результаты оценки выигрыша при применении симплекс-кодов.

Литература

1. Jones M. Using simplex codes to improve OTDR sensitivity// IEEE Photon. Technol. Lett. 1993, vol. 15, pp. 822–824.
2. Soto M.A. et al. Distributed temperature sensor system based on Raman scattering using correlation-codes// Electronics Letters, 2007, vol. 43, no. 161. pp. 862-864.

SIGNAL-NOISE IMPROVEMENT OF DISTRIBUTED TEMPERATURE SENSOR

IldarKhaziev

Supervisor: Michael Dashkov

(“Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics”)

Abstract

A method for improvement the signal-to-noise ratio for a fiber-optic temperature sensor based on Raman scattering using coded probe signals is proposed.

УДК 621.396

МЕТОДЫ ПЕЛЕНГАЦИИ С ПОМОЩЬЮ, СФОКУСИРОВАННОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Чикляев Н.А.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н. доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева - КАИ, Казань)

Аннотация

В данном тезисе рассмотрены распространённые одноканальные методы пеленгации и сравнены с методом пеленгации с помощью, сфокусированной фазированной антенной решетки.

Рассмотрим распространённые известные одноканальные методы пеленгации:

- Метод максимума;
- Метод минимума;
- Метод сравнения амплитуд.

При пеленгации по методу максимума направление на цель определяется по максимуму сигнала, принимаемого от цели. При методе минимума антенна формирует две диаграммы направленности, максимумы которых разнесены относительно друг друга некоторый угол. Для этого достаточно иметь одну антенну с двумя облучателями. При методе сравнения амплитуд (методе равносигнального направления) для определения направления на цель, антенна создаёт направление равных сигналов – равносигнальное направление (РСН), образуемое двумя диаграммами направленности.

Сравним распространённые методы пеленгации с методом пеленгации с помощью сфокусированной фазированной антенны.

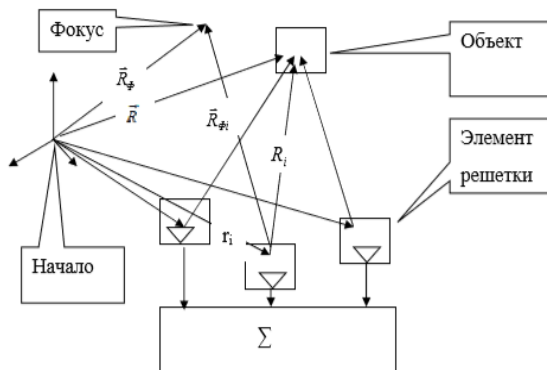


Рис. 1 Схема приема сфокусированной антенной решеткой.

Сигнал от пеленгуемого источника, принимаемый i -м элементом представим в виде:

$$U_i(t) = f\left(t - \frac{R_i}{c}\right) e^{j\omega t - ikR_i}.$$

Простейшим (и наиболее очевидным для реализации) является аналог метода максимума при пеленгации источника излучения, находящегося в дальней зоне направленной антенны. Для сфокусированной некогерентной антенной решетки пеленгация осуществляется следующим способом: путем соответствующего выбора временных задержек осуществляется фокусировка в точку $R\phi$, определяется и запоминается максимальная амплитуда принятого сигнала $U_{\text{вых}}(t, R\phi)$. Затем операция повторяется многократно для различных $R\phi$ в пределах заданной области поиска. Потенциальная точность пеленгации определяется для сфокусированной некогерентной системы теми же факторами, что и для случая пеленгации по методу максимума с использованием когерентной направленной антенны: шириной области фокусировки и величиной отношения сигнал/шум.

Литература

1. Веденькин Д.А., Сфокусированные антенные решетки в составе радиоэлектронных средств группы малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // 2012 С.104-112.

METHODS OF PELENGAGE BY A FOCUSED FASHED ANTENNA LATTICE

Chiklyayev N.A.

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

Abstract

This abstract define common single-channel methods of direction finding. They are compared with the method of direction finding with the help of a focused phased array antenna.

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПОПЕРЕЧНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОННЫХ ЧАСТИЦ В ДВУХФАЗНЫХ ГАЗОВЫХ ПОТОКАХ

Шилов Н.С.

Научный руководитель: М.П. Данилаев, д.т.н., профессор,
Куклин В.А., к.т.н.

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

Аннотация

С целью определения величины заряда частиц в поле коронного разряда была разработана и создана экспериментальная установка, позволяющая определять распределение частиц в сечении. Измерения проводились с допуском того, что полученное распределение плотности частиц на образце соответствует поперечному распределению частиц в потоке. Результат показал, что распределение интенсивности прошедшего через образец излучения не является симметричным. Так как для измерения величины заряда частиц этот факт является принципиально важным, то для решения этой задачи следует модифицировать устройство формирования двухфазного потока, добываясь симметричного распределения частиц в поперечном сечении.

Построение системы контроля в технологических процессах с многофазными потоками дисперсных частиц требует информации о функции распределения частиц в сечении, поперечном направлению их движения [1]. Кроме того, информация о смещении максимума такого распределения частиц может позволить определить величину заряда частиц в поле коронного разряда [2]. Целью данной работы является разработка, создание и экспериментальные исследования установки по определению распределения частиц в сечении, поперечном направлению их движения.

Измерение распределения частиц в сечении, поперечном направлению их движения осуществлялось путем напыления частиц на клейкий слой прозрачной ленты, установленной в креплении на

расстоянии 128 мм от выходного торца устройства формирования двухфазного потока. Измерения проводились при допущении, что полученное распределение плотности частиц на образце соответствует поперечному распределению частиц в потоке.

Показано, что распределение интенсивности прошедшего через образец излучения не является симметричным. Это по всей видимости связано с особенностями газодинамического потока, формируемого устройством. Для измерения величины заряда частиц этот факт является принципиально важным. Поэтому для решения этой задачи следует модифицировать устройство формирования двухфазного потока, добиваясь симметричного распределения частиц в поперечном сечении.

Литература

1. Богомолова О.Ю., М.П. Данилаев, Ю.Е. Польский. Формирование сплошной полимерной оболочки вокруг субмикронных частиц // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2014. №4. С.68-73.
2. Данилаев М.П., Дорогов Н.В., Куклин В.А., Курангышев А.В., Шилов Н.С. Измерение характерного размера субмикронных частиц в технологических процессах методом светового рассеяния. Журнал: Нано- и микросистемная техника. Том 19. 2017. №7.

OPTICAL METHOD OF MEASUREMENT OF TRANSVERSE DISTRIBUTION OF MICRON PARTICLES IN TWO-PHASE GAS FLOWS

Shilov N.S.

Supervisor: Danilaev M.P., doctor of technical sciences, professor;
Kuklin V.A., candidate of technical sciences
(*Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev, Kazan*)

Abstract

In order to determine the magnitude of the charge of particles in the corona discharge field, an experimental setup has been developed and created, which makes it possible to determine the particle distribution in the cross section. The measurements were carried out with the

assumption that the resulting particle density distribution on the sample corresponds to the transverse particle distribution in the flow. The result showed that the intensity distribution of the radiation transmitted through the sample is not symmetrical. Since to measure the charge of particles this fact is of fundamental importance, then to solve this problem, the device for the formation of a two-phase flow must be modified, achieving a symmetric distribution of particles in the cross section.

УДК 621.3.095.1

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХКАСКАДНЫМ ОПТИЧЕСКИМ КОНТРОЛЛЕРОМ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Щербакова К.А.

*(ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», Самара)*

Аннотация

В данной работе рассматривается метод управления трехсекционным волоконно-оптическим контроллером поляризации. Представлена математическая модель на основе матриц Джонса для случая согласования входа контроллера поляризации с источником оптического излучения

В настоящее время устройства для управления поляризацией оптического излучения широко применяются в оптических схемах различного назначения. Для решения ряда задач требуется обеспечение заданного состояния поляризации излучения. При этом могут быть использованы генераторы состояний поляризации или контроллеры поляризации.

Данная работа посвящена разработке методики управления контроллером поляризации для обеспечения требуемого состояния поляризации сигнала. Используемое в работе устройство представляет собой каскад из трех перестраиваемых волновых пластин в волоконном исполнении. Ориентация главных оптических осей волновых пластин выбрана таким образом, что угол поворота между каскадами фиксированный и составляет 450. Фазовая задержка пластин может перестраиваться в зависимости от

управляющего сигнала. Для разработки алгоритма управления была разработана математическая модель на основе матриц Джонса [1]. В общем случае для обеспечения требуемого состояния поляризации на выходе требуется подбор трех параметров фазовой задержки (при условии известных значений углов поворота волновых пластин).

В данной работе предлагается использовать контроллер поляризации совместно с источником оптического излучения с известным линейным состоянием поляризации. Для этого можно использовать лазерный диод, согласованный с волокном, сохраняющим поляризацию, и контроллер поляризации с соответствующим входным портом.

Тогда математическую модель данного устройства можно представить в виде системы нелинейных уравнений, определяющей зависимость входного и выходного состояния поляризации оптического излучения:

$$\begin{cases} V'_x = \left(\cos\left(\frac{\Gamma_3}{2}\right) + i \sin\left(\frac{\Gamma_3}{2}\right) \right) \cos\left(\frac{\Gamma_2}{2}\right) V_x + i \left(\cos\left(\frac{\Gamma_3}{2}\right) + i \sin\left(\frac{\Gamma_3}{2}\right) \right) \sin\left(\frac{\Gamma_2}{2}\right) V_y \\ V'_y = i \left(\cos\left(\frac{\Gamma_3}{2}\right) - i \sin\left(\frac{\Gamma_3}{2}\right) \right) \sin\left(\frac{\Gamma_2}{2}\right) V_x + \left(\cos\left(\frac{\Gamma_3}{2}\right) - i \sin\left(\frac{\Gamma_3}{2}\right) \right) \cos\left(\frac{\Gamma_2}{2}\right) V_y \end{cases}$$

При условии согласования входного излучения с главной оптической осью первой волновой пластинки, и учитывая, что угол поворота волновых пластин $\psi = 45^\circ$, задача сводится к нахождению значения введенного двулучепреломления для второго и третьего каскада Γ_2 и Γ_3 .

Так как выразить в явном виде переменные Γ_2 и Γ_3 из данной системы невозможно, предлагается использовать численные метод решения системы нелинейных уравнений с несколькими неизвестными. Возможно решение данной задачи методом Ньютона. Этот метод обладает гораздо более быстрой сходимостью, чем метод простой итерации[2].

Литература

1. Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 616 с.
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. - М.: Наука. 1989. -432 с.

METHOD FOR MANAGEMENT OF 3 STAGE FIBER OPTICAL POLARIZATION CONTROLLER

Scherbakova K.A.

*(“Povolzhskiy State University of Telecommunications and
Informatics”)*

Abstract

In this paper the method of development of control unit for fiber optical polarization controller is considered. The mathematical model of three stage polarization controller based on Jones matrices and algorithm of management are represented.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА, ФОТОНИКА И ИНФОРМАТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ

УДК 612.816:591:577.175.822

ВЛИЯНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ K^+ В РАСТВОРЕ НА ВХОД КАЛЬЦИЯ В РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ ДВИГАТЕЛЬНОГО НЕРВНОГО ОКОНЧАНИЯ ЛЯГУШКИ

Балашова Д.В.², Хазиев Э.Ф.^{1,2,3}

*(¹Казанский институт биохимии и биофизики
КазНЦ РАН, г.Казань, Россия,*

*²Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева, г. Казань, Россия,*

*³Казанский (Приволжский) Федеральный
Университет, г. Казань, Россия)*

Аннотация

В данной работе изучали динамику входа кальция (Ca^{2+} -транзиент) в различных участках нервного окончания нервно-мышечного соединения лягушки в контроле и при увеличенной концентрации ионов K^+ в растворе.

Эксперименты выполняли на изолированном нервно-мышечном препарате m. cutaneus pectoris лягушек *Rana ridibunda*. Оценку относительного изменения уровня Ca^{2+} (Ca^{2+} -транзиент) производили при помощи флуоресцентного красителя Oregon Green Варта 1 [1]. Оптическую регистрацию Ca^{2+} -транзиента осуществляли высокоскоростной камерой Neuro CCD (Redshirt Imaging)[2, 3].

Ранее был обнаружен градиент значений амплитуд Ca^{2+} -транзиента в различных частях нервного окончания, который является следствием различного количества ионов Ca^{2+} , входящих вдоль нервной терминали[4]. Одной из причин неравномерного входа ионов кальция в нервное окончание может являться неравномерное распределение кальциевых каналов. Для проверки этой гипотезы были проведены эксперименты при увеличенной

концентрации ионов K^+ в растворе. Увеличение внеклеточного K^+ должно приводить к удлинению фазы деполяризации мембраны, а, в свою очередь, увеличение времени открытия потенциал зависимых Ca^{2+} -каналов увеличивает внутриклеточное содержание ионов кальция. В результате этой серии экспериментов, при увеличении концентрации KCl в физиологическом растворе с 2.5 до 10 ммоль/л, амплитуда Ca^{2+} -транзientа увеличивалась во всей терминали на $17,1 \pm 7,3\%$ ($n=7$, $P<0,05$), в проксимальной части – на $16,7 \pm 9,31\%$ ($n=7$, $P<0,05$), в центральной – на $16,6 \pm 8,6\%$ ($n=8$, $P<0,05$), в дистальной – на $16,6 \pm 5,3\%$ ($n=6$, $P<0,05$).

Можно заключить, что существование проксимо-дистального градиента амплитуд Ca^{2+} -транзientа не обусловлено неоднородностью распределения кальциевых каналов и может быть связано с их различной активностью вдоль нервного окончания.

Литература

1. Samigullin D., Khaziev E., Zhilyakov N., Bukharaeva E., Nikolsky E., Loading a Calcium Dye into Frog Nerve Endings Through the Nerve Stump: Calcium Transient Registration in the Frog Neuromuscular Junction, Journal of Visualized Experiments 2017(125) • July 2017, DOI: 10.3791/55122

2. Khaziev, E. F. Decreased entry of calcium into motor nerve endings upon activation of presynaptic cholinergic receptors / E. F. Khaziev, N. F. Fatikhov, D. V. Samigullin, G. Barrett, Je. A. Bukharaeva, E. E. Nikolsky // Doklady Biological Sciences. - 2012.Sep. –Oct. – V. 446. –P. 283–285.

3. Khaziev, E. Acetylcholine-induced inhibition of presynaptic calcium signals and transmitter release in the frog neuromuscular junction. / E. Khaziev, D. Samigullin, N. Zhilyakov, N. Fatikhov, E. Bukharaeva, A. Verkhatsky and E. Nikolsky. // Front. Physiol. 2016. 7:621. doi: 10.3389/fphys.2016.00621.

4. Khaziev E. Action of ATP on Ca^{2+} -transient in different parts of the frog motor nerve ending. / E. Khaziev, A. Golovyahina, E. Bukharaeva, E. Nikolsky, D. Samigullin // BioNanoScience. - 2016. doi: 10.1007/s12668-016-0350-6.

INFLUENCE OF HIGH CONCENTRATION K^+ IONS ON Ca^{2+} ENTRY IN DIFFERENT PARTS OF THE FROG MOTOR NERVE ENDING

Balashova D.V.², Khaziev E.F.^{1,2,3}

¹KIBB-Subdivision of FIC KazanSC of RAS, Kazan, Russia,

²A.N. Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan, Russia,

³Kazan Federal University, Kazan, Russia;)

Abstract

In this paper we studied the dynamics of calcium entry (Ca^{2+} transient) in different parts of the nerve ending of the frog neuromuscular junction in the control and with an increased concentration of K^+ ions in the solution.

УДК 612.816:577.175.822

УЧАСТИЕ НИКОТИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ $\alpha 7$ ТИПА В МОДУЛЯЦИИ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ В НЕРВНО-МЫШЕЧНЫХ СИНАПСАХ ЛЯГУШКИ

Ковязина И.В., Ценцевицкий А.Н.

(Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской академии наук", Казань)

Аннотация

Получены данные, свидетельствующие о том, что эндогенные холиномиметики (ацетилхолин либо холин) могут усиливать интенсивность нейросекреции, действуя на $\alpha 7$ подтип никотиновых холинорецепторов. Это влияние более выражено при сниженном уровне ионов кальция в среде. Обсуждаются возможные механизмы реализации облегчающего действия никотиновых агонистов.

Известно, что никотиновые холинорецепторы (нХР) $\alpha 7$ могут регулировать освобождение ацетилхолина (АХ) из нервных окончаний, причем в синапсах теплокровных эта регуляция проявляется в условиях, способствующих накоплению АХ в области синаптического контакта [1, 2]. В синапсах амфибий изменение квантового состава токов концевой пластинки (ТКП) происходит и при редкой частоте стимуляции нерва [3]. К тому же, при высокочастотной стимуляции нерва нХР $\alpha 7$ подтипа могут регулировать скорость проведения возбуждения по безмякотным нервным окончаниям [4]. Отличия могут быть связаны с тем, что в синапсах теплокровных нХР $\alpha 7$ типа расположены за пределами синаптической щели, например, на Шванновских клетках, а в синапсах амфибий - рядом с активными зонами секреции. Целью настоящего исследования было сопоставить эффекты блокатора нХР $\alpha 7$ метилликаонитина (MLA) на параметры синаптической передачи (квантовый состав ТКП, временной ход секреции при разном содержании Ca^{2+} в среде. При сниженной (до 0.3 мМ) концентрации Ca^{2+} MLA (10 нМ) существенно снижал квантовый состав ТКП, оцениваемый «методом выпадений» (на $50.0 \pm 4.2\%$), а также интенсивность спонтанной секреции, (частота миниатюрных ТКП, на $58.6 \pm 7.1\%$). Временной ход секреции отдельных квантов АХ, оцениваемый по гистограмме распределения истинных синаптических задержек одноквантовых ТКП, в присутствии MLA достоверно не изменялся. Полученные данные свидетельствуют в пользу того, что эндогенный АХ (либо холин) может усиливать интенсивность нейросекреции, действуя на этот тип нХР. Причем при сниженном уровне Ca^{2+} в среде этот эффект гораздо более выражен. Облегчающее действие агонистов нХР обычно связывают с повышением концентрации внутриклеточного Ca^{2+} внутри терминали- за счет входа Ca^{2+} через канал нХР, входа Ca^{2+} через потенциал активируемые Ca^{2+} каналы в результате деполяризации, и освобождения Ca^{2+} из внутриклеточных депо [5]. К тому же, нейрональные нХР могут быть ко-локализованы с K^+ каналами, в том числе, Ca^{2+} -зависимыми, и нейрорегуляция может осуществляться путем активации этих ионных каналов [6]. Проверка данной гипотезы является задачей дальнейших исследований.

Работа выполнена за счет средств гранта РФФИ № 17-04-

00690.

Литература

1. Балезина, О.П. Участие Н-холинорецепторов нейронального типа в регуляции выброса медиатора в нервно-мышечных синапсах мышцы/ О.П. Балезина, В.В. Федорин // Нейрохимия. – 2008. – т. 25. – с. 99-104.

2. Schwann cells sense and control acetylcholine spillover at the neuromuscular junction by $\alpha 7$ nicotinic receptors and butyrylcholinesterase/ K.A. Petrov, E. Girard, A.D. Nikitashina et al.// J Neurosci. – 2014. –Vol. 34. –P. 11870-11883.

3. Угнетение вызванной секреции ацетилхолина в нервно-мышечном синапсе лягушки фосфолипазами A2 из яда степной гадюки Vipera Ursini Renardi/ И. В. Ковязина, Н. В. Копылова, Ю. Н. Уткин и др. // Биологическое мембраны. – 2018. – т. 35, № 1. – с. 71–78.

4. Ковязина, И.В. Пресинаптические никотиновые холинорецепторы модулируют скорость проведения возбуждения по двигательным нервным окончаниям при высокочастотной активности синапса/ И.В. Ковязина, А.Н. Ценцевский, Е.Е. Никольский // Доклады Академии Наук. –2016. – т. 468. – с. 586–588.

5. Molecular cloning, functional properties, and distribution of rat brain $\alpha 7$: A nicotinic cationic channel highly permeable to calcium/ P. Séguéla, J. Wadiche, K. Dineley-Miller et al. // J. Neurosci. – 1993. – Vol. 13. – P. 596–604.

6. Large- and small-conductance Ca^{2+} -activated K^{+} channels: their role in the nicotinic receptor-mediated catecholamine secretion in bovine adrenal medulla/ A. Wada, M. Urabe, T. Yuh et al.// Naunyn Schmiedeberg's Arch Pharmacol. – 1995. – Vol. 352, № 5. – P. 545-549.

THE INVOLVEMENT OF THE $\alpha 7$ NICOTINIC RECEPTORS IN THE MODULATION OF SYNAPTIC TRANSMISSION IN THE FROG NEUROMUSCULAR JUNCTION

Kovязina I.V., Tsentskevitsky A.N.

*(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics,
FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)*

Abstract

The study conducted allows to suggest that the endogenous cholinomimetics (acetylcholine or choline) can enhance the intensity of neurosecretion from the frog motor endings activating $\alpha 7$ nicotinic receptors. The facilitating effect was more evident when the concentration of extracellular calcium ions was lowered. The putative mechanisms of realization of nicotinic agents effects are discussed.

УДК 577.352.22:681

ОЦЕНКА МЕТОДОМ ЯМР ВОЗДЕЙСТВИЯ ММ ПОЛЕЙ НА МИКРООРГАНИЗМЫ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Крыницкий П.П.

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

Традиционно для повышения физиологической активности микроорганизмов (МКО) используются стимуляторы прежде всего химической природы. В то же время исследования последних лет продемонстрировали высокую эффективность воздействия отдельных частот электромагнитного поля (ЭМП) мм диапазона (крайне высоких частот (КВЧ)) нетепловой интенсивности на рост и выделение продуктов метаболизма МКО различного масштаба и уровня организации – в частности, бактериями и дрожжами. Они относятся к различным таксономическим группам в первую очередь вследствие различий в их строении: дрожжи являются эукариотическими организмами, в то время как бациллы – прокариоты. В этой связи нами проводилось исследование влияния ЭМП КВЧ нетепловой интенсивности на характеристики роста и развития хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 509 и микробной культуры *Bacillus subtilis* D26 в широком диапазоне изменения частот (от 56,2 до 61,2 ГГц с шагом 0,2 ГГц). В ходе него определялась концентрация биомассы, содержание глюкозы, активность ферментных систем микроорганизмов и прочие параметры, характеризующие их физиологическую активность, а

также проведена оценка структурно-динамического состояния МКО методом ЯМР-релаксометрии, что и позволило рассмотреть закономерности отклика микроорганизмов на электромагнитное воздействие в изученном диапазоне частот.

Полученные результаты, в том числе оценка состояния биологических сред по параметрам ЯМР-релаксометрии, подтверждают общую закономерность, наблюдавшуюся ранее для более высокоразвитых биосистем, что эффекты ЭМП КВЧ зависят не только от параметров ЭМП, но и от уровня организации организма. При этом более высокоорганизованные МКО (в частности, дрожжи) при одинаковых параметрах ЭМП нередко реагируют на КВЧ обработкой противоположным образом по отношению к менее высокоорганизованным (в частности, бациллам) – например, при одинаковой частоте обработки может наблюдаться повышение активности регуляторных механизмов у дрожжей в отличие от снижения их активности у бацилл.

ESTIMATION BY NMR METHOD OF THE MM FIELDS INFLUENCE ON MICROORGANISMS OF VARIOUS LEVELS OF ORGANIZATION

Krynitskiy P.P.

*(A.N. Tupolev Kazan National Research Technical
University, Kazan, Russia)*

Abstract

Obtained for microorganisms results, including the estimation of biological media state by NMR relaxometry parameters, confirm a general pattern, previously observed for the more developed biological systems, that the effects of EMF of EHF depend not only on electromagnetic field parameters, but also on the level of organization of a body. For example, the more highly organized organisms (in particular yeast) can respond to EHF processing in the form of increasing of the regulatory mechanisms activity, while the less highly organized organisms (in our case - bacilli) – in the form of this mechanisms` activity reduction.

ГАММА-АМИНОМАСЛЯНАЯ КИСЛОТА КАК СИГНАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛА В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

Маломуж А.И.

(Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской академии наук", Казань, Россия)

Аннотация

В работе проанализированы экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что в различных периферических холинергических синапсах обнаружены практически все звенья ГАМКергической сигнализации и показана их функциональная активность.

Гамма-аминомасляная кислота (ГАМК) представляет собой основной тормозный нейромедиатор в центральной нервной системе, где она играет важную роль в процессах модуляции нейрональной активности. Нарушения в ГАМКергической сигнализации являются первопричиной развития широкого спектра психических и неврологических заболеваний, а также заболеваний двигательного аппарата. В связи с этим, исследования ГАМКергической сигнализации представляются весьма актуальными и востребованными.

Несмотря на господствующую парадигму о функционировании ГАМК только в центральной нервной системе, начиная с конца 70-х, стали накапливаться данные, демонстрирующие наличие различных элементов ГАМКергической сигнализации (фермент, синтезирующий ГАМК; собственно молекулы ГАМК; рецепторы и транспортеры к ГАМК) в периферических холинергических контактах, образуемыми нейронами вегетативных ганглиев [1] и нейронами,

иннервирующими гладкую [2] и поперечно-полосатую мускулатуру [3,4]. В экспериментах на этих синапсах продемонстрированы процессы образования, выделения и захвата молекул ГАМК, а также способность аминокислоты модулировать процессы выделения ацетилхолина из нервных окончаний.

Таким образом, можно утверждать, что ГАМК способна играть сигнальную функцию в различных периферических холинергических синапсах, выступая, как минимум, в качестве модулятора выделения основного медиатора - ацетилхолина.

Исследование выполнено при поддержке РФФ №17-15-01279.

Литература

1. Ito, T. Gamma-aminobutyric acid-containing sympathetic preganglionic neurons in rat thoracic spinal cord send their axons to the superior cervical ganglion / T. Ito, H. Hioki, K. Nakamura, et al. // *Comp. Neurol.* - 2007. - V. 502. - P. 113-125.

2. Krantis, A. GABA in the mammalian enteric nervous system / A. Krantis // *News Physiol. Sci.* - 2000. - V. - 15. - P. 284-290.

3. Malomouzh, A. I. Metabotropic GABAB receptors mediate GABA inhibition of acetylcholine release in the rat neuromuscular junction / A. I. Malomouzh, K. A. Petrov, L. F. Nurullin, E. E. Nikolsky // *J. Neurochemistry.* - 2015. - V. 135. - P. 1149-1160.

4. Nurullin, L.F. Elements of molecular machinery of GABAergic signaling in the vertebrate cholinergic neuromuscular junction / L.F. Nurullin, E.E. Nikolsky, A.I. Malomouzh // *Acta Histochem.* - 2018. - V. 120. - P. 298-301.

GAMMA-AMINOBUTYRIC ACID AS SIGNAL MOLECULE IN THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM

A. I. Malomouzh

*(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics,
FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan, Russia)*

Abstract

In the work, the experimental data were analyzed testifying that practically all chains of GABAergic signalling have been revealed in different peripheral cholinergic synapses. Their functional activity has

been shown too.

УДК 612.816

КО-КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК МИОЦИТОВ И МОТОНЕЙРОНОВ КАК МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЖКЛЕТОЧНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ *IN VITRO*

Сибгатуллина Г.В., Мухитов А.Р.

