



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XVII Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

РОССИЯ, ТОМСК, 21 – 24 апреля 2020 г.

Том 7. IT - технологии и электроника

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

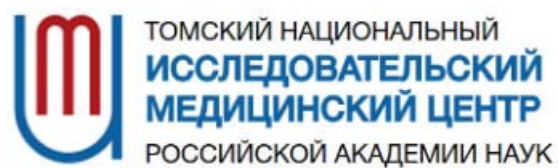
Abstracts
XVII International Conference of Students
and Young Scientists

RUSSIA, TOMSK, April 21 – 24, 2020

Volume 7. IT - technologies and Electronics



Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет



MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Abstracts

XVII International Conference of students, graduate students
and young scientists

April 21–24, 2020

Russia, Tomsk

Volume 7. Information Technologies and Electronics

Tomsk

Tomsk State University Publishing House
control system and radioelectronics

2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XVII Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

21–24 апреля 2020 г.

Россия, Томск

Том 7. IT-технологии и электроника

Томск
Издательство Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники
2020

УДК 501:004 (063)
ББК 72:32.81л0
П27

Редакционная коллегия:

И. А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент;
Г. А. Воронова, кандидат химических наук, доцент;
С. А. Поробова

Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XVII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 21–24 апреля 2020 г., Россия, Томск. В 7 т. Т. 7. IT-технологии и электроника / Нац. исслед. Том. политехн. ун-т, Нац. исслед. Том. гос. ун-т, Том. гос. архитектурно-строит. ун-т, Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, Том. нац. исслед. мед. центр РАН ; под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2020. – 143, [3] с.

ISBN 978-5-86889-871-6 (т. 7)

ISBN 978-5-86889-864-8

Сборник содержит труды участников XVII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук», представленные на секции «IT-технологии и электроника».

Для студентов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей, специализирующихся в области интеллектуальных систем управления, автоматизированных систем обработки информации и управления, информационной безопасности, наноэлектроники, получения и исследования наноматериалов, оптоэлектроники и нанофотоники, плазменной эмиссионной электроники, интеллектуальной силовой электроники, СВЧ-электроники, систем радиолокации, телевидения, радиосвязи, радиометрии и распространения волн радиочастотного и акустического диапазонов, а также импульсных и радиочастотных измерениях.

УДК 501:004 (063)
ББК 72:32.81л0

Научное издание
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК
Сборник научных трудов XVII Международной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

Подписано в печать 15.06.20. Формат 60x84/8.

Усл. печ. л. 16,97. Тираж 100. Заказ 129.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40. Тел. (3822) 533018.

ISBN 978-5-86889-871-6 (т. 7)
ISBN 978-5-86889-864-8



Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет

АВТОНОМНАЯ МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ТРАНСЛЯЦИОННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ И БИМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»



Химический
факультет



САЕ Институт («Умные
материалы и технологии»)

Направление подготовки
Факультет
Форма обучения

Химия
Химический факультет
Очная с элементами
дистанционного обучения
2 года
Русский
10

Продолжительность программы
Язык обучения
Бюджетные места

Условия приёма

Приём на первый курс магистратуры проводится на конкурсной основе по заявлениям лиц, имеющих высшее образование (бакалавриат или специалитет) по результатам вступительных испытаний.

Вступительные испытания: экзамен по химии, собеседование.

Магистерская программа включает возможность обучения по программе двойного диплома совместно с университетом Chemie Paris Tech (Франция). На 2-м курсе обучение осуществляется на площадках Chemie Paris Tech. За период обучения по одной программе магистратуры возможно получить дипломы двух Университетов, углублено освоить курсы химической технологии и инженерии материалов.

КЛЮЧЕВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПРОГРАММЫ

Основы общей
иммунологии

Введение в медицинскую
биологическую химию

Молекулярные методы
в биомедицинских
исследованиях

Элементы физической
химии в процессах
жизнедеятельности

Основы клеточной
биологии
и диагностики клеточных
систем

Химические технологии
в медицине.
Биоматериаловедение

Молекулярная онкология

Основы метрологии, стандартизации и сертификации в области разработки и производства фармацевтических субстанций и биомедицинских материалов

Магистратура «Трансляционные химические и биомедицинские технологии» – ЭТО:

- междисциплинарные знания на стыке химии, биологии, фармакологии, клеточной и молекулярной биомедицины
- компетенции по проведению доклинических и клинических испытаний, разработка технологического регламента, сертификации, маркетингу и малотоннажному производству продукта

- стажировки в ведущих мировых университетах
- диплом международного уровня
- работа с новыми технологиями
- освоение полного цикла получения продукта: синтез-исследование, доклинические исследования, сертификация, маркетинг

КОНТАКТЫ

Менеджер программы: **Шаповалова Елена**, +7 (953) 928 15 49, elenas6691@gmail.com
Заявки оставляйте на сайте: smil.tsu.ru/ru



ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОГРАММЫ



Обучение современным химическим и биомедицинским технологиям осуществляется на базе научных центров ТГУ, г. Томска, университетов Гейдельберга и Мюнстера (Германия)



Ведущие зарубежные и российские специалисты



Индивидуальная образовательная траектория



Более 30% учебных дисциплин составляют курсы по выбору



Востребованность специалистов по трансляционным химическим и биомедицинским технологиям

ВЕДУЩИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛИ



Курзина Ирина Александровна
Руководитель магистерской программы:

д.ф.м.н., доцент, профессор кафедры физической и коллоидной химии ХФ ТГУ, зам. заведующего лабораторией трансляционной клеточной и молекулярной биомедицины, НИ ТГУ, Томск, Россия.



Кижковская Юлия Георгиевна
Соруководитель магистерской программы:

д.б.н., профессор, зав. лабораторией трансляционной клеточной и молекулярной биомедицины, НИ ТГУ, Томск, Россия. Университет Гейдельберга, Медицинский факультет, Заведующая Отделом Врожденного Иммуитета и Иммунологической Толерантности Института Трансфузионной Медицины и Иммунологии, Маннгейм, Германия.



Рябов Вячеслав Валерьевич

д.м.н., заместитель директора по научной и лечебной работе НИИ кардиологии Томского НИМЦ, ведущий научный сотрудник лаборатории трансляционной и клеточной биомедицины НИ ТГУ.



Журина Елена Георгиевна

д.м.н., профессор кафедры органической химии ХФ ТГУ, врач иммунолог-аллерголог, профессор кафедры патофизиологии СибГМУ, член российской ассоциации аллергологов и клинических иммунологов, Томск, Россия.



Хайнрих Лотар Альфред

д.х.н., в.н.с. лаборатории трансляционной клеточной и молекулярной биомедицины НИ ТГУ, Томск, Россия. President of marcotech oHG, Honorary professor of the Westphalian Wilhelms University, Muenster. Руководитель блока инновационных материалов для регенеративной медицины, Мюнстер, Германия



BIOPHARMACEUTICAL COMPANY



APM



Фармконтракт группа компаний



ООО «АЛФАРМ»
(г. Москва)



UNIVERSITÄT HEIDELBERG
EST. 1386



UNIVERSITEIT Leiden



Chemie Paris Tech

- Тестирование
- 4 курс
- Бакалавриат
- 1 и 2 семестры
- TSU
- 3 и 4 семестры
- Chimie ParisTech
- 5 семестр
- СnPT
- стажировка
- 6 семестр
- Защита
- 2 диплома
- (TSU, Chimie ParisTech)



Chimie ParisTech + TSU
Междисциплинарная
магистерская программа
двойного диплома



ТВОЯ
образовательная
траектория

**«Трансляционные химические
и биомедицинские технологии»**



Chimie ParisTech (Франция) - французская высшая школа, член объединения ParisTech. Престижное образование в направлении химической технологии

Направление подготовки:
техническое

Условия участия:

1. Средний балл успеваемости не ниже 4.5
2. Рекомендация декана факультета/научного руководителя
3. Уровень английского/французского языка не ниже upper-intermediate.

Форма обучения: очная

Продолжительность программы: 3 года

Язык обучения: французский, английский

При успешном окончании программы двойного диплома, студенты Chimie ParisTech дополнительно получают степень магистра в ТГУ, а студенты ТГУ дополнительно получают степень «Diplôme d'Ingénieur de Chimie ParisTech» в Chimie ParisTech (соответствует степени магистра в области инженерных наук).

WWW: <http://smti.tsu.ru/ru/diplome-dingénieur-de-chimie-paristech/>
Телефон: + 7 (3822) 78 56 21
E-mail: gulnara.voronova@gmail.com

СОДЕРЖАНИЕ

ANALYSIS AND DIAGNOSIS OF CYSTIC FIBROSIS OF THE LUNGS WITH IMPROVED DEEP LEARNING TECHNIQUES N.J. Francis, N.S. Francis, M. Saqib	8
BRONCHOPULMONARY SEGMENTATION OF THE LUNGS BY USING TERNARY NET WEIGHTS IN MASK-R NEURAL NETWORK N.S. Francis, N.J. Francis, M. Saqib	11
ДВУХДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА ДИПОЛЬНОГО ТИПА С КОНЦЕВЫМ ПИТАНИЕМ С.А. Алексейцев	14
COMPARISON OF QUASISTATIC AND ELECTRODYNAMIC ESTIMATIONS OF THE RADIATED EMISSION FROM TWO COUPLED WIRES OVER A GROUND PLANE Alhaj hasan Adnan	17
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК FLIP-CHIP СВЕТОДИОДОВ Н.К. Афанасьев, А.А. Томашевич	20
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА КОМБИНАЦИЕЙ АЛГОРИТМОВ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОИСКА И ПРЫГАЮЩИХ ЛЯГУШЕК М.Б. Бардамова	23
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ, ИНДУЦИРОВАННЫХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КАНАЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ В ПОВЕРХНОСТНО ЛЕГИРОВАННОМ КРИСТАЛЛЕ НИОБАТА ЛИТИЯ А.Д. Безпальный	26
РАСПОЗНАВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ МЕТОДОМ ВИОЛЫ-ДЖОНСА С.И. Беляев	29
ШИРОКОАПЕРТУРНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОНОВ НА ОСНОВЕ ИОННО-ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ С ВЫВОДОМ ПУЧКА В АТМОСФЕРУ С.Ю. Дорошкевич	32
МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ ОТ УГРОЗ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ А.С. Дыхова, Д.Ю. Попова, А.К. Новохрестов	35
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НС ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОРОШКАХ НЕЛИНЕЙНЫХ КРИСТАЛЛОВ СКАНДОБОРАТОВ А.Я. Жамус, Д.М. Ежов, А.А. Горевячева	38
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ N-НОРМ ДЛЯ АНАЛИЗА УСТРОЙСТВА С ОДНОКРАТНЫМ МОДАЛЬНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ А.В. Жечева, Е.С. Жечев	41
ПАРАМЕТРЫ ПУЧКОВОЙ ПЛАЗМЫ, СОЗДАВАЕМОЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕПРЕРЫВНОГО ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ В ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ СРЕДНЕГО ВАКУУМА А.А. Зенин, Е.М. Сорокина	44
АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКРАНИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ А.А. Иванов, А.В. Демаков	47
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕИДЕАЛЬНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УЗЛОВ ВХОДНОГО БЛОКА ИЗМЕРИТЕЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ М.А. Канина	50
СБОР ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНО ОПРЕДЕЛЯЕМОЙ РАДИОСИСТЕМЫ М.М. Кануж	53
ПОТЕНЦИАЛ ИЗОЛИРОВАННОЙ МИШЕНИ, ОБЛУЧАЕМОЙ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В СРЕДНЕМ ВАКУУМЕ, ПРИ НАЛИЧИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДА ВБЛИЗИ МИШЕНИ К.И. Карпов, Д.Б. Золотухин	56

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ЖАЛОБ ПАЦИЕНТОВ ИЗ ДОКУМЕНТА «ОСМОТР ЛЕЧАЩИМ ВРАЧОМ» Е.В. Кашеева	59
ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АРХИТЕКТУР ДЛЯ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО ЕГО ПОДПИСИ А.А. Коновалов, Б.С. Лодонова, Я.А. Усольцев	62
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ФОРМЫ СТОПЫ ЧЕЛОВЕКА ПО ВИДЕОПОТОКУ А.В. Куртукова, Л.С. Шилов, А.М. Федотова	65
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ОТЗЫВОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ Н.С. Мамеев	68
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ECLIPSE THEIA ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ЯЗЫКА REFLEX К.В. Марченко	71
ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ Al_2O_3 -Ti КОМПОЗИТА НА ВОЗМОЖНОСТЬ СПЕКАНИЯ ЕГО ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ МЕТОДОМ В ФОРВАКУУМЕ Г.Ф. Марчук, В.Т. Чан	74
АНАЛИЗ ЗАДЕРЖЕК ИМПУЛЬСОВ РАЗЛОЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ КАБЕЛЬ – ПЛАТА С МОДАЛЬНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ А.В. Медведев	78
АВТОМАТИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ ОТЧЕТОВ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РЕКЛАМНЫХ КАМПАНИЙ М.Г. Москалев	81
КОРПОРАТИВНЫЙ ШЛЮЗ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕРВЕРНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ Д.А. Овчинников	84
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ, ГЕНЕРИРУЕМОЙ ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В ФОРВАКУУМНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ А.В. Казаков, А.В. Медовник, Н.А. Панченко	87
ЦИФРОВАЯ ЛОГИСТИКА В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ Ю.В. Парфентьев	90
ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВАЯ ФАР С ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ КОНЦЕВОГО ТИПА Ю.Н. Паршин	93
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОТДЕЛА КАДРОВ УНИВЕРСИТЕТА ПАТТИМУРЫ, АМБОН - ИНДОНЕЗИЯ В.Э. Паттираджаване	96
СИСТЕМА ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО НА ОСНОВЕ ЗАГРУЖЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ Ф.Д. Пираков	99
ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРЕВА Al_2O_3 -Ti КОМПОЗИТА НА ОДНОРОДНОСТЬ ЕГО СПЕКАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРВАКУУМНОГО ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ИСТОЧНИКА А.А. Поддубнов, А.Е. Петров, В.Т. Чан	102
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПО ИХ ОТНОШЕНИЮ К АСПЕКТАМ ПРОДУКТА К.Ю. Попова	105
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УСТАНОВКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ В.И. Пустынников	108
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНТРАГИРОВАННОГО ДУГОВОГО РАЗРЯДА В ФОРВАКУУМНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ А.В. Казаков, С.Е. Разумов, Н.А. Панченко	111

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЕНСАЦИИ ДИФРАКЦИОННОЙ РАСХОДИМОСТИ ЛАЗЕРНЫХ ПУЧКОВ В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ НИОБАТА ЛИТИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ Д.К. Романенко, М.Н. Гаппарова, А.В. Сокольников	114
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ОТКЛИКА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СВЕРХКОРОТКОГО ИМПУЛЬСА ДВУХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ МОДАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ С ПАССИВНЫМ ПРОВОДНИКОМ В ВЫРЕЗЕ ОПОРНОЙ ПЛОСКОСТИ М.А. Самойличенко, А.М. Заблоцкий	117
ТРАНСЛЯЦИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ С ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ЯЗЫК D0SL Д.Р. Серов	120
ИЗМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ УГРОЗ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЯМИ 17 ПРИКАЗА ФСТЭК М.В. Солодков	123
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ЛОПАСТНЫХ ИЗДЕЛИЙ К.И. Хан, М.А. Кажмаганбетова	126
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОДЛОЖКИ НА ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОПОЛОСКОВОГО МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА Е.Б. Черникова, А.А. Квасников	129
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ БАРЬЕРНЫХ КОНТАКТОВ К АРСЕНИДУ ГАЛЛИЯ А.Н. Шалев, О.Н. Минин	132
ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОНОВ С ПЛАЗМЕННЫМ КАТОДОМ ПУТЕМ ОТКЛОНЕНИЯ ПУЧКА ВЕДУЩИМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ В.И. Шин, П.В. Москвин, С.Ю. Дорошкевич	135
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГРОЗ ИНФОРМАЦИИ И ЕЕ НОСИТЕЛЯМ С.И. Штыренко	138
ОЦЕНКА РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО РАСПОЗНАВАНИЮ НОТ А.Ю. Якимук	141

**ANALYSIS AND DIAGNOSIS OF CYSTIC FIBROSIS OF THE LUNGS WITH IMPROVED DEEP
LEARNING TECHNIQUES**

N.J. Francis, N.S. Francis, M. Saqib

Scientific Supervisor: Asst Prof. S.V. Axyonov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

E-mail: natzina_92@yahoo.com

**АНАЛИЗ И ДИАГНОСТИКА ЦИСТИЧЕСКОГО ФИБРОЗА ЛЕГКИХ С УЛУЧШЕННЫМИ
МЕТОДАМИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ**

Н.Дж. Франсис, Н.С. Франсис, М. Сакиб

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Аксёнов С.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: natzina_92@yahoo.com

***Аннотация.** Целью работы является разработка алгоритма выявления патологического образования при муковисцидозе. Основой алгоритма является модель PSPNet с потерей очага, которая позволяет вводить наборы данных в соответствии с их сходством на основе диагностических признаков для выявления муковисцидоза легких. Простая и эффективная структура алгоритма использует метод группировки аннотированных изображений, которые затем обрабатываются в CNN, что помогает с высокой точностью локализовать области муковисцидоза в легких.*

Introduction. Cystic fibrosis (CF) [1] of the lungs usually occurs hereditarily. It is a condition where the body produces mucus and thus clogs the lungs. This leads to obstruction of the lungs which is life-threatening, where respiratory failure is the most common way of death for a person suffering from CF. The most known fact of CF is that there is no cure for the disease and the patient is prone to further lung diseases like pneumonia and bronchitis. Thus, detecting the disease at an early stage will help to reduce the impact it has on the person identified with CF. The initial diagnosis of CF involves a sweat test where the presence of an invariantly high chloride level plays a key role in indicating the disease. High Resolution Computer Tomographic (HRCT) images [2] are used in CF for the purpose of identifying supervening complications and further more for the purpose of research. Radiologists play a key role when it comes to CT images. However, diagnosis can be made easy and more accurately to aide radiologists in the purpose of research. The main objective of the researchers is to produce high quality output results to increase the rate of diagnosing CF and thereby increase the therapeutic options in the treatment for patients suffering from CF.

In a recent attempt to detect pulmonary fibrosis, PSPNet [3] is used along with a pyramid pooling module to distinguishably identify the disease. This was made possible by dividing the HRCT images subjectively in various subsets by training the dataset. The dataset that is inputted purely contains patients suffering from pulmonary fibrosis. The module helps divide images accordingly and the output is successfully diagnosed. However, a more advanced training dataset is required to further more compare the output obtained to the output produced.

Thus the algorithm is extended to produce an output with CF. This is done by applying a focal loss [4] and cross entropy[5] along with the PSPNet. This helps in improving the overall output as the HRCT images inputted helps to deal with the problem of identifying mucus and tumours in the images.

Methods and Technologies. The PSPNet is trained with images obtained from the database of the Belarus Medical Centre [6]. CT images of 80 to 90 patients are taken out of which healthy slices of 40 patients were taken for observational purposes.

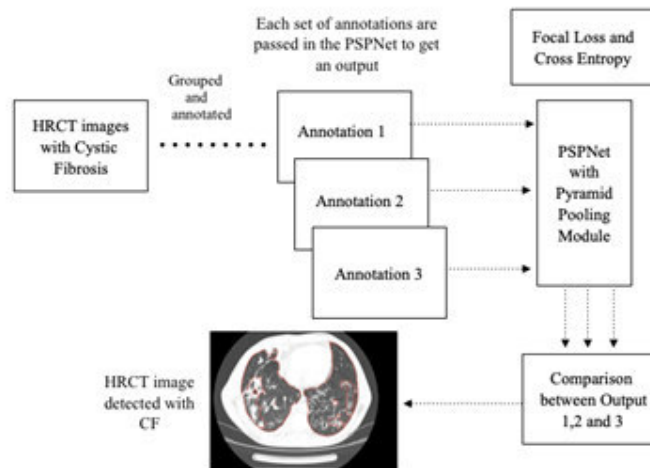


Fig. 1: The overall working architecture for the detection of Cystic Fibrosis

The Pyramid Scene Parsing Network (PSPNet) in the process of high computational segmentation process [7, 8] of the brain has produced results with accuracy and precision. Thus we combine the PSPNet along with pyramid pooling module [9] with focal loss and cross entropy. This pyramid pooling module is known for its region based contextual aggregation [10] which is inputted at various input scales. The pooling kernels are applied to the final network layer of the feature map. The CF cysts are detected by considering the final layer of the convolutional network consisting of a feature obtained in the feature map. Thus it is an element of the feature map to which average pooling is applied. The output of the average pooling applied to the feature map is divided into feature map sizes such as 1X1, 2X2, and so on. Thus the final output of this pyramid pooling module is obtained by using a 1X1 Convolutional Neural Network to each and every feature map. Upsampling and Bilinear Interpolation [10] are used to produce an image of equal weights and the dimensions are enabled to that of the final feature map. The inputted final layer of the feature map is then concatenated with the feature maps that are derived previously from the pyramid pooling module.

The networks are also trained with cross entropy and the loss function. The focal loss is given by,

$$f(a,b) = -b(1-a)^{\gamma} \log(a) - (1-b)a^{\gamma} \log(1-a)$$

Where, f is the focal loss and γ is the focus on the down weight of the samples classified. The cross entropy loss is given by,

$$e(a,b) = -tb \log(a) - (1-t)(1-b) \log(1-a)$$

Where, e is the cross entropy loss and t is the weights.

These functions help to focus on less confidently classified examples and produce output with less loss in the image. The overall working procedure also uses the Fuzzy logic technique for detecting the mucus that is seen in the CT images of lungs with CF. The Binary Image Morphing process [11] is also used in the pre

processing [12] to obtain HRCT images without the blood vessels and veins that might be confused with the abnormality. When a focal loss of $\gamma=1$ is used in the PSPNet, the model performance is improved. Thus, the overall working involves a single slice of the HRCT image that is annotated thrice and fed into the PSPNet. The images are then passed individually into the system and the output is compared. The comparative results help in accurately detecting CF.

Conclusion. Thus the detection of Cystic Fibrosis is successfully identified by the use of a PSPNet incorporated with the pyramid pooling module. The Cross Entropy and Focal Loss help to retain the loss that takes place during image processing. The images are annotated invariably thrice and fed into the system which on comparison produces relatively accurate results.

REFERENCES

1. Rosenow, T., Oudraad, M.C., Murray, C.P., Turkovic, L., Kuo, W., de Bruijne, M., Ranganathan, S.C., Tiddens, H.A. & Stick, S.M. (2015) PRAGMA-CF. A quantitative structural lung disease computed to- mography outcome in young children with cystic fibrosis. American journal of respiratory and critical care medicine, no. 191(10), pp.1158-1165.
2. Walsh, S.L.F., Calandriello, L., Silva, M., Sverzellati, N. (2018, September 16). Deep learning for classifying fibrotic lung disease on high-resolution computed tomography: a case-cohort study. Lancet Respir Med.
3. Zhao, H., Shi, J., Qi, X., Wang, X., Jia, J. (2017) Pyramid scene parsing network. In: IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 2881–2890.
4. Lin, T.Y., Goyal, P., Girshick, R., He, K., Dolla, P. (2020, February 1) Focal loss for dense object detection. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 42, no.2, pp. 318 - 327.
5. Aritra, G., Himanshu, K., & Sastry, P.S. (2017) Robust loss functions under label noise for deep neural networks. In AAAI, pp. 1919–1925.
6. <http://tuberculosis.by/> Last visited 21.08.2018. Under construction.
7. Lavanya, M., Muthu, K.P. (2017) Lung Lesion Detection in CT Scan Images Using the Fuzzy Local Information Cluster Means (FLICM) Automatic Segmentation Algorithm and Back Propagation Network Classification. Asian Pac J Cancer Prev. vol. 18, no. 12, pp. 3395–3399, doi: 10.22034/APJCP.2017.18.12.3395.
8. Gang, P., Zeng, W., Gordienko, Y., Kochura, Y., et al. (2019) Effect of Data Augmentation and Lung Mask Segmentation for Automated Chest Radiograph Interpretation of Some Lung Diseases. International Conference on Neural Information Processing. pp. 333-340.
9. He, Kaiming et al. (2014) Spatial Pyramid Pooling in Deep Convolutional Networks for Visual Recognition. Lecture Notes in Computer Science : 346–361.
10. Fisher, Y., Koltun, V. (2016) Multi-Scale Context Aggregation by Dilated Convolutions. ICLR 2016.
11. Seibold, Clemens & Samek, Wojciech & Hilsmann, Anna & Eisert, Peter. (2017) Detection of Face Morphing Attacks by Deep Learning.
12. Fan M, Huang R, Feng W, Sun J. (2017) Image blur classification and blur usefulness assessment. Proceedings of the 2012. IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW).

**BRONCHOPULMONARY SEGMENTATION OF THE LUNGS BY USING TERNARY NET
WEIGHTS IN MASK-R NEURAL NETWORK**

N.S. Francis, N.J. Francis, M. Saqib

Scientific Supervisor: Asst Prof. S.V. Axyonov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

E-mail: nadinesuzannefrancis@gmail.com

**БРОНХОЛЕГОЧНАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ В ЛЕГКИХ С ПОМОЩЬЮ ТЕРНАРНЫХ ВЕСОВ В
НЕЙРОННОЙ СЕТИ MASK-R**

Н.С. Франсис, Н.Д. Франсис, М. Сакиб

Научный руководитель: доцент, к.т.н Аксёнов С.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: nadinesuzannefrancis@gmail.com

***Аннотация.** Цель работы заключается в разработке алгоритма для выявления бронхолегочные сегменты в легких человека при уменьшении вычислительных затрат. Алгоритм реализован без использования графического процессора. Основой алгоритма является модель Mask R-CNN с помощью троичного веса. Тройная гиперболическая касательная функция заменяет функцию активации CNN уменьшить накладные расходы. Это удобная система, созданная для помощи рентгенологам в сегментации легких с высокой точностью, а также недорого.*

Introduction. Medical image processing and modelling [1] has become a very famous sector. Many researchers are trying to identify ways and methods to help doctors with medical image analysis and simplify their process. Of all medical imaging, studies of images of the brain and lungs is given more importance by scientists. This is due to the fact that, identifying diseases [1, 2] at early stages in these organs is very vital for the patient's survival. In this research, image analysis is performed on the lungs to identify bronchopulmonary segments. Many segmentation methods [3] to identify various pathologies related to the lungs, have been performed over the years. These segmentation techniques produce output results with a percentage [4] of 43 - 75% which is very low for accurate disease analysis. Moreover, storage space can be saved by directly analyzing the dicom image, proving to be a better segmentation method for any image analysis.

In an attempt to segment the lung previously, shadowed segments of the lung were identified, and these shadowed regions were then sent into Mask R-CNN [3, 4] to identify the lung segments. During the second convolution of the CNN, U-Net was used to convolve the images and identify the segments. Though the output obtained is almost accurate in most cases, this method required an 8 GPU [4] (Graphic Processing Unit) to provide its results, due to the floating point matrix multiplications to calculate weights within the CNN. In order to help make this process with less overhead, these floating point weight functions [5] are replaced with ternary weights. To understand how this works, the entire function of Mask R-CNN is broken down and explained.

Dataset Preparation. All the medical images [6] are taken in dicom format and preprocessing is applied to them. After preprocessing, the image is obtained in .png or .jpg. These images are then analysed to

identify the shadow of the bronchopulmonary segments. The shadow is analysed by Ridge based Distribution Analysis method (RAD). In this method, possible structure points are detected. These structure points define the entire border of the lung image. Ridge points or points of possible segment differentiation are then analysed. Ridge points are close to each other are finally joined together to form a histogram $\Omega(r)$. The histogram is calculated as follows.

$$A(r, \sigma) = T(r, \sigma) * (\nabla\Omega(r, \sigma) \cdot \nabla k(r, \sigma))$$

Where σ is the neighbourhood size [7] to form the segment in the image, r is the centre ridge point within the area A , the value of $\sigma = \{\sigma_s, \sigma_g\}$, the number of ridge points forming the segment is T and the gaussian kernel k calculates the vector field calculus.

Method and Functioning of CNN. Each identified segment is then sent into the Mask R-CNN which consists of two stages. The first stage is called the Region Proposal Network (RPN) [7] where the input image provides a set of proposals as output with its score of accuracy. A sliding window over the convolved image provides the scores and the proposals. The output which is a bounding box consisting of each score and proposal is then stored in an ROI Pool.

During the second stage, features are extracted from the ROI Pool [7, 8] from each bounding box and classification and regression takes place. Parallel to identification of box offset and class, binary masks are identified for each ROI (region of interest). A small feature map is extracted from every ROI and placed in the ROI pool. Unlike the original mask R algorithm, ternary weights are quantised to the ROI, which is then divided into the spatial bins. After dividing them, max pooling is applied. The output of max pooling is then quantised and then bilinear interpolation helps produce the final segmented result. Fig1 shows the entire working model of the Mask R-CNN with ternary weights applied.

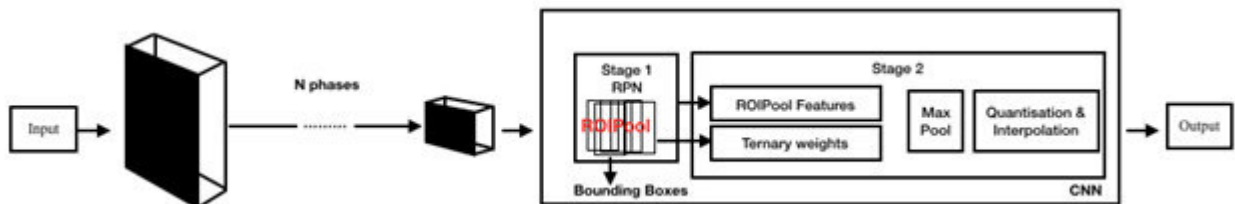


Fig. 1: Entire working model of Mask R-CNN with ternary weights

During hidden layer convolution, the ternary hyperbolic tangent [6, 8] function is used. This function also uses the ternary weights to calculate the output value for the next node in the hidden layer. These ternary weights [8] and activations are based on masked Hamming distances. The ternary weight is calculated from the following equation. The value of the ternary weight can be calculated as follows:

- (i) The weight is +1 for all ternary weights greater than α
- (ii) The weight is 0 for all ternary weights lesser than or equal to α
- (iii) The weight is -1 otherwise

The value of α is calculated as follows for all weights from 1 to x .

$$\alpha = 0.7/x \sum |T_w|$$

Where $n_\alpha = \sum_i |T_w|$, and T_w is the ternary weight. The ternary activation function \tanh_T is calculated with the equation.

$$\tanh_T = 0.5(2\delta y - \delta) - 0.5(2\delta y - \delta)$$

Where 2 hyperbolic tangents [8] $(2\delta y - \delta)$ and $(-2\delta y - \delta)$ are used to calculate the weights as +1 and -1, thus reducing the computational overhead and providing the required output.

Training the Dataset and Output Results. Each network is trained with around 200 iterations and with about 45 epochs each. The initial learning rate of the CNN is around 0.0025 and a cross-entropy loss for the preprocessed bitmap image is about 2%. Approximately 80 to 85 images are used for training and around 30 for testing. Out of all the images trained, the model produced an output accuracy of 86.82 percent which is 10 percent higher when compared to using the 8 GPU.

Conclusion: Most neural networks that are used for image processing require high processing GPUs and hence are expensive. If medical image analysis equipment becomes very expensive, it will be difficult for most hospitals to acquire the equipment required and research on medical image will be useless. For the purpose of reducing computational overhead, ternary weights are introduced into mask R-CNN to identify segments without the help of a GPU. The output produced using this method is in par or produces even more better bronchopulmonary segments and also makes it available to hospitals.

REFERENCES

1. Zheng, Li & Lei, Yiran. (2018). A Review of Image Segmentation Methods for Lung Nodule Detection Based on Computed Tomography Images. MATEC Web of Conferences. 232. 02001. 10.1051/mateconf/201823202001.
2. A R Amanda and R Widita (2016) Comparison of image segmentation of lungs using methods: connected threshold, neighborhood connected, and threshold level set segmentation J. Phys.: Conf. Ser. 694 012048.
3. Masood A, Yang P, Sheng B, et al. Cloud-Based Automated Clinical Decision Support System for Detection and Diagnosis of Lung Cancer in Chest CT. IEEE J Transl Eng Health Med. 2019;8:4300113. Published 2019 Dec 4. doi:10.1109/JTEHM.2019.2955458.
4. Harrison A.P, Xu Z, George K, Lu L, Summers R.M, Mollura D.J. (2017) Progressive and multi-path holistically nested neural networks for pathological lung segmentation from CT images. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention MICCAI, 20th International Conference, Quebec City, QC, Canada, September 11-13, 2017, Proceedings, Part III. Springer International Publishing, 2017, pp. 621–629.
5. K. He, G. Gkioxari, P. Dollar and R. Girshick, "Mask R-CNN" in *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, vol. 42, no. 02, pp. 386-397, 2020. doi: 10.1109/TPAMI.2018.2844175 url: <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TPAMI.2018.2844175>.
6. Sailesh Conjeti, Abhijit Guha Roy, Amin Katouzian, and Nassir Navab. Hashing with residual networks for image retrieval. In International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, pages 541–549. Springer, 2017.
7. <http://tuberculosis.by/> Last visited 19.09.2018. Under construction.
8. He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R.B. (2017). Mask R-CNN. 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2980-2988.

ДВУХДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА ДИПОЛЬНОГО ТИПА С КОНЦЕВЫМ ПИТАНИЕМС.А. Алексейцев

Научный руководитель: профессор, д. т. н. А.П. Горбачев
Новосибирский государственный технический университет,
Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, 630073

E-mail: aleksejtsev.94@mail.ru**DUAL-BAND ENDS-FED DIPOLE-LIKE ANTENNA**S.A. Alekseytsev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.P. Gorbachev
Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk, Karl Marks Avenue, 20, 630073

E-mail: aleksejtsev.94@mail.ru

***Abstract.** The project presents the results obtained when investigating and designing a dual-band printed dipole-like antenna. In the design, an untraditional excitation of the dipole arms is used, namely, the input signal is applied to remote terminals of the dipole. To extend the frequency range between the matching bands one of the radiating dipoles has been meandered along its axis. The antenna characteristics were simulated and measured.*

Введение. Теория дипольных излучателей с центральным питанием представляется достаточно хорошо развитой сегодня и яркие результаты в этой области можно найти, например, в [1-3]. Сегодняшние требования к компактности, высокому усилению и высокому коэффициенту полезного действия (КПД) для современных систем связи, работающих в высокочастотной области, побуждают исследователей искать нетрадиционные подходы при проектировании и внедрении дипольных антенн.

Данная работа посвящена проектированию и численному моделированию двухдиапазонной антенны дипольного вида с концевым питанием (АДВКП), которая основана на использовании двух излучателей дипольного вида с концевым питанием (ИДВКП) с разной электрической длиной для достижения двухдиапазонных характеристик. Предлагаемая антенна имеет полностью плоскую структуру.

Современные двухдиапазонные дипольные антенны, такие как, например, упомянутые в [4] и [5], хотя и имеют достаточно хорошие характеристики излучения и согласования, однако ограничены в плане свободного места на плате. Кроме того, следует отметить, что антенны с центральным питанием часто испытывают проблемы от ограничения свободного пространства в центре используемой печатной платы из-за близко расположенных микрополосковых линий, питающих излучающие диполи. Данная проблема может быть решена при использовании дипольных излучателей с концевым питанием. Традиционная структура антенны типа квази-Яги [2], как было упомянуто ранее, не всегда дает свободу маневра при проектировании более сложных излучающих структур, оснащенных некоторыми элементами управления и питания. Такая проблема становится еще рельефнее, когда выдвигаются строгие требования к малым размерам проектируемого изделия.

Теоретическая часть. В рамках работы получено выражение для взаимного импеданса между двумя ИДВКП, которое представлено в замкнутой форме.

Точное аналитическое решение для распределения поверхностного тока вдоль уединенного линейного ИДВКП может быть получено с использованием метода наведенной электродвижущей силы (ЭДС) [3]:

$$I_z(z) = I_m \sin(\pm kz). \quad (1)$$

Затем, с использованием выражения для продольных составляющих электрического поля на поверхностях обоих излучателей из [1]:

$$E_z = \frac{1}{j4\pi\omega\epsilon_r\epsilon_0} \left\{ I_m \sin(kl) \left[\frac{e^{-jkR_{1l}}}{R_{1l}^3} (z-l)(1+jkR_{1l}) - \frac{e^{-jkR_{2l}}}{R_{2l}^3} (z+l)(1+jkR_{2l}) \right] - \right. \\ \left. - kI_m \left[\cos(kl) \left[\frac{e^{-jkR_{1l}}}{R_{1l}} + \frac{e^{-jkR_{2l}}}{R_{2l}} \right] - 2 \frac{e^{-jkR_0}}{R_0} \right] \right\}, \quad (2)$$

где $R_{1l} = \sqrt{r^2 + (z-l)^2}$, $R_{2l} = \sqrt{r^2 + (z+l)^2}$, $R_0 = \sqrt{r^2 + z^2}$ - аргументы функции Грина в свободном пространстве, может быть получено следующее выражение в замкнутой форме для взаимного импеданса:

$$\frac{Z_{21}}{CI_2} = j \sum_{\alpha=1}^N (-1)^{\alpha+1} \frac{\sqrt{A_\alpha} e^{-jkd\sqrt{A_\alpha}}}{d(A_\alpha+1)} e^{jkl_2(-1)^{-\sigma(\alpha-\frac{N}{2}-\delta)+2}} + \\ + \frac{1}{2} k \sum_{\alpha=1}^{N-2} Ci(kd\sqrt{A_\alpha}) \left(e^{jkl_2(-1)^{-\sigma(\alpha-\frac{N}{2}-\delta)+2}} \left[(-1)^{\sigma(\alpha-\frac{N}{2}-\delta)+1} - jctg(kl_2) \right] \right) + \\ + \frac{1}{2} k \sum_{\alpha=1}^{N-2} Si(kd\sqrt{A_\alpha}) \left(e^{jkl_2(-1)^{-\sigma(\alpha-\frac{N}{2}-\delta)+2}} \left[j(-1)^{-\sigma(\alpha-\frac{N}{2}-\delta)+2} - ctg(kl_2) \right] \right) + \\ + k \sum_{\alpha=5}^N Ci(kd\sqrt{A_\alpha}) \left(e^{jkl_2(-1)^{\sigma(\alpha-(N-\delta))+1}} \left[(-1)^{\sigma(\alpha-(N-\delta))+1} + jctg(kl_2) \right] \right) + \\ + k \sum_{\alpha=5}^N Si(kd\sqrt{A_\alpha}) \left(e^{jkl_2(-1)^{\sigma(\alpha-(N-\delta))+1}} \left[j(-1)^{-\sigma(\alpha-(N-\delta))+2} + ctg(kl_2) \right] \right) + \\ + CI_2 l_2^{-1} \operatorname{sinc}^{-1}(kl_2) \left(jCi(k(\sqrt{d^2+l_1^2}-l_1)) + Si(k(\sqrt{d^2+l_1^2}-l_1)) - j2Ci(kd) - \right. \\ \left. - 2Si(kd) + jCi(k(\sqrt{d^2+l_1^2}+l_1)) + Si(k(\sqrt{d^2+l_1^2}+l_1)) \right), \quad (3)$$

где $N = 5$, а коэффициенты A_α определяются как:

$$A_1 = \frac{1 - \sin(\operatorname{arctg}(\Delta l/d))}{1 + \sin(\operatorname{arctg}(\Delta l/d))}, \quad A_2 = \frac{1 + \sin(\operatorname{arctg}(\Sigma l/d))}{1 - \sin(\operatorname{arctg}(\Sigma l/d))}, \quad (4)$$

$$A_3 = \frac{1 - \sin(\operatorname{arctg}(\Sigma l/d))}{1 + \sin(\operatorname{arctg}(\Sigma l/d))}, \quad A_4 = \frac{1 + \sin(\operatorname{arctg}(\Delta l/d))}{1 - \sin(\operatorname{arctg}(\Delta l/d))}, \quad (5)$$

$$A_5 = \frac{1 - \sin(\operatorname{arctg}(l_2/d))}{1 + \sin(\operatorname{arctg}(l_2/d))}, \quad A_6 = \frac{1 - \sin(\operatorname{arctg}(-l_2/d))}{1 + \sin(\operatorname{arctg}(-l_2/d))}, \quad (6)$$

Результаты. В соответствии со стартовым обликом была спроектирована печатная антенна (рис. 1-а, б) с соответствующими характеристиками (рис. 1 - в, г, д).

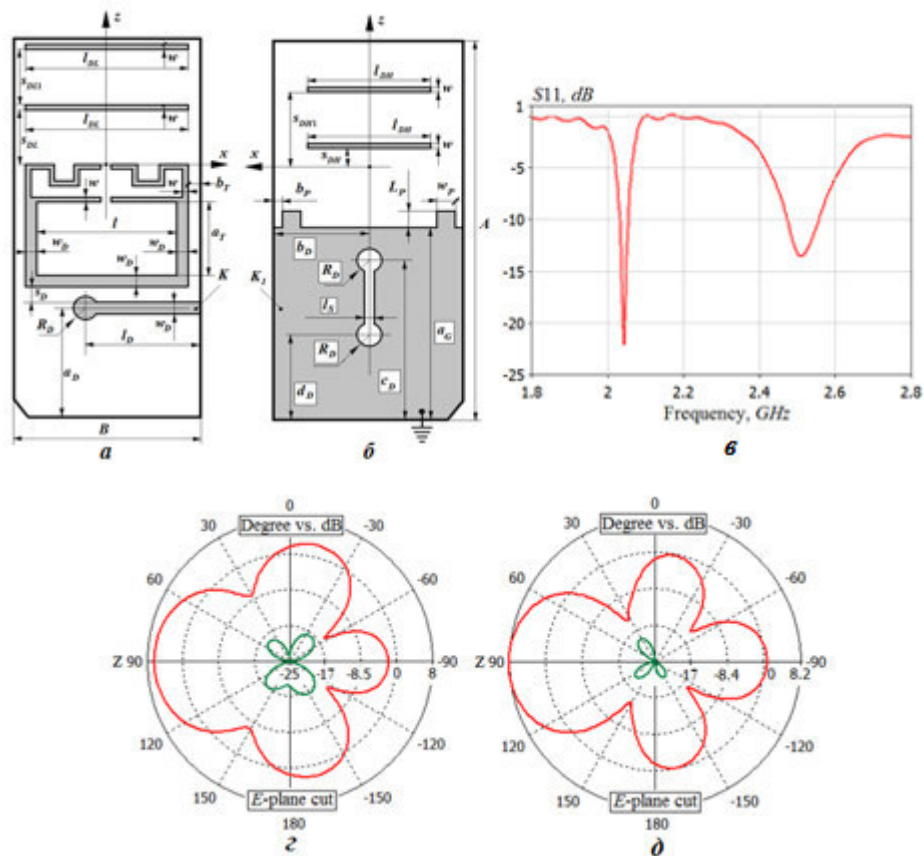


Рис. 1. Топология излучателя (а, б) и его характеристики (в, г, д). Диаграммы направленности построены для центральных частот (в)

Заключение. Таким образом, концевой тип возбуждения пригоден для проектирования двухдиапазонных излучателей, в частности, его входной импеданс может быть согласован с симметрирующим устройством в нескольких непересекающихся частотных полосах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. – М.: Энергия, 1975. – 528 с.
2. Balanis C.A. Antenna theory. Analysis and design. 4th Edition. – Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc., 2016. – 1072 p.
3. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М.: Высшая школа, 1988. – 432 с.
4. An W., Wong H., Lau K., Li S., Xue Q. Design of Broadband Dual-Band Dipole for Base Station Antenna // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 2012. – V. 60, No. 3. – P. 1592–1595.
5. He K., Gong S., Gao F. A Wideband Dual-Band Magneto-Electric Dipole Antenna with Improved Feeding Structure // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. – 2014. – V. 13. – P. 1729–1732.

COMPARISON OF QUASISTATIC AND ELECTRODYNAMIC ESTIMATIONS
OF THE RADIATED EMISSION FROM TWO COUPLED WIRES OVER A GROUND PLANE

Alhaj hasan Adnan

Scientific supervisor: Prof., Doctor of Science in Engineering T.R. Gazizov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin ave., 40, 634050

E-mail: alhaj.hasan.adnan@tu.tusur.ru

СРАВНЕНИЕ КВАЗИСТАТИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОЦЕНОК
ИЗЛУЧАЕМОЙ ЭМИССИИ ОТ ДВУХ СВЯЗАННЫХ ПРОВОДОВ НАД ПЛОСКОСТЬЮ ЗЕМЛИ

Алхадж хасан Аднан

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Т.Р. Газизов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: alhaj.hasan.adnan@tu.tusur.ru

***Аннотация.** Предложен алгоритм оценки излучаемой эмиссии от цепей с модальным резервированием, который показал приемлемое совпадение в распределении тока и диаграмме направленности двухпроводной тестовой структуры. Данная работа направлена на апробацию данного алгоритма на более сложной структуре из двух связанных проводов над плоскостью земли с учетом ее аппроксимации при моделировании. Применение этого алгоритма дало достаточно близкие по сравнению с электродинамическим анализом результаты в диаграммах направленности и распределении тока в активном проводе, но сильно отличаются для пассивного провода.*

Introduction. The construction and assembling of circuits with modal reservation considering the level of radiated emission from them are important to solve the problem of electromagnetic compatibility and it is highly sensitive and necessary when it comes to the reliability of critical systems [1]. Simulation of the far-zone field components for the radiation pattern from a structure using the calculated results of the current in multiconductor transmission lines structure from the quasi-static analysis will reduce the computational costs and gives more accurate results. Therefore, implementation and testing of new software tools are important.

The studied structure. We have considered a case of two coupled wires above an infinite ground (see Fig. 1a), assuming short circuit at the input and open circuit at the output with a length (L) of 0.3 m and a radius (R) of 50 μm with the number of segments $n = 640$ for each wire. Considering that, the surrounding area as air and the wires are lossless to simplify the test. The distance that separates the wires is equal to 50 μm . The wires are placed at a distance (H) of 50 μm from the ground, which is chosen as minimum as possible to satisfy the weakest coupling between the wires. The initial data for designing the circuit diagram are the following: $R_1=10^{-8}$ Ohm, $R_2 = R_3 = R_4 = 10^6$ Ohm and harmonic source $E = 1$ V as excitation at the input connected to the active conductor (see Fig. 1b). We chose the matrix of per-unit-length coefficients of electrostatic induction

$$C = \begin{bmatrix} 0.509521 & -0.178968 \\ -0.178968 & 0.509521 \end{bmatrix} \text{pF/m}$$

after calculating its value for different number of segments at conductors' cross-section boundaries, which has changed from 20 to 70 segments until convergence. The distance at which we calculated the electric field intensity in the far zone is about 1.8 m.