*(Казанский институт биохимии и биофизики "Федеральный
исследовательский центр "Казанский научный центр
Российской академии наук", Казань)*

Аннотация

На основе существующих в литературе протоколов ко-культивирования были разработаны протоколы введения в культуру мотонейронов и миоцитов мышей. В статье обсуждаются методические сложности и перспективы получения в дальнейшем нервно-мышечного синапса.

Функциональный нервно-мышечный синапс требует особого взаимодействия между терминалью мотонейрона, волокнами скелетных мышц и Шванновскими клетками [1-2]. Исследование механизмов этого взаимодействия является одной из фундаментальных проблем, как физиологии, так и медицины. Ко-культивирование мотонейронов и мышечных клеток представляет собой удобную модель для исследования нейромышечных взаимодействий *in vitro* [3-4]. В мире существует очень небольшое число лабораторий, в которых поставлена работа с такой системой. В России аналогичные лаборатории отсутствуют.

Опираясь на протоколы, представленные в литературе, нами была разработана система выделения нервных и мышечных клеток мыши и их дальнейшего культивирования. В работе использовали животных в возрасте 2-3-4-5 суток после рождения. В процессе работы была установлена эффективность использования животных 3-4-х дневного возраста. Фаза активного прикрепления клеток обоих типов отмечалась в течение первых суток после посадки. Если

оседание клеток наблюдалось позднее, в дальнейшем такие культуры росли слабее по сравнению с культурами, в которых прикрепление произошло раньше. В дальнейшем, с целью создания ко-культуры, мотонейронов и миоциты были объединены путем простого сливания. К настоящему моменту был сделан вывод о нецелесообразности использования такого подхода, поскольку в смеси клеток достаточно сложно идентифицировать не только частные области интереса исследования (терминали, кальциевые каналы, белки), но даже клеточные типы. В дальнейшем планируется использовать коммерческие устройства для ко-культивирования клеток разного типа.

Литература

1. Wu H., Xiong W.C., Mei L. To build a synapse: signaling pathways in neuromuscular junction assembly//Development. – 2010. – Vol. 137. – P.1017–1033.
2. Darabid H., Perez-Gonzalez A.P., Robitaille R. Neuromuscular synaptogenesis: coordinating partners with multiple functions//Nat Rev Neurosci. – 2014. – Vol. 15. – p. 703–718.
3. Sanes J., Lichtman J. Development of the vertebrate neuromuscular junction//Annu. Rev. Neurosci. – 1999. – Vol. 22. – p. 389–442.
4. Reist N., Werle M., McMahan U. Agrin released by motor neurons induces the aggregation of acetylcholine receptors at neuromuscular junctions//Neuron 8. – 1992. – p. 865–868.

CO-CULTURES OF MYOCYTES AND MOTONEURONES AS A MODEL SYSTEM FOR THE STUDY OF INTERCELLULAR SIGNALING

Sibgatullina G.V., Mukhitov A.R.

*(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics,
FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)*

Abstract

Based on the protocols existing in the literature, were developed their protocols for the introduction mice motor neurons and myocytes into the culture. There are described methodological difficulties and

prospects for obtaining a neuromuscular junction *in vitro*.

УДК 612.816:612.822.2

ВЛИЯНИЕ КАРБАХОЛИНА НА УРОВЕНЬ ВЫЗВАННОЙ СЕКРЕЦИИ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕРВНО-МЫШЕЧНЫХ СИНАПСАХ «МЕДЛЕННОГО» И «БЫСТРОГО» ТИПОВ У КРЫС ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ОПОРНОЙ РАЗГРУЗКИ

Тяпкина О.В., Нуруллин Л.Ф.

(Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской академии наук", Казань)

Аннотация

В настоящем исследовании изучалось влияние негидролизуемого аналога ацетилхолина на интенсивность вызванной секреции медиатора в мионевральных синапсах разного функционального типа крысы после опорной разгрузки.

Ранее нами было показано, что у крыс, находящихся в условиях антиортостатического «вывешивания», воспроизводящего опорную разгрузку скелетных мышц задних конечностей [1], развивающуюся при гипогравитации в мионевральных синапсах *m. EDL* и *m. Soleus* существенно изменяется чувствительность спонтанной квантовой секреции к негидролизуемому аналогу ацетилхолина – карбахолину [2]. Поэтому было предположено, что опорная разгрузка может также изменить чувствительность вызванной квантовой секреции медиатора к этому холиномиметику. Целью настоящей работы явилось проведение сравнительного анализа амплитудно-временных параметров ПКП и МПКП после аппликации карбахолина ($5 \cdot 10^{-6}$ моль/л; 30 мин) в раствор с нервно-мышечными препаратами *m. Soleus* и *m. EDL* контрольной группы крыс и после 35 суток антиортостатического вывешивания при стимуляции нерва с частотой 0,5 имп/с.

В ходе экспериментов установлено, что в контрольной группе крыс карбахолин проявлял угнетающее влияние на квантовый состав, амплитуду ПКП и МПКП в обеих мышцах. У животных после опорной разгрузки в т. EDL было выявлено более существенное уменьшение амплитуды ПКП, чем у контрольных, при этом амплитуда МПКП падала меньше. Постоянная времени роста ПКП и МПКП укорачивалась больше, а задний фронт (τ) ПКП не изменялся. В т. Soleus вывешенных крыс угнетающий эффект карбахолина уменьшался на параметры амплитуды ПКП и МПКП, время роста ПКП не изменялось, а МПКП – укорачивалось, задний фронт (τ) ПКП не изменялся, МПКП – уменьшался.

Литература

1. Григорьев, А.И. Роль опорной афферентации в организации тонической мышечной системы /А. И. Григорьев, И. Б. Козловская, Б. С. Шенкман // Российский физиологический журнал. – 2004. – Т. 90. – № 5. – С. 508– 521.
2. Тяпкина, О.В. Влияние опорной разгрузки на эффективность модуляции секреции медиатора через систему ауторецепторов. / Э.А. Бухараева, Е.Е. Никольский // Биофизика. – 2006. - Т. 51. Вып. 5. С. 827-832.

EFFECT OF KARBAKHOLIN ON THE SECRECTION OF ACETYLCHOLINE IN NERVOUS-MUSCULAR SYNAPSES OF "SLOWLY" AND "FAST" TYPES IN RATS AFTER LONG-TERM ORIGINAL UNLOADING

O.V. Tyapkina., L.F. Nurullin

*(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics,
FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)*

Abstract

In the present study, the effect of a non-hydrolyzable analog of acetylcholine on the intensity of induced mediator secretion in the myoneural synapses of different functional type of the rat after support discharge was studied.

УЧАСТИЕ ГАМК-РЕЦЕПТОРОВ В РЕГУЛЯЦИИ КИНЕТИКИ СЕКРЕЦИИ КВАНТОВ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ КРЫСЫ

Хузахметова В.Ф., Маломуж А.И.

*(Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное
структурное подразделение Федерального государственного
бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский
центр "Казанский научный центр Российской академии наук",
Казань)*

Аннотация

В данном исследовании изучалось влияние экзогенной ГАМК на кинетику секреции отдельных квантов нейромедиатора в периферическом холинергическом синапсе теплокровных.

Недавно было показано, что гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), известная как тормозной нейромедиатор в ЦНС, способна влиять на сигнальные процессы и в периферическом холинергическом синапсе [1]. Авторы показали, что в нервно-мышечном синапсе млекопитающих аппликация ГАМК приводит к снижению некантовой и вызванной секреции ацетилхолина (АХ). Однако вызванный многоквантовый ответ состоит из нескольких десятков или сотен квантов, выделившихся не абсолютно синхронно. Поэтому важно оценить не только интенсивность вызванной секреции квантов АХ, но и степень синхронности их выделения [2, 3]. Для этого методом экстраклеточной микроэлектродной регистрации в нервно-мышечном соединении *m.diaphragm-n.phrenicus* крыс были измерены синаптические задержки вызванных токов концевой пластинки и проанализированы гистограммы их распределения. Оценивали синхронную фазу секреции медиатора (раннюю и позднюю), а также задержанное асинхронное освобождение.

Анализ гистограмм распределения истинных синаптических задержек показал, что после аппликации ГАМК (10 μ M) в синапсах

крыс в ответ на стимуляцию двигательного нерва с частотой 0,5 Гц в период синхронной секреции выделялось больше квантов, по сравнению с контролем, а в период задержанного освобождения, наоборот, меньше. Это говорит о более синхронном выделении квантов медиатора при действии ГАМК. Также об этом свидетельствует сдвиг кумулятивной кривой в сторону меньших значений.

Таким образом, можно заключить, что аппликация ГАМК влияет на кинетику секреции АХ, что выражается в более синхронном выделении отдельных квантов медиатора.

Исследование выполнено при поддержке РФФ №17-15-01279.

Литература

1. Malomouzh A. I. Metabotropic GABAB receptors mediate GABA inhibition of acetylcholine release in the rat neuromuscular junction / A. I. Malomouzh, K. A. Petrov, L. F. Nurullin, E. E. Nikolsky // J. Neurochemistry. – 2015. – V.135. – P. 1149-1160.

2. Lin, J.-W. Modulation of synaptic delay during synaptic plasticity / J.-W. Lin, S. Faber // Trends in Neurosci. - 2002. - V. 25. - P. 449-455.

3. Bukharaeva, E. Changes in the kinetics of evoked secretion of transmitter quanta – an effective mechanism modulating the synaptic transmission of excitation / E. Bukharaeva, E. Nikolskii // Neurosci Behav Physiol. - 2012. - V. 42. - P. 153-160.

PARTICIPATION OF GABA RECEPTORS IN REGULATION OF KINETICS OF ACETYLCHOLINE QUANTAL SECRETION IN RAT NEUROMUSCULAR JUNCTION

V.F. Khuzakhmetova., A. I. Malomouzh
(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics,
FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)

Abstract

The research about participation of exogenous GABA in the kinetics of neurotransmitter quantal release in the peripheral cholinergic synapse of warm-blooded animals is presented in the report.

ДЕСИНХРОНИЗИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ НОРАДРЕНАЛИНА НА КВАНТОВУЮ СЕКРЕЦИЮ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СОЕДИНЕНИИ МЫШИ

Ценцевский А.Н., Бухараева Э.А.

*(Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное
структурное подразделение Федерального государственного
бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский
центр "Казанский научный центр Российской академии наук",
Казань)*

Аннотация

В нервно-мышечном соединении мышцы экзогенный норадреналин вызывает десинхронизацию выделения отдельных квантов ацетилхолина, проявляющуюся в увеличении степени дисперсии истинных синаптических задержек. Пресинаптическое действие норадреналина обусловлено активацией α_2 -адренорецепторов.

В настоящее время появились основания считать, что наряду со скелетной мышцей, важной мишенью для медиаторов симпатической системы является нервно-мышечный синапс.

Эксперименты выполнялись на изолированном фреенико-диафрагмальном препарате лабораторных мышей в условиях сниженной концентрации ионов кальция в среде методом экстраклеточной регистрации токов действия нервного окончания и одноквантовых токов концевой пластинки. Степень флуктуаций истинных синаптических задержек количественно оценивали с помощью параметра $R_{\text{корр}}$ – временного интервала, в который попадает 85% всех синаптических задержек.

Норадреналин (НА) в концентрации 10 мкМ вызывал десинхронизацию секреции отдельных квантов ацетилхолина (АХ) в ответ на нервный импульс – параметр $R_{\text{корр}}$ возрастал на $20.0 \pm 7.2\%$ относительно контрольных значений. Для выяснения типа адренорецепторов, реализующих пресинаптическое действие НА,

было изучено влияние специфических α - адреномиметиков на кинетику секреции, а также способности α -адреноблокаторов предотвращать эффект НА. Агонист α_1 -адренорецепторов фенилэфрин не влиял на кинетику секреции квантов АХ. Селективный антагонист α_1 -рецепторов доксазозин не предотвращал развития десинхронизирующего эффекта НА. Действие селективного агониста α_2 -адренорецепторов дексметомидина приводило к увеличению параметра $P_{\text{корр}}$ в среднем на $29.7 \pm 8.5\%$. Антагонист α_2 -рецепторов SKF 86466 препятствовал развитию эффекта НА. Отсутствие влияния НА на кинетику секреции квантов АХ при наличии в среде блокатора α_2 -адренорецепторов и увеличение дисперсии синаптических задержек при действии агонистов этих рецепторов свидетельствует о том, что десинхронизация квантовой секреции медиатора, вызываемая НА, обусловлена активацией α_2 -адренорецепторов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 18-15-00046.

DESYNCHRONIZING EFFECT OF NORADRENALINE ON THE QUANTAL ACETYLCHOLINE SECRETION IN THE MOUSE NEUROMUSCULAR JUNCTION

Tsentsevitsky A.N., Bukharaeva E.A.

*(Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics,
FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan)*

Abstract

In the mouse neuromuscular junction exogenous noradrenaline desynchronized the timing of acetylcholine quanta secretion. Presynaptic effect of noradrenaline is mediated via α_2 -adrenoreceptors.

УДК 616-71

КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ «БОДРОСТЬ-СОП-УТОМЛЕНИЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСКОНТАКТНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Щербакова Т.Ф., Коробков А.А., Шагвалиев Т.Р., Садыков А.Р.

Научный руководитель: Щербакова Т.Ф., доцент кафедры РТС,
к.т.н., Коробков А.А., доцент кафедры РТС, к.т.н.

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

Аннотация

В статье рассмотрены методы снятия ЭКС посредством использования бесконтактных электродов и методы обработки полученных сигналов, а также дальнейшая реализация данной технологии.

Сегодня из-за большого потока транспорта на дорогах и их загруженность становится актуальной задача контролирование состояния и здоровья водителя, в частном случае отслеживание момента времени его утомления или засыпания.

Нами была проведена разработка устройства контроля состояния «бодрость-сон-утомление» с использованием бесконтактных электродов. Бесконтактные датчики имеют огромное преимущество перед обычными контактными электродами. Их можно использовать вне медицинского учреждения, и они подходят для длительного ношения.

Для регистрации ЭКС применяются емкостные бесконтактные датчики EPC, разработанные фирмой PlesseySemiconductors. Датчики достаточно просты для размещения вблизи груди пациента или в кресле водителя, чтобы получить качественную электрокардиограмму. Планируется встраивать датчики в кресло водителя, тем самым делая снятие ЭКС максимально удобным. Система состоит из двух блоков: устройства съема и устройства обработки. Передача данных в разрабатываемом устройстве будет выполнена методом передачи по радиоканалу. Внутри транспортного средства передача информации по радиоканалу будет производиться по стандарту беспроводной связи Bluetooth. В устройстве полоса частот полезного сигнала составляет диапазон 1–70 Гц. Для подавления сетевой наводки используется цифровой режекторный фильтр на 50 Гц.

Были проведен экспериментальные исследования с

использованием двух датчиков ЕРІС и заземляющим электродом.

На первых стадиях анализа в качестве визуализации полученного ЭКС использовали осциллограф. Датчики размещали на грудной клетке, в области сердца, но при таком расположении сигнал получался менее зашумленный, но такое расположение не подходит для водителя, так как датчики в этом случае необходимо крепить непосредственно на теле, что создает ряд неудобств.

Поэтому для дальнейших исследований нами было разработано устройство съема ЭКС, которое имеет минимальные массогабаритные параметры и способное провести первоначальную обработку снятого сигнала. Затем сигнал по USB интерфейсу подается на ПК, где проводили фильтрацию ЭКС с помощью программной среды MATLAB.

Были проведены эксперименты по регистрации ЭКС при размещении датчиков на грудной клетке, в области сердца, со стороны спины, а также с рук (рис. 1). При съеме сигнала с грудной клетки отношение сигнал-шум было больше чем при съеме со спины или с рук. Но при расположении датчиков в кресле водителя отношение сигнал/шум было достаточно для дальнейшей обработки.

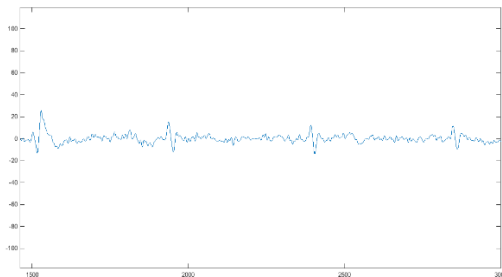


Рис. 1. Сигнал, обработанный в среде MATLAB

В дальнейшем, как говорилось выше, мы предлагаем разместить на спинке кресла 6 датчиков, таким образом, в зависимости от положения водителя, будет выбираться оптимальная пара датчиков, с которых будет сниматься сигнал. А также, для исключения проводов использовать в качестве устройства передачи информации в пределах транспортного средства систему беспроводной связи Bluetooth. После того, как сигнал будет передан

по Bluetooth, проводится обработка. Таким образом, система данного портативного устройства позволит контролировать состояние «бодрость–сон–устомление» водителя.

Полученные результаты показывают перспективность развития данной технологии регистрации ЭКС. В то же время необходимы дополнительные исследования для определения конфигурации расположения электродов с целью повышения отношения сигнал-шум.

Литература

1. Алгоритм анализа электрокардиосигнала для системы передачи в центр наблюдения / Т.Ф. Щербакowa [и др.] //Материалы XV Международной научно-технической конференции «ПТиТТ-2014». Казань: Изд-во Казан. гос. тех. ун-та, 2014.

2. <http://www.kuban.su/medicine/shtm/baza/konsil/hrv.htm>

COMPLEX OF MONITORING THE STATUS "BOD-GROWTH-SLEEP-TREATMENT" WITH THE USE OF NON-CONTACT ELECTRODES

Shcherbakova T.F., Korobkov A.A., Shagvaliev T.R., Sadykov A.R.

Supervisor: Shcherbakova T.F., associate professor, candidate of technical sciences, Korobkov A.A., associate professor, candidate of technical sciences.

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

Abstract

In the article there are methods of ECS removal by using non-contact electrodes and methods of processing received signals and further realization of this technology.

КВАНТОВАЯ ОПТИКА И КОММУНИКАЦИИ

УДК 537.8 (063)

ФОРМИРОВАНИЕ КАНАЛА КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ СХЕМЫ АМФК-ФКАМ С ЧАСТОТНЫМ КОДИРОВАНИЕМ

Габдулхаков И.М.

Научный руководитель: О.Г. Морозов, д.т.н., проф
(ПАО «Таттелеком», Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)

Аннотация

Приведены результаты экспериментов по формированию канала квантового распределения ключей схемы АМФК-ФКАМ с частотным кодированием с фазовой коммутацией в среде OptiSystem.

$$\left\{ \begin{array}{l} | +; 1 \rangle = | 1 \rangle_{\omega_0} \\ | -; 1 \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} | 1 \rangle_{\omega_0 + \Omega} - \frac{1}{\sqrt{2}} | 1 \rangle_{\omega_0 - \Omega} \\ | +; 2 \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} | 1 \rangle_{\omega_0 + \Omega/2} - \frac{1}{\sqrt{2}} | 1 \rangle_{\omega_0 - \Omega/2} \\ | -; 2 \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} | 1 \rangle_{\omega_0 + 3\Omega/2} - \frac{1}{\sqrt{2}} | 1 \rangle_{\omega_0 - 3\Omega/2} \end{array} \right. \quad (1)$$

Для этого выберем два базиса для частотного кодирования состояния фотонов при АМФК и покажем их реализацию с помощью рис. 1.

Состояние $| +; 1 \rangle$ представляет собой немодулированный фотон, передаваемый от CW лазера, через открытые модуляторы МЗМ Алисы – амплитудный 1АМ и фазовый 2АМ; состояние $| -; 1 \rangle$ определяется при амплитудной модуляции на стороне Алисы напряжением с частотой Ω в «нулевой» рабочей точке и при отсутствии фазовой коммутации; состояние $| +; 2 \rangle$ кодируется при работе 1АМ на линейном участке напряжением с частотой Ω и коэффициентом амплитудной модуляции $m=0,55$ при дальнейшей

фазовой коммутацией $0/\pi$ с частотой $\Omega/2$ в 1PM; состояние $|-; 2\rangle$ описывается боковыми составляющими, полученными при параметрах фазовой коммутации с частотой $3\Omega/2$, либо с частотой $\Omega/2$, но при работе 1AM в максимальной точке модуляционной характеристики с аргументом функции Бесселя, равном 2,405.

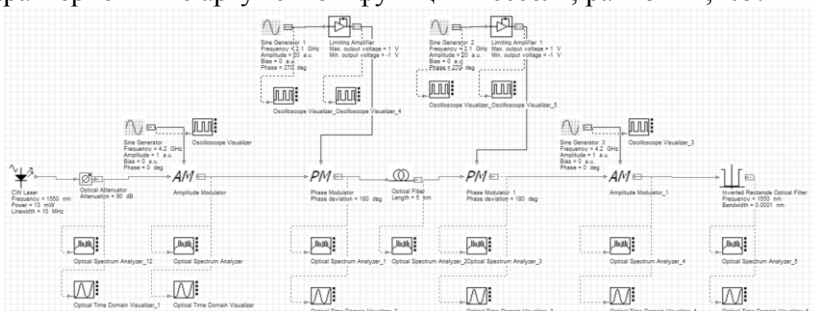


Рис. 1 – Моделирование канала КРК с частотным кодированием по схеме АМФК-ФКАМ

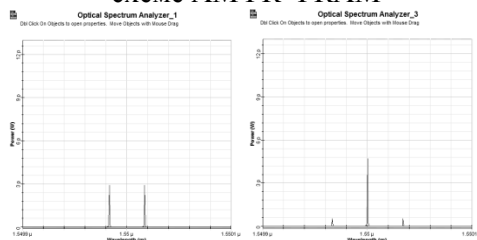


Рис. 2 – Конструктивная и деструктивная интерференция на модуляторах

Литература

1. Ильин, Г.И. ЛЧМ-лидар с преобразованием частоты / Г.И. Ильин, О.Г. Морозов, Ю.Е. Польский // Оптика атмосферы и океана. - 1995. - Т. 8. - № 12. - С. 1871-1874.
2. Морозов, О.Г. Оптико-электронные системы измерения мгновенной частоты радиосигналов с амплитудно-фазовым модуляционным преобразованием оптической несущей / О.Г. Морозов, Г.А. Морозов, М.Р. Нургазизов, А.А. Талипов // Прикладная фотоника. – 2014. - № 2. – С. 5-23.

FORMATION OF THE QUANTUM DISTRIBUTION CHANNEL OF KEYS OF THE AMPK-PKAM SCHEME WITH FREQUENCY CODING

Gabdulkhakov I.M.

Supervisor: O.G. Morozov, Dt.sc., Professor
(PJSC «Tattelecom», Kazan National Research Technical
University named after A.N.Tupolev – KAI, KAZAN)

Abstract

The results of experiments on the formation of the channel for the quantum distribution of the AMPK-PKAM circuits with frequency coding with phase switching in the OptiSystem environment are presented.

УДК 004.421.55

МОДЕЛЬ КАНАЛА КОММУНИКАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ КОДИРОВАННЫХ СООБЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ С ДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Енов А.Э.

Научный руководитель: Д.А. Веденькин, к.т.н., доцент
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)

Аннотация

Модель канала коммуникации, состоящая из приемного и предающего устройства. Метод преобразования информации основан на генераторе с динамической обратной связью.

Целью является демонстрация возможности применения в созданной модели оптической или беспроводной линии связи. Метод создания модели выполнен по описанию типичной системы цифровой связи [1]. Помимо искажения информации, есть проблема подтверждения того, что информация предназначена для определенного пользователя. Описание работы системы

кодирования сообщений на основе динамической обратной связи приведено в [2]. На передающей стороне выбрав исходное сообщения, оно преобразуется как описано в [2], затем в системе моделируется преобразование из цифрового в информационный сигнал (рис. 1а) и модулируется (рис. 1б). На приёмной стороне моделирование происходит в соответствии с передающей стороной, т.е. сигнал восстанавливается, детектируется и дешифруется, получая на выходе исходный сигнал.

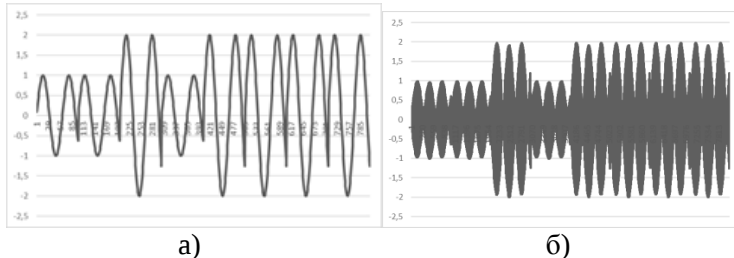


Рис. 1. Моделирование сигнала в канале связи: а) сигнал на передающей стороне и приемной стороне; б) сигнал в линии связи

В выводе возможно отметить, что модель канала работает и в дальнейшем возможно внести изменения в линию связи, добавив в неё искажения сигнала, которые присутствуют в оптической или беспроводной линии связи.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части Государственного Задания 8.6872.2017/8.9.

Литература

1. Б. Склар. Цифровая связь. Теоретическое основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. // Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с. ISBN 5-8459-0497-8. С. 33, 908.
2. Создание ПСП на основе динамической обратной связи для использования в системе передачи информации Веденькин Д.А., Епов А.Э. // АКТО-2016 сборник докладов, 2016. С. 388-393.

THE MODEL OF A COMMUNICATION CHANNEL FOR THE TRANSMISSION OF CODED MESSAGES THAT BASED ON A SYSTEM WITH DYNAMIC FEEDBACK

Епов Александр, Vedenkin Denis

Supervisor: Vedenkin Denis – Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor

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

Abstract

This research paper shows the model of a communication channel, that consist of a receive and transmission device, a modulation and encoded block. The method of information transformation is based on a generator with dynamic feedback, and the propagation medium can be both an optical line and a wireless in microwave band.

УДК 530.145

СТАТИСТИКА КЛЮЧЕЙ И QBER В КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ НА БОКОВЫХ ЧАСТОТАХ

Мельник К.С.¹, Харламова Ю.А.², Банник О.И.¹

Научный руководитель: О.Г. Морозов, д.т.н., проф

*(¹Казанский Квантовый Центр, Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань;*

²Казанский Инновационный Университет, Казань)

Аннотация

Нами исследована статистика просеянных ключей в работающей схеме квантовой криптографии на боковых частотах. Получена неинвазивная количественная характеристика качества статистики на основе метода ранжированных амплитуд.

Изучение статистики (СТ) ключей в системе квантовой криптографии является важным для прикладной квантовой информатики и в теории позволяет достоверно производить мониторинг QBER без дополнительного обмена данными по открытому каналу. Мы нашли последовательность ранжированных амплитуд (ПРА) [1] для байтов просеянного ключа (переведенных в

десятичный вид), усредненную по нескольким выборкам с близким QBER (были взяты данные только на стороне одного узла). А затем мы построили разницу между таким ПРА для случая QBER=5.5% и QBER=2.5%.

Полученная кривая (рис.1) является уникальным неинвазивным СТ паспортом для ключей и содержащихся в них шумов. Как видно из рис.1 полученная разность между кривыми лежит преимущественно в положительной области, что является статистически значимым индикатором в разнице между QBER. В перспективе это позволит достоверно извлекать значение QBER при обмене по открытому каналу только тремя-четырьмя СТ параметрами, что позволит повысить скорость и секретность.