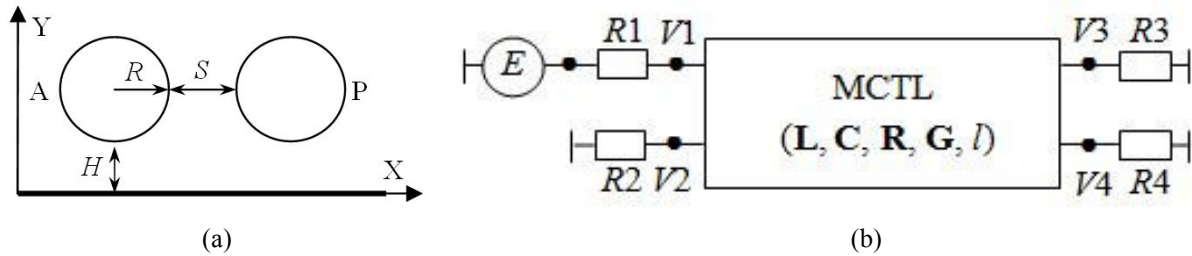


Fig. 1. The cross section (a) and circuit diagram (b) of the tested structure

The equivalent structure was modeled using the electrodynamic analysis by replacing the infinite ground with two mirror wires with the same length and the same number of segments and distances. The harmonic source was replaced with $E = 2 \text{ V}$ excitation between the active conductor and its mirror (see Fig. 2a).

Simulation results. By performing the simulation in the TALGAT [2] software using the quasi-static analysis at the frequency of 500 MHz, we can get the frequency response and the current values for each segment. Using the currents for E -field calculation, we obtained the radiation pattern (Fig. 2b). By performing the simulation using the electrodynamic analysis at the same frequency, we obtained the radiation pattern shown in Fig. 2c.

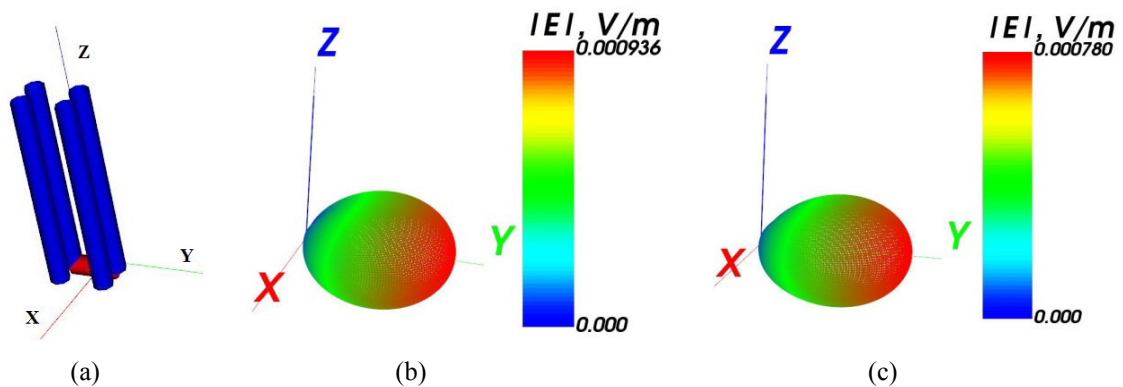


Fig. 2. The equivalent presentation of the tested structure (a), the radiation patterns of the tested structure using the proposed algorithm (b) and the electrodynamic analysis (c)

The simulation shows that using this algorithm gives close enough results in the radiation patterns and the maximum magnitudes of the total field (0.93 and 0.78 mV/m, respectively). The current magnitude distributions along all the wires are shown in Fig. 3. They are very close in maximum values for the active wire with the deviation of $\pm 1\%$; however, differ considerably for the passive wire with the deviation of $\pm 72\%$, and this will be the next issue to work on it.

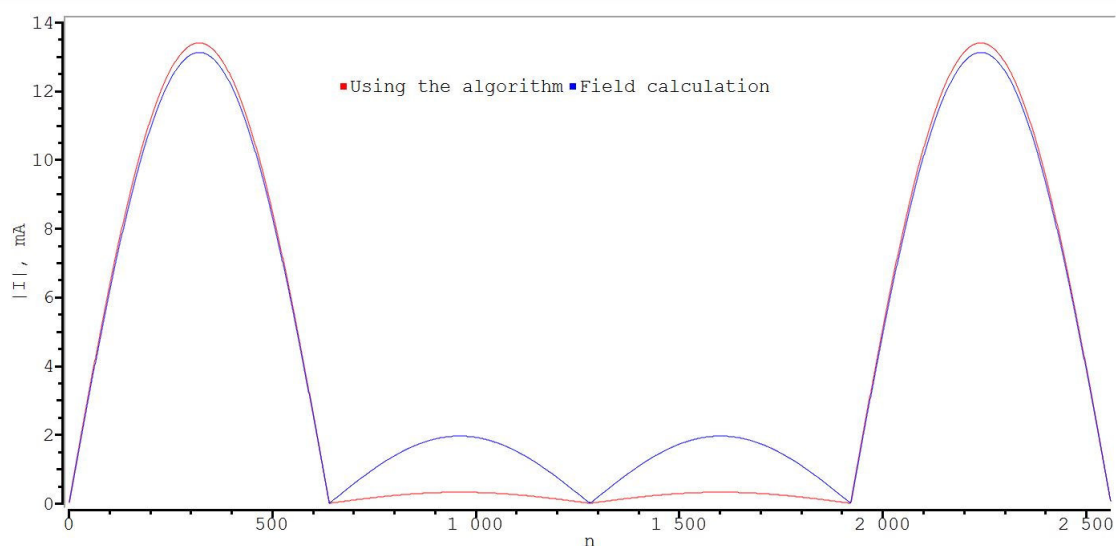


Fig. 3. The current distributions along the wire calculated by the two approaches

Conclusion. The implemented algorithm showed that it gives close enough results even for more complex structure taking into account the ground effect. Following up on research and implementation of this algorithm will allow us to design circuits with the modal reservation considering the level of radiated emission from them.

This study was funded by the Russian Science Foundation (project №19-19-00424) in TUSUR.

REFERENCES

1. Gazizov T.R., et al. (2017, March). Printed circuit boards with reserve circuits arrangement method. R.F. Patent 2 614 156 C2.
2. Kuksenko S.P. Preliminary results of TUSUR University project for design of spacecraft power distribution network: EMC simulation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 560/ P. 1-7.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК FLIP-CHIP СВЕТОДИОДОВ

Н.К. Афанасьев, А.А. Томашевич

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н, С.Г. Еханин

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: stinger_777@sibmail.com

STUDY OF ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF FLIP-CHIP LEDs

N.K. Afanasyev, A.A. Tomashevich

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.G. Echanin

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: stinger_777@sibmail.com

***Abstract.** In this work, we studied LED flip chips of the $I - V$ characteristic depending on the time and test conditions at rated load. After lengthy tests in some samples, the instability of the characteristics of chocolate was observed, both in micro- and on-current, and in the nominal mode. In the research process, multidirectional tests were observed, evidence that additional leaks and a relaxation effect exist. The studies performed clarify the physics of the process of degradation of the structure of the flip chip LEDs.*

Введение. Светодиодное освещение стало альтернативой традиционным лампам накаливания благодаря низкому энергопотреблению и долговечности. Тем не менее, проблема увеличение долговечности остается актуальной. Сверхъяркий светоизлучающий диод (СД) кроме обычного р-п перехода имеет встроенную в него наногетероструктуру, которая позволяет получить внутренний квантовый выход близкий к 100%. Начальная планарная неоднородность инжекции носителей заряда в InGaN-квантовые ямы до и после оптической деградации связывается с диффузией и электромиграцией ионов металла и остаточной примеси вдоль дефектных трубок, индуцированной механическими напряжениями [1, 2]. Это приводит к возрастанию токов утечки и дальнейшей катастрофической деградации структуры.

Процессы деградации можно контролировать по изменениям ВАХ в области нано- и микротоков, как было показано в работах [3, 4]. С научной и практической точки зрения вызывает интерес проведение таких же исследований для светодиодов (СД), изготовленных по flip-chip технологии.

Экспериментальная часть. В составе экспериментальной установки использовалось следующее оборудование: прецизионный измеритель фирмы «Keysight» модели B2902A, микроскоп «Альтами» ПС0745, цифровая камера ЕСМOS01200КРА. В качестве образцов для исследования применялись flip-chip светодиоды средней мощности без люминофора, установленные на радиаторе, изготовленном по алюмооксидной технологии. Образцы были предоставлены ОАО НИИПП г. Томска.

Методика исследования СД в зависимости от режимов и времени испытаний заключается в следующем:

- измерение электрооптических характеристик «свежего» образца СИД (до испытания). Измерение вольтамперной характеристики (ВАХ) проводилось в три этапа: при прямом напряжении в диапазоне от 0 до 3 В, при обратном напряжении от 0 до минус 3,0 В, и в полном диапазоне измерений напряжении от минус 3,0 до 3,0В. получение фотографий свечения при малых токах (в режиме туннельной ЭЛ);

- проведение этапов испытаний при определенной величине тока и напряжения (350 мА, 3,0 В);
- проведение этапа релаксации для каждого из образцов.

Результаты. На рис. 1 изображены прямые и обратные вольтамперные характеристики в полулогарифмическом масштабе образца 171.7 до и после испытаний и релаксации. При построении графика отрицательные значения тока обратной ветви ВАХ «превращались» в положительные.

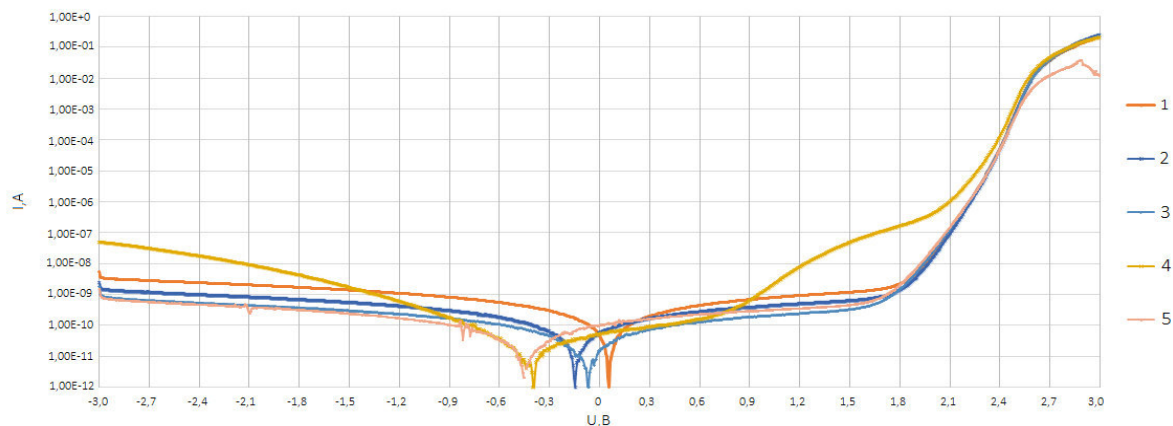


Рис. 1. Прямые и обратные вольтамперные характеристики образца 171.7 до и после испытаний (в логарифмическом масштабе) 1–до испытаний; 2–после 2 суток испытаний; 3–после 2 суток отдыха (4 суток); 4–после 5 суток отдыха (7 суток); 5–после 15 суток отдыха (17 суток)

Как видно из рис. 1, после двух суток испытаний (кривая 2) при токе 350 мА картина ВАХ существенно меняется: в области отрицательных напряжений наблюдается изменение положения «острия» в левую сторону. В области положительных напряжений картина меняется незначительно.

Следующим этапом исследований являлась длительная релаксация (5 суток отдыха). На рис. 1 приведена вольтамперная характеристика этого же образца (кривая 3) после его релаксации. Как видно из рисунка (кривая 4), изменения ВАХ произошли во всем диапазоне напряжений, особенно сильные изменения произошли при прямом напряжении в диапазоне от 1,0 до 2,3В: появилась «выпуклость», которая ранее не наблюдалась. При последующем измерении ВАХ все особенности «исчезли».

Через 10 суток релаксации (кривая 5) измерения ВАХ были повторены несколько раз подряд. Отличительной особенностью ВАХ после первого измерения явилось существенное уменьшение тока при больших напряжениях по сравнению с последним измерением (ток уменьшился с 200 до 40 мА). После второго измерения значение тока при напряжении 3В упало до критически малых значений (до нескольких миллиампер). После третьего измерения значение тока стало «колебаться»: при 2,9 В ток возрос до 60 мА, а в области 3,0 вновь упал до нескольких миллиампер. Во время четвертого ВАХ восстановилась - стала совпадать с предыдущими измерениями, проведенными до релаксации.

Заключение. Анализ ВАХ, полученных до и после испытаний и после релаксации показывает, как протекает процесс деградации СД. С увеличением времени испытаний и нагрузочных токов возрастают индуцированным электрическим стрессом токи утечки, однако омические закоротки, возникающих после электрического стресса не наблюдались [2]. Рост сквозного тока утечки может быть связан с формированием электрического поля в области гетерограниц СД. При этом, потенциал диполя

компенсирует встроенное напряжение гетероструктуры, этим и обусловлено движение «пиков» ВАХ в области нанотоков.

При дальнейших испытаниях локальные потенциальные барьеры в квантовых ямах изменяются еще больше, что приводит к нестабильности тока каналов утечки. Такой процесс может быть связан с перезарядкой граничных состояний, играющих роль «затвора» канала (как в полевом транзисторе).

При более длительных испытаниях включаются ионные механизмы (электромиграция заряженных дефектов), что приводит к увеличению диаметров каналов утечки и разрастанию пятен затемнения туннельной ЭЛ от испытания к испытанию, появлению дополнительных токов утечки и нестабильности, а также к возникновению эффекта релаксации после испытаний.

Данная экспериментальная установка позволяет исследовать динамику дефектообразования, наблюдать картины туннельной и инжекционной электролюминесценции светодиода при изменении времени испытаний.

Таким образом, полученные результаты могут лечь в основу метода входного контроля в производстве светодиодных изделий, который позволит характеризовать состояние не только «свежих» образцов, но и следить за процессами деградации структуры СД при испытаниях и эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закгейм А.Л. Исследование тепловых процессов в мощных InGaN/GaN флип-чип светодиодах с использованием инфракрасной тепловизионной микроскопии / А.Л. Закгейм, Г.Л. Курьшев, М.Р. Мизиров // ФТП. – 2010. – Т. 44, Вып. 3. – С. 390–396.
2. Бочкарева Н.И. Неоднородность инжекции носителей заряда и деградация синих светодиодов / Н.И. Бочкарева, А.А. Ефремов, Ю.Т. Ребане, Р.И. Горбунов, А.В. Клочков, Ю.Г. Шретер // Физика и техника полупроводников. – 2006. – Т. 40, Вып. 1. – С. 122–127.
3. Еханин С.Г. Комплексное исследование процесса дефектообразования в кристаллах GaN-светодиодов средней мощности при длительных испытаниях / С.Г. Еханин, А.А. Томашевич, Н.К. Афанасьев // Электронные средства и системы управления: Материалы международной научно-практической конференции. – г. Томск, 2018. – № 1-1. – С. 94–97.
4. Томашевич А.А. Изменение картин туннельной электролюминесценции светодиодов на основе нитрида галлия в зависимости от режимов и времени испытаний / А.А. Томашевич, С.Г. Еханин, К.К. Слепцов, С.Л. Аржаков // Электронные средства и системы управления: Материалы международной научно-практической конференции. – г. Томск, 2017. – № 1-1. – С. 156–159.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА КОМБИНАЦИЕЙ
АЛГОРИТМОВ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОИСКА И ПРЫГАЮЩИХ ЛЯГУШЕК**

М.Б. Бардамова

Научный руководитель: профессор, д.т.н. И.А. Ходашинский
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050
E-mail: 722bmb@gmail.com

**TUNING PARAMETERS OF A FUZZY CLASSIFIER WITH A COMBINATION OF
GRAVITATIONAL SEARCH ALGORITHM AND SHUFFLE FROG LEAPING ALGORITHM**

M.B. Bardamova

Scientific Supervisor: Prof., Dr. I.A. Hodashinsky
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050
E-mail: 722bmb@gmail.com

***Abstract.** In the present article, we analyze the effectiveness of combining two metaheuristic algorithms for tuning parameters of a fuzzy classifier. To work with imbalanced data, a fitness function is used based on a compromise between the overall accuracy and the geometric mean of accuracy of each class. The experiment was performed on data sets from the KEEL repository with an imbalance coefficient of at least three.*

Введение. Для оптимизации параметров нечеткого классификатора широко используются метаэвристические алгоритмы. Главным недостатком метаэвристик является плохая способность «выбираться» из локальных экстремумов. Для преодоления этого недостатка разрабатываются различные модификации; одним из подходов является гибридизация – объединение нескольких алгоритмов в одну комбинацию. В этой работе исследуется эффективность совмещения двух метаэвристик: гравитационного поиска и алгоритма прыгающих лягушек. Алгоритм гравитационного поиска использует для нахождения экстремумов адаптированные законы гравитации Исаака Ньютона [1]. Вектора решений имитируют собой систему частиц, которые меняют свое месторасположение под воздействием силы тяготения. Алгоритм прыгающих лягушек имитирует процесс поиска пищи популяцией лягушек [2]. Исходная популяция разбивается на независимые группы – мемплексы, внутри которых итеративно происходит перемещение худших по значению фитнес-функции векторов по направлению к лучшим. После истечения заданного количества итераций все вектора объединяются в одну популяцию и сортируются для того, чтобы создать новые группы. Подробнее применение данных метаэвристик для оптимизации параметров нечеткого классификатора описано в [3, 4].

Комбинация алгоритмов гравитационного поиска и прыгающих лягушек. Так как гравитационный алгоритм представляет собой в большей степени глобальный поиск, а в алгоритме прыгающих лягушек существенно проработан локальный поиск, то их комбинация может позволить достичь лучших результатов. Подробно предлагаемый гибрид описан далее.

Входными параметрами являются: вектор параметров антецедентов θ_0 , бинарный вектор признаков S , количество итераций гравитационного поиска T_g , число итераций локального поиска T_l ,

количество частиц в мемплексе N_{ag} , количество мемплексов N_m , начальное значение гравитационной постоянной G_0 , коэффициент уменьшения α , малая константа ε , константа $const$. На основе исходного вектора θ_0 создается популяция частиц $\Theta = \{\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_{N-1}\}$.

Глобальный поиск можно представить в виде следующей последовательности шагов. На первом шаге оцениваются массы частиц:

$$mass_i(t) = \frac{fit(\theta_i(t), S) - worst(t)}{best(t) - worst(t)}, M_i(t) = \frac{mass_i(t)}{\sum_{j=0}^N mass_j(t)},$$

где $M_i(t)$ – масса i -ой частицы ($i \in [0, N)$, N – число частиц в популяции, $N = N_{ag} \cdot N_m$) на текущей итерации t , $t \in [1, T_g]$, $fit(\theta_i(t), S)$ – значение фитнес-функции i -ой частицы, $worst(t)$ и $best(t)$ – значение фитнес-функции худшей и лучшей частицы. Второй шаг заключается в расчете ускорения для каждого d -го элемента i -ой частицы:

$$a_i^d(t) = G(t) \cdot \sum_{j=0, j \neq i}^N rand \cdot \frac{M_j \cdot (\theta_j^d(t) - \theta_i^d(t))}{\|\theta_j(t) - \theta_i(t)\| + \varepsilon},$$

где $rand$ – случайное число из интервала $[0;1]$, $G(t)$ – значение гравитационной постоянной, обновляющееся на каждой итерации ($G(t) = G_0 \cdot \exp(-\alpha \cdot t/T_g)$).

На третьем шаге определяется скорость как сумма компоненты текущей скорости и набранного ускорения, а также обновляются элементы частиц:

$$V_i^d(t+1) = rand \cdot V_i^d(t) + a_i^d(t), \theta_i^d(t+1) = \theta_i^d(t) + V_i^d(t+1).$$

Далее происходит перерасчет фитнес-функции для всех векторов в популяции и проверка выполнения критерия входа в локальный поиск, например, достижение определенной итерации. Если условие не выполняется, и счетчик глобальных итераций не равен значению T_g , осуществляется возврат к первому шагу. Если критерий вхождения в локальный поиск выполняется, то осуществляется следующая последовательность действий.

Первый шаг состоит в сортировке популяции векторов по убыванию значения фитнес-функции. Второй шаг заключается в замене худших векторов на новые внутри каждого мемплекса. Для того, чтобы не заменять постоянно один и тот же вектор, вводится счетчик замены f . Счетчик увеличивается на единицу каждый раз, когда происходит замена на новый вектор, исключая замену случайным вектором. Для создания нового вектора на каждой итерации t_i ($t \in [1, T_i]$) выбираются два вектора из одного и того же мемплекса k ($k \in [0, N_m)$): вектор с индексом k записывается в $best(t_i)$, вектор с индексом w ($w = N - f \cdot N_m + k$) записывается в $worst(t_i)$. Новый вектор **New** генерируется на основе оператора [2]:

$$New = rand \cdot const \cdot (best(t_i) - worst(t_i)) + worst(t_i).$$

Для **New** оценивается значение фитнес-функции; если оно больше, чем фитнес-функция вектора $\theta_w(t_i)$, то вектор **New** заменяет $\theta_w(t_i)$. В противном случае вектор создается заново, но в $best(t_i)$ записывается глобально лучший вектор, то есть вектор θ_0 . Если и его фитнес-функция не превышает $fit(\theta_w(t_i))$, то вместо $\theta_w(t_i)$ генерируется вектор случайным образом. После истечения локальных итераций для каждого мемплекса осуществляется возврат к глобальному поиску. Выходом гибридного алгоритма является вектор с максимальным значением фитнес-функции.

Экспериментальная часть. Эксперимент был проведен по схеме пятикратной кросс-валидации на наборах данных из репозитория KEEL. Описание наборов приведено в [3]. Для генерации структуры классификатора был использован алгоритм на основе экстремумов. В классификации участвовали только признаки, отобранные ранее с помощью бинарного гравитационного алгоритма [3]. Параметры термов построенных классификаторов были независимо оптимизированы с помощью исследуемых алгоритмов: гравитационного поиска (GSA), алгоритма прыгающих лягушек (SFLA) и гибридного алгоритма (Hybrid). Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты применения настройки параметров нечеткого классификатора

Данные	vehicle0			newthyroid2			segment0			page-blocks0		
Алг.	GSA	SFLA	Hybrid	GSA	SFLA	Hybrid	GSA	SFLA	Hybrid	GSA	SFLA	Hybrid
<i>Acc</i>	84,00	93,27	93,39	99,53	100,00	100,00	99,02	99,35	99,35	92,85	93,07	93,70
<i>GM</i>	80,58	93,47	94,09	99,32	100,00	100,00	98,66	99,24	99,49	81,52	85,16	85,93
<i>TP_{rate}</i>	75,88	93,95	95,50	99,05	100,00	100,00	98,18	99,09	99,70	70,60	76,39	77,28
<i>TN_{rate}</i>	86,50	93,05	92,74	99,63	100,00	100,00	99,16	99,39	99,29	95,39	94,97	95,56
Данные	vowel0			cleveland-0_vs_4-5			ecoli4			yeast4		
Алг.	GSA	SFLA	Hybrid	GSA	SFLA	Hybrid	GSA	SFLA	Hybrid	GSA	SFLA	Hybrid
<i>Acc</i>	97,74	97,97	95,95	93,02	92,62	94,89	97,92	98,21	94,63	91,19	90,43	90,36
<i>GM</i>	97,41	97,38	97,26	86,17	78,81	92,03	93,88	94,04	97,06	80,40	79,97	80,98
<i>TP_{rate}</i>	97,04	96,67	98,89	82,05	66,67	90,00	90,00	90,00	100,00	70,59	70,36	72,36
<i>TN_{rate}</i>	97,81	98,11	95,66	93,90	94,53	95,15	98,42	98,73	94,29	91,93	91,14	91,00

Заключение. Результаты проведенного эксперимента показывают, что на большинстве исследованных наборах данных гибридный алгоритм, являющийся комбинацией алгоритмов гравитационного поиска и прыгающих лягушек, демонстрирует лучшую эффективность. В дальнейшем планируется расширить эксперимент на большее число наборов данных и проанализировать временные затраты на работу гибрида.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-37-90064.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rashedi E., Nezamabadi-pour H., Saryazdi S. GSA: A Gravitational Search Algorithm. Inf. Sci. – 2009. – № 179. – С. 2232–2248.
2. Narimani, M.R. A New Modified Shuffle Frog Leaping Algorithm for Non-Smooth Economic Dispatch/ M.R. Narimani // World Applied Sciences Journal. – 2011. – С. 803–814.
3. Bardamova M.B., Hodashinsky I.A., Konev A.A., Shelupanov A.A. Application of the Gravitational Search Algorithm for Constructing Fuzzy Classifiers of Imbalanced Data // Symmetry. – 2019. – № 11. – С. 1458.
4. Бардамова М. Б. Нечеткий классификатор несбалансированных медицинских данных с применением алгоритма прыгающих лягушек // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2019. – Т. 1., № 1-2. – С. 41–44.