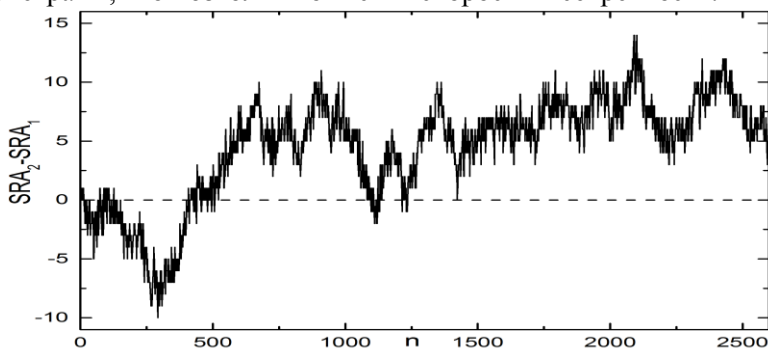


Рис.1. Разница усредненных ПРА $SRA_2 - SRA_1$ между ключами с QBER 5.5% и 2.5% в зависимости от номера байта n в ПРА.

Работа поддержана грантом Правительства Российской Федерации, проект №. 14.Z50.31.0040, 17 февраля 2017 г.

Литература

1. Перминов Н.С., Смирнов М.А., Нигматуллин Р.Р., Талипов А.А., Моисеев С.А. Сравнение возможностей гистограмм и метода ранжированных амплитуд при анализе шумов однофотонных детекторов // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42. – №. 2.

STATISTICS OF KEYS AND QBER IN QUANTUM CRYPTOGRAPHY ON SUBCARRIER WAVE

Melnik K.S.¹, Kharlamova Yu.A.², Bannik O.I.¹

*(¹Kazan Quantum Center, Kazan National Research Technical
University n.a. A.N. Tupolev-KAI, Kazan;
²Kazan Innovative University, Kazan)*

Abstract

We investigated the statistics of sifted keys in the working scheme of subcarrier wave quantum key distribution. A noninvasive quantitative characteristic of the quality of statistics was obtained on the basis of the method of ranged amplitudes.

УДК 530.145

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОЙ АДРЕСНОЙ КВАНТОВОЙ ПАМЯТИ

Миннегалиев М.М., Герасимов К.И., Урманчеев Р.В.

*Научный руководитель: Моисеев С.А., д.ф.-м.н., профессор
(Казанский квантовый центр, Казанский национальный
исследовательский технический университет
им А.Н.Туполева-КАИ, Казань)*

Аннотация

Продемонстрирована оптическая квантовая память с возможностью адресной записи и считывания входных слабых световых импульсов в схеме восстановления сигнала подавленного эха. Реализация адресной памяти оказалась возможной благодаря обнаруженному квазилинейному Штарк-эффекту в кристалле $\text{Tm}^{3+}:\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$.

Кристаллы, легированные редкоземельными ионами, обладают малым однородным и большим неоднородным уширением на оптическом переходе. Наряду с этим имеется возможность реализации большого времени жизни электрон-ядерных спиновых состояний. Данные параметры являются ключевыми для создания высокоэффективной квантовой памяти, которая является основным элементом квантового повторителя. Более того переход ионов тулия ${}^3\text{H}_6 - {}^3\text{H}_4$ в кристалле $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ интересен тем, что его длина волны

$\lambda=793$ нм лежит в третьем окне прозрачности оптического волокна.

Ранее в данном кристалле нами был обнаружен квазилинейный эффект Штарка [1]. Используя обнаруженный эффект, мы реализовали селективное считывание световых импульсов из ячейки оптической памяти, применяя контролирующие электрические импульсы (с длительностью 5 мкс и электрическим полем ≥ 500 В/см). На рис. 1 представлены результаты воздействия различных электрических импульсов на считывание трех входных сигнальных световых импульсов – пары импульсов и отдельного третьего импульса в схеме восстановления сигнала подавленного эха (ROSE). При записи входных импульсов применяется электрический импульс, благодаря которому у каждого иона тулия происходит определённый набег фазы отличный от других ионов. Для успешного считывания входных слабых световых полей необходимо применить электрический импульс после первого или второго π -импульса такой площади, чтобы он смог скомпенсировать набег фаз, который произошёл при записи слабых световых полей.

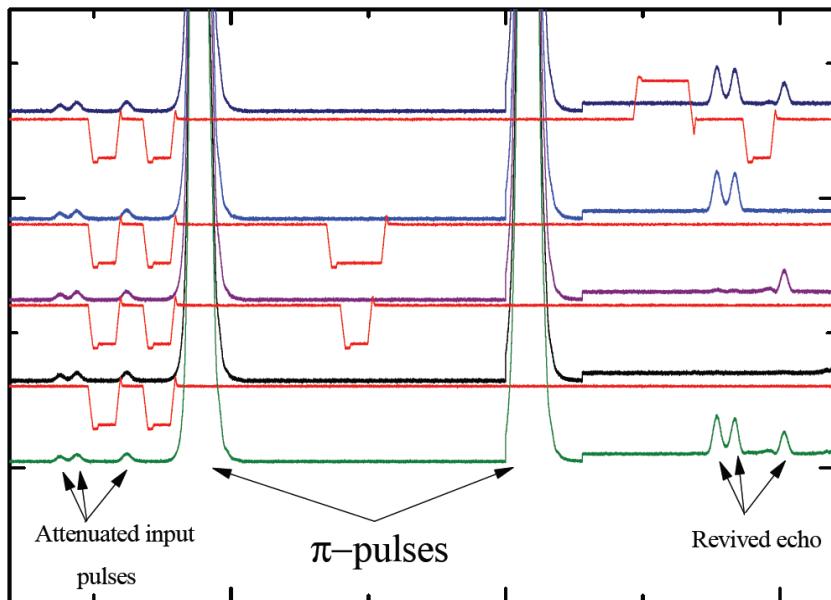


Рис.1. Адресное считывание сигналов подавленного эха при помощи

штарковских импульсов в кристалле $\text{Tm}^{3+}:\text{YAG}$. Во всех случаях на вход подаются три импульса. Нижняя кривая демонстрирует восстановление всех входных импульсов, в отсутствие электрических импульсов. Остальные кривые соответствуют считыванию отдельных световых импульсов.

Работа поддержана грантом Правительства Российской Федерации (проект № 14.Z50.31.0040 от 17 февраля 2017 г.).

Литература

1. К.И. Герасимов, М.М. Миннегалиев, Р.В. Урманчеев, С.А. Моисеев. Эффект Штарка в кристалле $\text{Tm}:\text{YAG}$ и адресная память на фотонном эхе // Сборник тезисов «XI международный симпозиум по фотонному эхо и когерентной спектроскопии (ФЭКС – 2017)» 16-21 сентября, 2017, г. Светлогорск, Россия

EXPERIMENTAL REALIZATION OF OPTICAL ADDRESS QUANTUM MEMORY

M.M. Minnegaliev, K.I. Gerasimov, Urmanceev R.V.

Supervisor: S.A. Moiseev, D.Sci., professor

(Kazan Quantum Center, Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Abstract

Optical quantum memory with the possibility of addressable recording and reading of the input weak light pulses in the ROSE scheme is demonstrated. The implementation of memory with addressing was possible due to the detected Stark effect in the $\text{Tm}^{3+}:\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ crystal.

УДК 530.145

КОНСТРУКТОР ДЛЯ КВАНТОВОЙ ПАМЯТИ НА ОПТИМАЛЬНЫХ ФОТОННЫХ МОЛЕКУЛАХ

Перминов Н.С.^{1,2}, Таранкова Д.Ю.³, Петровнин К.В.^{1,4}

(¹Казанский Квантовый Центр, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань;

²Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского,
Казань;

³ИРЭТ, Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань;

⁴Казанский федеральный университет, Казань)

Аннотация

Нами предлагается схема широкополосной квантовой памяти на фотонных молекулах. Исследован и оптимизирован блок квантовой памяти, состоящий из 3 линейно связанных кольцевых резонаторов, соединенных с волноводом.

Фотонные молекулы [1], состоящие из небольшого числа кольцевых микрорезонаторов (МКР), являются уникальной платформой для реализации высокоэффективной квантовой памяти (КП) [2]. Мы предлагаем схему широкополосной КП на фотонных молекулах, сконструированной из элементарных блоков – цепочек из 3 линейно связанных кольцевых МКР, соединенных одним концом с волноводом.

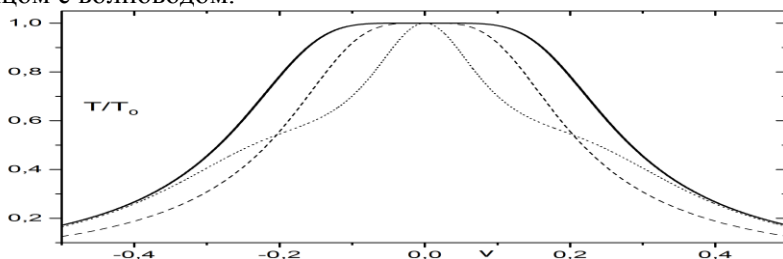


Рис.1. $T(v)/T_0$: сплошная кривая – полная оптимизация, пунктирная – частичная, точечная – без оптимизации.

Применяя оптимизацию [3] для одного блока памяти, для полной оптимизации находим константу связи волновода с 1-ым МКР – $k=1$, 1-ого и 2-ого МКР – $g_1=0.13$, 2-ого и 3-его МКР – $g_2=0.29$ (все величины даны в безразмерных единицах). Нормированное время задержки сигнала $T(v)/T_0$ в широкой полосе частот v (отсчитанной от центральной частоты) имеет плато вблизи $v=0$ (рис.1), что говорит о перспективах данной методики для построения широкополосной КП с хорошим спектральным профилем.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 18-42-160007

(базовая идея), частично поддержана грантом РНФ 14-12-01333 (методы оптимизации), а также частично поддержана в рамках бюджетной темы лаборатории Квантовой Оптики и Информатики КФТИ ОСП ФИЦ КазНЦ РАН (численное моделирование).

Литература

1. LiY. etal. Whispering gallery mode hybridization in photonic molecules // *Laser & Photonics Reviews*. – 2017. – V. 11. – №. 2.
2. Moiseev E. S., Moiseev S. A. All-optical photon echo on a chip // *Laser Physics Letters*. – 2016. – V. 14. – №. 1. – P. 015202.
3. Perminov N. S., Moiseev S. A. Spectral-Topological Superefficient Quantum Memory // *arXiv preprint arXiv:1706.00592*. – 2017.

CONSTRUCTOR FOR QUANTUM MEMORY ON OPTIMUM PHOTONIC MOLECULES

Perminov N.S.^{1,2}, Tarankova D.Yu.³, Petrovnin K.V.^{1,4}

*(¹Kazan Quantum Center, Kazan National Research
Technical University n.a. A.N. Tupolev-KAI, Kazan;*

*²Zavoisky Physical-Technical Institute of the Russian
Academy of Sciences, Kazan*

*³IRET, Kazan National Research Technical
University n.a. A.N. Tupolev-KAI, Kazan;*

⁴Kazan Federal University, Kazan)

Abstract

We propose a scheme for broadband quantum memory on photonic molecules. The elementary block of quantum memory consisting of a 3 linear connected ring resonators connected to a waveguide is investigated and optimized.

УДК530.145

СТАТИСТИКА МАЛЫХ ВЫБОРОК ВРЕМЕННЫХ ОТСЧЕТОВ ДЛЯ СПОНТАННОГО ЧЕТЫРЕХВОЛНОВОГО СМЕШЕНИЯ

Перминов Н.С.^{1,2}, Смирнов М.А.¹, Таранкова Д.Ю.³

*(¹Казанский Квантовый Центр, Казанский
национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань;*

*²Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского,
Казань;*

*³ИРЭТ, Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)*

Аннотация

Нами исследована статистика малых выборок временных отсчетов сигнальных фотонов для спонтанного четырехволнового смешения в микроструктурированном волокне. Получена неинвазивная количественная характеристика качества статистики в зависимости от длины выборки.

Изучение статистики (СТ) однофотонных источников в небольших временных окнах генерации является важным для прикладной квантовой информатики. Мы предлагаем использовать неинвазивные методы СТ на основе последовательности ранжированных амплитуд (ПРА) [1] для анализа временных отсчетов сигнальных фотонов на 800нм, полученных в процессе спонтанного четырехволнового смешения (СЧВС) в микроструктурированном волокне SC-5.0-1040 с нулем дисперсии 1014нм при накачке с полушириной 2нм и мощностью 1мВт. Для $Q = 20$ упорядоченных подвыборок с ПРА $\{x_{q,k}\}$ длины N , где $q = \overline{1, Q}$, $k = \overline{1, N}$, $\{y_k\} = \{Q^{-1} \sum_{q=1}^Q x_{q,k}\}$ – усредненная выборка, $y = N^{-1} \sum_{k=1}^N y_k$ – полное среднее, относительный квадратичный (R^2 -подобный) коэффициент отклонения вида $\varepsilon(N) = Q^{-1} \sum_{k=1}^N \sum_{q=1}^Q (x_{q,k} - y_k)^2 / \sum_{k=1}^N (y_k - y)^2$ изображен на рис.1.

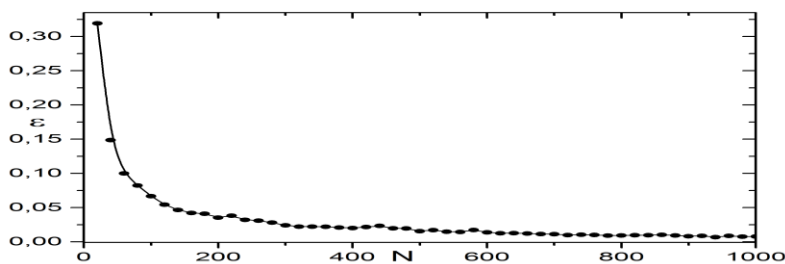


Рис.1. Зависимость отклонения ε от длины выборки N .

Полученная зависимость является уникальным СТ паспортом СЧВС этого однофотонного источника.

Работа частично поддержана грантом Правительства Российской Федерации, проект №. 14.Z50.31.0040, 17 февраля 2017 г. (эксперимент) и частично поддержана в рамках бюджетной темы лаборатории Квантовой Оптики и Информатики КФТИ ОСП ФИЦ КазНЦ РАН (численное моделирование).

Литература

1. Перминов Н.С., Смирнов М.А., Нигматуллин Р.Р., Талипов А.А., Моисеев С.А. Сравнение возможностей гистограмм и метода ранжированных амплитуд при анализе шумов однофотонных детекторов // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42. – №. 2.

STATISTICS OF SMALL SAMPLE OF TIME TAGS FOR SPONTANEOUS FOUR-WAVE MIXING

Perminov N.S.^{1,2}, Smirnov M.A.¹, Tarankova D.Yu.³

(¹Kazan Quantum Center, Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev-KAI, Kazan;

²Zavoisky Physical-Technical Institute of the Russian Academy of Sciences, Kazan

³IRET, Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Abstract

We have studied the statistics of small samples of time tags of signal photons for spontaneous four-wave mixing in a microstructured

fiber. Noninvasive quantitative characteristics of the quality of statistics are obtained depending on the length of the sample.

УДК 530.145

ГЕНЕРАЦИЯ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ФОТОННЫХ ПАР В НОРМАЛЬНОЙ ДИСПЕРСИОННОЙ ОБЛАСТИ ФОТОННО- КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Смирнов М.А.,¹ Петровнин К.В.,¹ Латыпов И.З.,^{1,2}

Талипов А.А.,¹ Федотов И.В.,^{1,3,4,5} Шмелев А.Г.,^{1,2}

Жёлтиков А.М.^{1,3,4,5,6}, Моисеев С.А.^{1,2}

*(¹Казанский квантовый центр, Казанский национальный
исследовательский технический университет
имени А. Н. Туполева, ул. К. Маркса, д.11, Казань, 420011, Россия*

*²Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского
Казанского научного центра Российской академии
наук, ул. Сибирский тракт, д. 10/7, Казань, 420029, Россия*

*³Московский государственный университет им.
М. В. Ломоносова, Воробьевы горы, Москва, 119991, Россия*

⁴Texas A&M University, College Station, Texas, USA

*⁵Международный центр квантовой оптики и квантовых
технологий (Российский квантовый центр), ул. Новая 100,
Сколково, Московская обл., 143025, Россия*

*⁶Национальный исследовательский центр «Курчатовский
институт»,
пл. акад. Курчатова 1, Москва, 123182, Россия)*

Аннотация

Фотонно-кристаллическое волокно представляет собой перспективную среду для генерации фотонных пар на основе эффекта спонтанного четырёхволнового смешения. В данной работе сообщается о генерации и исследовании коррелированных фотонных пар в нормальной области дисперсии изучаемого фотонно-кристаллического волокна.

Фотонно-кристаллическое волокно (ФКВ) или, другими словами,

микроструктурированное волокно представляет собой класс оптических волокон, оболочка которых имеет структуру двумерного фотонного кристалла. Данная структура волокна обуславливает высокие значения нелинейного параметра γ , а её модификация приводит к управлению дисперсионными свойствами волокна.

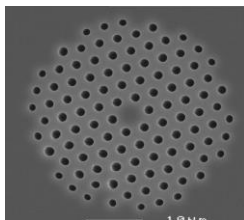


Рисунок 1. Изображение сердцевины волокна [2].

На основе спонтанного четырёхволнового смешения в ФКВ возможна генерация коррелированных фотонных пар, которые необходимы для работы системам квантовых коммуникации [1].

В ходе проделанной работы были сгенерированы коррелированные фотонные пары в ФКВ (SC-5.0-1040), изображение сердцевины которого показано на Рис.1 [2]. Длина волны нуля дисперсии λ_0 волокна составила 1026 нм. Положение λ_0 приходится на край чувствительности однофотонных детекторов на видимый и инфракрасный диапазоны, что затрудняло поиск фотонных пар. Накачка при этом осуществлялась на длине волны излучения 1015 нм, которая располагается в нормальной области дисперсии исследуемого волокна. В результате спонтанного четырёхволнового смешения в волокне генерировались коррелированные фотонные пары на длинах волн 850 нм (сигнальная волна) и 1270 нм (холостая волна), что удовлетворяет условию синхронизма. На Рис.2 представлена зависимость измеренных совпадений от мощности накачки. Полученная зависимость хорошо аппроксимируется полиномом второго порядка, что согласуется с теорией.

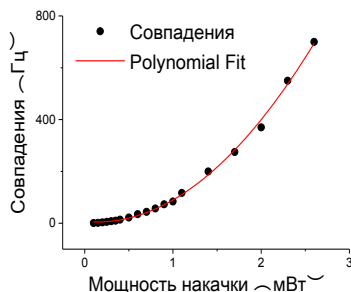


Рисунок 2. Зависимость совпадений от мощности излучения накачки.

Полученные результаты позволяют также предположить, что имеет место существенное влияние эффекта Рамана при генерации холостой волны. Планируется продолжение исследований, направленное на улучшение условий генерации фотонных пар в исследуемом волокне.

Работа поддержана грантом Правительства Российской Федерации, проект №. 14.Z50.31.0040, 17 февраля 2017 г.

Литература

1. Rarity J. G. et al. Photonic crystal fiber source of correlated photon pairs // Optics express. – 2005. – V. 13. – №. 2. – P. 534-544.
2. SC-5.5-1040. Blazephotonics. – URL: http://web.science.mq.edu.au/~graham/data/sheets/Blaze%20SC-5_0-1040%20fiber.pdf. Дата обращения: 08.04.18.

GENERATION OF CORRELATED PHOTON PAIRS IN THE NORMAL DISPERSION REGIME OF A PHOTONIC CRYSTAL FIBER

**Smirnov M.A.,¹ Petrov K.V.,¹ Latypov I.Z.,^{1,2} Talipov A.A.,¹
Fedotov I.V.,^{1,3,4,5} Shmelev A.G.,^{1,2} Zheltikov A.M.^{1,3,4,5,6} and
Moiseev S.A.^{1,2}**

⁽¹⁾Kazan quantum center, Kazan National Research Technical
University named after A. N. Tupolev, Russia

⁽²⁾Kazan E.K. Zavoisky Physical-Technical Institute
of the Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Russia

⁽³⁾M.V. Lomonosov Moscow State University, Russia

⁽⁴⁾Texas A&M University, College Station, Texas, USA

⁵*International Center for Quantum Optics and
Quantum Technologies (the Russian Quantum Center), Russia*
⁶*National Research Centre 'Kurchatov Institute', Russia)*

Abstract

The correlated photon pairs generator is one of the key elements of quantum communication systems. A photonic crystal fiber is a promising material for generation of correlated photon pairs based on the effect of four-wave mixing. We generated and investigated the correlated photon pairs in the normal dispersion regime of a photonic crystal fiber.

УДК 621.396.49

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАГМЕНТА СЕТИ SDNC ДВУМЯ КОНТРОЛЛЕРАМИ

Тутъяров Н.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Авксентьев А.А.
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ*)

Аннотация

Концепция Software Defined Networking (SDN), на основе передачи потока информации и разделении плоскости управления от плоскости передачи данных, обеспечивает гибкость в сети инноваций.

Целью работы являлось определить среднее время задержки пакета в очереди на контроллере и как это влияет на систему.

Исследование проводилось в системе GPSS World предназначенной для имитационного моделирования систем с дискретными процессами. В данной системе была написан алгоритм и сама программа на языке программирования GPSS. После проводилось само моделирование.

Результаты моделирования приведены ниже на рисунке.

Время пребывания пакета в очереди на контроллере в секундах

Контроллер 2

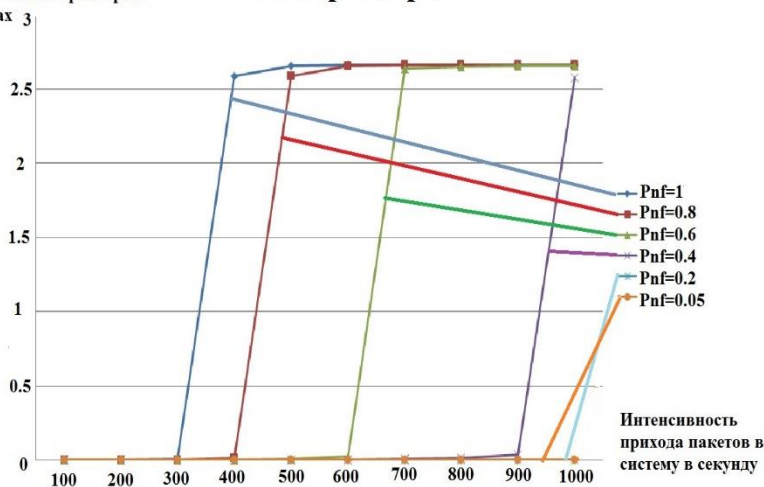


Рис.1. Среднее время пребывания пакета в очереди на контроллер в зависимости от интенсивности прихода пакетов.

На рисунке можно увидеть, что при Pnf не больше 0.4, контроллер успешно обрабатывает пакеты данных даже с большой интенсивностью. Проблемы с обработкой пакетов начинают возникать при $Pnf > 0.4$. Время ожидания пакета в очереди на несколько порядков начинает превосходить время обработки пакета контроллером (5.2 мс). Постепенно буфер памяти контроллера 2 начинает заполняться. По рисунку видно, что в определенный момент среднее время пребывания пакета в очереди становится постоянным, это означает, что буфер памяти стал заполненным. Подводя итог можно утверждать, что если приходит большое количество пакетов с большой интенсивностью, то, значительно увеличивается время пребывания пакета в системе. Но когда приходит малое количество пакетов в систему то время в ожидании в очереди сравнимо с 0. И, следовательно, никакого влияния на пребывания пакета в очереди это не оказывает.

Литература

1. Modeling and performance evaluation of an Openflow architecture./ М. Jarschel, S. Oechsner, D. Schlosser, R. Pries, S. Goll, P. Tran-Gia// 23rd International Teletraffic Congress (ITC 2011). -

Germany, 2011. - С.7

MODELING SDN FRAGMENT WITH TWO CONTROLLERS

Tutyarov N.A.

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

Abstract

The SDN concept of flow-based forwarding and separation of the control plane from the data plane provides a new flexibility in network innovation.

УДК 530.145

ПЕРВИЧНОЕ ФОТОННОЕ ЭХО В ОПТИЧЕСКИ ПЛОТНОЙ СРЕДЕ

Урманчеев Р.В., Герасимов К.И., Миннегалиев М.М.

Научный руководитель: С.А. Моисеев, д.ф.-м.н., профессор
*(Казанский Квантовый Центр, Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева –
КАИ, Казань)*

Аннотация

Проведено экспериментальное и теоретическое исследование нутаций сигнала двухимпульсного эха в зависимости от площадей входных импульсов. Анализ полученных результатов проводился на основе модифицированной теоремы площадей для сигнала первичного фотонного эха в оптически плотной среде.

Экспериментальное исследование нутаций сигнала эха в зависимости от площадей входных импульсов θ_1, θ_2 производилось в кристалле $\text{Tm}^{3+}:\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ на переходе $^3\text{H}_4\text{-}^3\text{H}_6$ с длиной волны $\lambda = 793$ нм. Кристалл находился при температуре 4К во внешнем магнитном поле $\vec{B} = 600$ Гс. Относительная ориентация внешних полей и кристаллографических осей кристалла показана на нижней

врезке рис. 1.

Исследовано прохождение импульса сквозь среду с оптической плотностью $\alpha L = 1.5$. Полученная экспериментальная зависимость представлена на рис. 1, вместе с теоретическим решением теоремы площадей [1]. Так же нами проведены две серии экспериментов по наблюдению фотонного эха в такой среде. Мы наблюдали нутации сигнала эха в зависимости от θ_2 в двух экспериментах, отличающихся степенью пространственной фильтрации лазерного пучка. При помощи пространственной фильтрации удалось понизить пространственную неоднородность пучка в поперечном сечении. Это позволило проявить скрытые нутации сигнала эха в зависимости от площадей входных импульсов.

Экспериментальные результаты анализировались при помощи модифицированной теоремы площадей фотонного эха [2]. Учет пространственного распределения интенсивности лазерного пучка производился в приближении геометрической оптики.

Сравнение показало, что теорема площадей для сигнала фотонного эха позволяет получить качественную оценку формы рассматриваемых нутаций в широком диапазоне входных площадей $\theta_1 < 4\pi$ и $\theta_2 < 7\pi$. При этом, при относительно малых площадях $\theta_1, \theta_2 < 2\pi$ совпадение не только качественное, но и количественное.

Полученные результаты показывают потенциал использования нутационных экспериментов в зависимости от площадей входных импульсов для исследования взаимодействия света с квантовыми атомами. Такие эксперименты позволяют исследовать множество физических эффектов, ассоциированных с формированием фотонного эха в оптически плотной среде.

Работа поддержана грантом Российского Научного Фонда, номер проекта 14-12-01333-Р.

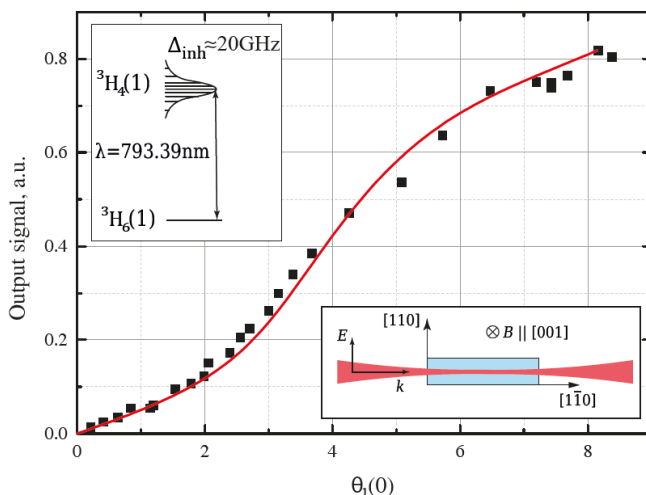


Рисунок 1 Экспериментальная (точки) и теоретическая (сплошная кривая) зависимость сигнала единичного импульса на выходе из среды с оптической плотностью $\alpha L = 1.5$ в зависимости от входной площади импульса. На левой врезке представлена схема рабочего перехода Tm^{3+} в кристалле $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$. На правой врезке представлено направление внешнего электрического и магнитного полей по отношению к кристаллографическим осям кристалла.