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ,
ИНДУЦИРОВАННЫХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КАНАЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ
В ПОВЕРХНОСТНО ЛЕГИРОВАННОМ КРИСТАЛЛЕ НИОБАТА ЛИТИЯ**

А.Д. Безпальй

Научный руководитель: с.н.с., д.ф.-м.н. А.Е. Мандель

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: id_alex@list.ru

**SPATIAL DISTRIBUTION OF REFRACTIVE INDEX CHANGES INDUCED AT THE CHANNEL
WAVEGUIDE FORMATION IN THE SURFACE DOPED LITHIUM NIOBATE CRYSTAL**

A.D. Bezpaly

Scientific Supervisor: Senior Researcher, Dr. of Ph. and Math. Sc. A.E. Mandel

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: id_alex@list.ru

***Abstract.** This work presents the investigation of spatial distribution of refractive index, changed during the channel waveguide formation in the surface layer of a lithium niobate crystal by the tightly focused laser radiation with the wavelength of 532 nm. To investigate the spatial distribution of the induced refractive index we used a Jamin interferometer, processed the recorded interferograms and calculated the phase shifting.*

Введение. Волноводные элементы и схемы являются важными компонентами современной фотоники и интегральной оптики [1]. Стационарные волноводные структуры могут быть сформированы в диэлектрических и полупроводниковых материалах с использованием термодиффузии, ионного обмена, ионной имплантации и прямой лазерной записи [2-4]. Однако реализация некоторых схем требует управляемых характеристик оптических волноводов. В этом случае постоянные элементы могут выступать в качестве основной структуры всего устройства. Для контроля характеристик оптических волноводов могут использоваться электрооптические, термооптические, акустооптические и нелинейно-оптические эффекты. Фоторефрактивные сегнетоэлектрические материалы являются в этом смысле основными средами, поскольку с их помощью можно реализовать полностью оптические элементы для управления светом [3]. Одним из наиболее перспективных материалов в этой области является монокристаллический ниобат лития (LiNbO_3), который демонстрирует сильную фоторефрактивную нелинейность, особенно при его легировании некоторыми примесями, такими как железо (Fe), медь (Cu), марганец (Mn) и др. [3, 5]. Легирование кристаллов LiNbO_3 обычно проводят при выращивании кристаллов. В то же время легирование кристаллов можно проводить с поверхности образца, используя, например, процессы диффузии или ионной имплантации [6-8]. Такое легирование обеспечивает более высокий уровень активных примесей без ухудшения механических свойств материала по сравнению с введением примесей во время роста кристалла [8, 9]. Кроме того, для формирования фотонных элементов с контролируемыми характеристиками или для оптического изменения характеристик

постоянных фотонных элементов, использующих фоторефрактивные свойства основного материала, требуется очень низкая мощность света [10].

Целью данной работы является исследование пространственного распределения изменений показателя преломления, индуцированных при формировании канальных волноводов в поверхностном слое кристалла ниобата лития под воздействием плотно сфокусированного лазерного излучения.

Формирование канальных волноводных структур. Канальные волноводные структуры формировались в подложке LiNbO_3 X-среза с размерами $1 \times 10 \times 14$ мм³ по осям X , Y , Z . Поверхностный слой образца легирован ионами Cu методом термической диффузии при температуре 900°C . Толщина поверхностного слоя составила ~ 300 мкм. В качестве источника излучения использовался твердотельный YAG: Nd^{3+} лазер с удвоением частоты ($\lambda = 532$ нм), работающий в непрерывном режиме. Лазерный луч световой мощностью 10 мВт фокусировался на поверхность кристалла с помощью микрообъектива с 10-кратным увеличением. Поляризация света соответствовала обыкновенной волне LiNbO_3 . Экспонированные участки представляли собой прямые полосы с пониженным показателем преломления, ориентированные вдоль оси Y кристалла. Эти полосы состояли из нескольких точек, индуцированных сфокусированным световым пучком диаметром 40 мкм по уровню 0,1 максимальной интенсивности. Продолжительность воздействия одним световым пятном на кристалл варьировалась от 2 до 40 секунд.

Исследование пространственного распределения изменений показателя преломления при формировании канальных волноводов. Исследование величины изменений показателя преломления Δn и пространственного распределения в поверхностном слое LiNbO_3 при поточечном индуцировании канальных волноводных структур проводилось с использованием интерферометра Жамена. После формирования областей, индуцированных при разном времени экспонирования, экспериментальный образец помещался в одно из плеч интерферометра. Источником света в интерферометре являлся He-Ne лазер с длиной волны $\lambda = 633$ нм. Световая поляризация лазера соответствовала необыкновенной волне кристалла. Сигнал с выхода интерферометра передавался на ПЗС-камеру сферической линзой. Интерференционная картина регистрировалась после размещения экспериментального образца в одном из плеч интерферометра.

Величина изменений показателя преломления Δn варьировалась в зависимости от длительности экспонирования поверхности кристалла и определялась путем анализа интерферограмм. Распределение измененного показателя преломления в индуцированных областях выстраивалось по оценкам фазового сдвига вдоль осей Y и Z кристалла из формулы [11]:

$$\Delta n(y,z) = (\lambda \cdot \Delta \varphi(y,z)) / (2\pi \cdot d),$$

где λ – длина волны источника света интерферометра; $\Delta \varphi(y,z)$ – фазовый сдвиг интерференционных полос вдоль осей Y и Z образца; d – толщина поверхностного слоя.

Полученные результаты показали, что распределение измененного показателя преломления имеет различные характер и величину в зависимости от времени воздействия лазерного излучения. В центре освещенной области показатель преломления уменьшается, на краях этой области, с каждой стороны вдоль оси Z , величина Δn имеет положительный знак. Величину и характер показателя преломления внутри волноводной области можно варьировать, регулируя расстояние между двумя экспонированными полосками и длительностью экспонирования образца.

Заключение. Результаты экспериментальных исследований показали, что поточечное индуцирование позволяет влиять на величину и характер распределения показателя преломления, измененного при формировании канальных волноводов. При этом возможно осуществлять и пространственную модуляцию параметров формируемых структур путем изменения шага экспонирования. Это позволяет создавать в легированном поверхностном слое кристалла канальные волноводы и их системы со сложной топологией, определяемой перемещением светового пятна по поверхности образца. В совокупности, возможность влиять на пространственную модуляцию и длительность экспонирования позволит создавать различные волноводные структуры и схемы с индивидуальными характеристиками и изменять их в процессе формирования. Такая информация внесет значительный вклад в проектирование и реализацию элементов управления светом и их систем для интегрально-оптических схем и фотонных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Saleh B.E.A, Teich M.C. Fundamentals of Photonics. – Hoboken: Wiley Series in Pure and Applied Optics, 1991. – 947 p.
2. Bazzan M., Sada C. Optical waveguides in lithium niobate: Recent developments and applications // Applied Physics Reviews – 2015. – Vol. 2, No. 4. – P. 1–25 (040603).
3. Kip D. Photorefractive waveguides in oxide crystals: fabrication, properties, and applications // Applied Physics B. – 1998. – Vol. 67. – P. 131–150.
4. Chen F. Vazquez de Aldana J.R. Optical waveguides in crystalline dielectric materials produced by femtosecond laser micromachining // Laser & Photonics Reviews. – 2014. – Vol. 8. – P. 251–275.
5. Krätzig E. Photorefractive effects in electrooptic crystals // Ferroelectrics. – 1990. – Vol. 104. – P. 257–268.
6. Peithmann K., Hukriede J., Buse K., Kraetzig E. Photorefractive properties of LiNbO₃ crystals doped by copper diffusion // Physical Review B. – 2000. – Vol. 61. – P. 4615–4620.
7. Imbrock J., Wirp A., Kip D., Kraetzig E., Dirk B. Photorefractive properties of lithium and copper indiffused lithium niobate crystals // Journal of the Optical Society of America B. – 2002. – Vol. 19. – P. 1822–1829.
8. Popov V.L. Shandarov V.M. Study of planar waveguides fabricated from lithium niobate by successive diffusion of titanium and copper // Soviet Physics-Technical Physics. – 1991. – Vol. 36. – P. 1380–1382.
9. Smirnov E., Rüter C.E., Kip D., Shandarova K., Shandarov V. Light propagation in double-periodic nonlinear photonic lattices in lithium niobate // Applied Physics B. – 2007. – Vol. 88. – P. 359–362.
10. Davydov S.A., Trenikhin P.A., Shandarov V.M., Shandarova K.V., Kip D., Rueter Ch., Chen F. Quasi-one-dimensional Photonic Lattices and Superlattices in Lithium Niobate: Linear and Nonlinear Discrete light Diffraction // Physics of Wave Phenomena. – 2011. – Vol. 18. – P. 1–6.
11. Petrov M.P., Stepanov S.I., Khomenko A.V. Photorefractive Crystals in Coherent Optical Systems. – Berlin: Springer, 2013. – 277 p.

РАСПОЗНАВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ МЕТОДОМ ВИОЛЫ-ДЖОНСА

С.И. Беляев

Научный руководитель: доцент, к.т.н. В.Г. Ротарь

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: sib5@tpu.ru

LICENCE PLATE RECOGNITION USING VIOLA-JONES METHOD

S.I. Belyaev

Scientific Supervisor V.G. Rotar

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: sib5@tpu.ru

***Abstract.** This paper contains description of licence plate's recognition algorithm using Viola-Jones method. The results of the work program implementing the method of Viola-Jones C++ OpenCV library are performed.*

Введение. В последнее время все больше возникает потребность в автоматических средствах идентификации изображений. Одно из направлений данной сферы – разработка систем, анализирующих поток с камер в целях идентификации и анализа автомобильного номера. Главный аспект разработки таких систем – это выбор подходящего алгоритма компьютерного зрения, способного в режиме реального времени считывать автомобильный номер. Среди большого разнообразия алгоритмов выделяется способ классификации изображений, называемый «методом Виолы-Джонса» [1]. Разработанный изначально для распознавания лиц, алгоритм постепенно расширил область своего применения. Преимущество метода заключается в его скорости, обусловленный простотой вычисления признака классификации благодаря применению «каскадов Хаара»,- инновационных признаков обработки цифровых изображений. Таким образом, использование простых классификаторов показывает хорошую скорость и позволяет использовать этот метод в видеопотоке.

Распознавание объектов – одна из задач, решение которых необходимо для корректной работы любых автоматизированных систем, ставящих перед собой задачу классификации. Цель работы: используя возможности открытой библиотеки компьютерного зрения OpenCV [2] реализовать скрипт, позволяющий анализировать видеопоток в реальном времени, идентифицируя знаки с высокой точностью.

Данные для экспериментальной части. Данные для создания обучающей и тестовой выборки были взяты из открытого источника изображений для машинного обучения. Для обучения модели потребовалось две различные директории файлов, являющие собой наборы позитивных и негативных примеров для обучения: на которых присутствовали автомобильные номера, и на которых отсутствовали. Также изображения прошли предварительную обработку, стандартизирующую и позволяющую применить метод Виолы-Джонса: форматирование изображений до единого размера, и его бинаризация методом Оцу, обеспечивающим скорость выполнения алгоритма и его адаптивность к различному роду изображений [3].

Экспериментальная часть. Метод Виолы-Джонса включает в себя использование признаков Хаара, позволяющих распознавать образы изображения. В оригинальной статье Виолы-Джонса не использовались наклонные признаки, однако в целях повышения точности работы алгоритма они были добавлены в библиотеку OpenCV.

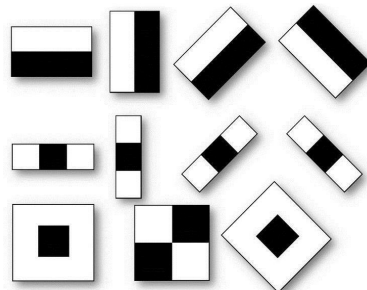


Рис. 1. Признаки Хаара

В процессе работы алгоритма для вычисления признаков изображения используется их интегральное представление, обеспечивающее линейное время его выполнения. Интегральное представление можно представить в виде матрицы, размеры которой совпадают с размерами исходного изображения I , где каждый элемент рассчитывается так

$$II(x, y) = \sum_{i=0, j=0}^{i \leq x, j \leq y} I(i, j)$$

где $I(i, j)$ — яркость пиксела исходного изображения. Матрица $II(x, y)$ содержит интегральные представления пикселей начальной матрицы.

При обучении заранее инициализированные веса на каждой итерации меняют свое значение таким образом, чтобы значение ошибки было минимальным [4]. Традиционным методом оптимизации при этом является предложенный в оригинальной статье Виолы-Джонса алгоритм AdaBoost. В цикле он вызывает слабый классификатор, и после каждой итерации происходит обновление весов таким образом, что больше всего веса дается плохо классифицируемым объектам, в результате чего впоследствии на них «фокусируется внимание» алгоритма. Взвешенная комбинация слабых классификаторов является сильным классификатором. В ходе написания скрипта с помощью программного обеспечения Cascade-Trainer-GUI [5] был реализован классификатор дорожных знаков формата xml, представляющий собой дерево признаков.

Результаты эксперимента. В ходе проверки разработанного скрипта на тестовых данных была выявлена корреляция точности распознавания данных от времени обучения алгоритма. Обучающая выборка данных составляла 852 фото автомобильных номеров. Из них 482 положительных примера и 370 отрицательных. Длительность обучения составила около 10 часов. На тестовых данных алгоритм показал точность около 82%. Количество ложных срабатываний не превысило 7% от общего числа автомобилей на видео. Время определения одного номера – меньше одной секунды.

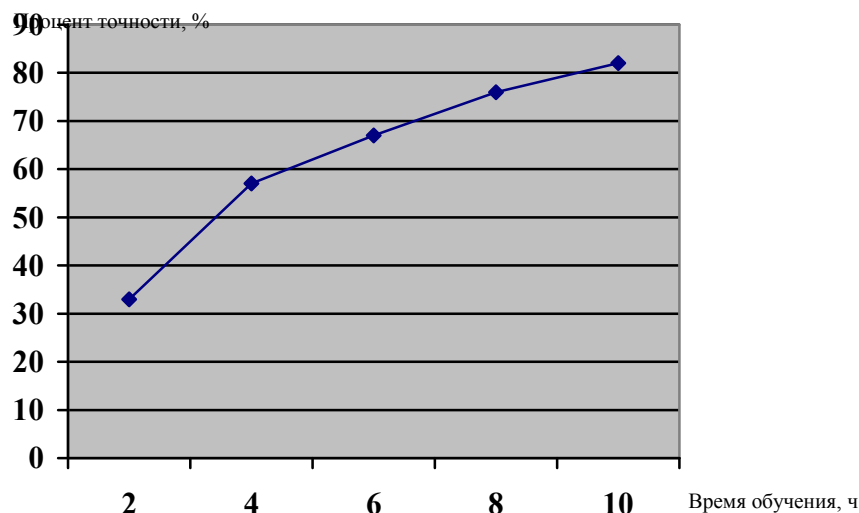


Рис. 2. Зависимость точности обучения от времени

Заключение. В результате работы средствами библиотеки OpenCV был реализован анализатор рамок автомобильных номеров в видеопотоке с применением метода Виолы-Джонса. Основными причинами неидеальной точности работы алгоритма является небольшой набор обучающих данных и недостаточная вычислительная мощность компьютеров, на которых производилось обучение модели. Также на точность анализа влияет качество видео, подающегося на вход программе.

Несмотря на то, что метод до сих пор остается актуальным и используется практически в любых системах, требующих анализ изображения, в целях улучшения точности определения он может быть оптимизирован. В настоящее время предпринимается множество попыток усовершенствования алгоритма. К примеру, можно векторизовать алгоритм по признакам либо по точкам, что позволит вычислять сразу несколько Хаар-признаков одновременно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Viola P., Jones M. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Feature // IEEE Conference of Computer Vision and Pattern Recognition. – 2001. – Vol. 1. – P. 511.
2. Open Source Computer Vision Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opencv.org/> (дата обращения: 18.01.2020)
3. N. Otsu A threshold selection method from gray level histograms // IEEE Trans.systems. Man And Cybernetics. – 1979. – Vol. 9. – P. 62-66.
4. Д.М. Азаров. Метод распознавания лиц Виолы-Джонса (Viola-Jones) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oxozle.com/2015/04/11/metod-raspoznavaniya-lic-violy-dzhonsa-viola-jones/>. (дата обращения: 18.01.2020)
5. Cascade Trainer GUI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://amin-ahmadi.com/cascade-trainer-gui/> (дата обращения: 18.01.2020)

**ШИРОКОАПЕРТУРНЫЙ УСКОРИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОНОВ НА ОСНОВЕ
ИОННО-ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ С ВЫВОДОМ ПУЧКА В АТМОСФЕРУ**С.Ю. Дорошкевич

Научный руководитель: к.т.н. М.С. Воробьев

Институт сильноточной электроники СО РАН, Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/3, 634055

E-mail: doroshkevich096@gmail.com**A WIDE-APERTURE ELECTRON ACCELERATOR BASED ON ION-ELECTRON EMISSION WITH
THE BEAM OUTPUT INTO AMBIENT ATMOSPHERE**S.Yu. Doroshkevich

Scientific Supervisor: Ph.D. M.S. Vorobyov

Institute of High Current Electronics, Russia, Tomsk, 2/3 Akademicheskoy Avenue, 634055

E-mail: doroshkevich096@gmail.com

***Abstract.** This work presents the principle of operation, design, and basic parameters of a wide-aperture electron accelerator based on secondary ion-electron emission. Current-voltage characteristics of the auxiliary glow discharge and dependences of the current in the accelerating gap, voltage and discharge current on the high voltage value are determined.*

Введение. Ускорительная техника остается актуальной сферой для изучения как фундаментальных физических процессов, так и новых возможных применений в прикладной области науки, поскольку пучки заряженных частиц имеют уникальные по своей природе свойства. Одной из областей ускорительной техники является генерирование электронных пучков большого сечения (ПБС). Данные пучки характеризуются площадью поперечного сечения порядка 1000 мм² и зачастую выводятся через тонкую металлическую фольгу в атмосферу или пространство, где происходит взаимодействие ускоренных электронов с веществом. ПБС способны обеспечивать высокую производительность процесса облучения за счет большой площади обработки и могут иметь относительно малую неоднородность (около 10%) плотности тока по сечению, что в определенных случаях является важным аспектом [1].

Отдельным типом ускорителей для создания ПБС являются источники, основанные на процессе вторичной электронной эмиссии. Ускорители такого типа имеют следующие преимущества: относительная простота конструкции, отсутствие нагревательных элементов, высокий срок службы и стабильность работы, умеренные требования к насосной группе, управление током пучка без изменения ускоряющего напряжения.

В данной работе описывается принцип действия, конструкция и основные параметры широко-апертурного ускорителя электронов на основе вторичной ионно-электронной эмиссии.

Экспериментальная часть. Конструкция ускорителя (рис. 1) включает в себя две основные области: область генерации вспомогательного разряда для создания анодной плазмы и область горения основного несамостоятельного высоковольтного тлеющего разряда (ВТР). Граница между этими областями установлена с помощью анодной решетки, конфигурация отверстий в которой повторяет конфигурацию отверстий в опорной решетке выпускного фольгового окна. Роль вспомогательного

разряда выполняет самостоятельный тлеющий разряд, в котором анодом являются две вольфрамовые проволоки, а катодом – стенки вакуумной камеры. Граница плазмы вспомогательного разряда стабилизирована анодной решеткой. Ионы, извлекаемые из плазмы вспомогательного разряда через отверстия в анодной решетке, ускоряются в ускоряющем зазоре и бомбардируют высоковольтный катод основного разряда. Часть ионов нейтрализуется в высоковольтном зазоре, и бомбардировка катода в этом случае осуществляется нейтралами, имеющих широкий энергетический спектр. В результате такой бомбардировки возникают электроны, которые также ускоряются в ускоряющем зазоре и, проходя через отверстия анодной и опорной решеток, выводятся в атмосферу.

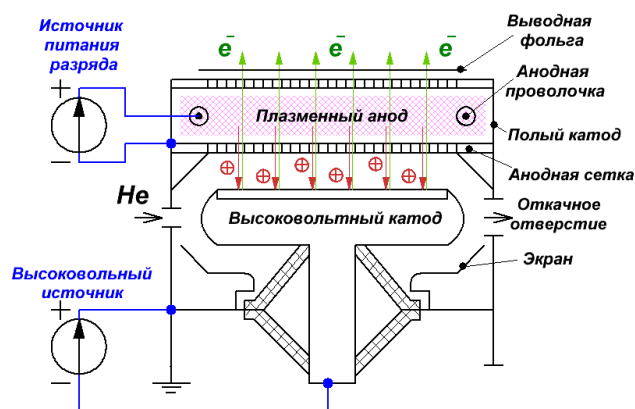


Рис. 1. Принципиальная схема ускорителя электронов

Ускоритель позволяет генерировать широкий ($400 \times 650 \text{ мм}^2$) непрерывный электронный пучок и выводить его в атмосферу через выпускное окно, перекрытое фольгой из сплава АМг-2н толщиной 30 мкм. Параметры пучка: энергия электронов до 150 кэВ, ток пучка до 50 мА.

Результаты. Одной из основных частей ускорителя является плазменный анод, формируемый самостоятельным тлеющим разрядом с полым катодом, вольт-амперные характеристики (ВАХ) которого были определены в зависимости от давления рабочего газа и величины ускоряющего напряжения. На рис. 2 приведены ВАХ тлеющего разряда при разных давлениях рабочего газа – гелия.

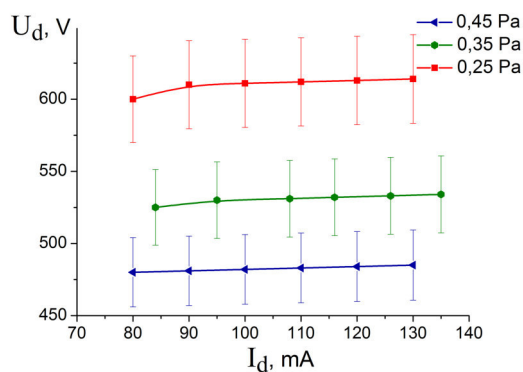


Рис. 2. ВАХ вспомогательного тлеющего разряда с полым катодом при разных давлениях He

При включении ускоряющего напряжения наблюдается снижение напряжения горения вспомогательного тлеющего разряда, что, по-видимому, связано с дополнительными взаимодействиями ускоренных от высоковольтного катода электронов и атомами рабочего газа в области анодной плазмы. Ток разряда практически не изменяется, что обусловлено режимом стабилизации тока источника питания разряда. Увеличение тока в ускоряющем промежутке объясняется ростом коэффициента вторичной электронной эмиссии при соответствующем увеличении энергии ионов, бомбардирующих катод [2].