Литература

1. McCall, S. L. and Hahn, E. L. Self-Induced Transparency // Phys. Rev. 1969. V. 183. № 2. pp. 457-485.
2. Моисеев С.А. Некоторые общие нелинейные особенности излучения фотонного эха в оптически плотных средах // Оптика и спектроскопия. 1987. Т. 62. № 2. С. 302-311.

PRIMARY PHOTON ECHO IN THE OPTICALLY DENSE MEDIA

Urmancheev R.V., Gerasimov K.I., Minnegaliev M.M.

Supervisor: S.A. Moiseev, PhD, professor
(Kazan Quantum Center, Kazan National Research
Technical University n.a. A.N. Tupolev-KAI, Kazan)

Abstract

We carry out a detailed experimental and theoretical study of the primary photon echo signal nutations depending on the pulse areas of the incoming light pulses. We analyze the acquired results using modified photon echo area theorem for primary echo signal in the optically dense medium

УДК 004.056.55+ 003.26+004.22

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОТОКОЛОВ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ

Хазиев И.Л., Никулина Т.Г.

Научный руководитель: А.В. Бурдин, д.т.н., доцент
(ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики», г. Самара)

Аннотация

В работе рассмотрены оценки протоколов квантовой криптографии, выдвинуты критерии оценивания таких протоколов.

Сегодня квантовое шифрование достигло большого развития, и ему по-прежнему уделяется много внимания.

Направление разработки способов, методов и устройств защиты конфиденциальной информации (КИ) от утечки в ВОЛП, глобальных и локальных сетях и т.п. развивается достаточно давно. Однако ни один из ныне известных классических криптографических протоколов защиты информация (ККПЗИ) (например, RSA и т.д.) не даёт безоговорочной защиты КИ. Протоколы квантовой криптографии обладают преимуществами перед ККПЗИ, так как механизм квантового распределения ключей (КРК), который используется, в свою очередь, в протоколах квантовой криптографии, обеспечивает безоговорочно безопасный обмен ключами между удаленными пользователями, позволяют свести к минимуму перехват или съём КИ в современных каналах связи (КС)[1].

Среди таких протоколов КРК (ПКРК) известны BB84, B92,

ERP и др. протоколы, основанные на квантовой запутанности[2]. Они позволяют предотвратить атаки на квантовую передачу. В настоящее время доказано, что они безошибочно защищены от когерентных атак, также – защищены от индивидуальных атак [1].

Важным моментом для гарантии секретности передаваемых ключей является оценка утечки информации в зависимости от наблюдаемой ошибки в передаваемой последовательности на приемной стороне. Наблюдаемая ошибка на приёмной стороне может быть связана с утечкой информации через квантовый канал связи и длиной секретности ключа.

Знание вероятности ошибки нужно как для оценки величины утечки информации, так и для выбора кода коррекции ошибок впоследствии. Остановимся на характеристике оценок.

1) Консервативная оценка утечки информации к подслушивателю (Еве) может быть получена и без оценки вероятности ошибки. 2) Оценка вероятности ошибки может быть получена и без раскрытия части передаваемой последовательности.

Известно, что протоколы BB84, SARG при использовании ослабленного лазерного излучения не могут гарантировать секретность ключей в реальных системах при больших потерях, поэтому необходимо использовать протоколы с большим числом информационных состояний и базисов. Для протоколов DPS (Differential Phase Shift) и COW (Coherent One Way) из-за распределённого кодирования до сих пор нет внятного доказательства секретности. И доказательства секретности в строго однофотонном случае дают оценку критической ошибки $\approx 4.12\%$, поэтому критическая ошибка при использовании ослабленного лазерного излучения вряд ли будет больше. Протокол Decoy State явно использует предположения о свойствах лавинных однофотонных детекторов, т.к. в протоколе требуется отличать состояния ослабленного лазерного излучения с разным средним числом фотонов, что неприемлемо, поскольку свойства детектора квантовая эффективность, могут флуктуировать в процессе регистрации квантовых состояний[3].

В докладе представлены основные критерии оценивания ПКРК, также их описание на примере выбранного протокола КРК.

Литература

1. A. Tomita. Quantum key distribution system for metropolitan-area networks//. Quantum Communications Realized. Proc. of SPIE Vol. 6780, (2007)

2. WU Ting-wan, WU Guo-hua. An improved quantum key distribution protocol.// Optics and Photonics for Information Processing II, Proc. of SPIE Vol. 7072, 707214, (2008)

3. К.А.Балыгин, А.Н. Климов, С.П.Кулик, С.Н. Молотков. О коррекции ошибок в системах квантовой криптографии. Письма в ЖЭТФ, том 104, вып. 5, с.349-355.(2016)

CRITERIA FOR ESTIMATION OF PROTOCOLS OF QUANTUM DISTRIBUTION OF KEYS

Ildar Khaziev, Tatyana Nikulina

Supervisor: S.A. Moiseev, PhD, professor

Supervisor: Anton Bourdin, PhD, associate professor

*(Povolghskiy State University of Telecommunication and Informatics,
Samara)*

Abstract

The work deals with protocols of quantum cryptography, or protocols for the distribution of quantum keys, put forward criteria for their comparison, evaluation.

ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ

УДК 376

ПРОСТРАНСТВО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА ВУЗА

*Филимонова С.И.¹, Лотоненко А.В., Молодых Ю.С.²,
Лотоненко А.А.³, Акишин Б.А.⁴*

*(¹ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»,
Москва, ²Воронежский государственный педагогический
университет, Воронеж, ³Липецкий государственный педагогический
университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк,
⁴ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–
КАИ, Казань)*

Аннотация

В статье описана структура пространства физической культуры и спорта, обоснована необходимость его создания в условиях вуза, показана важность культурного поля в нем для обеспечения гармоничного развития студентов и их готовности к оптимальной самореализации.

Большое значение в структуре пространства физической культуры и спорта имеет культурное поле, обладающее сложной структурой и целостностью. По мнению В.М.Выдрина, все теоретические проблемы и практическую деятельность в сфере физической культуры необходимо решать только на основе культурологических подходов, что позволит углубить представление о ее подлинной культурной сущности, расширить масштабы ее влияния на людей, на общество в целом. [1].

Являясь составной частью общей культуры и профессиональной подготовки студенческой молодежи в вузах, физическая культура и ее виды входит обязательной дисциплиной в базовый компонент образования, значимость которого проявляется

через гармонизацию духовных и физических сил, формирование таких общечеловеческих ценностей, как здоровье, физическое совершенство, физическое и психическое благополучие.

Основная цель создания пространства физической культуры и спорта вуза - это духовное и телесное преобразование студента в соответствии с запросами практики. Этот процесс должен происходить под воздействием культурного поля, актуализированного через идейно-нравственные установки и ценностные ориентации, в результате целенаправленной педагогической системы формирования физической культуры человека.

Одним из видов такой преобразовательной деятельности является совершенствование форм и функций организма занимающихся, основанное на применении соревновательных и нормативных стимулов, организующих процесс физкультурного воспитания в рамках определенных регламентов. Рациональный путь разрешения проблемы заключается в переориентации целевых программ различных видов физической культуры на максимально возможное удовлетворение интересов и потребностей студенческой молодежи.

Безусловное уважение самооценки каждого студента, его интересов на свободу выбора видов физической культуры, его актуальных и долгосрочных мотивов, потребностей, целей должно рассматриваться кафедрами физической культуры как одно из главных условий гуманизации процесса воспитания молодого специалиста.

Выделяя оздоровительную, образовательную и воспитательную функции в вузах необходимо учитывать, что каждая из них, обуславливая развитие конкретного вида физической культуры, отнюдь не замыкается в рамках соответственно оздоровления, образования, а реализуется в значительной мере в сфере общего культурного развития молодежи.

Полученные данные по использованию потенциальных возможностей организма студентов в учебной деятельности показали, что молодежь, занимающаяся спортивной деятельностью, оценивает ее на 81%, занимающиеся рекреационной деятельностью - 78,1%, не имеющие физкультурно-спортивной квалификации -

74,5%. [2]. Эти показатели подтверждаются при анализе результатов экзаменационных сессий студентов вузов Центрально-Черноземного региона России.

Исследования показали, подавляющее большинство студентов признают необходимость максимального приобщения специалиста к ценностям физической культуры. Количество студентов, нигилистически настроенных по отношению к физической культуре, здесь минимально - всего 2%. Студенты, обучающиеся на естественных и технических факультетах, признают приоритет физической рекреации, заботу о здоровье. Спортивной деятельностью предпочитают заниматься студенты, которые ранее занимались в спортивных секциях и клубах и студенты старших курсов. Отсюда следует, что формирование потребности у студентов в физической культуре необходимо корректировать на достижение двух целей: 1. формирование у студента установки на постоянное приобщение к социальным ценностям физической культуры; 2. принцип спортивной тренировки должен быть фундаментальной основой для развития различных видов физической культуры и культурно-эстетических потребностей молодого человека. [3].

Проведенный теоретико-методологический анализ позволяет утверждать, что физическая культура как социальный феномен и как базовая часть общечеловеческой культуры является основой в системе социальных феноменов: это и всеобщая историческая деятельность людей, и конкретный результат деятельности, их совокупный продукт. Физическая культура имеет специфическую особенность: только ей присущую оздоровительную функцию, которая выделяет ее среди всех социальных феноменов и ставит ее на приоритетное место в жизнедеятельности современной молодежи. В современной высшей школе роль физической культуры и ее видов значительно возрастает в связи с решением проблемы нормирования физической культуры современного студенчества.

Литература

1. Выдрин В.М. Физическая культура студентов вузов: учеб. пособие/ В.М. Выдрин, Б.К. Зыков, А.В. Лотоненко. - Воронеж: ВГУ. 1999. – 128 с.

2. Лотоненко А.В., Данилов М.С., Лотоненко А.А. Физкультурная деятельность в пространстве физической культуры и

спорта высшей школы / VIII Международный Конгресс «Спорт, человек, здоровье» Санкт-Петербург, 12-14 октября 2017. – С. 379-381

3. Филимонова С.И. Выявление основных формирующих детерминант пространства физической культуры и спорта для самореализации личности //Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. -2005. - № 2. - С. 12.

THE SPACE OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS IN THE UNIVERSITY

**S.I. Filimonova¹, A.V. Lotonenko, Yu.S. Molodykh²,
A.A. Lotonenko³, B.A. Akishin⁴**

*(¹State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«Moscow City Pedagogical University», Moscow,*

²Voronezh State Pedagogical University, Voronezh,

³Lipetsk State Pedagogical University

named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky, Lipetsk,

*⁴Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)*

Abstract

In this article the structure of space of physical culture and sport is described, need of its creation in the conditions of higher education institution is proved, importance of the cultural field in it for ensuring harmonious development of students and their readiness for optimum self-realization is shown.

УДК 796

ЗАНЯТИЯ ПО МЕТОДУ ПИЛАТЕСА, КАК СРЕДСТВА СПЕЦИАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Ахметова Л.А.

Научный руководитель: Кузнецова Г.П.
(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный

Аннотация

Целью работы является изучение системы упражнений по методу Пилатеса. Применение этой методики на учебных занятиях в вузе. Использование пилатеса для самостоятельных занятий.

Для выяснения применения методики Пилатеса на учебных занятиях в вузе, был проведён социологический опрос среди студентов КНИТУ-КАИ. В анкетировании приняли участие 80 студентов 1-3 курсов, занимающихся в основной и специальной медицинской группе. Анкета содержала следующие вопросы: 1. В какой медицинской группе вы занимаетесь (основная, специальная); 2. Используется ли на занятиях по физической культуре методика Пилатеса (полноценный урок, элементы Пилатеса); 3. Можете ли Вы сказать, что владеете навыками самостоятельных занятий по методике Пилатеса; 4. Вы применяете методику Пилатеса для самостоятельных занятий; 5. Вы посещаете занятия Пилатеса дополнительно (фитнес – клуб, группа здоровья). 6. Дополнительные сведения.

После обработки данных были получены следующие результаты: В КНИТУ-КАИ полноценные уроки по методике Пилатеса проводятся на учебных занятиях для основной медицинской группы в отделении «фитнес». На занятиях специальной медицинской группы используются элементы Пилатеса, в том числе с использованием фитбола. Навыками самостоятельных занятий с применением методики Пилатеса, или её элементами владеют 7,5% опрошенных. 2,5% посещают занятия Пилатесом дополнительно в фитнес-клубах города Казани. Лишь 3,75% применяют элементы Пилатеса для самостоятельных занятий.

Выводы:

1. Система упражнений по методу Пилатеса несёт как общую оздоровительную направленность, так и может быть использована как адаптивная физическая культура, не имеющая противопоказаний при различных заболеваниях.

2. На занятиях по физической культуре в специальной

медицинской группе методика Пилатес используется не в полном объёме, а только элементы или отдельные упражнения.

3. Лишь 3,75% студентов, имеющих показания к занятиям в специальной медицинской группе, применяют отдельные упражнения Пилатеса для самостоятельных занятий.

Литература

1. Вейдер Синтия «Пилатес - 15 минут в день» / - М.: АСТ - Издательство «АСТ», 2010. – 176 с.;

2. Смирнова И.В. Пилатес: самоучитель. - М.: Вектор, 2008. - 121 с

3. Е.В. Крылова, Г.П. Кузнецова «Занятия по методу Пилатеса на учебных занятиях в вузе: учебно-методическое пособие/Изд-во Казан. гос.тех.ун-та, 2012. – 40 с.

LESSONS ON THE METHOD OF PILATHES AS A MEANS OF SPECIAL PHYSICAL CULTURE

Akhmetova L.A.

Supervisor: Kuznetsova G.P.

*(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)*

Abstract

The aim of the work is to study the system of exercises using the Pilates method. The application of this methodology at the training sessions at the university. UsePilatesforself-study.

УДК 796.011.1

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ЖИЗНИ СТУДЕНТА

Балабанова О.А., Иванова О.Л.

*(ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия)*

Аннотация

Ежедневно множество студентов занимаются физической культурой. Эти занятия важны и их необходимо включать в свой распорядок дня. Занятия физической культурой положительно влияют на различные аспекты жизни.

Физическая культура – это активность, направленная на восстановление, укрепление и развитие здоровья. Она очень важна для сохранения здоровья. Физическая культура отличается от спорта своими целями. Целями физической культуры являются поддержание здоровья и развитие физических способностей. Физической культурой занимаются в свое удовольствие, по мере возможностей. Целью спорта является победа над соперниками.

Физическая культура обязательна в жизни студента, потому что студенты ведут малоподвижный образ жизни. Академические занятия, чаще всего, проходят неподвижно, студенты проводят в одной позе несколько часов ежедневно. Для людей, занимающихся физической культурой, не представляют сложности быстрая ходьба, поднятие по лестницам и другие действия, которые приходится совершать ежедневно.

Регулярные занятия формируют у студентов привычку заниматься спортивными упражнениями. Поэтому занятия приносят долгосрочную пользу – даже после окончания института люди, которые привыкли заниматься физической культурой, продолжают делать некоторые упражнения[2].

На старших курсах или после окончания института большинство студентов начинают работать. Совмещение работы с учебой является сложной задачей, которая требует значительного уровня физической подготовки. Начало работы после института – также очень трудоемкий процесс.

Занятия физической культурой являются частью здорового образа жизни, поэтому правильно делать их частью занятий в институте. Студенты могут найти вид спорта, который надолго останется их увлечением. В отличие от школьных занятий, в институте предоставляется выбор, и можно найти занятия, подходящие по темпераменту. Студенты могут выбрать между командными и индивидуальными видами спорта, найдя занятия,

которые подходят им лучше всего. Физическая культура расширяет кругозор и позволяет получить новые впечатления.

Необходимо отметить, что занятия в группе людей многим даются легче, чем индивидуальные. Во время индивидуальных занятий возникает соблазн сократить нагрузку или время тренировки. Такое может произойти, например, во время самостоятельных занятий дома. В институте групповые занятия правильно мотивируют студентов. Видя перед собой хороший пример, студенты не только не имеют возможности сократить время занятия, но и эффективно его используют. Во время занятий физической культурой в институте студенты в группе имеют схожий уровень подготовки, поэтому построить занятие легче, чем если бы группа состояла из людей разного возраста.

Занятия физической культурой позволяют улучшить свой внешний вид. Люди, регулярно посещающие занятия, выглядят подтянутыми и стройными, мышцы укрепляются, улучшается осанка. Один из неочевидных плюсов занятий физической культурой – возможность избежать травмы во время самостоятельных занятий, таких как: катание на велосипеде, самокате, а также подвижных игр, которые часто проходят без контроля тренера в свободное время студентов.

Важно отметить влияние физической культуры на настроение. Физическая культура может помочь снизить стресс, что также положительно скажется на способности студентов усваивать материал, запоминать новую информацию.

Выделяя время на упражнения, студенты становятся организованнее и ответственнее, потому что улучшают навыки распределения времени. Физическая культура и спорт являются важным инструментом поддержания и восстановления здоровья населения, способствуют повышению качества человеческих ресурсов национальной экономики.

Физическую культуру и спорт можно рассматривать как важнейшие социальные факторы, способствующие оздоровлению населения, повышению производительности труда, а также как эффективное средство борьбы с асоциальным поведением (курением, наркотиками, алкоголем и др.) [1].

Студент, делающий зарядку, или просто выполняющий

комплекс упражнений дома, подает правильный пример младшим братьям и сестрам, если они есть. Дети склонны повторять действия за старшими, поэтому такие занятия принесут пользу не только самому студенту, но и его семье.

В заключение, необходимо отметить, что физическая культура может дать очень интересный опыт. Занятия физической культурой нравятся многим студентам. Они позволяют развить настойчивость и умение идти к своей цели.

Литература

1. Интернет-источник // www.grandars.ru: Веб-сайт. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/college/sociologiya/fizicheskaya-kultura.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

2. Акулова Т.Н., Ефимова Н.С., Носик О.В. Формирование психофизической готовности студентов к безопасной профессиональной деятельности на занятиях по физической культуре. Научное мнение, № 8-9 (2016). – С.60 - 63

THE IMPORTANCE OF PHYSICAL CULTURE IN STUDENT LIFE

Balabanova O.A., Ivanova O.L.

*(Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology
of Russia, Moscow, Russia)*

Abstract

Every day a lot of students are engaged in physical culture. These classes are important and must be included in their daily routine. Physical education has a positive effect on various aspects of life.

УДК 378.14

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ СРЕДИ СТУДЕНТОВ

Баранова Т.В., Москвина К.М., Акулова Т.Н., Головина В.А.

(ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет)

Аннотация

Балльно-рейтинговая система (далее БРС) является наиболее популярным методом оценивания результатов обучения во всем мире. Вопрос о мотивации студентов к занятию физической культурой очень важен, так как студенты – это будущее страны, а оно должно быть здоровым.

До сегодняшнего момента в высших учебных заведениях использовалась традиционная система обучения: в течение семестра проводятся различные виды занятий (лекции, семинары, практические работы). В конце семестра проводится сдача зачета или экзамена, на основании которых, ставится оценка. Но такая система довольно несовершенна и имеет множество минусов[1]. С помощью традиционной системы, например, не отслеживается прогресс в обучении, а оценка выставляется, чаще всего, на основании посещаемости. Поэтому многие вузы стали переходить на другую систему оценивания – балльно-рейтинговую.

Данная система оценивания результатов помогает определить проблемы в обучении, а также наиболее явно содержит в себе принципы, необходимые в образовательном процессе. Качество подготовки конкурентоспособных специалистов на современном рынке труда является наиболее важной задачей для вузов на данный момент. С развитием этого рынка, развитием науки, повышением требований к выпускникам университетов появляется необходимость обучения большему количеству материала, наращивания темпа обучения. БРС также является важным способом мотивации, основанном на элементе соперничества. Данная система является и мотивирующим фактором для саморазвития. В связи с усилением требований, как к профессиональности, так и к мобильности высшая школа вынуждена постоянно модернизировать как методы обучения, так и систему оценивания для того, чтобы давать наиболее объективную и наиболее точную оценку навыков и знаний студентов. Для того, чтобы данная система успешно функционировала, следует строго соблюдать исполнительскую дисциплину обучающимися, профессорско-преподавательским

составом и другими участниками образовательного процесса. Благодаря рейтингу развивается и закрепляется системный подход к обучению предмета. Но это – лишь идеальная модель.

Технология БРС оценивания всех видов учебных заданий основана на прописывании условия успешного освоения каждого уровня учебного достижения в заданной контрольной точке.

В нашем университете БРС функционирует с 2002 года и мы, как студенты, можем в полной мере оценить её плюсы и минусы. Успешность студента определяется рейтингом (в процентах), который складывается из баллов, полученных этим студентом в течение семестра. Чем выше баллы, тем выше рейтинг. А чем выше рейтинг, тем выше стипендия. Если говорить конкретно о дисциплине физическая культура и спорт (ФКиС), в Российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева, то каждое посещения спортивного занятия дает по 2 балла в «копилку». Нам кажется, это наиболее простой способ набрать нужное количество баллов, учитывая тот момент, что в семестр обязательным *min* количеством посещений является двадцать пять занятий. Без такого количества не видать студенту зачета по ФКиС и, как следствия, закрытой сессии. Вот вам и первое доказательство сильного мотивирующего фактора БРС оценивания. Второе доказательство состоит в том, что, благодаря баллам, ты можешь отследить свой прогресс.

Действительно, если раньше оценка по ФКиС исходила по большей части из посещаемости занятий, то сейчас зачет складывается из количества посещений в течение семестра, нормативов, посещения лекций, что, безусловно, повышает объективность при итоговой аттестации. Но вопрос о мотивации остается открытым.

Так как на основе рейтинга назначается стипендия, то количество баллов, полученных по каждому предмету, становятся достаточно значимыми, а, значит, неминуемо появляется мотивация к занятиям, в том числе и ФКиС. По нашему мнению, студенты, которые эффективно занимаются ФКиС, учатся преодолевать различные трудности и добиваться поставленных целей, у них возрастает выносливость, повышается работоспособность.

Резюмируя всё вышесказанное, нам остаётся только отметить,

что повышение мотивации студентов к занятиям к физической культуре, осуществляемое в рамках балльно-рейтинговой системы, благоприятствует созданию здоровой развитой физически и умственно нации.

Литература

1. Шехонин А.А., Тарлыков В. БРС оценивания результатов обучения // Высшее образование в России. 2011. №6 С.22-30.

2. Акишин Б.А., Юсупов Р.А., Головина В.А., Акулова Т.Н. Особенности организации учебного процесса по физической культуре в вузе по новому федеральному стандарту. Культура физическая и здоровье. № 4 (64), - 2017. С. 89 – 91.

RATING SYSTEM AS THE FACTOR OF INCREASE OF MOTIVATION OF STUDENTS TO PHYSICAL TRAINING

Barinova T.V., Moskvina K.M., Akulova T.N., Golovina V.A.

*(D. Mendeleev university of chemical technology
of Russia, Moscow, Russia)*

Abstract

Rating system is most popular method of evaluating learning outcomes all over the world. The motivation question of students to physical training is very important, because students are the future of our country, and it must be healthy.

УДК 371.3

ОБУЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ГРАММАТИКЕ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

Валеева Р.Р., старший преподаватель

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

Аннотация

Рассматриваются цели и задачи изучения дисциплины

иностранный язык. Представлены подходы. Определяется место грамматики в обучении. Упоминается одна из форм работы с иноязычной литературой.

Количественный объем и качественный состав грамматического материала, подлежащего изучению на занятиях по иностранному языку, определяется целью изучения учебной дисциплины и её задачами. Обучение грамматическому строю языка является неотъемлемым компонентом при формировании умений и навыков иноязычного общения во всех видах речевой деятельности [4].

Актуальность изучения формального строя языка обуславливается, помимо необходимости формирования межкультурной коммуникативной профессионально-ориентированной компетенции, ещё и важностью развития мышления. Это происходит в процессе таких мыслительных операций, как анализ, синтез, сравнение, классификация, обобщение.

Традиционно, обучение строится на двух подходах: дедуктивном и индуктивном [2].

Обучение грамматике не является самоцелью на занятиях по иностранному языку, но проходит красной нитью в ходе формирования навыков работы с иноязычной литературой, слухо-произносительных навыков, навыков всех видов чтения, навыков монологического и диалогического высказывания.

Как правило, рабочий материал по изучению грамматике строится на примерах в виде отдельных предложениях, в лучшем случае, из оригинальной английской или американской литературы. Отсутствие контекста не является помехой. Особое внимание привлечено к логической стороне изложения, поэтому слова употребляются в понятийном значении [3]. Изучение учебного материала в контексте реализуется в форме такой работы, как «Домашнее чтение (по специальности)».

Литература

1. Валеева, Р.Р. Проблема восприятия иноязычной речи на слух // Иностранные языки в современном мире: Инфокоммуникационные технологии в контексте непрерывного

языкового образования Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. – Казань, 2014. С. 304-309.

2. Колесникова И.Л. Англо-русский терминологический справочник по методике преподавания иностранных языков / И.Л.Колесникова, О.А. Долгина. – СПб.: Издательство «Русско-Балтийский информационный центр «Блиц» / Oxford University Press, 2001. – 224 с.

3. Сенкевич М.П. Литературное редактирование / М.П. Сенкевич, М.Д. Феллер – М.: Высшая школа, 1968. – 368 с.

4. https://bb.kai.ru:8443/bbcswebdav/pid-248754-dt-content-rid-447049_1/orgs/org_Foreign_Languages_tishkina/ПВД%20ИЯ%2011.03.01.pdf

TEACHING PRACTICAL GRAMMAR TO STUDENTS IN RADIOENGINEERING AND TELECOMMUNICATIONS

Ruzanna Valeyeva, senior lecturer

(A.N.Tupolev Kazan national research technical university)

Abstract

Considered are the aim and the objectives of the discipline. Presented are the main approaches. The place of studying grammar is specified. One of the forms of work at the lessons is mentioned.

УДК 371.3

ГРАММАТИЧЕСКИЕ ТРУДНОСТИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА ПРИ ЧТЕНИИ НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО РАДИОИНЖЕНЕРИИ, РАДИОФИЗИКЕ, ФОТОНИКЕ И ЖИВЫМ СИСТЕМАМ

Валеева Р.Р., старший преподаватель

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

Аннотация

Рассматриваются способы различения английских слов с

одинаковым суффиксом, которые в действительности являются разными по происхождению, функции и смыслу.

При чтении литературы по специальности студенты технических направлений сталкиваются с трудностями перевода высшего порядка, как то: пассивные, инфинитивные, причастные, герундиальные обороты, сослагательное наклонение, эмфатические и инверсионные структуры.

Одной из таких трудностей в английском языке является тот факт, что английское слово с суффиксом – ing может быть: 1) существительным, 2) причастием настоящего времени, 3) герундием и 4) прилагательным. Правильность перевода будет зависеть от умения студента распознать, чем именно является слово с суффиксом – ing в конкретном предложении.

Формальными признаками отглагольного существительного являются его употребление с артиклем и указательными и неопределенными местоимениями и неспособность принимать беспредложное дополнение и определяться обстоятельством. Различие между ними заключается в «процессуальности» герундия и предметности отглагольного существительного.

В функции определения и причастие, и прилагательное могут находиться в препозиции по отношению к определяемому слову. Если существует однокоренной глагол, анализируемая форма является причастием. Прилагательными являются формы на –ing, не произведенные от глагола.

Что касается пары «причастие-герундий», герундий четко противопоставлен причастию: он передает действие, представленное предметно. Причастие же передает значение признака, свойства, возникающего при совершении действия или в результате совершения действия.

Литература

1. Валеева Р.Р. Оценка и формы проверки знаний студентов / Р.Р. Валеева, Т.Р. Шагвалиев, А.Р. Садыков // Научно-методический электронный журнал Концепт, 2016. – Т. 11. – С. 3631-3635.
2. Валеева, Р.Р. Проблема восприятия иноязычной речи на слух // Иностранные языки в современном мире:

Инфокоммуникационные технологии в контексте непрерывного языкового образования Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. – Казань, 2014. С. 304-309.

2. Рубцова М.Г. Чтение и перевод английской научно-технической литературы – М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. – 384 с.

GRAMMATICAL DIFFICULTIES OF THE HIGHER ORDER WHEN READING SCIENTIFIC LITERATURE ON RADIO ENGINEERING, RADIOPHYSICS, PHOTONICS AND LIVING SYSTEMS

Ruzanna Valeyeva, senior lecturer

(A.N.Tupolev Kazan national research technical university)

Abstract

Considered are the ways to distinguish between the words with the same suffix, the latter being different in origin, function and meaning.

УДК 376

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ – ЗАЛОГ ЗДОРОВЬЯ

Васличёва А.А.

Научный руководитель: Г.П. Кузнецова
*(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)*

Аннотация

Рассматривается влияния рационального питания на организм человека.

Выяснение соблюдения принципов рационального питания студенческой молодежью.

Главное, что следует знать о правильном питании:

1. Принимать пищу нужно часто и маленькими порциями,

желательно в одно и то же время. Здоровый образ питания предполагает 4-5 приемов пищи за день— это стабилизирует работу желудка и будет способствовать поддержанию себя в постоянном весе.

2. В суточном рационе рекомендуется следующее сочетание белков, жиров и углеводов (в пропорциях): белков – 1; жиров 0,7-1; углеводов – 3-4.

3. Соблюдаем баланс между «доходами» и «расходами», то есть той энергией, которая тратится организмом на основной обмен, работу, занятия спортом, и калорийностью питания.

4. Необходимо пить воду. На 1 кг веса в сутки необходимо 31 грамм воды, для людей, ведущих активный образ жизни – 41 грамм на 1 кг веса в сутки.

5. Выбирать продукты с умом. Читать этикетки, состав и калорийность продуктов, исключить из рациона фастфуд, продукты с химическими добавками, консервантами, красителями.

Среди студентов КНИТУ-КАИ был проведён социологический опрос, в котором приняли участие 80 респондентов, которым были заданы вопросы:

1. «Придерживаетесь ли Вы рационального питания?» Ответы были следующие:

- 1) Стараюсь всегда придерживаться – 37%
- 2) Никогда не придерживаюсь – 48%
- 3) Всегда, так как занимаюсь спортом – 10%
- 4) Крайне редко – 5%

2. «Зачем, по-вашему мнению, нужно придерживаться рационального питания?» Были получены следующие ответы, расставленные по значимости:

1) Здоровье и крепкий иммунитет; 2) Стройная фигура; 3) Контроль веса; 4) Красота: состояние кожи, волос, ногтей, зубов; 5) Хорошее настроение; 6) Бодрость и энергичность; 7) Ощущение легкости.

Исходя из опроса были сделаны выводы:

1. 48% студентов не придерживаются принципов рационального питания.

2. 47% студентов те, кто придерживаются правильного питания считают, что это очень полезно для здоровья и организма,

для красоты и фигуры, хорошего самочувствия.

3. 5% следят за своим питанием периодически.

Литература

1. Кузнецова Г.П. Шейпинг-питание в программе фитнес для вузов/ Методическое пособие: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2003. 59

RATIONAL NUTRITION IS THE GUARANTEE OF HEALTH

Vaslicheva A.A

Scientific adviser: G.P. Kuznetsova

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)

Abstract

The influence of rational nutrition on the human body is considered. Elucidation of observance of the principles of rational nutrition by student youth.

УДК 796

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ НА НЕРВНО – МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ

Гайнутдинов А.М., Титова Е.Б.

(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)

Аннотация

Метод стимуляции мышц с помощью электрического тока широко применяется в спортивной среде в частности на тренировках. Длительное применение электростимуляции помогает увеличить массу, силу, мощность, иннервацию и выносливость мышц.

Основной тенденцией тренировки является постоянное повышение объемов и интенсивности тренировочных нагрузок, которые порой достигают предельных величин.

Влияние электрических импульсов на живые организмы изучается уже два века. В 1948 году А. М. Кашпур выявил, что после 3-5 дней электростимуляции количество основных запасов углеводов в мышцах увеличивается. Электростимуляция не только улучшает работоспособность мышц, но и приводит к благоприятным сдвигам весь организм человека.

От частоты электрических импульсов зависит величина физиологического эффекта электростимуляции. Процесс электростимуляции создает большую нагрузку на обмен веществ в мышечной ткани, это вызывает физиологическую адаптацию. Усиливается кровообращение мышечных клеток и стимулируется сократительная способность мышц, повышается их тонус и эластичность. В спорте электростимуляция мышц применяется для наращивания мышечной массы, повышения силовой выносливости, улучшение координационных способностей спортсмена.

Кроме влияния на мышцы электрический ток оказывает действие и на многочисленные рецепторы. Процедура по электростимуляции проводится с помощью специального медицинского оборудования к поверхности кожи человека прикрепляются специальные электроды, и с определенной силой и частотой электрический импульс эмитируя поток нервных импульсов организма поступает в центральную нервную систему человека и уже оттуда возбуждает вначале нервные окончания, а потом мышцы. При электростимуляции мышцы работают по другому принципу. Так как нервные рецепторы чувствительнее мышечных волокон, ток сначала активирует нервную реакцию, а потом уже мышечную. Из этого следует, что сначала активируются большие двигательные мышцы, а потом маленькие. Силовую выносливость мышц развивают с достаточно низкой частотой электрических импульсов 18-25 герц, с продолжительностью напряжения 1-3 секунды и незначительными перерывами между напряжениями 1-3 секунды. Эти цифры обусловлены тем, что 18-25 герц недостаточно для появления в организме негативных биохимических и физиологических процессов.

В заключении необходимо отметить, что электростимуляция – это прежде всего воздействие на организм импульсами электрического тока с целью возбуждения, усиления или восстановления ослабленной, болезненно измененной деятельности определенных органов и систем. Напряженная физическая работа усиливает кровоток в мышцах, поэтому применение электростимуляции может привести к значительному ускорению процессов восстановления работоспособности, усиливая крово и лимфообращение мышц, так же способствуют доставке питательных веществ и хорошо влияют на обмен минералами, увеличивая в них запасы АТФ (аденозин три - фосфорная кислота).

Литература

1. Николаев А.А. Электростимуляция в спорте: учебное пособие для преподавателей и студентов высших учебных заведений физической культуры. Смоленск: СГИФК. 1999.

2. Титова Е.Б. Электростимуляция - восстановительный процесс спортивного травматизма [Текст] /Е.Б.Титова, И.Р.Гаффаров// Прикладная электродинамика, фотоника и живые системы Международная НТК- Казань, 2015. - с.307

IMPACT OF ELECTROSTIMULATION ON NERVOUSLY – THE MUSCULAR DEVICE

Gainytdinov A.M., Titova E.B.

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)

Abstract

The method of stimulation of muscles by means of electric current is widely applied in the sports environment in particular at trainings. It is also known that prolonged use of electrostimulation helps to increase weight, force, power, an innervation and endurance of muscles.

ИНТЕРВАЛЬНАЯ ТРЕНИРОВКА НА БЕГОВОЙ ДОРОЖКЕ

Гайнутдинов А.М., Титова Е.Б.

*(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)*

Аннотация

Беговая дорожка - отличный тренажер для поддержания физической формы. Регулярные занятия способствуют снижению веса, укреплению иммунитета, улучшению работы сердечно-сосудистой системы, и даже повышению гормонов радости - эндорфинов.

Ученые до сегодняшнего дня подтверждают, что ходьба и бег способствуют сохранению плодотворной умственной деятельности, помогают людям бороться с лишним весом и являются профилактикой целого ряда сердечно-сосудистых и прочих заболеваний. Заниматься физическими упражнениями необходимо минимум - два раза в неделю по 20 минут, это поможет вам уменьшить содержание жира в организме, улучшить мышечный тонус и зарядиться энергией.

Сейчас большинство людей отдают предпочтение занятиям на тренажерах, бег не стал исключением. В своей статье хочется раскрыть плюсы и минусы беговой дорожки (кардиотренажера)

К преимуществам занятий на беговой дорожке относятся: нормализация обмена веществ; небольшая нагрузка на суставы; автоматическое измерение пульса. С помощью программ можно регулировать уровень сложности тренировки за счет увеличения скорости и угла наклона дорожки. Заниматься можно независимо от погодных условий.

К недостаткам отнесем: беговая дорожка может привести к потере маневренности, так как она не в состоянии имитировать условия реального бега по неровной поверхности; работают не так много мышц, как при беге на открытом воздухе; большой

травматизм; бег на беговой дорожке может быть невероятно скучным, что может привести к отсутствию у вас мотивации к тренировкам.

Если вы все-таки выбрали занятия на беговой дорожке, то для большей эффективности нужно выбрать интенсивную тренировку. Интенсивная тренировка, это алгоритм изменения интенсивности, сочетая медленный темп со спортивной ходьбой и бегом трусцой. Выполняя этот алгоритм, вы получите больше преимуществ, чем от обычной тренировки. Каждый подход - это 60 секунд спортивной ходьбы, затем переход на 30 секундный бег трусцой и 15 секунд спринта (быстрого бега), которые чередуются между собой медленной ходьбой, для восстановления дыхания. Начните с медленной ходьбы, затем увеличьте скорость до удобного для вас темпа. Продолжайте спортивную ходьбу в течение одной минуты, затем снова увеличьте скорость для бега трусцой.

Выполните от четырех до восьми повторений.

При определении рекомендуемой «дозировки», важную роль играют интенсивность и продолжительность. Малая нагрузка не принесет никакой пользы, усиленная (чрезмерная) может навредить. Несмотря на то, что мышцы, в том числе и сердце, предназначены для работы, которая их только укрепляет, нагрузка должна быть краткосрочной и прерывистой. Это особенно важно для сердца.

Интенсивная тренировка безусловно способствует развитию выносливости, тренирует сердечную мышцу, способствует увеличению объема легких и избавляет от лишних килограммов. Ходьба, бег, физические упражнения, это хорошая привычка, которую необходимо выработать каждому человеку. Здоровье - залог полноценной и счастливой жизни.

Литература

1. Титова Е.Б. Бег, как основа физических и функциональных показателей тренированности и здоровья [Текст] / Е.Б. Титова, И.И. Хасанов // Всероссийская НПК с международным участием «Физическое воспитание и студенческий спорт глазами студентов – Казань, 2015. – 276с.

INTERVAL TRAINING ON THE TREADMILL

Gainytdinov A.M., Titova E.B.

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)

Abstract

The racetrack - the excellent exercise machine for maintenance of physical shape. Regular trainings promote weight reduction, strengthening of immunity, improvement of work of cardiovascular system, and even to increase in hormones of joy - endorphins.

УДК 376

ФИТНЕС – КАК ПУТЬ К ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ

Галиуллина А.А.

Научный руководитель: Г.П. Кузнецова
*(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)*

Аннотация

Рассматривается влияние занятий фитнесом на образ жизни студентов. Значение фитнеса, как оздоровительного направления. Воздействие тренировок фитнес-направленности на организм человека.

В отделении «фитнес» КНИТУ-КАИ занимается 500 девушек с первого по четвёртый курс. Среди них был проведён анонимный письменный опрос. После обработки ответов получены следующие результаты:

1. Занятия фитнесом влияют на Ваш режим дня? Ответили «Да» - 18%; «Нет» - 82%
2. Изменился ли Ваш режим питания в связи с занятиями фитнесом? Ответили «Да» - 42%; «Нет» - 10%; «Не всегда» - 48%

3. Замечаете ли Вы изменения в вашей фигуре в связи с занятиями фитнесом? Ответили «Да» - 38%; «Нет» - 12%; «Незначительные» - 50%

4. Влияют ли занятия фитнесом на Вашу самооценку? Ответили «Да» - 73%; «Нет» - 10%; «Не задумывалась над этим» - 17%

5. Чувствуете ли вы улучшение функциональных возможностей вашего организма (улучшение гибкости, увеличение силы, выносливости и т.д.)? Ответили «Да» - 64%; «Нет» - 34%

6. Считаете ли вы, что регулярные занятия фитнесом могут изменить ваш образ жизни? Ответили «Да» - 52%; «Нет» - 20%; «Не знаю» - 28%

Выводы:

Занятия фитнесом способствуют ведению здорового образа жизни и рациональному питанию.

Фитнес-занятия способствуют повышению функциональных возможностей организма и укреплению сердечно-сосудистой системы.

Фитнес-занятия влияют на самооценку человека.

Литература

1. Здоровье студентов: социологический анализ / Отв. ред. И.В. Журавлева; Институт социологии РАН. – М., 2012. –С. 25

2. Г.П. Кузнецова, Е.В. Крылова. Фитнес-урок в вузе / учебно-методическое пособие – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – 28 с.

FITNESS - AS A WAY TO HEALTHY LIFESTYLE

Galiullina A.A.

Scientific advisor: G.P. Kuznetsova

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)

Abstract

The influence of fitness classes on the way of life of students is considered. The value of fitness as a health path. The impact of fitness

training on the human body.

УДК 796

РОЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Егорова А.А.

Научный руководитель: Галимова Э.В.
(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)

Аннотация

В данной статье рассматривается важность физической культуры в жизнедеятельности человека. Анализируется влияние спорта на сердечно – сосудистую систему. Выявляются профилактические меры для поддержания физической подготовленности организма.

В развитии духовных и физических сил человека, в укреплении его здоровья важную роль играет физическая культура. Физкультура и спорт адаптируют организм человека к внезапным и сильным функциональным колебаниям, а также огромную выносливость организма в случае длительного воздействия неблагоприятных условий.

Систематические физические нагрузки оказывают положительное воздействие на человека. Несмотря на то, что объём сердца тренированного человека больше, его качественные показатели лучше. Это проявляется в улучшении сократительной способности миокарда, усиливается центральное и периферическое кровообращение, повышается коэффициент полезного действия, уменьшается частота сердечных сокращений не только в состоянии покоя, но и при любых нагрузках. Под влиянием систематической тренировки организм вырабатывает свойство очень экономно и адекватно перераспределять кровь по различным органам. Так же отмечается положительный эффект на сосуды человека, они

становятся более эластичными.

Существует четкая связь между видом спорта, которым занимается человек, его тренированностью и объемом сердца. У здорового человека, не занимающихся спортом, в среднем объем сердца равен 760 см³. У спортсменов, занимающихся лыжными гонками, он увеличивается до 1203 см³. Примерно так же увеличен объем сердца у велосипедистов, бегунов на длинные и средние дистанции, представителей спортивной ходьбы, пловцов, игроков водного поло, баскетболистов. [1]

Для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы занятия физической культурой рекомендуются всем, но особенно тем, кто имеет факторы риска. Могут быть использованы различные формы занятий. В организованных и самостоятельных занятиях используются гимнастические упражнения, ходьба, бег, плавание, дыхательные упражнения, ходьба на лыжах, гребля, игры, туризм, ЛФК. Сердечно-сосудистая система взаимодействует очень тесно с дыхательной системой. Особенно благотворное влияние занятия плаванием оказывают на развитие сердечно-сосудистой и дыхательной систем, на опорно-двигательный аппарат.

Для студентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы показан групповой метод занятий, желательно на улице, в парке или в сквере, то есть физкультура в сочетании с закаливанием. Занятие строится так, чтобы преобладали циклические движения (различные виды ходьбы и бега, их сочетание, лыжные прогулки, катание на коньках, дыхательные упражнения) [2]. В зимнее время нужно следить, чтобы студенты дышали через нос. Показаны упражнения на расслабление. Исключаются упражнения с задержкой дыхания, натуживанием и т.п. В процессе занятий необходим контроль за пульсом, дыханием, цветом кожи и общим состоянием студента.

Научные исследования говорят о том, что устойчивость и активность таких показателей умственной деятельности как память, внимание, прямо пропорциональны физической подготовленности человека [3]. Регулярные занятия спортом являются профилактическими мерами заболеваний сердца и помогают лицам, с диагностированными патологиями сердечно-сосудистой системы, повысить качество и срок жизни. Оптимально дозированная мышечная нагрузка повышает общий эмоциональный тонус,

способствуя устойчивому настроению, которое является благоприятным фоном для умственной деятельности и важным профилактическим средством против переутомления.

Литература

1. Каталог научных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diplomba.ru/work/50756> - [Дата обращения: 27.03.2018].
2. Дубровский В.И. Лечебная физическая культура (кинезотерапия): Учеб. для студ. высш. учеб. заведений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pedlib.ru/Books/3/0174/3_0174-518.shtml - [Дата обращения: 27.03.2018].
3. Учебные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/zouLzLag8Fs.html> [Дата обращения: 27.03.2018].

THEROLEOPHYSICALEXERCISESINTHEPREVENTIONOFDI SEASESOFTHECARDIAC-VASCULARSYSTEM

A.A. Egorova

Scientific advisor: E.V. Galimova

*(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education «Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)*

Abstract

This article examines the importance of physical culture in human life. The influence of sport on the cardiovascular system is analyzed. Preventive measures to maintain the physical fitness of the organism are established.

УДК 796

СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Егорова А.А.

Научный руководитель: Галимова Э.В.

Аннотация

Статья посвящена социальным и биологическим процессам, которые влияют на физическую активность человека, где объектом этих процессов выступает сам человек. Описывается биологическая система и её особенности.

В современных условиях важным фактором всестороннего развития и воспитания человека является физическая культура и спорт. Для решения задач физического совершенствования людей требуется подготовка высококвалифицированных кадров – преподавателей и тренеров. Физическое воспитание, спортивная тренировка можно рассматривать, как социально-педагогические процессы, ключевую роль занимает педагог. Объект этих процессов человек, имеющий сложность функций его организма, психики, взаимодействия с окружающей средой. Поэтому эффективность занятий физической культурой и спортом во многом зависит от системы соответствия используемых средств и методов тренировки функциональным возможностям, индивидуальным особенностям каждого занимающегося.

Без знаний о строении человеческого тела, о закономерностях функционирования отдельных органов и систем организма, об особенностях протекания сложных процессов его жизнедеятельности нельзя организовать процесс формирования здорового образа жизни и физической подготовки населения, в том числе учащейся молодежи [1].

В основе жизнедеятельности организма лежит процесс автоматического поддержания жизненно важных факторов на необходимом уровне, всякое отклонение которого ведет к немедленной мобилизации механизмов, восстанавливающих этот уровень (гомеостаз). Гомеостаз – совокупность реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление относительно динамического постоянства внутренней среды и некоторых физиологических функций организма человека (кровообращение,

обмена веществ, терморегуляции и др.) [2].

Функциональная активность предполагает оптимальное количество движений в режиме дня, которые включают деятельность всех органов и систем организма человека. Наблюдения показывают, что люди, ведущие малоподвижный образ жизни, к 70 годам могут потерять до 40% объема мышечной массы. Особенно страдают мышцы, обеспечивающие сохранения позы, что делает человека сутулым, а подчас изменяет весь его облик. Значительно атрофируются и некоторые другие органы и ткани, почти вдвое уменьшается печень [3].

Труд и влияние социальной среды в процессе развития человечества повлияли на биологические особенности организма современного человека и его окружение. В основе изучения органов и меж функциональных систем человека принцип целостности и единства организма с внешней природной и социальной средой. Отличительная особенность человека - сознательное и активное воздействие на внешние природные и социально-бытовые условия, определяющие состояние здоровья людей, их работоспособность, продолжительность жизни и рождаемость (репродуктивность). Таким образом, можно сделать заключение, что двигательная функция - основная функция человеческого организма, которую следует постоянно совершенствовать для повышения работоспособности в любом виде деятельности, в том числе и в умственной.

Литература

1. Каталог научных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://diplomba.ru/work/49897> - [Дата обращения: 29.03.2018].
2. Учебные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/16iQOJUO4fs.html> - [Дата обращения: 29.03.2018].
3. Студенческая библиотека онлайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studbooks.net/634867/turizm/funktsionalnaya_aktivnost_organizma - [Дата обращения: 29.03.2018]

SOCIAL AND BIOLOGICAL BASIS OF PHYSICAL CULTURE

A.A. Egorova

Scientific advisor: E.V. Galimova
*(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education «Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)*

Abstract

The article is devoted to social and biological processes that influence the physical activity of a person, where the person himself is the object of these processes. The biological system and its features are described.

УДК 796

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

Закиров В.Р.

Научный руководитель: Галимова Э.В., доцент кафедры ФКиС
*(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–
КАИ, Казань)*

Аннотация

Компьютерное моделирование биологических систем предполагает использование компьютерного моделирования биологических систем, включая как клеточные подсистемы (например, сети метаболитов и ферментов, которые содержат обмен веществ, сигнальные пути и генные регуляторные сети), так и анализ и визуализацию сложных соединений этих процессов. В самом общем смысле моделью называют преднамеренно созданное или найденное подобие чего-то рассматриваемого в качестве оригинала.

Цель. Анализ современных инновационных разработок и технологий ведущих научных лабораторий мира, посвященных

моделированию биологических процессов в спорте.

Результаты и их обсуждение.

Разработка моделей связана с моделированием – процессом построения, изучения и использования моделей для уточнения характеристик и оптимизации хода спортивной подготовки. В большей части модельные характеристики – это части, грани, элементы спортивной дисциплины в цифрах и других единицах измерения. Модели в спорте имеют многофункциональное назначение:

1. Используются в качестве заменителя объекта для того, чтобы исследования на модели позволили получить новые данные о самом объекте;

2. Используются для обобщения эмпирического знания, постижения закономерных связей процессов и явлений в спорте.

3. Оказывают огромное влияние на перевод экспериментально проведенных научных работ в практическую сферу спорта.

Разработка моделей может осуществляться в различных формах:

1. Информационные дискриптивные (описательные) модели, представляют собой словесное описание оригинала.

2. графические модели – представление оригинала в виде графика, схемы, рисунка.

3. предметные модели – макеты фишки и др., отражающие, например, расстановку игроков для изучения тактических вариантов.

4. логические модели – предусматривают описание логики процесса;

5. физические модели, предопределяющие взаимодействие спортсмена в аналогичной с предстоящими соревнованиями обстановке или его противостояние со сходными с оригиналом соперника.

6. математические модели, использующие описание процесса или предмета с помощью математических формул, системы уравнений и неравенств.

7. кибернетические модели – то же, но с использованием ЭВМ, компьютерное моделирование.

В отличие от ряда других разновидностей моделирования в

спорте высших достижений приходится создавать модели и того, что пока еще не воплотилось в оригинале.

Литература

1. Сапин М.Р., Билич Г.Л. //Анатомия человека: Учеб. для студ. Биол. и мед. вузов: В 2т.-М.: Высш. шк., 1996.

2. Сапин М.Р., Брыскина З.Г. //Анатомия и физиология детей и подростков: Учеб. пособ. для студ. пед. вузов. - М.: Издательский центр «Академия», 2004.

3. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. //Анатомия человека. - 11-е изд., испр. и доп.-СПб.: Гиппократ, 2001.

4. Ханц Фениш //Карманный атлас анатомии человека. – Минск: «Вышэйшая школа», 2002.

COMPUTER MODELING IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

Zakirov V.R.

Scientific advisor: E.V. Galimova, senior lecturer
(*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI», Kazan*)

Abstract

Computer modeling of biological systems involves the use of computer simulation of biological systems, including both cellular subsystems (for example, metabolite and enzyme networks that contain metabolism, signaling pathways and gene regulatory networks) and analysis and visualization of complex compounds of these processes. In the most general sense, a model is defined as the intentionally created or found similarity of something considered as the original.

УДК 517

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В СПОРТЕ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Иутин Р.В., Галимова Р.К.

Аннотация

Используются статистические данные зимних олимпийских игр с 1964 по 2014 годы по прыжкам с трамплина. Прогнозируется результат 2018 г.

Метод наименьших квадратов (МНК) — математический метод, применяемый для решения задач минимизации суммы квадратов отклонений значений некоторой искомой функции с неизвестными параметрами от её эмпирических значений [1].

Рассматривается экстраполяция по МНК. Для этого по результатам предыдущих олимпийских игр с 1964 по 2014 годы по прыжкам с трамплина строятся функции, выражающиеся полиномами различных порядков, и определяется прогнозируемый результат (в метрах) в 2018 г. (Рис.1).

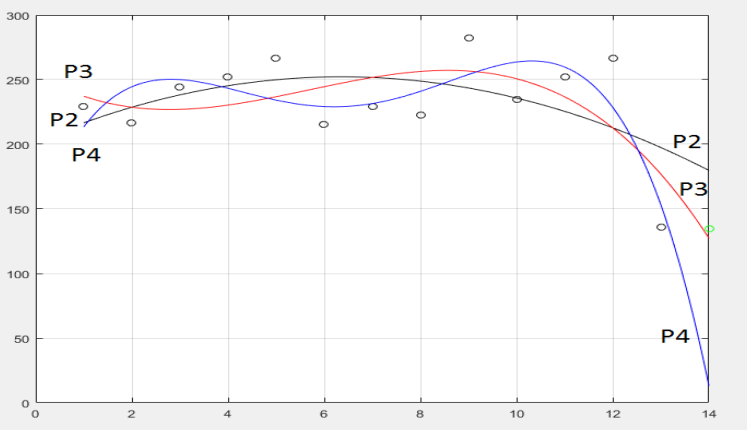


Рис.1. Графики экстраполирующих функций $P2 = 179.7671$ (полином второго порядка), $P3 = 127.3846$ (полином третьего порядка), $P4 = 13.1084$ (полином четвертого порядка).

При сравнении прогнозируемых результатов, полученных с помощью экстраполирующих функций, с реальным результатом

2018 года (134.4 м) можно сделать вывод: для получения более точного результата нужно использовать экстраполирующую функцию третьего порядка. Несмотря на то, что с 2014 года результаты соревнований рассчитываются новым способом, экстраполирующая функция РЗ достаточно точно прогнозировала результат 2018 года.

Литература

1. Якупов З.Я., Галимова Р.К. Методы наименьших квадратов и наименьших модулей в научно-технических расчётах: Учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2017. – 140 с.

FORECASTING SOME RESULTS IN SPORTS BY THE METHOD OF LEAD SQUARES

Iutin R.V., Galimova R.K.

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI», Kazan)

Abstract

The statistical data of the Winter Olympic Games from 1964 to 2014 on jumping from a springboard are used. The result of 2018 is forecasted.

УДК 364.322(075.8)

СОЦИАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Картапов А.И.

Научный руководитель: Т.Ю. Покровская,
кандидат социологических наук, доцент

*(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–
КАИ, Казань)*

Аннотация

В статье описывается проблема социального здоровья

личности. Выявлены основные причины появления асоциального поведения. Приведены способы решения данной проблемы. Сделан небольшой вывод и даны важные рекомендации.

Актуальность данной работы заключается в объяснении проблемы социального здоровья студентов и причин возникновения данной проблемы.