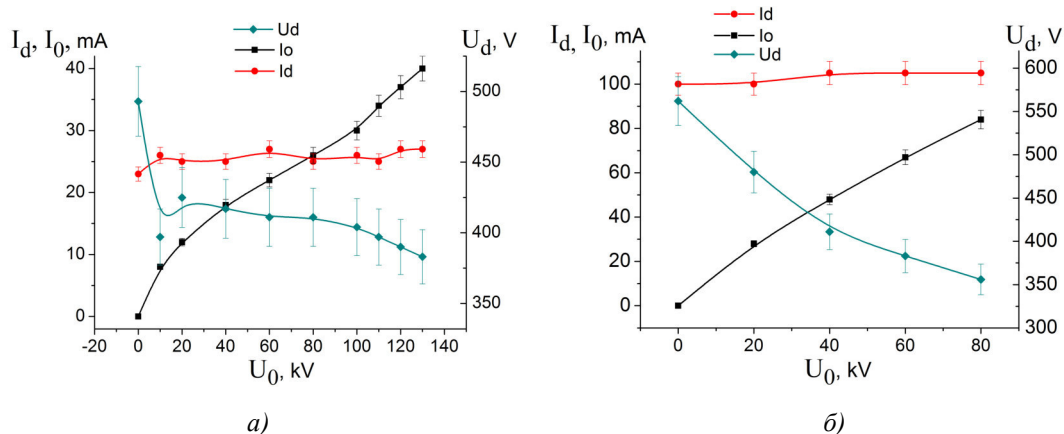


Рис. 3. Зависимости напряжения горения U_d , тока разряда I_d и тока в ускоряющем промежутке I_0 от величины ускоряющего напряжения U_0 для разных режимов горения разряда а) стационарный, б) импульсный $f = 5$ кГц, $\gamma = 80\%$

Зависимости от ускоряющего напряжения, приведенные на рис. 3 имеют схожий характер как для стационарного режима горения разряда, так и импульсного, однако в импульсном режиме, сохраняя одинаковый средний ток, варьирование коэффициента заполнения импульса может приводить к большей амплитуде тока разряда, концентрации плазмы и, следовательно, току пучка в течение импульса. Выявление данных зависимостей требует дополнительных исследований.

Заключение. В результате проведенной работы был выполнен запуск ускорителя электронов на основе ионно-электронной эмиссии, а также определены вольт-амперные характеристики вспомогательного тлеющего разряда и зависимости тока в ускоряющем промежутке, напряжения и тока разряда от величины высокого напряжения как в стационарном, так и импульсном режимах работы источника питания разряда при частоте следования импульсов до 50 кГц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаев С.П., Крейнделъ Ю.Е., Щанин П.М. Электронные пучки большого сечения – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 112 с.
2. Завьялов М.А., Крейнделъ Ю.Е., Новиков А.А., Шантурин Л.П. Плазменные процессы в технологических электронных пушках – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 256 с.

МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ ОТ УГРОЗ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

А.С. Дыхова, Д.Ю. Попова, А.К. Новохрестов

Научный руководитель: доцент, м.н.с., А.К. Новохрестов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: dyhovaanna7@gmail.com

MECHANISMS OF PROTECTION AGAINST THREATS IN A COMPUTER NETWORK

A.S. Dykhova, D.Y. Popova, A.K. Novokhrestov

Scientific Supervisor: Docent, Junior Researcher, A.K. Novokhrestov

Tomsk State University of System Controls and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: dyhovaanna7@gmail.com

***Abstract.** This article analyzes the available methods and mechanisms of protecting computer networks, formulates a definition of a protection mechanism, separates the concepts of a means and mechanism of protection, provides an approximate list of protection mechanisms against threats in a computer network.*

Введение. В настоящее время всеобщей компьютеризации актуальной является проблема обеспечения безопасности компьютерных сетей и информации в них [1]. Для обеспечения безопасности компьютерной сети необходимо определить актуальные угрозы, составить перечень необходимых мер и средств защиты от этих угроз [2, 3]. К сожалению, ни в одном источнике нет полного описания механизмов защиты, используемых при реализации тех или иных мер и средств по обеспечению безопасности. Поэтому целью данной работы стал анализ имеющихся методов и механизмов защиты компьютерных сетей, которые легли бы в основу для дальнейших разработок.

Текущее состояние предметной области. Главными направлениями исследований в данной отрасли являются различные методы и средства обеспечения информационной безопасности компьютерных сетей. Согласно [4, 5], были выделены следующие типы защиты сети: физическая безопасность; безопасность пользователей; защита файлов; защита от несанкционированного доступа.

В [6] авторы разработали метод оценки уровня защищенности информации в компьютерных на основе графа защищенности. Исходными данными для данного графа являются: перечень защищаемых ресурсов и их местоположение; состав и параметры функционирования средств защиты ресурсов; интенсивности нарушений безопасности информационных ресурсов, рассчитываемые отдельно для трех основных типов угроз безопасности информации; интенсивности восстановления защищенности ресурсов.

Средства защиты ресурсов разделяют в зависимости от их реализации: аппаратные, технические, организационные, технологические, программные. Они, в свою очередь, включают в себя различные механизмы защиты. Примером механизма защиты является механизм на основе игровой модели информационного противоборства, состоящей из однородных дифференциальных уравнений, описанный в [7].

Предлагаемый подход. Были выявлены следующие недостатки: отсутствие разграничения понятий «механизм защиты» и «средство защиты», определения понятия «механизма защиты», перечня механизмов защиты от угроз в компьютерной сети. Средство защиты – технические, программные,

программно – технические средства, вещества и/или материалы, предназначенные или используемые для защиты системы и/или информации в этой системе. Из определения ясно, что средство защиты состоит из набора определенных механизмов защиты. Было сформулировано следующее определение: механизм защиты – это совокупность мер, имеющих общее предназначение и использующихся совместно в различных программно-аппаратных средствах и устройствах для обеспечения защиты от угроз.

За основу при составлении примерного перечня механизмов защиты компьютерной сети был взят ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408 – 2 – 2012 [8]. В результате была составлена таблица механизмов защиты, включающая в себя критерии наличия механизмов в средствах защиты. Пример заполнения представлен в таблице 1.

Таблица 1

Механизмы защиты компьютерной сети

Название механизма	Определение	Критерии наличия в средстве защиты
Аудит безопасности	Механизм защиты, состоящий из комплексных проверок информационной структуры с целью оптимизации существующих параметров и характеристик или для выявления и последующего устранения сбоев и ошибок.	Ведение журналов аудита, реагирование, управление инцидентами, анализ журнала.
Политика управления доступом	Механизм защиты, отвечающий за разграничение доступа между объектами системы.	Возможность однозначного разграничения доступа, управление учетными записями объектов, разделение полномочий/ролей, правила выделения ресурсов для пользователей извне.
Идентификация и аутентификация	Механизм защиты, направленный на распознавание признаков, идентифицирующих объект и процесс подтверждения подлинности сущностей или атрибутов с установленным или известным уровнем гарантии.	Однозначные идентификация и аутентификация объектов и устройств, возможность сопоставления идентификатора объекта с субъектами, возможность двухфакторной аутентификации привилегированным субъектам, наличие механизма одноразовых паролей, возможность блокирования идентификатора.

Составленный перечень является не полным, так как основан лишь на одном опорном источнике. В будущем планируется дополнить и обосновать классификацию механизмов защиты, определить все критерии наличия механизмов в средствах защиты и разработать методику оценки защищенности компьютерной сети.

Заключение. В результате выполнения данной работы был проведен анализ научных источников в области обеспечения информационной безопасности компьютерных сетей, сформулировано определение механизма защиты, составлен примерный перечень механизмов защиты. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках базовой части государственного задания ТУСУРа на 2020–2022 гг. (проект № FEWM-2020-0037).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новохрестов А.К., Никифоров Д.С., Конев А.А., Шелупанов А.А. Модель угроз безопасности автоматизированной системы коммерческого учета энергоресурсов. // Доклады ТУСУРа. – 2016. – Т.19., №3. – С. 111–114.

2. Yuill J. Intrusion-detection for incident-response, using a military battlefield-intelligence process / J. Yuill, F. Wu, J. Settle, F. Gong, R. Forno, M. Huang, J. Asbery // *Comput. Networks*. – 2000. – No. 34. – P. 671 – 697.
3. Новохрестов А.К., Конев А.А. Оценка качества защищенности компьютерных сетей. // *Динамика систем, механизмов и машин: матер. XI Междунар. научно-практической конференции*. – Омск: ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет». 2014. – № 4. – С. 85–87.
4. Жигулин Г. П. Организационное и правовое обеспечение информационной безопасности. – СПб. : СПб НИУИТМО, 2014. – 173 с.
5. Завгородний В. И. Комплексная защита информации в компьютерных системах: учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
6. Козленко А.В., Авраменко В.С., Саенко И.Б., Кий А.В. Метод оценки уровня защиты информации от НСД в компьютерных сетях на основе графа защищенности. // *Труды СПИИРАН*. – 2012. – Вып. 2 (21). – С. 41–55.
7. Поначугин А.В. Проблемы и реализация комплекса мер безопасности компьютерных сетей. // *ВЕСТНИК НГИЭИ*. – 2016. – С. 99–106.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408 – 2 –2013. Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные компоненты безопасности.

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НС ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОРОШКАХ НЕЛИНЕЙНЫХ
КРИСТАЛЛОВ СКАНДОБОРАТОВ**

А.Я. Жамус¹, Д.М. Ежов¹, А.А. Горевячева²

Научный руководитель: доцент, к.ф-м.н. В.А. Светличный¹

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

²Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, 630090

E-mail: ammarjamous2@gmail.com

**NS LASER RADIATION CONVERSION IN POWDERS
OF SCANDIUM BORATE NONLINEAR CRYSTALS**

A.Y. Jamous¹, D.M. Ezhov¹, A.A. Goreyavcheva²

Scientific Supervisor Associate Professor, Dr. Ph.D., V.A. Svetlichnyi¹

¹Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin ave, 36, 634050

²Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Russia, Novosibirsk, Academician Koptug ave. 3, 630090

E-mail: ammarjamous2@gmail.com

Abstract. *Nonlinear optical properties of novel scandium borate crystals $R_xLa_ySc_z(BO_3)_4$ ($R = Sm, Tb$) have been studied. Kurtz and Perry method was used to investigate the efficiency of SHG and to verify phase matching. 1064 nm Nd:YAG laser was used as a pump source. d_{eff} were estimated relative to d_{eff} of KDP as 1.7 and 2.1 for $R = Sm, Tb$.*

Введение. В связи с широким практическим использованием лазеров, всегда актуальной задачей кристаллооптики является поиск и создание материалов, которые позволили бы повысить эффективности лазерных систем, расширить их спектральный диапазон. Решение этих задач связано с поиском новых кристаллических материалов, позволяющих преобразовывать лазерное излучение методами нелинейной оптики. Среди известных и широко используемых нелинейных кристаллов можно выделить боратные: ВВО, ЛВО, КАВО. Эти кристаллы обладают высокой стойкостью и хорошей эффективностью преобразования. Данные свойства обуславливают интерес поиска и синтеза других оксидных кристаллов на основе боратов. К таким материал, которые успешно синтезируются и исследуются в последнее время относятся двух- и трехкатионные ортобораты [1].

Среди эффективных методов исследования новых нелинейных кристаллов следует выделить метод Куртца-Перри (К-П), который представляет собой порошок тест и позволяет дать относительную оценку эффективности нелинейно-оптических преобразования, с использованием фракционированных порошков нелинейного кристалла. С помощью данного метода можно сравнивать интенсивность генерации второй гармоники (ГВГ) в порошке исследуемого кристалла с интенсивностью ГВГ порошка другого нелинейного кристалла, с известными свойствами [2]. Метод К-П позволяет оценить коэффициент эффективной нелинейности порошковых образцов кристаллов, и, что

немаловажно, определить достигается ли условия фазового синхронизма, без необходимости синтезировать дорогой монокристаллический образец.

Данная работа посвящена исследованию ГВГ в порошках новых трёхкатионных боратов и определению их коэффициентов эффективной нелинейной восприимчивости, в сравнении с известным кристаллом KDP, при воздействии наносекундного (нс) излучения, методом К-П.

Экспериментальная часть. Для исследования были выбраны два кристалла трёхкатионных скандоборатов $\text{Sm}_{0,34}\text{La}_{0,68}\text{Sc}_{2,98}(\text{BO}_3)_4$ (SLSB) и $\text{Tb}_{0,23}\text{La}_{0,77}\text{Sc}_3(\text{BO}_3)_4$ (TLSB), выращенные методом TSSG. Исходные образцы представляли собой порошок из неориентированных монокристаллов размером от долей до 2-5 мм. Из них были приготовлены 6 фракций: 20-40 мкм, 40-75 мкм, 75-100 мкм, 100-125 мкм, 125-150 мкм и 150-200 мкм. Для исследования эффективности ГВГ в порошковых образцах была разработана установка по исходной схеме К-П [2]. Для накачки был использован нс импульсный Nd:YAG лазер LS-2132UTF (LOTIS ТП, Беларусь) ($\lambda = 1064$ нм, $\tau = 7,4$ нс). В качестве стандартного образца использовался порошок кристалла KDP с известными нелинейными свойствами. ГВГ для каждой фракции была исследована при разных плотностях мощности до 50 МВт/см^2 , уровень накачки изменялся набором светофильтров. Из аппроксимированных кривых интенсивности ГВГ в зависимости от плотности мощности, рассчитывался коэффициент эффективной нелинейной восприимчивости:

$$\frac{d_{eff}}{d_{eff}(KDP)} = \sqrt{\frac{I}{I(KDP)}},$$

где d_{eff} – эффективная восприимчивость, I – интенсивность сигнала второй гармоники.

Результаты. На рис.1 приведены результаты исследования интенсивности ГВГ от плотности мощности лазера. Наблюдается характерная квадратичная зависимость интенсивности ГВГ от плотности мощности накачки.

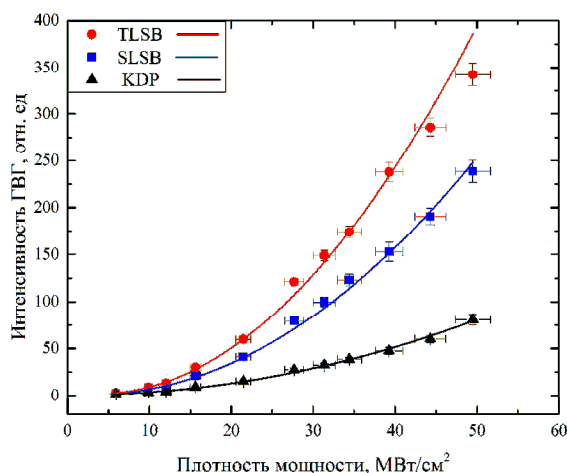


Рис. 1. Интенсивность ГВГ в зависимости от плотности мощности накачки для фракций 125-150 мкм

Результаты исследования интенсивности ГВГ в зависимости от размеров фракций представлены на рис. 2. Была получена типичная зависимость увеличения интенсивности ГВГ при увеличении размера фракции, что говорит о возможности выполнения условий фазового синхронизма, отсутствии центральной симметрии и о монокристалличности исследуемых частиц порошка.

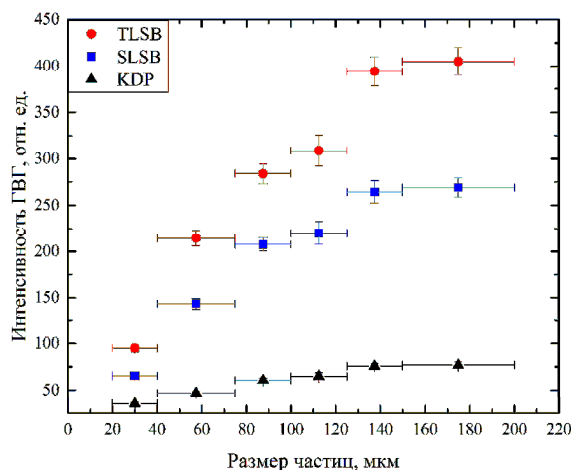


Рис. 2. Интенсивность ГВГ в зависимости от размера частиц

Интенсивность ГВГ в порошках SLSB в 2,6-2,9, а в порошках TLSB в ~4,4 раза выше, чем в порошках KDP. Таким образом, оценка величины эффективной нелинейной восприимчивости исследованных кристаллов дает (Табл. 1): $d_{eff}(SLSB) \approx 1,7 \cdot d_{eff}(KDP)$, и $d_{eff}(TLSB) \approx 2,1 \cdot d_{eff}(KDP)$.

Таблица 1

Относительная эффективная нелинейная восприимчивость исследованных кристаллов

Фракция	I(KDP)	Sm _{0,34} La _{0,68} Sc _{2,98} (BO ₃) ₄			Tb _{0,23} La _{0,77} Sc ₃ (BO ₃) ₄		
		I	I/I(KDP)	d _{eff} /d _{eff} (KDP)	I	I/I(KDP)	d _{eff} /d _{eff} (KDP)
40-75	7,1889	20,903	2,907	1,705	16,885	2,3488	1,532
75-100	9,756	29,234	2,996	1,731	42,997	4,406	2,099
100-125	10,27	26,828	2,611	1,616	45,321	4,412	2,101

Заключение. В результате исследований ГВГ методом К-П было установлено, что выбранные для тестирования трёхкатионные скандобораты преобразуют нс-излучение с большей эффективностью, чем KDP. Таким образом, кристаллы SLSB и TLSB являются перспективными для нелинейно-оптических применений. Полученные результаты применимы в дальнейшем, как для исследований нелинейных свойств объёмных кристаллов. Далее планируется исследование их нелинейных свойств при воздействии фс-лазерных импульсов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-05-00198.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kokh A. E., Kononova N. G., Shevchenko V. S., Seryotkin Yu V., Bolatov A. K., Abdullin Kh A., Uralbekov B. M., Burkitbayev M. Syntheses, crystal structure and luminescence properties of the novel isostructural KScR(BO₃)₂ with R = Y, Yb, Tb // J. Alloys Compd. – 2017. – Vol. 711. – P. 440–445.
2. Kurtz S. K., Perry T. T. A Powder Technique for the Evaluation of Nonlinear Optical Materials // J. Appl. Phys. – 1968. – Vol. 39, № 8. – P. 3798–3813.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ N-НОРМ ДЛЯ АНАЛИЗА УСТРОЙСТВА С ОДНОКРАТНЫМ
МОДАЛЬНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**

А.В. Жечева, Е.С. Жечев

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Т.Р. Газизов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: zhechev75@gmail.com

USING N-NORMS FOR ANALYSIS OF A DEVICE WITH SINGLE MODAL RESERVATION

A.V. Zhecheva, Y.S. Zhechev

Scientific Supervisor: Prof., Doctor of Science in Engineering T.R. Gazizov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin ave., 40, 634050

E-mail: zhechev75@gmail.com

***Abstract.** The article presents the results of N-norm calculations for a device with a single modal reservation. Using a quasi-static approach, we obtained a time response at the far end of the reserved and reserving conductors. The results show that the probability of failure of the reserving equipment is lower than that of the reserved equipment.*

Введение. Для повышения надежности критической радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) применяют резервирование. За счет введения избыточности достигается максимальная отказоустойчивость. По уровню нагрузки резерва выделяют горячее, теплое и холодное резервирования. Последний тип получил наибольшее распространение ввиду простоты реализации. Модальное резервирование (МР) является перспективной разновидностью холодного резервирования [1, 2]. Основная её идея заключается в расположении основной и резервной частей печатной платы (ПП) таким образом, чтобы между их проводниками образовывалась сильная электромагнитная связь. Вследствие этого, появляется возможность использования модальных искажений для борьбы с кондуктивными помехами малой длительности. На рис. 1 приведена принципиальная схема обобщенной линии передачи с однократным МР. За счет различных фазовых скоростей составляющие сверхкороткого импульса (СКИ) распространяются с разными задержками. Это приводит к разложению входного воздействия на последовательность импульсов меньшей амплитуды. В случае однократного резервирования на дальнем конце резервируемого проводника образуются два однополярных импульса, а резервирующего – два разнополярных импульса. Таким образом, при достаточно большой амплитуде и малой длительности СКИ могут оказаться под угрозой компоненты, оканчивающие не только резервируемую (R3), но и резервирующую (R4) линию передачи. Между тем, в известных работах по МР оценка этой угрозы не проводилась. Цель данной работы – на примере однократного МР микрополосковой линии передачи (МПЛ) выявить и сравнить критичность импульсов различной полярности, используя N-нормы.

Подходы, методы и конструкция. В качестве метода моделирования использован квазистатический подход, основанный на методе моментов [3]. Предполагается, что в линии передачи распространяется только поперечная Т-волна. Моделирование проводилось с учетом потерь в

проводниках и диэлектрике. В узел $V1$ подавался трапецевидный импульс со следующими параметрами: время нарастания t_r , спада t_f и плоской вершины t_d по 100 пс, амплитуда 2 В. В согласованном случае в узле $V2$ наблюдается импульс схожей формы, но амплитудой 1 В. Анализировались формы напряжения на дальнем конце резервируемого ($V4$) и резервирующего ($V5$) проводников.

Для анализа критичности однополярных и разнополярных импульсов использованы N -нормы [4]. Они позволяют оценить степень влияния мощного импульса на электронное оборудование и компоненты. В табл. 1 приведены анализируемые нормы и их характеристики.

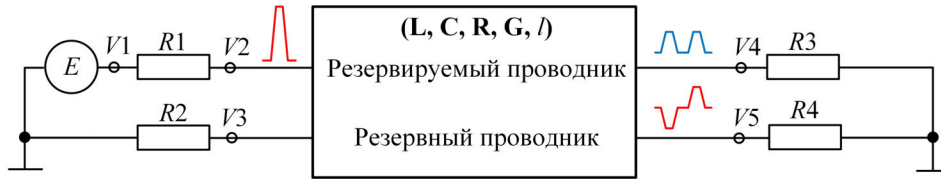


Рис. 1. Принципиальная схема обобщенной линии передачи с однократным МР

Таблица 1

N -нормы и их характеристики

№	1	2	3	4	5
Формула	$N_1 = R(t) _{\max}$	$N_2 = \left \frac{\partial R(t)}{\partial t} \right _{\max}$	$N_3 = \left \int_0^t R(t) dt \right _{\max}$	$N_4 = \int_0^{\infty} R(t) dt$	$N_5 = \left\{ \int_0^{\infty} R(t) ^2 dt \right\}^{\frac{1}{2}}$
Название	Пиковое (абсолютное) значение	Пиковая (абсолютная) производная	Пиковый (абсолютный) импульс	Выпрямленный общий импульс	Квадратный корень интеграла действия
Применение	Сбой схемы / электрический пробой / дуговые эффекты	Искрение компонента / сбой схемы	Диэлектрический пробой (если R обозначает поле E)	Повреждение оборудования	Выгорание компонента

Поперечное сечение МПЛ с однократным МР изображено на рис. 2. Резервирующий проводник располагается рядом с резервируемым для обеспечения сильной электромагнитной связи. Для выполнения условий разложения и согласования источника с линией передачи выбраны следующие геометрические параметры: ширина проводника $w = 0,85$ мм, разнос $s = 0,2$ мм, высота проводников $t = 0,035$ мм, высота подложки $h = 0,5$ мм, длина $l = 1$ м. Относительная диэлектрическая проницаемость $\epsilon_r = 4,5$ и тангенс угла диэлектрических потерь подложки $\text{tg}\delta = 0,025$ приведены для частоты 1 МГц. Сопротивления $R1, R2, R3, R4$ равны 50 Ом.