Целью статьи явилось выявление причин изменения социального здоровья студента. В работе решались следующие задачи – рассмотреть причины ухудшения социального здоровья и на основе полученной информации указать способы решения данной проблемы.

Социальное здоровье личности, на наш взгляд, в первую очередь зависит от психического и физического здоровья индивида и его воспитания, которое он получает в семье.

Характерными чертами проблемной ситуации являются:

1. ощущение личностью наличия блокады, когда возникает препятствие перед ее целенаправленной деятельностью;
2. переживание трудности, которую предстоит преодолеть;
3. временное незнание способов, путей решения задач, выхода из ситуации, способов ее преобразования;
4. необходимость принятия какого-либо решения [1].

Современные высшие учебные заведения, используя средства физической культуры, кроме образовательной и социальной функций, выполняют множество других общественно значимых функций, таких как функция формирования, сохранения и укрепления здоровья студенческой молодежи.

Для решения проблемы социального здоровья обучающихся, необходимо решить проблему занятости студентов физической культурой и спортом. Заинтересовать их в сохранении собственного здоровья, достижения поставленной цели, а общение со сверстниками в более разряженной обстановке могут помочь большинству студентов. Для саморазвития студента необходимо учитывать его личностные качества, которые и будут определяющими в дальнейшем. Студенты, занимающиеся спортивной деятельностью, снизят шансы своего попадания в группу риска, однако это не означает отсутствие вредных привычек.

Так как вопрос социального здоровья общества достаточно острый и сложный, и решить полностью данную проблему, пока невозможно, поскольку ее корень закладывается еще в детстве, однако, можно снизить число студентов с асоциальным поведением или уменьшить степень их асоциальности путем вовлечения последних в спортивную деятельность.

Отметим, что социальное здоровье общества зависит от всех социальных групп, от каждой его ячейки. Потому что от того, как будет вести себя та или иная личность, зависит их совокупное поведение. Попадая под действие дурной компании, в большинстве случаев, личность становится зависимой от мнения других. При этом человек перестает себя контролировать. Приобретение же вредных привычек приводит к еще большему риску попадания в плохую компанию. Однако всего этого можно избежать, просто занимаясь физической культурой и спортом.

В заключение отметим, что «социальное здоровье личности студента связано в первую очередь с его воспитанием, особенностями его характера и окружающего его общества. Для того чтобы улучшить социальное здоровье молодежи необходимо постоянно его контролировать и оценивать текущую ситуацию, а также создать условия для развития каждой личности» [2]. Для профилактики проблемы социального здоровья студентов необходимо заинтересовать студентов в физической культуре и спорте. Самим же студентам рекомендуется вести здоровый образ жизни и не поддаваться на провокации сверстников.

Литература

1. Психосоциальная адаптация / Экодело - Режим доступа URL:<https://ecodelo.org>. свободный (дата обращения: 25.02.2018).
2. Картапов А.И., Покровская Т.Ю. Социальное здоровье студенческой молодежи // Сборник научных трудов – Ульяновск: Изд-во УлГТУ ГУ, 2017. – С. 150-155.

SOCIAL HEALTH OF STUDENT YOUTH

Kartapov A.I.

Scientific director: T.Yu. Pokrovskaya,
Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor

Abstract

This article describes the problem of a person's social health. The main causes of the appearance of antisocial behavior are revealed. The ways of solving this problem are presented. A small conclusion is drawn and important recommendations are given.

УДК 796

ТЕНДЕНЦИИ В ОТНОШЕНИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ, ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ СПОРТОМ

Крылосова А.А., Бабинецкая А.В.

Научный руководитель: Корнилова Ю.А.

(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)

Аннотация

В статье изучаются вопросы спорта в студенческой среде, роль самостоятельных занятий и мотивации к ним.

Живя в ритме большого города, постоянно испытывая стресс и нехватку времени люди двигаются все меньше. Этой тенденции подвержены и многие студенты.

Интерес студентов к спорту и физической культуре очень важен, от нынешних студентов зависит здоровье нации в будущем.

В последние годы увеличился процент студентов, имеющих какие-либо заболевания, связанные с нехваткой физической нагрузки, поэтому существуют различные программы по привлечению молодежи к здоровому образу жизни, спорту. Так, например, с 24 марта 2014 г по указу президента РФ В. В. Путина в стране поэтапно начал вводиться всероссийский физкультурно-

спортивный комплекс «готов к труду и обороне» (ГТО).

Улучшаются условия для занятий спортом, но даже это не всегда способно заставить студентов исправно заниматься физической культурой.

Был проведен социологический опрос среди студентов КНИТУ-КАИ, респонденты возрастом 18-25 лет и на данный момент студенты. Всего было опрошено 52 человека. Целью являлось выяснить занимаются ли учащиеся спортом регулярно и что их на это мотивирует, если не занимаются, то узнать почему. Были выявленные следующие результаты:

Больше половины опрошенных не занимаются спортом регулярно (63%).

37% регулярно посещающие тренировки делают это с целью улучшения внешнего вида (19 человек), для улучшения здоровья (3 человека), остальные занимаются с детства и профессионально.

Часть опрошенных не занимающихся физической культурой регулярно находят это неинтересным, оставшиеся считают что им не хватает времени и мотивации.

Литература

1. Никощенков С.Л., Глущенко Л.И. Первичные мотивы студентов в процессе занятий физической культурой // Сб. науч. тр. Мол. учен. – Смоленск: СГИФК, 2003. – С. 81-83.

2. Родионов А.В. Психология физического воспитания и спорта: учебник. – М.: Академический Проект, 2004. – 576 с.

3. Надёжина Н. В. Мотивация к занятиям физической культурой у студентов // Электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 23. – С. 55–58. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/56392.htm>.

TRENDS IN THE PHYSICAL CULTURE AND SPORTS IN THE STUDENT MEDIUM, WAYS TO INCREASE MOTIVATION TO SPORTS LESSONS

Krylosova A.A, Babinetsky A.V.

Scientific director: Kornilova Yu.A.

*(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education «Kazan National Research Technical University*

named after A.N. Tupolev–КАИ», Kazan)

Abstract

Questions of sports in the student environment are studied in the article, as well as the role of self-employment and motivation for them.

УДК 376

СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ» В ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ КНИТУ-КАИ ИМ. А.Н. ТУПОЛЕВА)

Кусюмов Н.К., Юсупов Ш.Р.

*(ФГБОУ «Казанский Приволжский Федеральный Университет»,
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)*

Аннотация

В современных условиях физическое воспитание студенческой молодежи в рамках дисциплины «Физическая культура и спорт» включает в себя как традиционные методы совершенствования физических качеств и укрепления здоровья, так и овладение студентами теоретическими и практическими знаниями социально-экономических процессов функционирования физической культуры и спорта, базовыми знаниями в области психологии и физиологии спорта, других актуальных тенденций в данной сфере.

Безусловно, физическое воспитание и спортивные занятия остаются основой физической подготовки студента. Физическое воспитание в вузе осуществляется в многообразных формах, которые взаимосвязаны, дополняют друг друга и представляют собой единый процесс физического воспитания студентов.

Массовые оздоровительные, физкультурные и спортивные мероприятия направлены на широкое привлечение студенческой молодёжи к регулярным занятиям физической культурой и спортом,

на укрепление здоровья, совершенствование физической и спортивной подготовленности студентов. Эти мероприятия проводятся на основе широкой инициативы и самостоятельности студентов при методическом руководстве, осуществляемом кафедрой физической культуры и спорта в ВУЗе [1].

В тоже время, перед ВУЗами в нашей стране стоит довольно сложная задача по внедрению новых методик и технологий, требующих от профессорско-преподавательского состава совершенствования своих компетенций и повышения квалификации. В частности, существует устойчивая потребность в качественном лекционном материале и современных формах его подачи.

В этом смысле значительный интерес представляет подход, внедряемый преподавателями кафедры физической культуры и спорта КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева.

Дисциплина «Физическая культура и спорт» в КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева организуется согласно учебного плана в рамках первого семестра обучения бакалавров, объем курса составляет 72ч, из которых 18 часов – лекции, 54 – самостоятельная работа студента. Лекционные занятия проводятся модульным принципом. В течении 1 недели семестра преподаватели ведут свой лекционный модуль. Ежедневно, в фиксированное время, поток студентов разных институтов сменяет друг друга. Таким образом все студенты 1 курса очного отделения осваивают по одному лекционному модулю в неделю. Преподаватель фиксирует явку студентов в журнале, акцентирует внимание студентов на ключевых компонентах лекции, информирует студентов о тематике рефератов и индивидуальных заданий по данному модулю, а также о возможных вопросах данной темы, которые могут быть включены в текущее или промежуточное тестирование в электронной системе BlackBoard.

Каждый преподаватель самостоятельно готовит лекционные материалы и задания, исходя из специфики своей педагогической деятельности и профессиональных навыков. Например, преподаватели имеющие практический опыт тренерской работы, разъясняют обучающимся различные аспекты психологии спорта, командообразования и лидерства в спортивном коллективе. Преподаватели, имеющие опыт работы в спортивных организациях,

профильных органах управления спортом делятся знаниями в области администрирования и государственного регулирования спортивной отрасли. Преподаватели, располагающие глубокими знаниями в области биологии и физиологии, объясняют студентам механизмы функционирования человеческого организма, адаптации организма к нагрузкам и другие вопросы физиологии спорта и т.д.

В результате модульная структура теоретического курса позволяет студентам получить базовые знания по широкому кругу вопросов в рамках проблематики физической культуры и спорта.

Литература

1. В.Г. Двоеносов, Е.В. Фазлеева, М.И. Рахимов, А.С. Шалавина, Г.И. Пасмуров // Лекционный курс по дисциплине «Физическая культура»: учебное пособие. Под. ред. – Казань: КФУ, 2014. С.11.

SPECIFICITY OF THE ORGANIZATION OF THE «PHYSICAL CULTURE AND SPORT» DISCIPLINE IN THE UNIVERSITY (ON AN EXAMPLE OF THE KNRTU-KAI NAMED AFTER A.N.TUPOLEV)

Kusyumov N.K., Sh.R. Yusupov

*(FSBEI of HE «Kazan Volga State Federal University»,
FSBEI of HE«Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev»)*

Abstract

In modern conditions, the physical education of students during the «Physical Culture and Sport» discipline includes both: traditional methods of improving physical qualities and promoting health, and mastering students with theoretical and practical knowledge of the socio-economic processes of the functioning of physical culture and sports, basic knowledge in the field of psychology and physiology of sports, and other relevant trends in this area.

САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ ЗАНЯТИЯ И ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ СТУДЕНТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ларионов И.С.

Научный руководитель: Т.Ю.Покровская,
кандидат социологических наук, доцент
(ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань)

Аннотация

В статье рассматриваются столь важные для студентов темы как самостоятельные занятия физической культурой и ведение здорового образа жизни, их роль в жизнедеятельности человека и влияние на его здоровье.

Актуальность работы заключается в эффективной организации самостоятельных занятий у студентов, где решающую роль играют физические упражнения. Целью явилось выявление влияния мышечной активности и самостоятельных занятий на здоровье студентов.

В соответствии с целью работы были составлены следующие задачи: рассмотреть влияние занятий физической культурой на здоровье обучающихся и определить роль самостоятельных занятий в жизни студента.

Приобщение студентов к физической культуре – важная составляющая часть формирования их здорового образа жизни (ЗОЖ). Здоровье и учёба студентов находятся в тесной взаимосвязи и часто оказывают влияние друг на друга. Крепкое здоровье – залог продуктивного и эффективного обучения, что крайне ценно в студенческой жизни. В сохранении и укреплении здоровья, быстрой адаптации к условиям обучения в вузе немаловажную роль играют здоровый образ жизни и регулярная двигательная активность.

На базе КНИТУ-КАИ был проведён мониторинг студентов первого курса ИАНТЭ. В опросе участвовало 50 студентов, из них

33 юноши и 17 девушек. По результатам опроса 88% девушек и 81% юношей положительно относятся к занятиям физической культурой и ЗОЖ, 12% и 19% соответственно считают, что можно обойтись без них. 24% девушек и 39% парней делают утреннюю зарядку, а 24% и 30% соответственно занимаются спортом в свободное от учебы время. Всего лишь 18% и 21% стараются вести ЗОЖ. Те, кто по разным причинам обходятся без физической активности, здорового питания, соблюдения режима дня жалуются на сонливость, усталость, плохое настроение, в то время как большинство людей, ведущих активный образ жизни, освобождено от этих недугов.

Согласно результатам опроса, недостаток мышечной активности вызывает ряд проблем, мешающих успешной учёбе и жизнедеятельности студентов. Несмотря на то, что большинство опрошенных согласны с необходимостью вести ЗОЖ, лишь 20% действительно заботятся о своём здоровье. Причинами являются – отсутствие достаточного количества времени на самостоятельные занятия физкультурой, лень и легкомысленное отношение к собственному здоровью. В добавок к этому ситуация осложняется тем, что большинство студентов часто пользуется компьютерной техникой и неправильно питаются, что тоже не идёт им на пользу. Многочисленные данные науки и практики говорят о том, что реальное внедрение самостоятельных занятий среди студентов недостаточно. Виной тому недостаточная мотивация и незаинтересованность подрастающего поколения в вопросах физкультуры и спорта. Хорошо сформированные мотивы побуждают человека к физической активности и дают ему цели, к которым с помощью занятий он будет стремиться. Этими целями могут быть отдых, повышение уровня физического развития, укрепление здоровья и многое другое [1].

Таким образом, здоровый образ жизни и самостоятельные занятия физкультурой играют очень важную роль в жизни студента. Они увеличивают продуктивность, улучшают работоспособность, снимают стресс и эмоциональное напряжение, тренируют мышцы, улучшают умственные и физические качества и значительно повышают уровень здоровья.

Литература

1. Самостоятельные занятия физическими упражнениями

[Электронный ресурс] // works.doklad.ru: учебные материалы: [сайт].
URL: доступ <http://works.doklad.ru/view/XPXfbncAcVU/all.html>
свободный (дата обращения 12. 11. 2017).

INDEPENDENT LESSONS AND HEALTHY LIFESTYLE OF STUDENT'S LIFE IN MODERN CONDITIONS

Larionov I.S.

Scientific director: T.Yu.Pokrovskaya,
Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor
(FSBEI of HE«Kazan National Research Technical University
named after A.N. Tupolev»)

Abstract

This article deals with topics that are so important for students as independent physical training and healthy lifestyle, their role in the life of a person and the impact on his health.

УДК 796.011

ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ГРУППЫ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ

Макарова К.И., Носик О.В., Акулова Т.Н.

*(ФГБОУ ВО Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия)*

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы отношения студентов к возможностям развития путем занятий физической культурой и спортом, а также рекомендации к занятиям физической культурой и их мотивационная составляющая.

В современном обществе не может не волновать проблема, а точнее вопрос для чего нам нужна физическая культура и что она нам дает. Многие люди считают, что им не нужно заниматься

спортом, так как он им не пригодится в жизни, что это лишняя трата времени.

Для начала дадим определение: «Что же такое физическая культура?». Это своего рода то, что помогает сохранить и укрепить наше здоровье и организм, а также развить физические способности или улучшить их. Так как у всех людей своя физическая подготовка. Ведь как говорится: «Нет предела совершенству».

Существует так называемая лечебная физкультура, которая назначается врачом для того чтобы мышцы оставались в тонусе. К ней относится лечебная гимнастика, ходьба. И не думайте, что если врач назначил вам специальную гимнастику, что не обязательно ее делать. Когда вы выполните все те упражнения, которые вам сказали, вы почувствуете легкость, и постепенно у вас не будет так болеть спина, рука или еще что-то. Главное помнить и соблюдать указания врачей и не перенапрягаться.

Например, человек никогда не занимался спортом и сразу начал выполнять много подходов, а ему надо начинать с малого, а потом постепенно увеличивать число подходов. То есть существует определенный порог нагрузки, который человек может совершить, чтобы не навредить своему организму. Надо постепенно увеличивать нагрузку.

В современном мире сделано многое в сфере спорта для привлечения людей к занятиям физической культурой. Например, на различных площадках построили мини тренажеры. Сделали множество стадионов для бегунов, а также для любителей футбола и баскетбола площадки. До сих пор придумывают различные виды спорта для привлечения людей. Существует более 100 видов секций, куда можно ходить. Открываются различные школы танцев, балеты, боевых искусств и прочего. Так что выбор большой. Надо только пробовать и пытаться. Да, вначале будет очень тяжело и больно, но зато потом ваши труды окупятся и вы, может быть, будете стоять наравне с такими известными личностями как Майкл Джордан (известный баскетболист), Вячеслав Гордеев (балет) и многие другие. Вы может быть, даже превзойдете их, надо только захотеть.

Даже в нашем институте преподаватели много старались, чтобы добиться тех или иных успехов в своей области. Они показывают и рассказывают насколько важно заниматься спортом,

что это дает организму и самому человечеству. Предлагается множества секций на выбор.

Если вам не нравится спорт, например, баскетбол, то посмотрите на него с другой стороны. Играя, вспоминайте законы физики и динамики и тем самым вам это понравится. Вы как бы будете на деле практиковать свои знания и плюс заниматься спортом и так в каждой сфере спорта. Везде можно найти свои плюсы. Ваши мышцы будут в тонусе, вы будете играть за команду и одновременно применять на практике законы движения и тяготения, а также чувствовать дух команды.

Если вы стесняетесь заниматься при всех, то начните с малого. Например, с пробежки в лесу. Вы наедине, слушаете звуки природы, ну или музыку и занимаетесь. Бег это одно из лучших упражнений в спорте, которое я знаю. Так как в нем задействуется множество групп мышц и плюс, бегая вы, научитесь правильно дышать, а также если это еще и с препятствиями, то научитесь в считанные минуты их обходить. Опять же и здесь есть различные законы тяжести и гравитации. А спустя какое-то время вы уже будете заниматься с командой, и вам начнет это нравиться, и вас уже будет не оторвать от этого занятия. И вы будете говорить себе: «Почему я раньше не начал заниматься этим».

Если что-то не получается не надо сразу ставить крест на спорте, а надо продолжать пробовать и познавать новое. В конечном итоге вы найдете то, что подходит именно вам и будете совершенствовать это.

Литература

1. Кондаков В.Л., Копейкина Е.Н., Балышева Н.В., Усатов А.Н., Скруг Д.А. Отношение студентов к занятиям физической культурой и спортом в образовательном пространстве современного вуза. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.;

2. Акишин Б.А., Юсупов Р.А., Головина В.А., Акулова Т.Н. Особенности организации учебного процесса по физической культуре в вузе по новому федеральному стандарту. Культурафизическаяздоровье. № 4(64) – 2017. – С.89-91

INCREASE OF MOTIVATION OF STUDENTS OF THE SPECIAL MEDICAL GROUP TO THE ACTIVITIES OF PHYSICAL CULTURE

Makarova K.I., Nosik O.V., Akulova T.N.

(Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow)

Abstract

In the article questions of the attitude of students to opportunities of development by employment by physical training and sports, and also the reference to employment by physical training and their motivational component are considered.

УДК 796

ВЛИЯНИЕ СНА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТА СПЕЦИАЛЬНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ГРУППЫ

Мансурова А.Р.

Научный руководитель А.В. Козлова, к.п.н, доцент
(Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, Казань)

Аннотация

В работе проанализировано влияние сна на работоспособность студента. Дана физиологическая характеристика фаз парадоксального и ортодоксального сна. Сделаны рекомендации по профилактике бессонницы и нарушений сна.

День современного студента насыщен разнообразными нагрузками: психоэмоциональными, нервными, умственными. У студентов, ведущих здоровый образ жизни, включающий в себя, рациональный суточный режим, как правило, формируется более высокая устойчивость к перегрузкам. Сон – вид отдыха человеческого организма, который способствует сохранению и укреплению здоровья, повышению работоспособности. Ритм жизни

современного студента часто связан с хроническим недосыпанием, либо с непродолжительным сном.

Систематическое недосыпание и бессонница способны вызвать истощение нервной системы, снижение физической и особенно умственной работоспособности, ослабление защитных сил организма, снижение иммунитета, развитие психосоматических заболеваний. Чувствительны к недостатку сна и органы детоксикации человеческого организма, особенно почки, кровоснабжение которых, быстро восстанавливается во время длительного пребывания в горизонтальном положении [1]. Продолжительность сна каждого человека индивидуальна. Но у большинства людей в норме она составляет около 8 часов в день. Расстройства сна представляют собой целый спектр различных нарушений, характеризующихся специфичными для каждого вида нарушений психофизиологическими особенностями [2]. Мы провели опрос среди студентов специальной медицинской группы, который показал, что 14 % студентов уделяют ежедневному сну 8 и более часов, 29 % студентов спят 6-7 часов в сутки, 49 % спят около 5 часов, 8 % спят 4 и менее часов. 30 % опрошенных знают о необходимости продолжительного сна, но у них часто возникают проблемы с засыпанием.

Для глубокого продолжительного сна необходимо обеспечить дозирование физических нагрузок, пребывание на свежем воздухе, чередование труда и отдыха. Особое значение в профилактике бессоннице и нормализации сна принадлежит особому виду физических упражнений – релаксации. Очень эффективен метод, так называемой, прогрессивной мышечной релаксации. В его основе лежит использование системы упражнений, состоящих из чередования напряжения и расслабления различных мышц и мышечных групп) [3].

Литература

- 1.Макарова Г.А. Спортивная медицина.: Учебник/ Г.А. Макарова – 3-е изд., – М.: Советский спорт, 2008. – С. 266
- 2.Романова Е.А. Психологические особенности больных с нарушениями сна / Автореферат диссертации на соискание Ученой степени кандидата психол. наук. М., 2003 .- С. 8 -10
- 3.Виленский М.Я., Горшков А.Г Физическая культура и и

здоровый образ жизни студента. Учебное пособие. - М.: Кнорус, 215.- С.131

THE INFLUENCE OF SLEEP ON THE PERFORMANCE OF A STUDENT OF A SPECIAL MEDICAL GROUP

Mansurova A.R.

Supervisor A.V. Kozlova, Candidate of Sciences,
Associate Professor

(Kazan State Technical University. A.N. Tupolev, Kazan)

Abstract

The influence of sleep on the workability of the student is analyzed. The physiological characteristics of the phases of paradoxical and orthodox sleep are given. Made recommendations for the prevention of insomnia and sleep disorders.

УДК 796.03

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАДИЦИОННЫХ КИТАЙСКИХ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ГИМНАСТИК В ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ СО СТУДЕНТАМИ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ГРУППОЙ ЗДОРОВЬЯ

Симагина П.В., Марьина С.С.

*(ФГБОУ ВО Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия)*

Аннотация

Данная статья посвящена новым возможностям в развитии физической культуры в университете, а именно использованию новых видов спорта, таких как традиционные китайские оздоровительные системы. В статье рассматриваются различные виды оздоровительных гимнастик и делается вывод, рационально ли их использование.

Занятия физической культурой - необходимая основа для

абсолютно любого человека. Занятия спортом для студентов очень важны и полезны не только в плане оздоровления или поддержания здоровья, но и необходимы для так называемой «разгрузки» после тяжелой интеллектуальной работы. Студенты зачастую жалуются на однообразие занятий по общей физической подготовке, что снижает мотивацию студентов к занятиям физической культурой. В мире существует множество различных видов спорта, безграничное количество гимнастик и растяжек, которые также можно ввести в университетскую программу. Так, например, темой статьи является использование элементов китайских оздоровительных гимнастик в занятиях физической культуры.

Традиционные оздоровительные китайские гимнастики - ушу [1,2], один из самых распространенных видов психофизических тренировок в Китае. Изначально ушу развивалось как боевые искусства, сегодня ушу больше используется, как гимнастика. Основу занятий по ушу составляют упражнения на физическую выносливость и дыхательная гимнастика. Главной целью является приобретение гибкости тела, поддержание тонуса мышц и развитие суставов. Кроме того, занятия ушу повышают выносливость организма и способствуют его оздоровлению. Стилей ушу существует множество. Ушу — это не только статические упражнения, но и силовые упражнения, а также упражнения на укрепление мышц, связок и развитие координации движений, развитие равновесия. Как сказал знаменитый древнекитайский хирург Хуа-То: «Если ручка двери часто движется, она не ржавеет. Так и человек, если он много движется, то не болеет».

Гимнастика Тай Чи [3] не сравнить с боевыми искусствами ушу Тай Чи это скорее гимнастический танец, медленные и плавные движения. Такая гимнастика идеально подходит для людей со специальной медицинской группой. К тому же, техника Тай Чи помогает при восстановлении организма после травм, болезней, что также подходит для физической активности. Медленные движения конечностей и тела укрепляют мышцы и структурируют разум. Именно поэтому в гимнастике Тай-Чи важно не только выполнять нужные движения, но и задействовать в работу мысли и разум.

Все вышеописанные системы и техники китайских оздоровительных гимнастик, можно использовать как в отдельных

секциях по физической культуре, так и в качестве разминки/заминки на занятиях по общей физической подготовке. Чем хороши представленные упражнения, и в чем огромный плюс китайских традиционных систем, так это в том, что данные физические нагрузки полезны абсолютно всем, с абсолютно любыми болезнями. В нашем университете, да и по стране в целом, к сожалению, много молодых людей с ограничениями физнагрузок, и статистика по экологии и жизни в общем показывает, что число людей со специальной группой здоровья будет только расти. Именно поэтому нужно если не сызмала, то с университетской скамьи приучать парней и девушек к оздоровительным гимнастикам. Более того, нововведения в программу физвоспитания дадут еще большее разнообразие для студентов, и быть может, именно эти виды спорта будут для кого-то интересными и нужными.

Люди находят эти гимнастики необычными, а главное действенными. Также, к достоинствам китайских систем можно отнести отсутствие какого-либо специального инвентаря, дорогого оборудования. Все, что нужно, чтобы приобщиться к древним китайским мыслителям – это гимнастический коврик, неиссякаемый энтузиазм, а главное, желание стать физически и духовно лучше!

Литература

1. Менхин Ю. В., Менхин А. В. Оздоровительная гимнастика: теория и методика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ofk-tm.ru/publ/ozdorovitelnye_vidy_gimnastiki/vostochnye_sistemy_ozdorovitelnoj_gimnastiki/kitajskie_tradicionnye_ozdorovitelnye_sistemy/23-1-0-6.html (дата обращения: 05.04.2018).

2. Фитнес. Китайская гимнастика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dietsbook.ru/kitajskaya-gimnastika.html> (дата обращения 05.04.2018).

3. Ванин В. Виды китайской гимнастики (дата добавления 07.11.2012) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vahe-zdorovyie.ru/metodyi-i-uprazhneniya/vidyi-kitayskoy-gimnastiki> (дата обращения 05.04.2018).

USE OF ELEMENTS OF TRADITIONAL CHINESE HEALTH GYMNASTICS IN THE ACTIVITIES OF PHYSICAL CULTURE WITH STUDENTS WITH THE SPECIAL GROUP OF HEALTH

Simagina P.V., Maryina S.S.

(Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow)

Abstract

This article is devoted to new opportunities in the development of physical culture at the university, namely the use of new sports, such as traditional Chinese wellness systems. In the article various kinds of improving gymnastics are considered and the conclusion is made, whether their use is rational.

УДК 517

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ МОДУЛЕЙ

Павлова А.А., Якунов З.Я.

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

Аннотация

Используются статистические данные олимпийских игр с 1924 по 2014 годы по бобслею (четвёрки, мужчины). Прогнозируется результат 2018 г.

Метод наименьших модулей (МНМ) — один из статистических методов исследования зависимости случайной величины от переменных [1].

С помощью МНМ рассчитывается примерный результат (время в сек.) олимпийских игр в 2018 г. (XXIII Олимпийские игры) по бобслею (четвёрки, мужчины) на основе результатов прошлых лет, начиная с 1924 до 2014 г. Полученный по МНМ результат сравнивается с достигнутым на играх 2018 г.

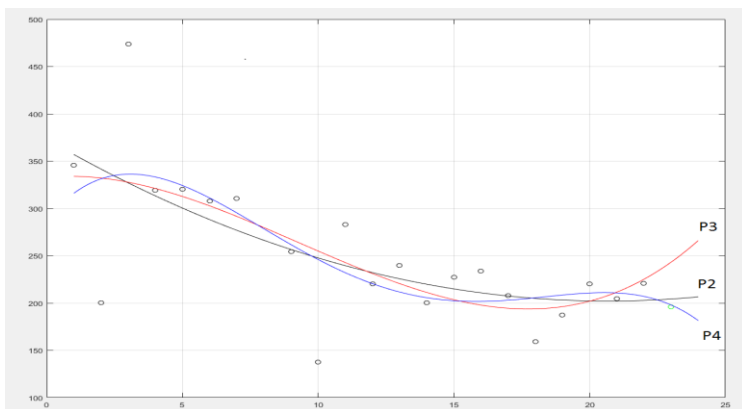


Рис.1 График прогноза результатов игр 2018 г.

Сначала табличные данные интерполируются в виде полиномиальной функции. Далее рассматривается экстраполяция по МНМ. Для этого строятся графики полиномиальных функций различных порядков для прогнозирования результата зимних игр 2018 г. Получаются P2, P3, P4 – результаты по экстраполяции:

$P2=204.2428(3:24:24)$, $P3=243.1965 (4:03:19)$, $P4=197.9577 (3:17:95)$.

Результат P2 описывается полиномом второго порядка, P3 – третьего, P4 – четвертого (Рис.1). Реальный результат Олимпийских игр 2018 г. составляет 3:15:85. А значит, наиболее точным результатом по приближению является P4=3:17:95.

Таким образом, с помощью МНМ мы получили прогноз результата игр по бобслею (четверки, мужчины) в 2018 г.

МНМ часто применяется для приближенного представления заданной функции другими (более простыми) функциями и оказывается полезным при обработке наблюдений.

Литература

1. Якупов З.Я., Галимова Р.К. Методы наименьших квадратов и наименьших модулей в научно-технических расчётах: Учебное пособие. – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2017. – 140 с.

FORECASTING OF SOME SPORTS RESULTS BY THE METHOD OF LEAST MODULES

Pavlova A.A., Yakupov Z.Ya.

(Kazan State Technical University. A.N. Tupolev, Kazan)

Abstract

The statistical data of Olympian games from 1924 to 2014 on bobsleigh (four, men) are used. The result is expected in 2018.

УДК 759.67

ПОХОДНЫЕ ТРОПЫ СТУДЕНЧЕСТВА (параллели 20 и 21 века)

Плаксина Н.В., Ключников Д.Д.

*(ФГБОУ ВО Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева, г. Москва, Россия)*

Аннотация

В статье проводится сравнительная параллель между походной деятельностью студенчества советской эпохи и походниками современности.

Своеобразной стартовой точкой развития туризма в нашей стране явилось постпространство после Великой Октябрьской социалистической революции. У миллионов трудящихся страны Советов появилась реальная возможность исследовать богатства материальной и духовной культуры, удовлетворить свой интерес к изучению истории родного края, природы, памятников живой и застывшей в монументах истории.

Среди студенческой молодежи наиболее приоритетной формой исследования родного края становится поход.

Попробуем провести параллель между походной жизнью студентов советского пространства и современных студентов-походников. Возможно, и не придется проводить параллели, а вопреки всем законам геометрии пересечь эти линии.

Походы советских студентов, как правило, приурочивались к знаменательным датам. Даты эти как никогда были свежи в памяти народной. Совсем недавно отгремели раскаты войны. Живые свидетели боев становятся образцом мужества и патриотизма.

Сборы в поход были щепетильными и заблаговременными. Походными атрибутами юных походников советского периода неизменно становились: рюкзак, палатка, котелок, алюминиевые ложки и вилки. Высшим пилотажем считалось наличие с собой в походе кассетника (магнитофона). Провизия включала в себя: тушенку, чай, сгущенку, консервы, крупы (благо в то период эти продукты еще не стали дефицитом).

Неизменным в меню были: каши, незатейливые супы, консервы. Обязательным и «экзотическим» блюдом традиционно оставалась картошка в золе. Ночные посиделки у костра, песни о самом главном, звезды и мечты – во все и на все времена ход событий молодежной поры.

Рожденные в походах песни той походной поры находят свою актуальность и сегодня: «Солнышко лесное»; «...Как здорово, что все мы здесь сегодня собрались»; «...Мы оставим на память в палатке эту песню...»; «...Я не знаю, где встретиться нам придется с тобой».

И не важно, что комары да мухи назойливо жужжат и кусают. Но, то ли кожа была шагреновой, то ли под воздействием духа сопричастности и возвышенности чувств - «...а нам не страшен ни вал десятый...». Не страшили и ненастья, дождь по крыше палатки навевал романтические мысли.

Студенты-походники 21 века - те же цели и задачи: маршруты; сборы; команда и небо над палаткой.

Сборы не планируются так долговременно, все необходимое есть в широком ассортименте в торговой сети.

Студент советской эпохи в поход надевал на себя свитер из бабушкиного или маминого гардероба (теплое и удобное), кеды отечественного производства или резиновые сапоги отечественной фабрики (не важно, что размер был «растоптанный»).

Самое главное – не было зависти или соревнования. Приоритеты оставались за душевными качествами и стереотипами той эпохи: коллективизм; дружба; взаимопомощь; щедрость;

открытость; искренность.

Студент современности в поход экипируется с точностью «наоборот»: все лучшее в люди по типу: себя показать и других посмотреть или «я надену все лучшее сразу». И это не оценивается критично, просто есть такая тенденция – писк моды.

Все дальше в памяти эпохальные события и, как следствие, походы уже в меньшей степени имеют тематическую направленность. Уходят живые свидетели той поры, образцы подражания и мужества.

Атрибутами походника 21 века становятся те же палатки и рюкзаки, только другого качества и формы: удобные, легкие и функциональные. Посуда одноразовая (нет необходимости мыть в ближайшем озере песочком) и провизия удобного и быстрого приготовления облегчает и сокращает время для обслуживания питания.

Кассетник уступает место гаджетам, песенный репертуар костровых посиделок приобретает иную форму. Но надо отдать должное, не теряют свою актуальность и не уходят в небытие вечные песни «О солнышке лесном».

Мухи и комары бьют с той же силой и назойливостью, но против них уже сражается современная артиллерия: аэрозоли и кремы нового поколения (с точностью и наповал).

Так же влюбляются под ночным и звездным небом, с тем же трепетом и нежностью поют у костра. Так же становятся близкими и родными в своем походном братстве.

Очень много общего, очень много схожего в преемственности молодежного поколения. Очень не хочется проводить параллель, а просто найти эту точку пересечения.

Но почему-то поколение 20 века все чаще замечает, как время летит, но память надежно хранит альбомы с черно-белыми фотками, и все чаще охватывает ностальгия по тем временам.

HIKING TRAILS OF STUDENTS **(the difference between 20 and the beginning of 21 centuries)**

Plaksina N.V., Kluchnikov D.D.
(Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia,

Abstract

The article draws parallel between the campaigns of students of the Soviet Union period and modern sports tourism.

УДК 371.3

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

*Расходова Ильмира Абраровна, старший преподаватель
(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань)*

Аннотация

Статья посвящена развитию дистанционных технологий в обучении студентов технических специальностей. Анализируются основные принципы данного вида обучения. Ставится задача создания методов, форм и технологий обучения, отвечающих телекоммуникационной среде общения.

В последнее время технологии дистанционного обучения стали очень популярны в нашей стране. Такой вид обучения особенно актуален у студентов технических специальностей, таких как радиотехника и телекоммуникации. Такие студенты имеют профессиональные навыки современных компьютерных телекоммуникаций, которые, в свою очередь, способны обеспечить передачу знаний и доступ к разнообразной учебной информации так же эффективно, как и традиционные средства обучения. В учебный процесс вовлекаются такие электронные технологии как электронные учебники, компьютерное тестирование, мультимедиа и другие.

При дистанционном обучении преподаватели и студенты являются субъектами интерактивной коммуникации, а электронная почта, онлайн конференции, диалоги в режиме реального времени –

это средствами осуществления этой коммуникации.

Один из основных принципов дистанционного обучения – это интерактивное общение между преподавателем и студентом на расстоянии и самостоятельное изучение и освоение определенных знаний, умений и навыков по выбранному курсу или программе. Главной проблемой развития дистанционного обучения является создание новых методов и технологий обучения, отвечающих телекоммуникационной среде общения.

Дистанционное образование студентов технических специальностей открывает им доступ к широким источникам информации, повышает эффективность самостоятельной работы, дает возможность обретения профессиональных навыков, а преподавателям – реализовать новые формы и методы обучения.

Литература

1. Валеева Р.Р. Оценка и формы проверки знаний студентов/ Р.Р. Валеева, Т.Р. Шагвалиев, А.Р. Садыков //Научно-методический электронный журнал Концепт, 2016. – Т. 11. – С. 3631-3635.

2. Вишневская Г.В. Управление самостоятельной работой студентов-заочников в условиях дистанционного образования / Г.В. Вишневская // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. – 2010 – № 4 (16). – С. 170-175.

THE DISTANCE LEARNING FEATURES OF THE PART-TIME STUDENTS OF «THE ELECTRONIC ENGINEER AND TELECOMMUNICATION » SPECIALTY

Raskhodova Ilmira Abrarovna, senior lecturer

(Kazan State Technical University. A.N. Tupolev, Kazan)

Abstract

The article is devoted to the development of distance technologies in teaching technical students. The authors analyzed the basic principles of this type of teaching. The task of the article is to create methods, forms and technologies of teaching in accordance the telecommunication environment.

ВЛИЯНИЕ СПОРТА НА ЗДОРОВЬЕ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ

Романов Р.В.

Научный руководитель: Т.Ю. Покровская,
кандидат социологических наук, доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань*)

Аннотация

В статье исследована влияние спорта на качество жизни и уровень здоровья студентов-спортсменов. Выявлены факторы, влияющие на завершение спортивной карьеры студентов и самооценка здоровья.

Актуальность. Студенты-спортсмены – специфическая социально-демографическая группа: образ жизни подчинен спорту, что отражается на качествах личности и чертах характера таких студентов.

Формулировка цели статьи. Цель - изучение влияния спорта на качество жизни и уровень здоровья студентов-спортсменов.

Задачи исследования:

1. Определение условий и образа студентов-спортсменов.
2. Выявление у студентов самооценки уровня здоровья.
3. Определение влияния занятий спортом на качество жизни.

Метод исследования: опрос 143 студентов ВУЗов г. Казани (85 юношей, 58 девушек), представителей 8 видов спорта (футбол, хоккей, баскетбол, лыжный спорт, бокс, гимнастика, теннис, легкая атлетика).

Мониторинг проведен по направлениям: условия и образ жизни; самооценка уровня здоровья; влияние спорта на образ и качество жизни. Выяснялась интенсивность спортивной деятельности, регулярность питания, изменения в режиме питания, обусловленные контролем веса тела.

Исследование показало, что средний стаж занятий спортом у

студентов равен 9 годам, т.к. спортивная специализация началась в дошкольном периоде. 10% респондентов относит себя к спортсменам – профессионалам, 90% считают себя любителями. Только двое из опрошенных подтвердили, что доходы, получаемые от спортивной деятельности, могут полностью обеспечить их жизнь. 75% студентов оценивают свое материальное положение как среднее, 15% вообще не имеют проблем с деньгами и 4% указали, что их материальное положение ниже прожиточного уровня. 60% студентов совмещают учебу с работой. 25% студентов работают постоянно, остальные имеют временный заработок.

Определяющим фактором ухода из спорта служит невысокий уровень спортивного мастерства, травмы, а также невозможность совмещать спортивные нагрузки и учебу. 40% студентов к окончанию второго года обучения в вузе завершили спортивную карьеру. Спортивные травмы, как причина ухода из спорта, указывается в 30% случаях.

Нередко в спорте высших достижений возникает необходимость проводить тренировки на грани порога переносимости, существует реальная опасность перенапряжения тех или иных органов или систем [1, С. 52].

Выделяют следующие факторы риска заболеваний:

- недочеты системы отбора и допуска к тренировкам;
- нарушение режима спортивной деятельности (тренировки в болезненном состоянии, частая и массивная сгонка веса);
- нарушение требований здорового образа жизни (отсутствие достаточного количества витаминов, употребление алкоголя);
- недочеты врачебного и педагогического контроля [2, С. 19].

В процессе опроса интересовало мнение студентов о том, повлиял ли спорт на здоровье. 95% определили его как «отличное» и «хорошее». При регулярных тренировках улучшается психологическое состояние, уменьшаются уровень тревожности, повышаются самооценка и воздействие [3, С. 102].

Рациональное регулярное питание является важным фактором в поддержании уровня функционального состояния спортсмена. При этом масса тела играет существенную роль во многих видах спорта. 55% опрошенных считают, что их вес находится в норме, 40% констатирует превышение. 15% респондентов постоянно

используют диеты. 20% респондентов применяют лекарственные препараты для изменения веса.

Заключение. Результаты исследования свидетельствует о неоднозначном влиянии профессионального спорта на состояние здоровья студентов. Различия зависят не только от вида спорта, но и от отношения спортсменов к своему здоровью.

Спортивные занятия благоприятно влияют на состояние здоровья, если выбор вида спорта сделан в соответствии с психологическими характеристиками студентов.

Литература

1. Дембо А.Г. Заболевания и повреждения при занятиях спортом. Л.: Ленинград Медицина, 1991. – 84 с.
2. Граевская Н.Д., Долматова Т.И. Спортивная медицина. М.: Советский спорт, 2004. – 25 с.
3. Земцовский Э.В. Адаптационные реакции и резистентность организма. М.: Медицина, 1999. – 125 с.
4. Слободянюк Н.В. Организация студенческого спорта в учреждениях высшего профессионального образования и тенденции его развития / Н.В. Слободянюк, Д.В. Выприков., П.Ф. Ежов // Физич. культура: воспитание, образование, тренировка. 2014. № 4. – С. 6-10.
5. Каинов А.П. Физическая культура и воспитание поколений. М.: ООО «Альфа-М», 2007. – 112 с.

INFLUENCE OF SPORT ON HEALTH AND QUALITY OF LIFE OF STUDENTS-ATHLETES

Romanov R.V.

Scientific director: T.Yu. Pokrovskaya,
Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor
(*KazanStateTechnicalUniversity. A.N. Tupolev, Kazan*)

Abstract

The article examines the influence of sport on the quality of life and the level of health of student athletes. Factors influencing the completion of the sports career of students and self-assessment of health are revealed.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Федотова А.С., Коржикова Ю.А., Ушаков С.А.
*(ФГБОУ ВО Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия)*

Аннотация

Целью статьи является: рассмотрение анаболических стероидов с точки зрения медицины и спорта, определение «плюсов» и «минусов» их применения. Авторы попробуют дать ответ на вопрос: «Стоит ли использовать фармакологические средства в спорте?». В статье приведены сведения об анаболических стероидах, их особенностях и целях применения.

В современном мире идет глобальная популяризация спорта. Каждый второй знаком с такими понятиями, как ЗОЖ, правильное питание и режим дня. С обложек журналов на нас смотрят спортсмены с идеальным телом, которые мотивируют остальных людей заниматься собой.

В спортзале нередко можно встретить новичка, который с завистью смотрит на людей, занимающихся не первый год. К сожалению, не все понимают, что процесс построения тела отнюдь не быстрый. Опытным спортсменам, как кажется со стороны, дается все намного легче, чем неопытным, поэтому у людей в голове возникает мысль, как бы поскорее накачать заветные мышцы, чтобы не выглядеть дилетантом в спортзале.

Тут у человека появляется выбор, использовать разрешенные добавки, которые не вредят организму, а лишь помогают ему, либо же губительные вещества, которые дают быстрый результат.

Давайте же разберемся, что такое эти самые «губительные вещества». Чаще всего для быстрого набора мышечной массы спортсмены употребляют анаболические стероиды. Они представляют собой гормоны природного или синтетического происхождения, которые вызывают генетические изменения клеток.

В результате такого изменения происходит увеличение скорости синтеза белка, образование новых клеток и мышечных волокон.

Стероиды влияют не только на рост мышечных структур, но также и на рост силовых показателей. За счет усиления синтеза белка, организму подается большее количество энергии, которое он может использовать во время тренировок.

Во время курса приема стероидов также уменьшается количество подкожного жира, так как в процессе приема препаратов увеличивается выработка мужского гормона. Также уменьшается боль в суставах и связках, так как костная ткань укрепляется.

Казалось бы, все просто замечательно, столько положительных сторон приема препаратов. Но, как и везде, есть обратная сторона медали. Наряду с положительными последствиями, есть и отрицательные.

Главный вред стероиды наносят печени спортсмена. При употреблении стероидов в кровь спортсмена выделяются специфические химические вещества, которые перегружают печень и токсично воздействуют на нее. Длительный прием стероидов также негативно сказывается на почках, так как количество выделяемых с мочой химических веществ снижается, что приводит к камнеобразованию и почечной недостаточности.

Прием стероидов также ведет за собой увеличение артериального давления. Увеличивается также количество холестерина в крови, что ведет к ухудшению качества крови.

Несмотря на все эти минусы, люди продолжают употреблять стероиды. Но кто-то понимает важность грамотного подхода к подбору, длительности приема анаболических стероидов, а кто-то думает, что это все очень просто и, начитавшись в интернете комментариев других людей, начинают самостоятельный прием препаратов различного качества и в различном количестве.

Так вот если вы всё же решились помочь организму стероидами, обязательно надо пройти медицинский осмотр и посоветоваться с врачом, сделать необходимые анализы. И всё же не все добавки так негативны. Вот пятерка главных добавок, о которых вам стоит знать:

1. Креатин – натуральное вещество, которое содержится в клетках наших мышц. Лучше всего использовать вовремя силовых

тренировок.

2. Бета – Аланин – природная, заменимая аминокислота. Способствует повышению выносливости и производительности организма, вне зависимости от интенсивности нагрузок.

3. Сывороточный протеин. Способствует улучшению обмена веществ, подавлению аппетита.

4. Разветвленные аминокислоты. Способствуют восстановлению мышц, снижению мышечной боли, ускорению обмена веществ.

5. Глютамин. Способствует увеличению выносливости и порога силы, сжиганию лишнего жира, восстановлению иммунной системы организма, выработке гормонов, приводящей к росту мышц.

Изучив данную тему, мы пришли к выводу, о том, что медицинские проблемы в спорте возникают из-за стремления достичь быстрых результатов, несерьезности подхода к занятиям и своему здоровью, из-за лишней самоуверенности.

MEDICAL-BIOLOGICAL PROBLEMS OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

Fedotova A.S., Korzhikova Y.A., Ushakov S.A.

(D.Mendelev University of Chemical Technology of Russia)

Abstract

The purpose of the article is: the consideration of anabolic steroids from the point of view of medicine and sports, the definition of "pluses" and "minuses" of their application. The authors will try to answer the question: "Is it worth using pharmacological agents in sports?» The article provides information on anabolic steroids, their characteristics and the purposes of application.

УДК 796.011.3

МОТИВАЦИЯ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И ПОИСК НОВЫХ ФОРМ ПРИВЛЕЧЕНИЯ МОЛОДЕЖИ

Шмельков С.Ю., Иванов И.В.
(ФГБОУ ВО Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия)

Аннотация

Целью работы является раскрытие проблемы мотивации у молодого поколения к занятиям физической подготовки. Данная статья направлена на привлечение внимания к поиску мотивов, которые бы способствовали увеличению числа занимающихся спортом.

Здоровье – одно из самых бесценных сокровищ, что даровано людям. Невозможно без ведения здорового образа бытия стать абсолютно здоровым. Студенты первого курса обучения, молодое племя, более чувствительны к тому, с какими проблемами приходится встречаться из-за увеличения учебного процесса, малой подвижности, условной волей вузовской действительности, с трудностями в индивидуальном и общественном контакте с окружающими. Уже сейчас общественная обстановка и практическая действительность показывают упадок самочувствия у молодого поколения, страдающего ожирением, обострением сердечно-сосудистых, постоянных и инфекционных заболеваний и одними лозунгами о здоровье сыт не будешь. Для подтверждения вышесказанного был проведен анализ среди обучающихся 1-3 курсов (рисунок 1).

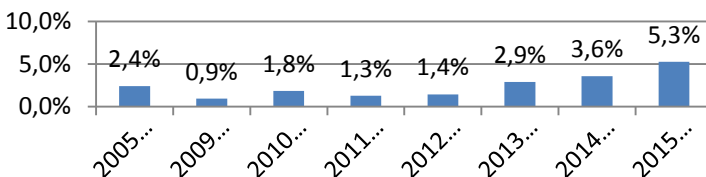


Рис. 1. Доля студентов, освобожденных от практических занятий (Исследование проводилось на базе РХТУ им. Д. И. Менделеева среди обучающихся дневного отделения, отнесенных по состоянию здоровья к особой врачебной категории и группе освобожденных от практических занятий)

Здоровье и благосостояние молодых людей является гарантией сильного жизненного пути и процветания всего народа, потому что оно исключительно затрагивает студенчество как главный рабочий потенциал своей Родины, как завтрашних пап и мам. У студентов, систематически упражняющихся в спорте в соответствии с принятым абстрактным отношением, формируется определенный стандарт выполнения режима дня. Что увеличивает их убежденность в своих действиях и в поведении, виден прогресс авторитетного курса на здоровый образ жизни и высочайшую жизненную активность. Молодое племя в большинстве случаев общительны, легко идущие на контакт, убеждены в своих способностях, готовы решать трудные задачи, меньше боятся в свой адрес замечаний. Из-за этого огромную значимость и насущность обретает исследование увлечений и спроса сегодняшних молодых людей в поле движения физиологической культуры и создания средств мотивационного поощрения [1].

Мотивация одна из важных элементов для азов физической культурой и спортом. Слово «мотивация» (от лат. *movere*) — побуждение к действию; психофизиологический процесс, управляющий поведением человека, задающий его направленность, организацию, активность и устойчивость; способность человека деятельно удовлетворять свои потребности [2].

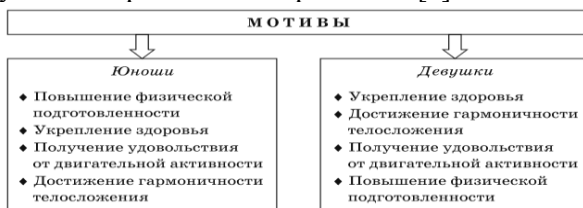


Рис. 2. Приоритетность мотивов к занятиям физическими упражнениями у юношей и девушек

Если у занимающегося физическими упражнениями обучающегося благодаря возникновению мотивов и целей, в результате сформировалась внутренняя мотивация, то проявляется активный интерес к занятиям (рисунок 2). Поводом недостатка мотивации к вышесказанному может быть преуменьшение их роли самими студентами и неправомерное уменьшение функции этого

предмета в учебных заведениях в целом, презрительное отношение со стороны других кафедр. Недостаток мотивировки к занятиям общей физической подготовки приводит к тому, что большой процент студентов во время итоговой аттестации не сдает контрольные нормативы, рассчитанные учебной программой. Посему огромную значимость заслуживает анализ структуры мотивационного внимания вузовцев в занятиях спортом и выискивание средств ее увеличения [3].

Вырабатывание стимула в обучении физической подготовки у молодого поколения представляется не мгновенным, а длинным многошаговым процессом. Он подразумевает прогресс от несложных здоровых привычек до формирования основательного опыта по доктрине физического развития и стабильных шаблонов к усиленному обучению спортом. Одну из главных функций в развитии внимания к учебе физического воспитания представляют индивидуальные свойства характера педагога, а именно: его благожелательное отношение, коммуникабельность, твердость, объективность, нелицеприятность, силу воли в альтернативных задачах по усовершенствованию физического образования в молодежной среде. Помимо того, преподаватель обязан и к себе самому предъявлять высочайшие требования, следя за своим внешним видом и физической формой. К общепринятым факторам, которые воздействуют на воспитание мотивации молодежи к занятиям физической культурой и спортом, имеют отношения:

- какое место занимает физическое воспитание в учебно-воспитательном процессе учебного заведения;
- есть ли в реальности для занятий спортом современная спортивная база, инвентарь и оборудование;
- соответствие интересам студентов наличие секций по разнообразным видам спорта;
- присутствие сборных команд по разнообразным видам спорта и их успех выступления на межвузовских, городских, областных, районных, республиканских и международных соревнованиях;
- размещение на видном месте спортивных стендов и галерей со знаменитыми, выдающимися спортсменами, обучающихся или обучавшихся в учебных заведениях [4].

На занятиях по физической подготовке демонстрация активности согласованна не только с выполнением физических упражнений, но и с регулярностью их посещения, которая зависит от навыков, которые использует педагог. К ним можно отнести: методы поощрения и порицания, контроль и выставление оценки. Одним из классических методов привлечения молодых людей к занятиям по общей физической подготовке и спортом является наличие в программе трех основных аспектов:

- оздоровительный, характеризующий эффективный рост физических характеристик, постепенное увеличение нагрузки, концентрацией урока и осуществление самоконтроля;
- образовательный, который ставит определенные цели, задания и задачи, формирует знания в области физической культуры, увлекает студентов к анализу и исправлению технических ошибок при выполнении упражнений и прочее;
- воспитательный, предполагает решение задач по воспитанию достойного отношения к здоровью, здоровому образу жизни, занятиям с физической нагрузкой, воспитанию морально-волевых качеств, эстетического восприятия и прочее.

Основной мотивацией у обучающейся молодежи для организации оздоровительных импульсов является своевременная аттестации. Однако подходить к оцениванию успеваемости надо рассудительно, особенно для студентов со слабой физической подготовкой, испытывающих дискомфорт и психологическое напряжение, которые выражаются в пассивном отношении к учебе, изолированности от физической культуры вообще [5].

Как видим, для развития мотивировки к урокам физического образования у юношества, необходима актуализация педагогического влияния на все элементы их индивидуальности, адресная работа по посвящению молодого поколения к общефизическому воспитанию, ставя на первое место развитие нормального стиля жизнедеятельности и продуктивных условий роста и поддержки состояния здоровья у них. Есть необходимость внести изменения по развитию спортом в лекции, при помощи принятия плана в образовательных учреждениях игровых и конкурсных способов, нестандартных форм физического образования, что позволит в течение физиологического

функционирования всякому молодому человеку осуществить свои нужды в продвижении. В то же время огромную роль играет объяснение молодежи о координации уроков физической подготовки с основными объектами внимания о физическом положении наиважнейших значений нормального образа жизни. Что на данный момент помогает способствовать определению у молодого поколения о необходимости задуматься и работать над собой в течение своей предстоящей жизни, почувствовать, как все пригодится в будущей кадровой занятости.

Литература

1. Сырвачева И.С. Мотивация самостоятельных занятий физическими упражнениями. ДВГУ. – Владивосток, 2003. – 111 с.
2. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. СПб: Питер, 2006. – 515 с.
3. Маслоу А. Г. Мотивация и личность. – СПб.: Евразия, 1999. – 478 с.
4. Виленский М.Я. Здоровый образ жизни студентов: сущность, строение, формирование. М.: Совет.спорт, 1996. – с. 154.
5. Старченков М.М. Рейтинговая оценка как средство повышения мотивации студентов к занятиям физической культурой. Омск: СГУФК, 2005. – с. 23.