Рис. 2. Поперечное сечение МПЛ с однократным МР

Результаты. На рис. 3 представлены формы напряжения в узлах $V2$, $V4$, $V5$. В табл. 2 сведены вычисленные нормы для $V4$, $V5$.

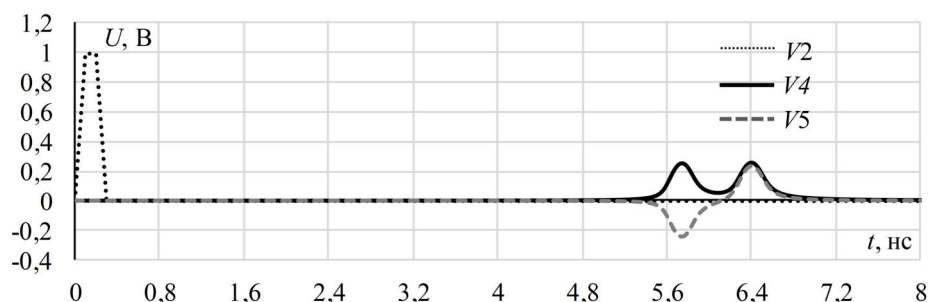


Рис. 3. Результаты моделирования во временной области устройства с однократным МР

Таблица 2

N-нормы для узлов $V4$, $V5$

№	1	2	3	4	5
$V4$	0,255684	1,4545e9	19,3189e-11	2,0528e-10	5,3221e-06
$V5$	0,233561	1,4366e9	7,51722e-11	1,5237e-10	4,7841e-06
Отклонение, разы	1,094	1,012	2,57	1,347	1,112

Наблюдается, что СКИ разложился на два импульса одинаковой амплитуды и полярности на дальнем конце резервируемого проводника. На дальний конец резервирующего проводника пришли два импульса разной полярности. Квазистатический анализ показал, что значения вычисленных норм в узле $V5$ меньше, чем в узле $V4$. Наибольшее отклонение наблюдается у третьей и четвертой норм. Предварительно, можно заключить, что в случае воздействия на компонент импульсов разной полярности вероятность диэлектрического пробоя и повреждения оборудования ниже.

Заключение. Таким образом, впервые проведен анализ норм напряжения в конце резервируемой и резервирующей МПЛ с однократным МР. Выявлено, что, учитывая воздействие, вероятность выхода из строя резервного оборудования ниже. Между тем неучтенным остается факт отсутствия питающего напряжения в резервирующей цепи. Поэтому целесообразно проведение дополнительных вычислительных и натурных экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарафутдинов В.Р., Газизов Т.Р. Анализ способов резервирования на основе модальной фильтрации // Системы управления, связи и безопасности – 2019. – № 3. – С. 117–144.
2. Газизов Т.Р., Орлов П.Е., Заболоцкий А.М., Буичкин Е.Н. Новый способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием // Доклады ТУСУРа. – 2015. – № 3. – С. 129–131.
3. Заболоцкий А.М. Модели, алгоритмы, методики, технологии и устройства для обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата. Дисс. ... доктора. техн. наук. – Томск, 2016. – 481 с.
4. Baum C. Norms and Eigenvector norms // Mathematics Notes. – 1979. – Vol. 63.

**ПАРАМЕТРЫ ПУЧКОВОЙ ПЛАЗМЫ, СОЗДАВАЕМОЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ
НЕПРЕРЫВНОГО ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ В ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ СРЕДНЕГО ВАКУУМА**А.А. Зенин, Е.М. Сорокина

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: zenin1988@gmail.com**PARAMETERS OF BEAM PLASMA GENERATED WITH CONTINUOUS ELECTRON BEAM IN
THE FOREVACUUM PRESSURES RANGE**A. A. Zenin, E. M. Sorokina

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: zenin1988@gmail.com

***Abstract.** The article represents the results of studying the parameters of a beam plasma generated by continuous electron beam in the forevacuum pressures range. It is shown that with discharge current increasing from 100 to 1000 mA, there is an increase in concentration of the plasma beam and temperature of the plasma electrons.*

Введение. Пучки электронов традиционно используются во многих технологиях обработки материалов. Они активно применяются при электронно–лучевой сварке, плавке, размерной обработке металлов и т.д. В настоящее время разработано большое количество источников электронов, отличающихся по своим характеристикам и области применения. Электронные источники с энергией от 150 до 500 кэВ, обычно используются для обработки поверхностей и облучения покрытий и полимерных пленок. Высокоэнергетические электронные источники имеют энергию электронов от 5 до 10 МэВ и используются для стерилизации медицинских инструментов и обработки пищевых продуктов. Особое место среди источников занимают так называемые форвакуумные плазменные электронные источники, основанные на эмиссии из плазмы тлеющего разряда с полым катодом [1]. Источники работают в диапазоне среднего вакуума, так называемого форвакуума, в изобарическом режиме, т.е. давление в самом источнике и вакуумной камере совпадает и, как правило, составляет от 5 до 20 Па. Достигнутые значения мощности (порядка 3–4 кВт) позволяют использовать такие пучки для термического воздействия на тугоплавкие металлы. Но основная особенность такого типа источников – возможность непосредственной обработки диэлектриков – керамики, стекла, полимеров и др. [2], поскольку образующаяся в результате взаимодействия электронов пучка с молекулами и атомами газа плотная пучковая плазма служит прекрасным нейтрализатором отрицательного заряда, приносимого электронами пучка на облучаемый диэлектрик. Пучковая плазма помимо полезного действия может оказывать и негативное влияние на распространение пучка: при определенных давлениях газа, энергиях электронов и плотности тока электронного пучка взаимодействие электронов с плазмой провоцирует возникновение пучково–плазменного разряда (ППР). Настоящая работа посвящена исследованию параметров пучковой плазмы непрерывного электронного пучка в вакуумной камере при давлении гелия 30 Па.

Экспериментальная часть. Экспериментальное исследование параметров пучковой плазмы, возникающей при прохождении электронного пучка через газовую атмосферу при давлениях среднего

вакуума (форвакуума), проводилось на вакуумной установке, оснащенной форвакуумным плазменным источником электронов, оборудованием для откачки воздуха из камеры, источниками электропитания и диагностики (рис. 1).

Форвакуумный плазменный электронный источник 1 устанавливался на боковой стенке вакуумной камеры 2 с давлением около 5 Па, созданным с помощью механического насоса 3 ВОО Edwards E2M80. Гелий марки А (чистота 99,99%) напускался непосредственно в вакуумную камеру до давления 30 Па. Необходимый уровень давления в вакуумной камере поддерживался игольчатым натекателем.

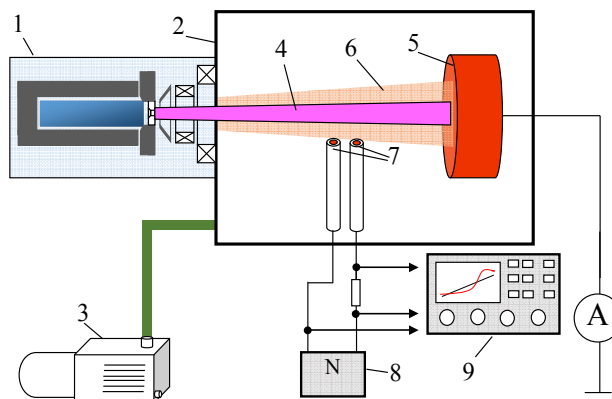


Рис. 1. Экспериментальная установка. 1 – плазменный источник электронов, 2 – вакуумная камера, 3 – форвакуумный насос, 4 – электронный пучок, 5 – коллектор, 6 – пучковая плазма, 7 – двойной лэнгмюровский зонд, 8 – генератор пилообразного напряжения, 9 – осциллограф

Плазменный источник электронов основан на эмиссии из плазмы разряда с полым катодом и состоит из цилиндрического полого катода, плоского анода, с установленным перфорированным электродом и экстрактором. Перфорированный электрод выполнен из тантала толщиной 3 мм и содержит 21 эмиссионное отверстие диаметром 1,7 мм. Общий диаметр электрода составляет 14 мм. Конструкция источника обеспечивает его работоспособность при давлении 5–50 Па. Источник позволяет генерировать пучок электронов с энергией 1–20 кэВ, током до 500 мА. Диаметр электронного пучка на коллекторе составляет 1 см. После прохождения вакуумной камеры электронный пучок 4 улавливается водоохлаждаемым коллектором 5 с подключенным амперметром для измерения тока пучка.

Измерение концентрации плазмы осуществлялось с использованием двойного лэнгмюровского зонда 7. Зонды представляют собой медные диски диаметром 1 мм, установленные и закрепленные в керамических трубках. Расстояние между центрами приемных частей зондов составляет 1 см. Зонды устанавливались вдоль линии распространения электронного пучка на расстоянии 5 см от его оси и 10 см от коллектора. Расстояние от источника электронов до коллектора составляло 30 см, Смещение ± 100 В подавалось на зонды от генератора 8. Измерение падения напряжения между зондами, а также протекающего в цепи одного из зондов тока осуществлялось с помощью цифрового запоминающего осциллографа 9 Tektronix 2024В. Обработка зондовой характеристики осуществлялась по стандартной методике, описанной в работе [3].

Результаты. Ниже приведены зависимости концентрации пучковой плазмы и температуры электронов от тока разряда плазменного источника (рис. 2). В экспериментах ускоряющее напряжение устанавливалось равным 6 кВ, а ток разряда менялся от 100 до 1000 мА (ток пучка от 40 до 350 мА соответственно).

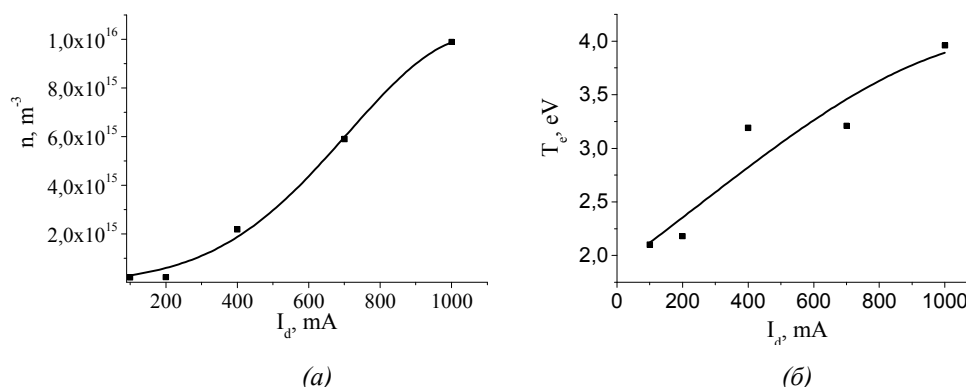


Рис. 2. Зависимость концентрации пучковой плазмы (а) и температуры электронов (б) от тока разряда

При транспортировке электронного пучка с давлением гелия приблизительно 30 Па можно отличить два различных участка. Начальный участок зависимости концентрации плазмы и температуры электронов от тока разряда до 200 мА (ток пучка до 40 мА) характеризуется достаточно низкой концентрацией пучковой плазмы (порядка 10^{14} м^{-3}) и температурой электронов немного выше 2 эВ. При токе разряда, превышающем 200 мА (ток пучка более 40–50 мА), наблюдается зажигание пучково–плазменного разряда (ППР), сопровождающееся ростом концентрации плазмы до значений 4–8 10^{15} м^{-3} и температура электронов возрастает до 3–4 эВ.

Заключение. В результате проведенных экспериментов была измерена концентрация плазмы в двух режимах транспортировки электронного пучка. При отсутствии ППР концентрация плазмы составляла приблизительно 10^{14} м^{-3} . Зажигание ППР приводило к увеличению (на 1–2 порядка) концентрации плазмы и повышению температуры электронов в два раза (с 2 до 4 эВ).

Работа поддержана грантом РФФИ № 19–48–700004 р_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Окс Е.М. Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения. – М.: НТЛ, 2005. – 216 с.
2. Зенин А.А. Электронно – лучевая пайка алюмооксидной керамики с металлом с применением форвакуумного плазменного источника электронов / А.А. Зенин, А.С. Климов // Доклады ТУСУРа. – март 2013. – № 1 (27). – С. 10–13.
3. Merlino R.L. Understanding Langmuir probe current–voltage characteristics // American Journal of Physics. – 2007. – Vol. 75, No. 12. – P. 1078.

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭКРАНИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.А. Иванов, А.В. Демаков

Научный руководитель: доцент, к.т.н., М.Е. Комнатнов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: anton.ivvv@gmail.com

**ANALYTICAL MODEL FOR ESTIMATING SHIELDING EFFECTIVENESS
OF MULTILAYER COMPOSITE MATERIALS**

A.A. Ivanov, A.V. Demakov

Scientific Advisor: assistant professor, Ph.D., M.E. Komnatnov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: anton.ivvv@gmail.com

***Abstract.** The paper presents an analytical model for estimating shielding effectiveness of multilayer composite materials. This model was validated on the example of single-layer and two-layer structures. The results obtained by the presented model and in a computational experiment using a coaxial cell are in good agreement.*

Введение. Экранирующие конструкции (ЭК) широко используются для защиты узлов и блоков радиоэлектронных средств (РЭС) от воздействия излучаемых электромагнитных помех. В качестве материалов для изготовления ЭК применяются металлы и их сплавы, которые отличаются высокой эффективностью экранирования (ЭЭ), однако обладают значительной массой. С целью уменьшения массы при разработке ЭК применяются многослойные полимерные композиционные материалы (КМ) [1]. Традиционно, экранирующие свойства КМ определяются при помощи измерений по стандартам MIL-STD-285, IEEE-STD-299, ASTM ES7 и ASTM D 4935. Однако зачастую выполнение подобных измерений невозможно, в особенности на ранних этапах проектирования РЭС. В таких случаях для предварительной оценки ЭЭ наиболее предпочтительно использовать аналитические модели, поскольку они не требуют значительных вычислительных ресурсов [2]. Однако существующие модели [3–5] позволяют вычислить ЭЭ только для многослойных экранов, выполненных из металла. Целью данной работы является разработка аналитической модели для оценки ЭЭ многослойных полимерных КМ.

Аналитическая модель. Согласно [4] плоский экран толщиной t при падении на него плоской электромагнитной волны может быть представлен в виде отрезка двухпроводной линии передачи (ЛП) длиной t с волновым сопротивлением Z и комплексной постоянной распространения k . Тогда, исходя из эквивалентности телеграфных уравнений и уравнений Максвелла для гармонических колебаний, ЭЭ может быть вычислена из напряжений и токов в ЛП. При этом если электромагнитный экран выполнен из i слоев, то он может быть представлен в виде i отрезков ЛП, соединенных последовательно (рис. 1). В этом случае, для расчета напряжений и токов удобно использовать A -формулу записи параметров четырехполюсников. Для набора из i -отрезков ЛП A -параметры могут быть определены как [3]

$$[A] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} = \prod_{n=1}^i \begin{bmatrix} \cosh(k_n t_n) & Z_n \sinh(k_n t_n) \\ \frac{\sinh(k_n t_n)}{Z_n} & \cosh(k_n t_n) \end{bmatrix}.$$

Предполагая, что каждый слой КМ является однородным и изотропным, волновое сопротивление и постоянная распространения в i -ом слое могут быть вычислены как [6]

$$Z = Z_0 \sqrt{\mu_r / \epsilon_r},$$

$$k = j2\pi f \sqrt{\mu_r \epsilon_r} c^{-1},$$

где $Z_0 = 120\pi$ Ом, c – скорость света в свободном пространстве, f – частота источника воздействия, μ_r и ϵ_r – относительные магнитная и диэлектрическая проницаемости i -го слоя КМ.

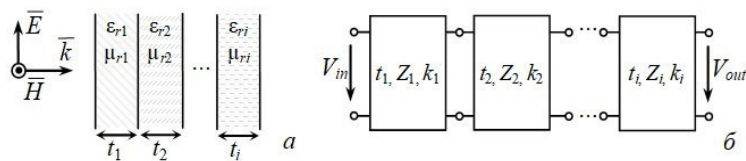


Рис. 1. Экран из многослойного КМ (а) и его эквивалентная схема (б)

Исходя из телеграфных уравнений с учетом отражений на границах между слоями КМ, ЭЭ многослойного экрана (рис. 1а) может быть вычислена как [3]

$$SE = 20 \lg \left| \frac{V_{in}}{V_{out}} \right| = 20 \lg \left| \frac{a_{21} Z_0^2 + a_{22} Z_0 + a_{11} Z_0 + a_{12}}{2 Z_0} \right|,$$

где V_{in} , V_{out} – входное и выходное напряжения в эквивалентной схеме (рис. 1б).

Тестирование модели. Для тестирования модели вычислена ЭЭ четырех однослойных КМ ($t=2$ мм) со следующими параметрами: 1) $\mu_r = 20$, $\epsilon_r = 1$; 2) $\mu_r = 8$, $\epsilon_r = 1$; 3) $\mu_r = 1$, $\epsilon_r = 15$; 4) $\mu_r = 1$, $\epsilon_r = 10$. Сравнивались результаты, полученные по этой модели и в рамках вычислительного эксперимента с использованием электродинамической модели коаксиальной камеры [7]. Полученные результаты представлены на рис. 2. Видно, что зависимости хорошо согласуются, а отличие не превышает 0,8 дБ.

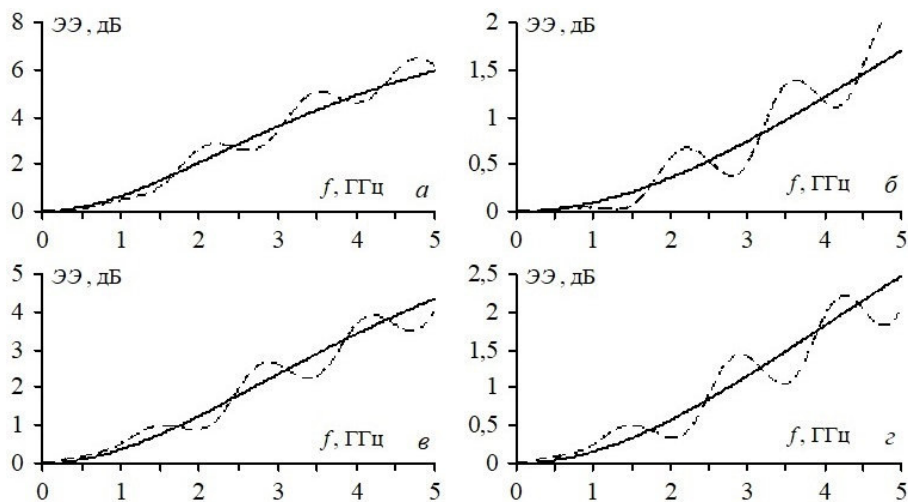


Рис. 2. Частотные зависимости ЭЭ для КМ: 1 (а), 2 (б), 3 (в) и 4 (з), полученные по аналитической модели (—) и с помощью электродинамической модели коаксиальной камеры (---)

Далее, с помощью предложенной аналитической модели и электродинамической модели коаксиальной камеры, выполнены вычисления ЭЭ двухслойных композитных материалов ($t_1=t_2=1$ мм) со следующими параметрами: 1) $\mu_{r1}=20$, $\epsilon_{r1}=1$, $\mu_{r2}=1$ и $\epsilon_{r2}=20$; 2) $\mu_{r1}=2$, $\epsilon_{r1}=4$, $\mu_{r2}=1$ и $\epsilon_{r2}=8$. Полученные частотные зависимости ЭЭ представлены на рис. 3. Видно, что зависимости полностью согласуются, а отличие не превышает 0,1 дБ.

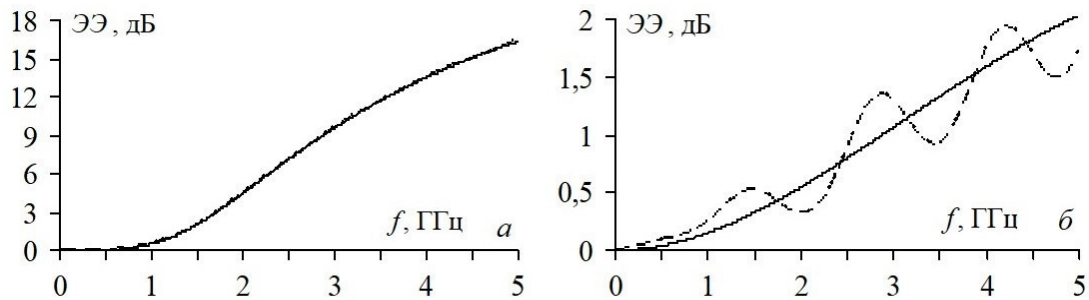


Рис. 3. Частотные зависимости ЭЭ двухслойных КМ: 1 (а) и 2 (б), полученные по аналитической модели (—) и в результате вычислительного эксперимента (---)

Заключение. Разработана аналитическая модель для оценки ЭЭ полимерных многослойных экранирующих КМ. Выполнены вычисления ЭЭ шести материалов с различными электрофизическими параметрами. Показано хорошее согласование между результатами, полученными предложенной моделью и с помощью электродинамической модели коаксиальной камеры. Результаты данного исследования могут быть применены для создания высокоэффективных ЭК современных РЭС.

Разработка аналитической модели выполнена в рамках гранта РФФИ № 19-79-10162 в ТУСУРе, вычислительный эксперимент выполнен в рамках гранта РФФИ №18-38-00619.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bremner P.G. et al. Shielding effectiveness – when to stop blocking and start absorbing // IEEE Int. Symp. Electromagn. Compat., Signal & Power Integr. (EMC SIPI). – 2019. – P. 1–8.
2. Комнатнов М.Е., Газизов Т.Р., Дементьев А.С. Моделирование эффективности экранирования металлической пластиной для бортовой аппаратуры космического аппарата // Доклады ТУСУР. – 2011. – № 2 (24). – Ч. 1. – С. 133–136.
3. Shi D., Gao Y., Shen Y. Determination of shielding effectiveness of multilayer shield by making use of transmission line theory // Int. Symp. Electromagn. Compat. Electomagn. Ecolg. – 2007. – P. 1–3.
4. Schulz R.B., Plantz V.C., Brush D.R. Shielding theory and practice // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. – 1988. – Vol. 30, No. 3. – P. 187–201.
5. Lu M. Analysis of shielding effectiveness of multi layer planar shields to normally incident plane waves // Journal of Microwaves. – 1999. – Vol. 15, No. 2. – P. 1–4.
6. Collin R.E. Field theory of guided waves. 2nd edition. – NY: Wiley – IEEE Press, 1990. – 864 p.
7. Demakov A.V., Komnatnov M.E. Development of an improved coaxial cell for measuring the shielding effectiveness of materials // IOP Conference series: materials science and engineering. – 2020. – Vol. 734. – P. 1–7.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕИДЕАЛЬНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ УЗЛОВ
ВХОДНОГО БЛОКА ИЗМЕРИТЕЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ**М.А. Канина

Научный руководитель: профессор, А.В. Филатов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: marina_K1998@mail.ru

**EVALUATION OF THE EFFECT OF NON-IDEAL PARAMETERS OF HIGH-FREQUENCY NODES
OF THE INPUT UNIT OF THE REFLECTION COEFFICIENT METER
ON THE MEASUREMENT ACCURACY**M.A. Kanina

Scientific Supervisor: Prof., A.V. Filatov

Tomsk state University of control systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: marina_K1998@mail.ru

***Abstract.** A model of the meter of the coefficient of reflection coefficient using noise signals is described, based on one of the methods of zero measurements. As a result of the simulation, the effect of imperfect nodes in the input path on the measurement accuracy was determined and expressions were obtained for calculating the parameters taking into account the indicated errors. It was found that the main error occurs at the edges of the measurement range and has different signs.*

Введение. В настоящее время в медицине начинают широко использоваться новые физические принципы построения медицинской аппаратуры, связанные с изучением физических полей человека [1].

В работах [2, 3] показано, что оценить параметры трехкомпонентной среды кожа-жир-мышцы, можно в зависимости от изменений модуля коэффициента отражения на нескольких частотах.

Целью данной работы является создание модели для рассмотрения влияния неидеальности узлов во входном тракте измерителя на точность модуля коэффициента отражения и получение расчетных соотношений.

Из работы [4] за основу была взята структурная схема измерителя модуля коэффициента отражения, с изменениями в структуре. На рис. 1 приведена измененная схема измерителя модуля коэффициента отражения, в участок после направленного ответвителя установлен блок «фидер» с коэффициентом затухания сигнала α .

Настоящая схема включает в себя структурные блоки, как входной блок, антенна, радиометрический приемник и микроконтроллер.

Математическая модель изделия с учетом неидеальности параметров ВЧ узлов. На структурной схеме измерителя модуля коэффициента отражения, представлены потери в антенне расположенной на объекте исследования и в фидере, а также не полное согласование фидера с антенной [5].

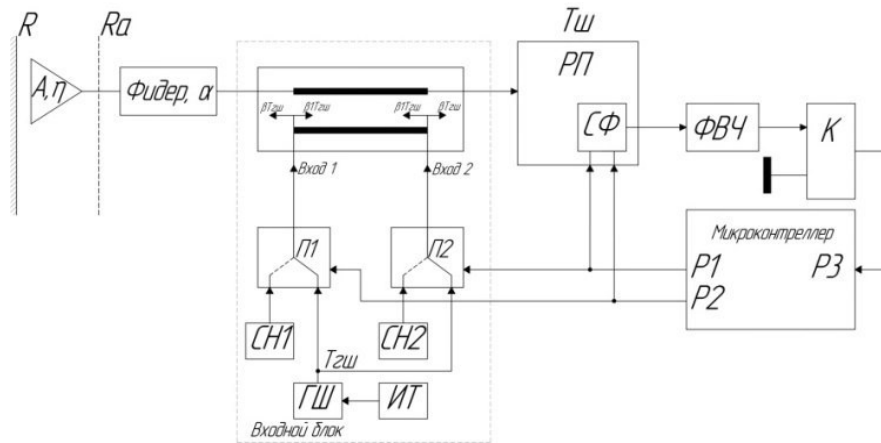


Рис. 1. Структурная схема измерителя модуля коэффициента отражения

A – антенна, Π_1 и Π_2 – сверхвысокочастотные переключатели, $СН_{1,2}$ – согласованные нагрузки, $ГШ$ – генератор шума, $ИТ$ – источник тока, $РП$ – радиометрический приемник, $СФ$ – синхронный фильтр низких частот, $ФВЧ$ – фильтр верхних частот, $К$ – коммутатор

На выходе входного блока измерителя формируются три вида шумовых сигналов A , B и C , последовательно поступающих на вход приемника:

$$\begin{aligned}
 \text{Сигнал } A &= T(1-R)\alpha^2(1-\beta-\beta_1)[R_a+(1-R_a)^2\sum_{n=1}^{\infty}R^n\sum_{m=1}^{\infty}\eta^{2m}R_a^{m-1}]+T_{ш}(1+R) \\
 \text{Сигнал } B &= T(1-R)\alpha^2(1-\beta-\beta_1)[R_a+(1-R_a)^2\sum_{n=1}^{\infty}R^n\sum_{m=1}^{\infty}\eta^{2m}R_a^{m-1}]+T_{ш}\beta_1\alpha^2\times \\
 &\quad \times(1-\beta-\beta_1)\left[R_a+(1-R_a)^2\sum_{n=1}^{\infty}R^n\sum_{m=1}^{\infty}\eta^{2m}R_a^{m-1}\right]+T_{ш}(1+R)+T_{ш}\beta \\
 \text{Сигнал } C &= T(1-R)\alpha^2(1-\beta-\beta_1)[R_a+(1-R_a)^2\sum_{n=1}^{\infty}R^n\sum_{m=1}^{\infty}\eta^{2m}R_a^{m-1}]+T_{ш}\beta\alpha^2\times \\
 &\quad \times(1-\beta-\beta_1)\left[R_a+(1-R_a)^2\sum_{n=1}^{\infty}R^n\sum_{m=1}^{\infty}\eta^{2m}R_a^{m-1}\right]+T_{ш}(1+R)+T_{ш}\beta_1
 \end{aligned} \tag{1}$$

где R и R_a – модуль коэффициента отражения по мощности, на границе «антенна – исследуемая среда» и «антенна – фидер»; T – эффективная температура шумов; $T_{ш}$ – температура шумов ГШ; β и β_1 – коэффициенты переходного ослабления противонаправленного ответвителя при поступлении сигнала генератора шума в прямом и обратном направлении; $T_{ш}$ – собственные шумы измерителя; α – коэффициент затухания сигнала в фидере; η – КПД антенны.

При подстановки этих значений в формулу длительности широтно-импульсного сигнала и преобразований относительно коэффициента отражения получим

$$\sum_{n=1}^{\infty}R^n = \frac{1}{(1-R_a)^2\sum_{m=1}^{\infty}\eta^{2m}R_a^{m-1}}\left[\frac{1}{\alpha^2(1-\beta-\beta_1)}\times\left(\frac{\beta t_{шшс}-\beta_1 t_{шшм}}{\beta t_{шшм}-\beta_1 t_{шшс}}\right)-R_a\right] \tag{2}$$

Если элементы входного тракта имеют идеальные характеристики, т.е. $\beta_1 = 0$, $\alpha = \eta = 1$, $R_a = 0$, $n = m = 1$, и если пренебречь потерями сигнала, получим соотношение для определения модуля коэффициента отражения, которое связано с длительностью широтно-импульсного сигнала [6].

Экспериментальная часть. Было установлено, что максимальные погрешности коэффициента отражения R возникают на границах диапазона измерения, когда длительность $t_{\text{шис}}$ принимает значения равные нулю и $t_{\text{аим}}$.

для $t_{\text{шис}} = 0$

$$\sum_{n=1}^{\infty} R_{(0)}^n = -\frac{1}{(1-R_a)^2 \sum_{m=1}^{\infty} \eta^{2m} R_a^{m-1}} \left[\frac{\beta_1}{\beta} \times \frac{1}{\alpha^2 (1-\beta-\beta_1)} + R_a \right] \quad (3)$$

для $t_{\text{шис}} = t_{\text{аим}}$

$$\sum_{n=1}^{\infty} R_{(1)}^n = \frac{1}{(1-R_a)^2 \sum_{m=1}^{\infty} \eta^{2m} R_a^{m-1}} \left[\frac{1}{\alpha^2 (1-\beta-\beta_1)} - R_a \right] \quad (4)$$

Рассмотрим пример расчета, с учетом полученных формул

Из статьи [6] берем значения коэффициентов $\beta = 0.018$ (-17.45 дБ), $\beta_1 = 0.0002$ (-36.99 дБ), $\eta = 0.98$, $\alpha = 0.982$, $R_a = \frac{KCBH^2 + 1}{KCBH^2 - 1}$

Для приведенного примера погрешность коэффициента отражения рассчитываемого по формуле (3) при $KCBH=1.5$, равна

при $n=m=1$: $R_{(0)} = -0.06$

при $n=m=2$: $R_{(0)1} = -0.059u R_{(0)2} = -0.94$

Заключение. В результате проведенных расчетов была выявлена зависимость, что значение коэффициента $R_{(0)}$ с увеличением порядка n и m незначительно увеличивается, стремясь к нулю.

Рассмотрено влияние на точность измерений неидеальности узлов во входном тракте измерителя модуля коэффициента отражения с использованием шумового сигнала. Получены выражения для расчета коэффициента отражения R с учетом R_a .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годик Э.Э. Человек «глазами радиофизики» / Э.Э. Годик, Ю.В. Гуляев // Радиоэлектроника. – 1991. – №8. – С. 51–62.
2. Маречек С.В. Возможности оценки приповерхностной структуры биологической ткани по измерению коэффициента отражения на отдельных частотах СВЧ-диапазона / С.В. Маречек, В.М. Поляков // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2005. – №11–12. – С. 4–11.
3. Маречек С.В. Оценка толщины приповерхностных слоев юиологической ткани по измерению комплексного коэффициента отражения на одной частоте СВЧ-диапазона / С.В. Маречек, В.М. Поляков, Ю.Г. Тищенко // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2009. – №1. – С. 16–19.
4. Филатов А.В. Радиометрический измеритель модуля коэффициента отражения / А.В. Филатов, А.В. Убайчин // Приборы и техника эксперимента. – 2016. – №1. – С. 1–5.
5. Филатов А.В., Убайчин А.В. // ПТЭ. 2015. №1. С. 82; Ю.7868/S0032816215010176
6. Филатов А.В. Две модели измерителя модуля коэффициента отражения в широкой полосе частот методами микроволновой радиометрии / А.В. Филатов, Н.Ю. Белов, С.Е. Тарасов, Н.А. Филатов, А.Г. Лошилов // Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. – 2017. – Т.20, №4. – С. 50–54.

**СБОР ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНО ОПРЕДЕЛЯЕМОЙ РАДИОСИСТЕМЫ**

М.М. Кануж

Научный руководитель: к.ф.-м.н. А.В. Клоков

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: motayamkanouj84@gmail.com

ACQUISITION OF GPS SIGNALS USING SOFTWARE DEFINED RADIO

M.M. Kanouj

Scientific Supervisor: Dr. A.V. Klokov

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

E-mail: motayamkanouj84@gmail.com

***Abstract.** Software-defined radio (SDR) is a radio communication device where components that have been traditionally implemented in hardware (e.g. mixers, filters, amplifiers, etc.) are instead implemented by means of software on a personal computer or embedded system. A software radio can be programmed to acquire data from GPS satellites. This paper describes the implementation of GPS signals acquisition method performed by the fast Fourier transform (FFT). A set of non-real time raw GPS data on the L1 carrier was received by a SDR device. Post processing of received data was done using MATLAB.*

Введение. Спутники системы глобального позиционирования (GPS) непрерывно передают сигналы в направлении Земли. Эти сигналы имеют три составляющие [1]: 1) навигационные данные - это двоичные коды сообщений +1 и -1, передаваемые со скоростью 50 бит/с; 2) псевдослучайные последовательности (C/A коды), каждая из которых включает известную последовательность +1 и -1 (длиной 1023 бинарных цифр или чипов с периодом 1 мс), соответствует определённому спутнику и передаётся с высокой частотой (1,023 МГц). C/A код обеспечивает точное измерение дальности и позволяет спутникам передавать сигналы на одинаковой частоте с использованием принципа множественного доступа с кодовым разделением (МДКР); 3) несущая - это синусоидальный сигнал, частота которого $L1=1575,42$ МГц. Каждый приёмник системы GPS состоит из трёх частей: антенна, входной каскад и часть цифровой обработки. Устройство программно определяемой радиосистемы (SDR) заменяет входной каскад преобразующий радиочастотный сигнал в основную полосу путем удаления несущей и выполняет дискретизацию. После дискретизации, первая задача приёмника - это сбор данных. Целью сбора данных является идентификация всех видимых спутников. Если спутник виден, то из данных можно определить следующие свойства сигнала [2]: 1) грубая оценка принимаемой несущей частоты, поскольку существует неопределенность из-за эффекта Доплера; 2) грубая оценка фазы кода C/A приёмного сигнала, которая неизвестна без временной синхронизации со сгенерированным локальным C/A кодом. Эта статья описывает обработку GPS сигналов, выполняемую методом быстрого преобразования Фурье (БПФ). Набор необработанных данных на несущей L1 был получен устройством SDR. Обработка полученных данных проводилась в среде MATLAB.

Обработка данных в системе глобального позиционирования. После преобразования и дискретизации, приёмник GPS выполняет обработку данных, при которой происходит умножение приёмного сигнала $s[n]$ на копию несущей той же частоты. Затем умножение на копию C/A кода той же фазы и той же частоты $c[n - \tau]$, где τ – задержка, а затем интегрирование результата за один или несколько периодов кода для увеличения отношения сигнал - шум [3]. Этот процесс повторяется для разных фаз кода (τ) и разных несущих частот (f). Поскольку f и τ неизвестны, необходимо проверять различные комбинации, пока кодированный сигнал не будет обнаружен. Для неподвижной GPS аппаратуры, доплеровская частота находится в пределах ± 5 кГц около несущей [2]. Например, если время интегрирования 1 мс (что соответствует одному периоду кода), а шаг частоты 500 Гц (максимальная потеря составляет около 0,91 дБ [3]), то существует 21483 комбинации проверок ($1023 \times (1 + (2 \times 5000/500))$). Более того, этот процесс повторяется для каждого спутника. Это показывает сложность выполнения сбора и обработки данных, а также мотивирует на использование быстрых методов. Процесс обработки можно распараллеливать с использованием БПФ.

Алгоритм обработки данных с использованием БПФ. Если сбор данных из кодированного GPS сигнала может проводиться параллельно на уровне фаз кода, то вместо 21483 комбинаций следует выполнить только 21 комбинацию проверок ($1 + (2 \times 5000/500)$). Вместо умножения входного сигнала на C/A код с 1023 различными фазами, удобнее выполнять корреляцию между входным и сгенерированным C/A кодом. Корреляция может быть получена с использованием обратного БПФ (IFFT). На рис. 1 приведена структурная схема алгоритма обработки данных с использованием БПФ [2]. Поступающий сигнал умножается на локально сгенерированный несущий сигнал. Умножение на сгенерированный сигнал позволяет выделить I и Q квадратуры. Квадратуры I и Q объединяются для формирования комплексного сигнала $x(n) = I(n) + jQ(n)$. БПФ выполняется для сигнала $x(n)$ и для локально сгенерированного C/A кода, результат которого затем комплексно сопрягается, далее выполняется произведение. Результат умножения преобразуется во временную область с помощью обратного БПФ. Значения обратного БПФ представляют собой корреляцию между входным сигналом и сгенерированным C/A кодом. Если в результате корреляции возникает максимальное значение (пик), превышающее предопределённый порог, то временной указатель этого значения указывает фазу кода входного сигнала.

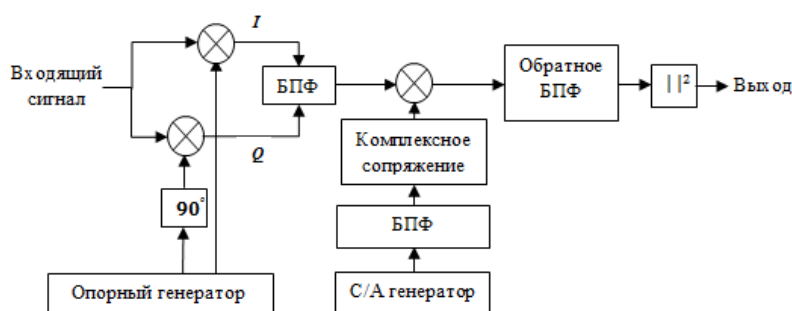


Рис. 1. Структурная схема алгоритма обработки данных с использованием БПФ

Результаты применения данного алгоритма. С использованием GPS антенны и устройства программно определяемой радиосистемы (модель MSI.SDR Panadapter), приведёнными на рис. 2, сигналы от спутников GPS системы на частоте L1 были приняты. В MATLAB был реализован алгоритм обработки данных. Мы рассматривали частоту дискретизации 5 МГц и шаг по частоте 200 Гц.

Это значит, что точность определения фазы кода составляет 100 нс ($0,5/(5 \text{ МГц})$), а точность определения сдвига Доплера несущей равняется половине шага по частоте, т.е. 100 Гц. Локальная несущая частота, и локальные C/A коды всех спутников системы GPS были генерированы. В качестве примера, сигналы от спутников № 29 и № 4 были обработаны. Рассматривая наш SDR, мы практически поставили порог для сравнения результатов. Этот порог равен 45. GPS-приемник в мобильном телефоне помог нам проверить наши результаты. Если данный порог превышен,



Рис. 2. GPS антенна и MSI.SDR Panadapter

то параметры сдвига Доплера и фазы кода считаются правильными. На рис. 3 приведен результат обработки данных спутников № 29 и № 4. Для спутника № 29 видно что, результат имеет максимум (значение 60,75) который превышает порог. Этот максимум соответствует сдвигу Доплера 750 Гц и фазе кода 764,2 чипа, которая соответствует задержке по времени 747 мкс ($764,2 \times (1 \text{ мс}/1023)$). Наконец, отношение сигнал - шум было оценено в 14,13 дБ. Но анализируя результат со спутника № 4, мы увидели, что он не имеет значение, которое превышает данный порог. Это приводит к выводу, что сигнал, полученный от этого спутника, очень слабый и не может быть обнаружен.

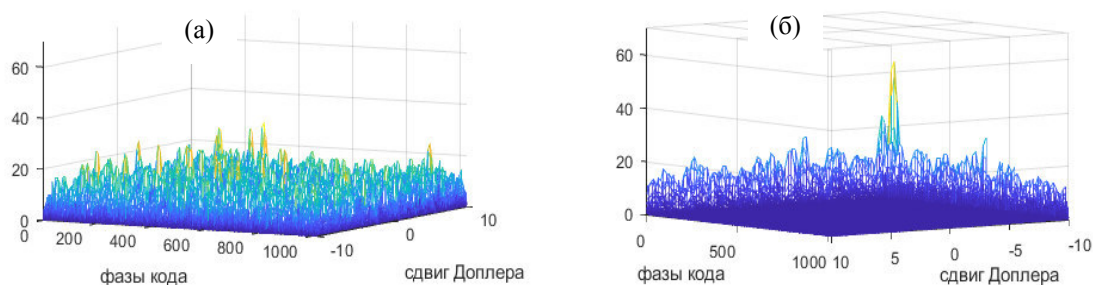


Рис. 3. Результат сбора и обработки данных: (а) спутник № 4, (б) спутник № 29

Заключение. В этой статье мы предложили использовать устройство SDR для получения реальных сигналов от спутников системы GPS. Мы выполнили обработку данных с использованием БПФ для корреляции периодических сигналов. Можно считать, что устройства SDR могут служить дешевой платформой для решения целого ряда интересных учебных задач в процессе изучения и исследования, связанных с приемом, передачей и цифровой обработкой сигналов в телекоммуникационных системах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Elliott D. Kaplan, Understanding GPS Principles and Applications, 2nd ed, 2006, pp. 19–21.
2. Kai Borre, Dennis M.A., Nicolaj B., Peter R., Søren H.J., A software defined GPS and Galileo receiver, 2006, pp. 75–85.
3. F. van Diggelen, A-GPS: Assisted GPS, GNSS, and SBAS, GNSS Technology and Applications Series, 2009, pp. 57–58.

**ПОТЕНЦИАЛ ИЗОЛИРОВАННОЙ МИШЕНИ, ОБЛУЧАЕМОЙ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ
В СРЕДНЕМ ВАКУУМЕ, ПРИ НАЛИЧИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДА ВБЛИЗИ
МИШЕНИ**

К.И. Карпов, Д.Б. Золотухин

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.А. Бурдовицин

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: kkarpov99@gmail.com

**POTENTIAL OF AN ISOLATED TARGET IRRADIATED BY ELECTRON BEAM IN MEDIUM
VACUUM WITH ADDITIONAL ELECTRODE NEAR THE TARGET**

K.I. Karpov, D.B. Zolotukhin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.A. Burdovitsin

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: kkarpov99@gmail.com

***Abstract.** In this work we demonstrate a method by which the potential of an isolated electron-beam-irradiated target in an average vacuum can be changed within a wide range*

Введение. Электронно- и ионно-лучевая обработка – это универсальный технологический инструмент во многих производственных отраслях 21 века. Данная технология позволила заменить собой традиционные методы воздействий на материалы в ряде технологических процессов.

В настоящее время посредством электронно-лучевой обработки успешно реализуются такие процессы, как модификация поверхности полимерных материалов (изменение адгезионных свойств и смачиваемости поверхности), спекание керамических порошков, электронно-лучевая сварка керамических изделий, электронно-лучевое спекание диэлектрических материалов, нанесение пленок.

Однако с точки зрения технологического процесса важна не столько возможность воздействия на материалы, сколько контроль и тонкая настройка производимых изменений. Для большинства вышеперечисленных технологий основными материалами являются диэлектрики. При воздействии пучка заряженных частиц на непроводящий материал неизбежно возникает проблема накопления заряда на его поверхности, что приводит к изменению параметров воздействующих частиц. Для устранения этого нежелательного побочного эффекта в условиях высокого вакуума используют так называемые нейтрализаторы, представляющие собой дополнительный ионный или электронный источник. В то же время использование нейтрализатора напрямую влияет на экономическую сторону вопроса.

В форвакуумном диапазоне давлений распространение электронного пучка приводит к образованию так называемой пучковой плазмы [1]. В этом случае сама плазма является поставщиком заряженных частиц для обрабатываемого диэлектрика, поверхность которого находится под некоторым неизвестным потенциалом. Поэтому представляется актуальной задача контроля потенциала диэлектрической мишени [2]. Настоящая работа посвящена демонстрации одного из способов такого контроля.

Экспериментальная часть. Схематическое изображение экспериментальной установки показано на рисунке 1. На вакуумной камере 1, изготовленной из нержавеющей стали, установлен форвакуумный источник электронов с плазменным катодом 2. Сфокусированный магнитной системой 3 непрерывный электронный пучок 4 попадает на мишень 5, расположенную на диэлектрической подставке 6. На этой же подставке размещена металлическая цилиндрическая стенка 7, на которую подавалось напряжение U относительно «земли» от отдельного источника. Показания тока пучка I_b и плавающего потенциала φ мишени снимались с соответствующих приборов подключаемых поочередно. Эксперименты проводились в атмосфере аргона при давлении 1-5 Па.

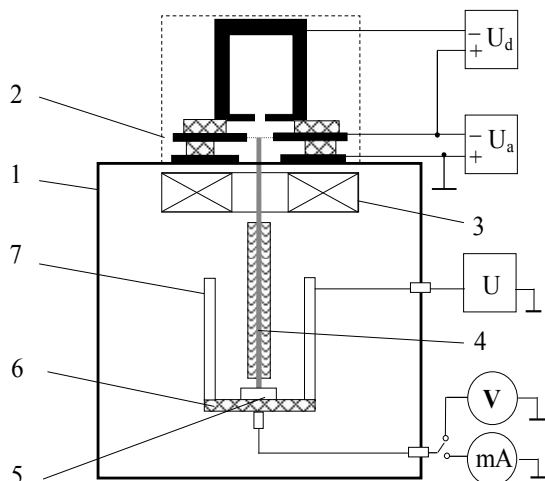


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.
1 – вакуумная камера; 2 – форвакуумный плазменный электронный источник;
3 – фокусирующая система; 4 – электронный пучок; 5 – мишень; 6 – диэлектрическая подставка; 7 – металлические цилиндрические стенки

Результаты эксперимента и их обсуждение. На рисунке 2 представлены результаты измерений потенциала φ изолированной титановой мишени в зависимости от напряжения U . Данные зависимости показывают, что приращение потенциала φ мишени может быть как положительным, так и отрицательным. Характерная особенность состоит в наличии граничного давления, выше которого потенциал φ растет, а ниже – снижается в области отрицательных U .