MOTIVATION TO PHYSICAL CULTURE AND SEARCH FOR NEW FORMS OF ATTRACTING YOUTH

Shmelkov S.U., Ivanov I.V.

*(D.Mendeleev University of Chemical Technology
of Russia, Moscow, Russia)*

Abstract

The aim of the article is to disclose the motivation problem of not doing physical training among young people. The purpose of the work is to draw readers' attention to motives that would increase the number of young people engaged in sports.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ТРАВМ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Ярошецкая А.А., Тараканова Г.И.

*(ФГБОУ ВО Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия)*

Аннотация

Тяжёлые травмы в большинстве случаев оставляют неизгладимый след на психике пострадавшего человека. В данной работе рассматриваются психологические последствия травм и пути их преодоления.

Мир, в котором мы живём сегодня, сравнительно безопасен. Если представить рабочие и бытовые условия несколько столетий назад, можно понять, что тогда человек подвергал себя гораздо большим опасностям, как в быту, так и на производстве. Ведь человеческое тело не устойчиво к сильным перегревам и переохлаждениям (термические травмы), механическим (ушибы, переломы и т. п.), химическим, электрическим воздействиям. По статистике за 2016 год в России показатель травматизма составил 87 человек на 1000 взрослого населения [1].

В своей статье авторы рассматривают влияние физических повреждений на психическое состояние человека. После многих травм организм может подлежать восстановлению, в противном случае – как человеку принять то, что часть его здоровья бесследно утрачена? Следует уточнить, что под «травмами» в данной работе подразумеваются тяжёлые травмы, в результате которых человек оказывается «вырван» из своей повседневной жизни как минимум на месяц, так как они оставляют наиболее серьёзный след на психике.

Человек, который навсегда лишился, например, способности к передвижению, и до конца жизни будет прикован к инвалидному креслу, с большой вероятностью будет ощущать себя обузой для заботящихся о нём людей. Это вполне логично, потому что в большинстве своём большие города не вполне приспособлены для

людей с ограниченными возможностями. Обратившись к статистике, получаем печальные данные: лишь 5 % всех школ Москвы доступны для «колясочников» и 13 % – для инвалидов-опорников [2].

Однако, потеряв физическую самодостаточность, человек не оказывается оторван от мира и лишён возможности получить образование или устроиться на работу. В век информационных технологий это не представляет большой проблемы: в наши дни через интернет можно и найти общение по интересам, и заказать всё нужное на дом, и получить образование, и найти источник заработка.

Последовавшая за физической психологическая травма далеко не всегда сразу проявляется в явном виде, но рано или поздно последствия травмы дают о себе знать, например, в форме апатии или же наоборот агрессии или раздражительности, зачастую неконтролируемых [3]. Также к симптомам моральной травмы можно отнести рассеянность, нарушение концентрации, тревогу, страх, ощущение брошенности, стыда. Могут наблюдаться и бессонница, суетливость, нарушение концентрации внимания. Очень важно своевременно обратить внимание на наличие таких симптомов, это относится не только к семье больного, заботящейся о нем, но и в первую очередь – к самому больному. Осознание наличия проблемы – первый шаг на пути к выздоровлению.

Не нужно торопить себя: психологическое восстановление занимает не день и не два; процесс исцеления не контролируется силой воли. Также не нужно стесняться обращаться за поддержкой – к членам семьи, друзьям, коллегам: изоляция от общества приведет лишь к усугублению негативных переживаний. По мере возможностей, травмированному необходимо делать бытовые дела, выделять время для общения, отдыха. Нужно найти нечто, что придавало бы сил, мотивировало, как на глобально-личностном уровне (мечты, цели, ориентиры, планы на будущее), так и на повседневном (хобби, общение).

Иногда необходимы консультации психолога (психотерапевта) и назначается специализированное лечение.

Главное, что следует уяснить для себя «пострадавшему» человеку: не подлежащая восстановлению травма вовсе не

исключает возможности простого общечеловеческого счастья. (Само словосочетание «не подлежащая восстановлению» очень спорно). Что неизлечимо сегодня, может стать излечимым завтра. Что не оперируют в нашей стране, весьма вероятно оперируют за границей. Огромное множество людей справлялось со своими «физическими ограничениями», так почему бы не обратиться к их опыту? Стоит уяснить для себя, что с получением травмы твой «путь» будет сильно отличаться от пути здорового человека, но этот путь будет. Как человек делает первые шаги при сеансах физиотерапии, так он может сделать и первый шаг к своему будущему.

Литература

1. Андреева Т.М. Травматизм в РФ на основании данных статистики [Электронный ресурс]: Электронный научный журнал «Социальные аспекты здоровья населения» 2010 URL: <http://vestnik.mednet.ru/> (дата обращения 03/03/2018)

2. Доступность школ Москвы [Электронный ресурс]: Благотворительный Фонд «Детям о детях» 2012-2014 URL: <http://kidz2kidz.ru/dostupnost-shkol-moskvy/> (дата обращения 03/03/2018)

3. Психологическая травма [Электронный ресурс]: Психология и психиатрия URL: <http://psihomed.com/psihologicheskaya-travma/> (дата обращения 03/03/2018)

THE PSYCHOLOGICAL CONSEQUENCES OF INJURIES AND WAYS TO OVERCOME THEM

Yaroshetskaya A.A., Tarakanova G.I.
*(D.Mendeleev University of Chemical Technology
of Russia, Moscow, Russia)*

Abstract

In most cases severe injuries leave an indelible mark on the human psyche. The psychological consequences of injuries and ways of overcoming them are considered in the following article.

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарные доклады

Морозов Г.А., Морозов О.Г., Смирнов С.В., Классен В.И.

Развитие отраслевой науки в структурном подразделении вуза.

Разработки и исследования

5

Бурдин А.В., Бурдин В.А., Дельмухаметов О.Р.

Расчет параметров передачи модового состава промышленных образцов кварцевых оптических волокон с увеличенным диаметром сердцевины

12

Сахабутдинов А.Ж., Морозов О.Г.

Адресные волоконные брэгговские решетки

17

Дашков М.В.

Моделирование маломодовых волоконно-оптических линий передачи с учетом связи мод

23

Герасимов К.И.

Исследование кристаллов, активированных редкоземельными ионами, и реализация протоколов квантовой памяти на эффекте фотонного эха

27

Самигуллин Д.В., Хазиев Э.Ф., Жиялов Н.В., Архипов А.Ю., Бухараева Э.А., Никольский Е.Е.

Регистрация быстрых флуоресцентных сигналов при помощи лазерного сканирующего конфокального микроскопа в периферических синапсах

32

Акишин Б.А., Юсупов Р.А.

Инновационные преобразования в системе физического воспитания студентов в России по новому федеральному стандарту образования

38

Nigmatullin R.R., Nasybullin A.R., Vorobyev A.S., Grande M.

Application of the discrete geometrical invariants for detection of differences between complex fluids

42

МИКРОВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСЫ

Абдуллаева А.З.

Влияние предпосевной обработки на биологические объекты

50

Акулинин Д.М.

Результаты работы математической модели по фокусировке антенной решетки, сфокусированной в зоне ближнего излученного поля и функционирующей в диссипативных средах

53

Акулинин Д.М.

Математическая модель для анализа свойств объемных антенных решеток, сфокусированных в зоне ближнего излученного поля и функционирующих в диссипативных средах

55

Бельгибаев Э.Р., Шайдуллин А.И.

Применение диодов Ганна

57

Борисов И.К.

Анализ конфигураций полосковых брэгговских свч датчиков

59

<i>Ишкаев Т.М., Насыбуллин А.Р., Шаронов Д.Е.</i>	
Реализация цилиндрических диэлектрических волноводов свч диапазона	61
<i>Кадыров Р.А., Борисов И.К.</i>	
Датчик измерения диэлектрической проницаемости на основе сплит-ринг резонатора	64
<i>Качушкин М.Н.</i>	
Особенности фокусировки парциальных акустических полей	67
<i>Качушкин М.Н.</i>	
Математическая модель сфокусированной акустической системы	69
<i>Конкин Н.А., Кислицын А.А.</i>	
Алгоритм моделирования карт полос когерентности для транссионосферных радиоканалов свч-диапазона	71
<i>Курангышев А.В. Данилаев М.П. Дорогов Н.В., Куклин В.А., Шилов Н.С.</i>	
Определение параметров оптической схемы измерения характерного размера субмикронных частиц в технологических процессах	73
<i>Лаврушев В.Н., Гилязов И.И.</i>	
Повышение точности при измерении коэффициента отражения сетеполотна	75
<i>Макарова Д.Г.</i>	
Влияние поворота сигнального созвездия на символные ошибки	77
<i>Маршова А.М.</i>	
Некогерентные антенные решетки при реализации сфокусированных антенных систем	79
<i>Маршова А.М.</i>	
Свойства объемных некогерентных антенных решеток, сфокусированных по широкополосному сигналу	81
<i>Олейник Е.Ю.</i>	
Печатные антенны Ka диапазона на основе диэлектрического волновода с периодической системой металлических нерегулярностей	83
<i>Романов П.В.</i>	
Расчет фокальных пятен крупногабаритной гибридной зеркальной антенны офсетной геометрии	85
<i>Сафина А.Ф.</i>	
Исследование значений коэффициента фазы и коэффициента затухания в антенне бегущей волны	87
<i>Смирнов С.В.</i>	
Исследование диэлектрической проницаемости стекольной массы. Воздействие энергии микроволн	91
<i>Счастливецова М.В., Потапова О.В.</i>	
Влияние погрешностей определения коэффициента затухания на эффективность фокусировки в диссипативных средах	93
<i>Трушкова О.А.</i>	
Исследование импульсных характеристик транссионосферного канала связи на основе вычисления параметров частотной дисперсии	95
<i>Фархутдинов Р.В.</i>	

Датчик параметров жидкостей на основе коаксиальной брэгговской структуры в СВЧ диапазоне	98
<i>Филареева И.Д.</i>	
Моделирование элементарного излучателя сфокусированной антенной решетки	103
<i>Хабибуллин Р.Р.</i>	
Оценка влияния способа плетения сетеполотна на значения коэффициента передачи	106
<i>Хохлов Д.К.</i>	
Скалярный анализатор цепей в составе СВЧ датчиков для измерения параметров	108
<i>Хохлов Д.К.</i>	
Векторный анализатор цепей в составе СВЧ датчиков для измерения параметров	111
<i>Шаабан М.</i>	
Оптимизация антенн КВЧ диапазона на диэлектрическом волноводе	113
<i>Shaaban Mohamed, Giuseppe Giannino</i>	
Leaky wave Ku - band antenna with monopole irregularities	115
<i>Shaaban Mohamed, Tedesco Alessio</i>	
Modified ka-band antenna on the dielectric waveguide	117
<i>Шаронов Д.Е., Ишкаев Т.М.</i>	
Разработка управляемой частотно-селективной поверхности	119
<i>Юлушева А.И.</i>	
Реализация пространственного распределения разностного типа для антенных решеток, сфокусированных в зоне ближнего излученного поля	121
<i>Юлушева А.И.</i>	
Математическая модель пространственного распределения разностного типа для антенных решеток, сфокусированных в зоне ближнего излученного поля	123

ФОТОНИКА

<i>Андреев Я.С.</i>	
Влияние неравномерности освещённости рабочего объёма индикатрисометра	127
<i>Андрющенко Т.А., Ильин А.Г., Ильин Г.И.</i>	
Стабилизация средней частоты перестраиваемого лазера. Постановка задачи	129
<i>Андрющенко Т.А., Ильин А.Г., Ильин Г.И.</i>	
Стабилизация средней частоты перестраиваемого лазера. Решение задачи	131
<i>Артемов В.И., Кузнецов А.А.</i>	
Волоконно-оптический датчик износа поверхности	133
<i>Артемов В.И., Кузнецов А.А.</i>	
Волоконно-оптический термометр	135
<i>Барашкин А.Ю.</i>	

Компьютерное моделирование прецизионных макроструктур, записанных в структуре кварцевых оптических волокон, в ПО Zemax	138
<i>Гаврилов П.В., Тяжелова А.А., Морозов Г.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.</i>	
Резонансный СВЧ-метод мониторинга технологического процесса отверждения полимеров. Постановка задачи	140
<i>Гаврилов П.В., Тяжелова А.А., Морозов Г.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.</i>	
Резонансный СВЧ-метод мониторинга технологического процесса отверждения полимеров. Решение задачи	142
<i>Гущин И.А., Кузнецов А.А., Морозов О.Г.</i>	
Система опознавания на основе маломодового оптического канала связи	144
<i>Евтушенко А.С., Соколов Е.Д., Казаков В.С., Барашкин А.Ю., Моргунов А.В., Бурдин А.В., Василец А.А.</i>	
Результаты исследований маломодовых режимов многомодовых оптических волокон с нанесенными прецизионными микро- и макроструктурными дефектами	145
<i>Емельянычев В.В., Фасхутдинов Л.М., Кузнецов А.А., Артемьев В.И., Фархутдинов Р.В., Иванов А.А.</i>	
Поляриметрический датчик магнитного поля. Постановка задачи	147
<i>Казаков В.С., Минаева А.Ю., Кармолин А.С., Соколов Е.Д., Евтушенко Е.С., Хомченко А.С.</i>	
Статистические характеристики распределений кривизны оптических волокон в кабелях модульной конструкции	150
<i>Казаров В.Ю., Сахабутдинов А.Ж., Мисбахов Р.Ш., Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.</i>	
Адресные волоконные брэгговские решетки в системах мониторинга состояния литий-ионных аккумуляторных батарей	152
<i>Казаров В.Ю., Сахабутдинов А.Ж., Мисбахов Р.Ш., Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.</i>	
Адресные волоконные брэгговские решетки в системах мониторинга состояния свинцово-кислотных аккумуляторных батарей	154
<i>Кармолин А.С., Евтушенко А.С., Минаева А.Ю., Казаков В.С.</i>	
Исследование влияния выбора параметров сращивания телекоммуникационного и кварцевого микроструктурированного оптических волокон на параметры передачи	156
<i>Карцов И.А., Евтушенко А.С., Карташов М.Ю., Казаков В.С., Егоров В.В., Агабалян Ш.В.</i>	
Результаты экспериментальной апробации методики формирования микролинзы на торце многомодового оптического волокна	158
<i>Карцов И.А., Евтушенко А.С., Карташов М.Ю., Казаков В.С., Агабалян Ш.В., Барашкин А.Ю.</i>	
Результаты экспериментального измерения фокусного расстояния микролинз на торце многомодового оптического волокна	160
<i>Кешишев А.С.</i>	
Моделирование комплексированного датчика температуры, влажности и дуговой защиты	162

Киселев В.И.

Формирование многолучевых потоков с заданными пространственными параметрами в коаксиальных лазерах лидарных комплексов 164

Куликов Е.В., Артемьев В.И., Тяжелова А.А., Морозов Г.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М., Сахабутдинов А.Ж.

Адресные волоконные брэгговские решетки в системах измерения выходной скорости снаряда 166

Куликов Е.В., Артемьев В.И., Тяжелова А.А., Морозов Г.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М., Сахабутдинов А.Ж.

Адресные волоконные брэгговские решетки в системах измерения износа ствола 168

Лабжинов А.Н.

Устройство для автоматической установки рабочей точки электрооптического модулятора 170

Липатников К.А., Кузнецов А.А., Нуреев И.И.

Конструкции волоконно-оптических датчиков вибрации 172

Липатников К.А., Кузнецов А.А., Нуреев И.И.

Волоконно-оптический датчик вибрации на основе волоконной брэгговской решётки 174

Минаева А.Ю., Кармолин А.С., Казаков В.С., Соколов Е.Д., Труханов П.С., Куджаев А.М., Агабалян Ш.В.

Квази-интерферометрическая схема измерения влияния механических воздействий с тремя рабочими плечами, дополненная макроструктурными дефектами 176

Мингазов А.И.

Способ повышения точности измерений параметров физических полей с использованием нестандартной упорядоченной волноводной решетки 179

Михайлов Д.Г.

Двухкомпонентная интеррогация однотипных вбр, объединенных в группу, с использованием интерференции с частотным смещением 182

В.В. Бирюков, В.А. Грачев, С.А. Капустин, М.А. Палачев, А.С. Раевский

Экспериментальное исследование радиофотонного смесителя свч сигналов, выполненного на двух электрооптических модуляторах 185

Гиниатулина А.М., Пашин С.С.

Разработка методики локализации загрязненного участка торца феррула волоконно-оптического коннектора 187

Поминов М.А., Дедиков Н.И.

Методика измерения поляризационных характеристик оптических волокон 189

Пуртов В.В., Сахабутдинов А.Ж., Артемьев В.И., Тяжелова А.А., Нуреев И.И., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.

Адресные волоконные брэгговские решетки в системах мониторинга пищевода на основе манометрии высокого разрешения 191

Пуртов В.В., Сахабутдинов А.Ж., Артемьев В.И., Тяжелова А.А., Нуреев И.И., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.

Адресные волоконные брэгговские решетки в системах мониторинга

кишечника на основе манометрии высокого разрешения	193
<i>Пушкарёва А.В.</i>	
Приемник оптического излучения в высоконадежных защитных системах	195
<i>Сахбиев Т.Р., Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.</i>	
Монохроматический многочастотный метод мониторинга оптических покрытий	198
<i>Сахбиев Т.Р., Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.</i>	
Векторный анализатор для мониторинга оптических покрытий	200
<i>Соколов Е.Д., Евтушенко А.С., Минаева А.Ю., Труханов П.С., Барашкин А.Ю., Агабалян Ш.В.</i>	
Результаты исследования квази-интерферометрической схемы механического воздействия на многомодовых оптических волокнах с последовательным включением каскадов прецизионных макроструктурных дефектов	202
<i>Тяжелова А.А., Тихонов А.С.</i>	
Устройство для обнаружения периферических вен	204
<i>Фасхутдинов Л.М., Липатников К.А., Тяжелова А.А., Ризванов И.Р., Иванов А.А., Василец А.А.</i>	
Системы связи с коммутацией и мультиплексированием поляризации	207
<i>Фасхутдинов Л.М., Липатников К.А., Тяжелова А.А., Ризванов И.Р., Иванов А.А., Василец А.А.</i>	
Поляризационное мультиплексирование сигналов в модуляторе Маха-Цандера	209
<i>Фасхутдинов Л.М., Липатников К.А., Тяжелова А.А., Ризванов И.Р., Иванов А.А., Василец А.А.</i>	
Детектирование двухчастотного сигнала с поляризационным мультиплексированием	213
<i>Феофилактов С.В., Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.</i>	
Адресные волоконные брэгговские решетки в малосенсорных системах мониторинга нефтяных скважин	215
<i>Феофилактов С.В., Сахабутдинов А.Ж., Нуреев И.И., Тяжелова А.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М.</i>	
Адресные волоконные брэгговские решетки в многосенсорных системах мониторинга нефтяных скважин	217
<i>Хазиев И.Л., Светличкин А.А.</i>	
Многомодовые оптические крипто-волокна с функциями “шифратора” и “дешифратора”	219
<i>Хазиев И.Л.</i>	
Повышение отношения сигнал/шум распределенного волоконно-оптического датчика температуры	222
<i>Чикляев Н.А.</i>	
Методы пеленгации с помощью, сфокусированной фазированной антенной	

решетки	224
<i>Шилов Н.С.</i>	
Оптический метод измерения поперечного распределения микронных частиц в двухфазных газовых потоках	227
<i>Щербакова К.А.</i>	
Методика управления трехкаскадным оптическим контроллером поляризации	229

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА, ФОТОНИКА И ИНФОРМАТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ

<i>Балашова Д.В., Хазиев Э.Ф.</i>	
Влияние увеличения концентрации ионов K^+ в растворе на вход кальция в различных участках двигательного нервного окончания лягушки	232
<i>Ковязина И.В., Ценцевский А.Н.</i>	
Участие никотиновых рецепторов $\alpha 7$ типа в модуляции синаптической передачи в нервно-мышечных синапсах лягушки	234
<i>Крыницкий П.П.</i>	
Оценка методом ЯМР воздействия ММ полей на микроорганизмы различного уровня организации	237
<i>Маломуж А.И.</i>	
Гамма-аминомасляная кислота как сигнальная молекула в периферической нервной системе	239
<i>Сибгатуллина Г.В., Мухитов А.Р.</i>	
Ко-культуры клеток миоцитов и мотонейронов как модель исследования межклеточной сигнализации <i>in vitro</i>	241
<i>Тяпкина О.В., Нуруллин Л.Ф.</i>	
Влияние карбахолина на уровень вызванной секреции ацетилхолина в нервно-мышечных синапсах «медленного» и «быстрого» типов у крыс после длительной опорной разгрузки	243
<i>Хузахметова В.Ф., Маломуж А.И.</i>	
Участие гамк-рецепторов в регуляции кинетики секреции квантов ацетилхолина в нервно-мышечном синапсе крысы	245
<i>Ценцевский А.Н., Бухараева Э.А.</i>	
Десинхронизирующий эффект норадреналина на квантовую секрецию ацетилхолина в нервно-мышечном соединении мыши	247
<i>Щербакова Т.Ф., Коробков А.А., Шагвалиев Т.Р., Садыков А.Р.</i>	
Комплекс мониторинга состояния «бодрость-сон-утомление» с использованием бесконтактных электродов	248

КВАНТОВАЯ ОПТИКА И КОММУНИКАЦИИ

<i>Габдулхаков И.М.</i>	
Формирование канала квантового распределения ключей схемы АМФК-ФКАМ с частотным кодированием	252
<i>Енов А.Э.</i>	

Модель канала коммуникации для передачи кодированных сообщений на основе системы с динамической обратной связью	254
<i>Мельник К.С., Харламова Ю.А., Банник О.И.</i>	
Статистика ключей и QBER в квантовой криптографии на боковых частотах	256
<i>Миннегалиев М.М., Герасимов К.И., Урманчиев Р.В.</i>	
Экспериментальная реализация оптической адресной квантовой памяти	258
<i>Перминов Н.С., Таранкова Д.Ю., Петровнин К.В.</i>	
Конструктор для квантовой памяти на оптимальных фотонных молекулах	260
<i>Перминов Н.С., Смирнов М.А., Таранкова Д.Ю.</i>	
Статистика малых выборок временных отсчетов для спонтанного четырехволнового смещения	262
<i>Смирнов М.А., Петровнин К.В., Латыпов И.З., Талипов А.А., Федотов И.В., Шмелев А.Г., Жёлтиков А.М., Моисеев С.А.</i>	
Генерация коррелированных фотонных пар в нормальной дисперсионной области фотонно-кристаллического волокна	265
<i>Тутъяров Н.А.</i>	
Имитационное моделирование фрагмента сети SDN с двумя контроллерами	268
<i>Урманчиев Р.В., Герасимов К.И., Миннегалиев М.М.</i>	
Первичное фотонное эхо в оптически плотной среде	270
<i>Хазиев И.Л., Никулина Т.Г.</i>	
Критерии оценивания протоколов квантового распределения ключей	273

ТРЕЙНИНГ И ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОФИЗИКИ, ФОТОНИКИ И ЖИВЫХ СИСТЕМ

<i>Филимонова С.И., Лотоненко А.В., Молодых Ю.С., Лотоненко А.А., Акишин Б.А.</i>	
Пространство физической культуры и спорта вуза	276
<i>Ахметова Л.А.</i>	
Занятия по методу пилатеса, как средства специальной физической культуры	279
<i>Балабанова О.А., Иванова О.Л.</i>	
Значение физической культуры в жизни студента	281
<i>Баранова Т.В., Москвина К.М., Акулова Т.Н., Головина В.А.</i>	
Балльно-рейтинговая система оценки как фактор повышения мотивации к занятиям физической культурой среди студентов	284
<i>Валеева Р.Р.</i>	
Обучение практической грамматике студентов направления «Радиоэлектроника и Телекоммуникации»	287
<i>Валеева Р.Р.</i>	
Грамматические трудности высшего порядка при чтении научной литературы по Радиотехнике, Радиофизике, Фотонике и Живым системам	289
<i>Васличёва А.А.</i>	
Рациональное питание – залог здоровья	291

Гайнутдинов А.М., Титова Е.Б.

Воздействие электростимуляции на нервно – мышечный аппарат 293

Гайнутдинов А.М., Титова Е.Б.

Интервальная тренировка на беговой дорожке 296

Галиуллина А.А.

Фитнес – как путь к здоровому образу жизни 298

Егорова А.А.

Роль физических упражнений в профилактике заболеваний сердечно-сосудистой системы 300

Егорова А.А.

Социально-биологические основы физической культуры 302

Закиров В.Р.

Компьютерное моделирование в физической культуре и спорте 305

Иутин Р.В., Галимова Р.К.

Прогнозирование некоторых результатов в спорте методом наименьших квадратов 307

Картапов А.И.

Социальное здоровье студенческой молодежи 309

Крылосова А.А., Бабинцевская А.В.

Тенденции в отношении к физической культуре и спорту в студенческой среде, пути повышения мотивации к занятиям спортом 312

Кусюмов Н.К., Юсупов Ш.Р.

Специфика организации учебной дисциплины «Физическая культура и спорт» в вузе (на примере КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева) 314

Ларионов И.С.

Самостоятельные занятия и здоровый образ жизни студента в современных условиях 317

Макарова К.И., Носик О.В., Акулова Т.Н.

Повышение мотивации студентов специальной медицинской группы к занятиям физической культурой 319

Мансурова А.Р.

Влияние сна на работоспособность студента специальной медицинской группы 322

Симагина П.В., Марьина С.С.

Использование элементов традиционных китайских оздоровительных гимнастик в занятиях физической культурой со студентами со специальной группой здоровья 324

Павлова А.А., Якупов З.Я.

Прогнозирование некоторых спортивных результатов методом наименьших модулей 327

Плаксина Н.В., Ключников Д.Д.

Походные тропы студенчества (параллели 20 и 21 века) 329

Расходова И.А.

Особенности дистанционного обучения студентов заочного обучения по специальности «Электроника и Телекоммуникации» 332

Романов Р.В.

Влияние спорта на здоровье и качество жизни студентов-спортсменов <i>Федотова А.С., Коржикова Ю.А., Ушаков С.А.</i>	334
Медико-биологические проблемы физической культуры и спорта <i>Шмельков С.Ю., Иванов И.В.</i>	337
Мотивация к занятиям физической культурой и поиск новых форм привлечения молодежи <i>Ярошецкая А.А., Тараканова Г.И.</i>	339
Психологические последствия травм и пути их преодоления	345

**Международная научно-техническая конференция
молодых ученых, аспирантов и студентов
«ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА, ФОТОНИКА
И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ-2018»
19-21 апреля 2018 г., Казань, Россия**

Материалы конференции

Под редакцией А.А. Иванова

Ответственный за выпуск *И.Г.Рябенков*
Технический редактор *А.И.Рябенков*

Подписано в печать 18.02.2018.

Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Формат 60х84_{1/16}.

Усл.печ.л. 25,0. Уч.-изд.л. 25,25. Печать ризографическая.

Тираж 500 экз. Заказ 02/02.

Издательство ООО «Новое знание»
420029, г.Казань, ул.Сибирский тракт, 34, корпус 10, помещение 6.

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфическом участке ИП Рябенков А.И.
420029, г.Казань, ул.Сибирский тракт, 34, корпус 10.