Что же касается диэлектрической мишени, где непосредственное измерение потенциала не представляется возможным, то в этом случае можно сопоставить картины свечения плазмы с металлической мишенью. На рисунке 3 показана картина свечения плазмы, наблюдавшаяся для двух типов мишеней. Из рисунка 3 следует, что действие потенциала стенки на потенциал непроводящей мишени аналогично действию на потенциал мишени проводящей.

Для объяснения наблюдаемого эффекта необходимо учесть, что плазма, как правило, имеет потенциал близкий к потенциалу самого положительного объекта, с которым она контактирует [3]. В условиях эксперимента плазма контактирует с тремя электродами: мишенью, металлической стенкой и заземленным ускоряющим электродом электронного источника. Это означает, что при отрицательных напряжениях стенки потенциал плазмы близок к нулю, и отрицательная стенка выполняет двоякую роль. С одной стороны, являясь катодом, она дает вклад в генерацию плазмы, повышая ее концентрацию и поток ионов на мишень. С другой стороны, стенка «перехватывает» ионы из плазмы, не позволяя им попасть на мишень. Преобладание того или иного процесса определяется давлением, что и проявляется в различии поведения потенциала φ мишени при разных давлениях.

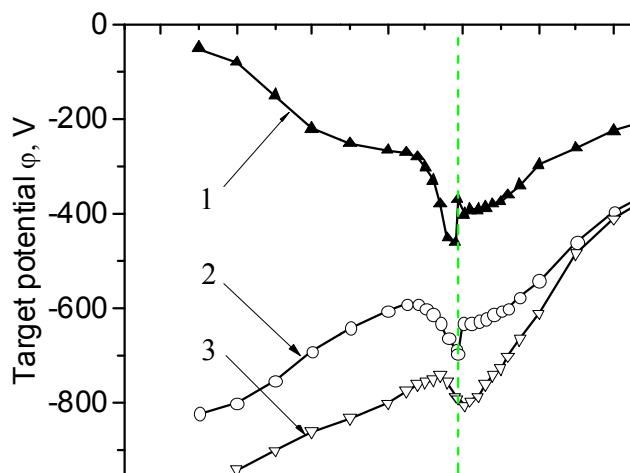
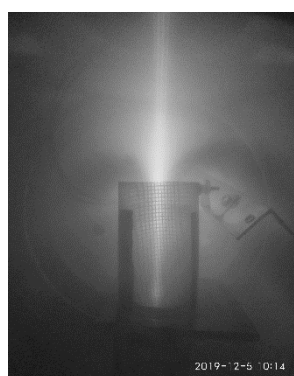
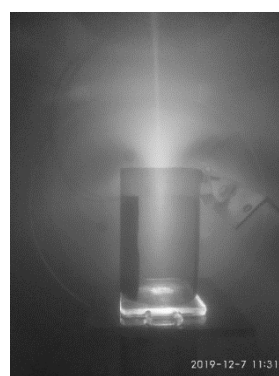


Рис. 2. Графики зависимости потенциала ϕ изолированной мишени от потенциала U_w на цилиндрических стенках при различных давлениях: 1 – 3 Па; 2 – 2,5 Па; 3 – 2 Па. $I_b = 1,5$ мА, $U_a = 3,5$ кВ



(а)



(б)

Рис. 3. Картина свечения плазмы в случае титановой (а) и кварцевой (б) мишеней. Давление 2,6 Па. Напряжение U на стенке: -600 В

Для любых давлений в случае положительного напряжения на стенке она является анодом по отношению к мишени и, в связи с этим, поток ионов из плазмы устремляется на мишень, повышая ее потенциал.

Заключение. В результате выполнения данной работы найден независимый способ управления потенциалом изолированной мишени, облучаемой электронным пучком, при неизменных параметрах пучка.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 19-08-00170.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурдовицин В.А. Форвакуумные плазменные источники электронов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2014. – 288 с.
2. Zolotukhin D.B. Generation of uniform electron beam plasma in a dielectric flask at fore-vacuum pressures // Plasma Sources Sci. Technol. – 2016. – V. 19. – 8 p.
3. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. – М.: Наука, 1992. – 536 с.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ЖАЛОБ ПАЦИЕНТОВ ИЗ ДОКУМЕНТА «ОСМОТР ЛЕЧАЩИМ ВРАЧОМ»

Е.В. Кашеева

Научный руководитель: доцент, к.т.н. С.В. Аксёнов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: ev.kashcheeva@mail.ru

**CLUSTERING OF PATIENT COMPLAINTS FROM THE DOCUMENT
«EXAMINATION BY THE ATTENDING PHYSICIAN»**

E.V. Kashcheeva

Scientific Supervisor: Assistant Professor, Candidate of Technical Sciences S.V. Axonov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: ev.kashcheeva@mail.ru

***Abstract.** This article describes the stages of preparing text data for analysis and building a clusterer of patient complaints from the document "Examination by the attending physician". The article discusses the processes of tokenization, stemming, and deleting stop words. Also, the determination of the optimal number of clusters and the results of clustering using the K Means method are described.*

Введение. Многие сферы деятельности человека претерпевают различного рода изменения, это связано с совершенствованием, оптимизацией и автоматизацией определенных процессов. Для медицинских учреждений разрабатываются информационные системы, позволяющие ускорить ввод информации и формирование на их основе различных отчетов и документов. В виду широкого развития аналитики данных и машинного обучения, появляется возможность извлекать полезную информацию из собранных данных, выявлять определенные закономерности. Отделением инфекционных заболеваний Сибирского государственного медицинского университета были предоставлены деперсонализированные истории болезни пациентов, страдающих рожистыми воспалениями. История болезни включает в себя документ «Осмотр пациента лечащим врачом», который состоит из 11 блоков и содержит подробную информацию о состоянии пациента при поступлении в стационар.

Целью данной работы является проведение кластеризации жалоб пациентов из блока документа «Осмотр пациента лечащим врачом».

Описание работы программы. Код программы, выполняющей кластеризацию жалоб пациентов из одноименного блока документа «Осмотр лечащим врачом», был написан на языке программирования Python. Данные хранятся в текстовом файле с расширением «.txt». Файл содержит в себе документы «Осмотр лечащим врачом» для 38 пациентов.

Первым этапом работы программы является формирование списка жалоб по каждому пациенту. В найденном блоке удаляются все знаки препинания, кроме разделителей целой и дробной частей значений величины температуры. Также все знаки переводятся в нижний регистр. Затем сформированные элементы списка жалоб подвергаются токенизации. Под токенизацией понимают разбиение текста на более мелкие части, токены [1]. В нашем случае, в качестве отдельных токенов выступают слова.

Одной из особенностей работы с данными, представленными на естественном языке, является приведение слов к начальной форме. Данный процесс необходим, чтобы исключить принятие за разные слова различные формы одного слова. Процесс нахождения лексической основы для заданного исходного слова называется стеммингом (лемматизацией), наиболее известным алгоритмом стемминга является «Стеммер Портера» [2]. Принцип работы данного алгоритма заключается в отбрасывании суффиксов и окончаний, используя основные морфологические правила языка. В таблице представлен пример жалоб пациента, полученных токенов, а также результата стемминга.

Таблица 1

Исходное предложение, результаты токенизации и стемминга

Жалобы пациента	повышение температуры с ознобом затем появление гиперемии на коже левой голени болезненность в левой паховой области
Результат токенизации	'повышение', 'температуры', 'с', 'ознобом', 'затем', 'появление', 'гиперемии', 'на', 'коже', 'левой', 'голени', 'болезненность', 'в', 'левой', 'паховой', 'области'
Результат стемминга	'повышен', 'температур', 'с', 'озноб', 'зат', 'появлен', 'гиперем', 'на', 'кож', 'лев', 'голен', 'болезнен', 'в', 'лев', 'пахов', 'област'

При работе с данными, представленными на естественном языке, помимо приведения слов к начальной форме также необходимо исключить слова, которые не несут никакой смысловой нагрузки. К ним относятся союзы, предлоги, местоимения, частицы и т.д. Такие слова называют стоп-словами.

После того, как данные подготовлены для построения моделей, создается матрица весов TF-IDF. Term frequency – inverse document frequency – статистическая мера, используемая для оценки важности слова в контексте документа, являющегося частью коллекции документов. Вес слова пропорционален частоте употребления этого слова в документе и обратно пропорционален частоте употребления слова во всех документах коллекции [3]. В качестве слов выступают токены, подвергшиеся стеммингу, в качестве документов – жалобы отдельных пациентов, т.е. элементы сформированного списка жалоб. Для каждого слова рассчитывается вес, оценивается важность слова в пределах отдельного документа.

Затем строится модель кластеризации. Было решено использовать метод k-средних, основная идея которого заключается в том, что данные произвольно разбиваются на кластеры, после чего итеративно перевычисляется центр масс для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге, затем векторы разбиваются на кластеры вновь в соответствии с тем, какой из новых центров оказался ближе по выбранной метрике [4].

Прежде чем приступить к разбиению данных на кластеры, необходимо выяснить оптимальное количество кластеров. Для этого используется метод «Локтя», который подразумевает многократное циклическое исполнение алгоритма с увеличением количества выбираемых кластеров, а также последующим откладыванием на графике балла кластеризации, вычисленного как функция от количества кластеров. Балл является мерой входных данных по целевой функции, т.е. формой отношения внутрикластерного расстояния к межкластерному расстоянию. На рисунке 1 слева изображено графическое представление метода «Локтя». Можем увидеть, что точке, начиная с которой значения искажения перестают значительно уменьшаться, соответствует количество кластеров равное 36. Проанализировав данные вручную, были найдены слова, которые пишутся по-разному, однако смысл имеют один и тот же, так называемые синонимы. После замены синонимов повторно определили оптимальное количество кластеров, число которых сократилось до 35 (Рис. 1 справа).

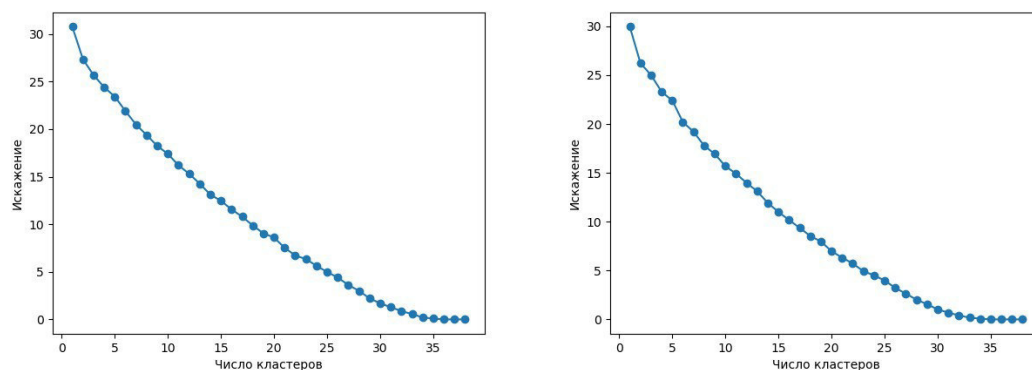


Рис. 1. Графическое представление метода «Локтя» до и после работы с синонимами

На рисунке 2 представлено распределение жалоб пациентов по кластерам. К нулевому кластеру относятся жалобы трех пациентов, к первому кластеру относятся жалобы двух пациентов, ко второму по тридцать четвертый кластер относятся по одному элементу из списка жалоб.

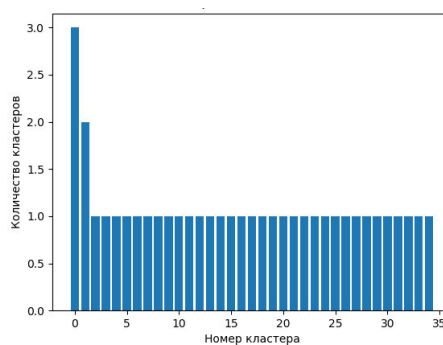


Рис. 2. Распределение жалоб по кластерам

Заключение. Таким образом, в рамках данной работы была проведена подготовка текстовых данных для анализа, после чего было определено оптимальное количество кластеров и построен кластеризатор. По результатам работы кластеризатора можно сделать вывод, что среди жалоб пациентов большинство составляют уникальные жалобы, однако некоторые из жалоб всё-таки были объединены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забайкин, А.В. Функция токенизации текста на python [Электронный ресурс] / Заметки, идеи и скрипты. – URL: <http://zabaykin.ru/> (дата обращения: 24.01.2020).
2. Хашин, С.И. Стеммер Портера [Электронный ресурс] / Полезные функции на C++. – URL: <http://math.ivanovo.ac.ru/dalgebra/Khashin/cutil/porter.html> (дата обращения: 24.01.2020).
3. TF-IDF [Электронный ресурс] / Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TF-IDF> (дата обращения: 24.01.2020).
4. Алгоритм k-средних (k-means) [Электронный ресурс] / AlgoWiki. – URL: [https://algowiki-project.org/ru/Алгоритм_k_средних_\(k-means\)](https://algowiki-project.org/ru/Алгоритм_k_средних_(k-means)) (дата обращения: 24.01.2020).

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АРХИТЕКТУР ДЛЯ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО ЕГО ПОДПИСИ**

А.А. Коновалов, Б.С. Лодонова, Я.А. Усольцев

Научный руководитель: доцент, к.т.н., Е.Ю. Костюченко

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: artemian000@gmail.com

**RESEARCH OF DIFFERENT ARCHITECTURES FOR A SYSTEM FOR DETERMINING A USER
BY ITS SIGNATURE**

A.A. Konovalov, B.S. Lodonova, Y.A. Usoltsev

Scientific Supervisor: docent, c. of t.s., E.Y. Kostyuchenko

Tomsk State University of Control System and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: artemian000@gmail.com

***Abstract.** Various neural network architectures are being investigated to build a biometric authentication system based on signature dynamics in order to identify the best system implementation option and simplify attack simulation.*

Введение. Системы, использующие алгоритмы машинного обучения и нейронные сети в частности, склонны к появлению различного рода уязвимостей, особенно при атаках на них, в частности появление у злоумышленника возможности обмануть алгоритмы распознавания тех или иных образов [1], либо у разработчиков системы останется возможность несанкционированного доступа в систему [2]. Поскольку машинное обучение является важным компонентом современного информационного пространства [3], задачи, связанные с изучением атак на алгоритмы машинного обучения, являются в нынешнее время как никогда актуальной темой.

Экспериментальная часть. Проверка надёжности нейронной сети проводится с помощью атаки отравления набора, как одной из наиболее актуальных. В данные, использованные для обучения нейронной сети, добавляется небольшая часть данных злоумышленника под видом другого пользователя. Для исследования были созданы две модели нейронных сетей. Архитектура модели №1 [4] представлена в таблице 1.

Таблица 1

Архитектура модели №1

Название слоя	Функция активации	Количество входов
Входной слой	-	144
Скрытый слой	Гиперболический тангенс	30
Выходной слой	Линейная функция	Количество пользователей + 1

Функция потерь: Средний квадрат ошибки (MSE).

Оптимизатор: Алгоритм Левенберга-Марквардта.

Основными критериями успешности модели были параметры при определенном пороге уверенности системы, т. е.:

1. Сумма ошибки первого и второго рода;
2. Сумма ошибки первого и второго рода, умноженной в 10 раз;
3. Вероятность ошибки.

Так как ошибка первого рода очень мала, ошибка второго рода почти полностью перекрывается суммой ошибок. В конце графика обратная ситуация — ошибка второго рода мала и перекрывается суммой ошибок. Архитектура модели №2 представлена в таблице 2.

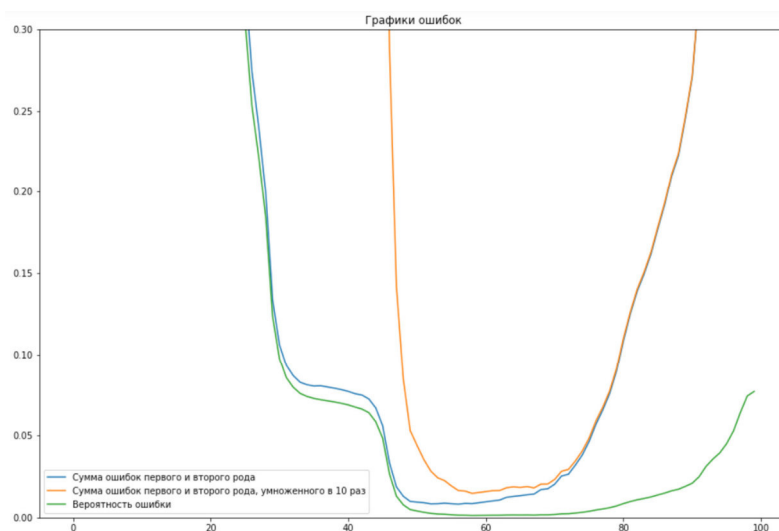


Рис. 1. Графики ошибок модели с функцией активации вида гиперболического тангенса в скрытом слое с отравлением набора

Таблица 2

Архитектура второго варианта нейронной сети

Название слоя	Функция активации	Количество нейронов
Входной слой	-	144
Слой зашумления данных	-	144
Скрытый слой	Линейно-кусочная функция (ReLU)	30
Выходной слой	Softmax	Количество пользователей + 1

Функция потерь: Категориальная кроссэнтропия (Categorical crossentropy).

Оптимизатор: Adaptive moment estimation (Adam).

При воздействии атакой отравления набора сильно возрастают ошибки первого и второго рода, что ведёт за собой возрастание сумм ошибок и вероятность ошибки.

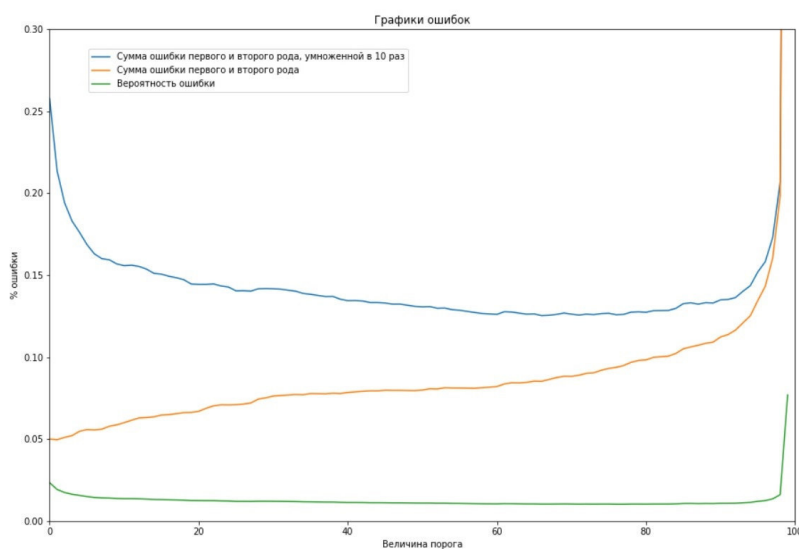


Рис. 2. График ошибок при отравлении набора модели с линейно-кусочной функцией активации в скрытом слое

Результаты. При использовании архитектуры первого типа ошибка первого рода очень мала, ошибка второго рода почти полностью перекрывается суммой ошибок при значениях величины порога от 40 до 70 и попадают в диапазон от 0 до 0,3. При величине порога больше 70 обратная ситуация — ошибка второго рода мала и перекрывается суммой ошибок. При использовании архитектуры второго типа при воздействии атакой отравления набора сильно возрастают ошибки первого и второго рода, что ведёт за собой возрастание сумм ошибок и вероятность ошибки, и при любой величине порога имеет постоянное значение от 0,05 до 0,2, что означает, что при любой настройке системы значения ошибок не уменьшатся.

Заключение. В результате проведенных исследований для дальнейшей работы системы была выбран первый тип архитектуры с гиперболическим тангенсом в скрытом слое и линейной функцией в выходном слое, так как при тонкой настройке первой сети она показывает меньший процент ошибок как первого, так и второго рода, что можно увидеть из представленных графиков

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гудфалоу И.Дж., Шленс Дж., Сегеди С. Объяснение и использование состязательных примеров // arXiv. – 2014 – С. 1412.6572.
2. Чен Б. Обнаружение бэкдор-атак в глубоких нейронных сетях с помощью кластеризации активации // arXiv – 2018. – С. 1811.03728
3. Падьюс Э. Обнаружение состязательных тренировочных примеров при отравляющих атаках с помощью обнаружения аномалий // arXiv. - 2018. – С. 1802.03041.
4. Ю, Хёёнг, Пан Хи, Кюли Дзю, Хёлин Ли Состязательный примеры: Атаки и защита для глубокого обучения // Ieee Transactions on Neural Networks and Learning Systems 30. – 2019. - №9 – С. 2805-2824

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОЙ
РЕКОНСТРУКЦИИ ФОРМЫ СТОПЫ ЧЕЛОВЕКА ПО ВИДЕОПОТОКУ**

А.В. Куртукова, Л.С. Шилов, А.М. Федотова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.С. Романов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: av.kurtukova@gmail.com

**TECHNOLOGY AND SOFTWARE SYSTEM FOR THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION
OF THE HUMAN FOOT SHAPE BASED ON THE VIDEO FLOW**

A.V. Kurtukova, L.S. Shilov, A.M. Fedotova

Scientific Supervisor: associate Professor, Ph. D. A.S. Romanov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: av.kurtukova@gmail.com

***Abstract.** The three-dimensional reconstruction technology of the human foot shape can be a breakthrough in the leather and footwear industry, in particular, for manufacturers of orthopedic products. The paper proposes a technology and software system for three-dimensional reconstruction of the shape of the human foot based on the video flow. The system converts the video flow shot on the smartphone's camera into a series of images sufficient to create a 3D model. The obtained model is being improved through segmentation performed by the DIB-R framework. The results show possibility to adopting of practical application of the proposed technology in a real production process.*

Введение. Информатизация общества, развитие SEO-технологий и инновационные маркетинговые стратегии оказывают положительное влияние на рынок легкой промышленности [1]. Активное увеличение спроса на продукцию наблюдается, в частности, в кожевенно-обувной отрасли. Это обусловлено стремительным ростом популярности покупок в интернет-магазинах, предоставляющих покупателям широкий выбор отечественных и импортных товаров. Однако такие магазины не ориентированы на покупателей, имеющих ортопедические заболевания стоп, т.к. от пациентов требуется неоднократно участвовать в примерке изделия, что вызывает серьезные сложности в процессе производства ортопедической обуви [2-4]. Производство ортопедической пары осуществляется в несколько этапов: снятие гипсового слепка стопы покупателя, создание гипсовой колодки, 3D-сканирование стопы и производство колодки, моделирование, сборка заготовки, примерка заготовки, пошив конечного изделия. Очевидно, что данный процесс не подразумевает удаленного участия покупателя ввиду невозможности проведения первого основополагающего этапа.

Таким образом, целью работы является разработка технологии и программной системы для трехмерной реконструкции пространственной формы стопы человека, сводящей к минимуму личное участие пациента.

Технология трехмерной реконструкции формы стопы и программная система. На рис. 1 представлена UML-диаграмма активности, демонстрирующая авторскую технологию реконструкции

пространственной формы стопы при помощи искусственного интеллекта, заменяющего врача-ортопеда. При запуске системы клиент предоставляет ей индивидуальные антропометрические данные и осуществляет круговую съемку стопы камерой смартфона. Дополнительно для сканирования стопы используются специализированные камеры и инфракрасные датчики смартфона, изначально предназначенные для аутентификации по лицу. Съемка осуществляется несколько раз в течение недели во избежание неточностей, связанных со временными изменениями формы и объема стопы.

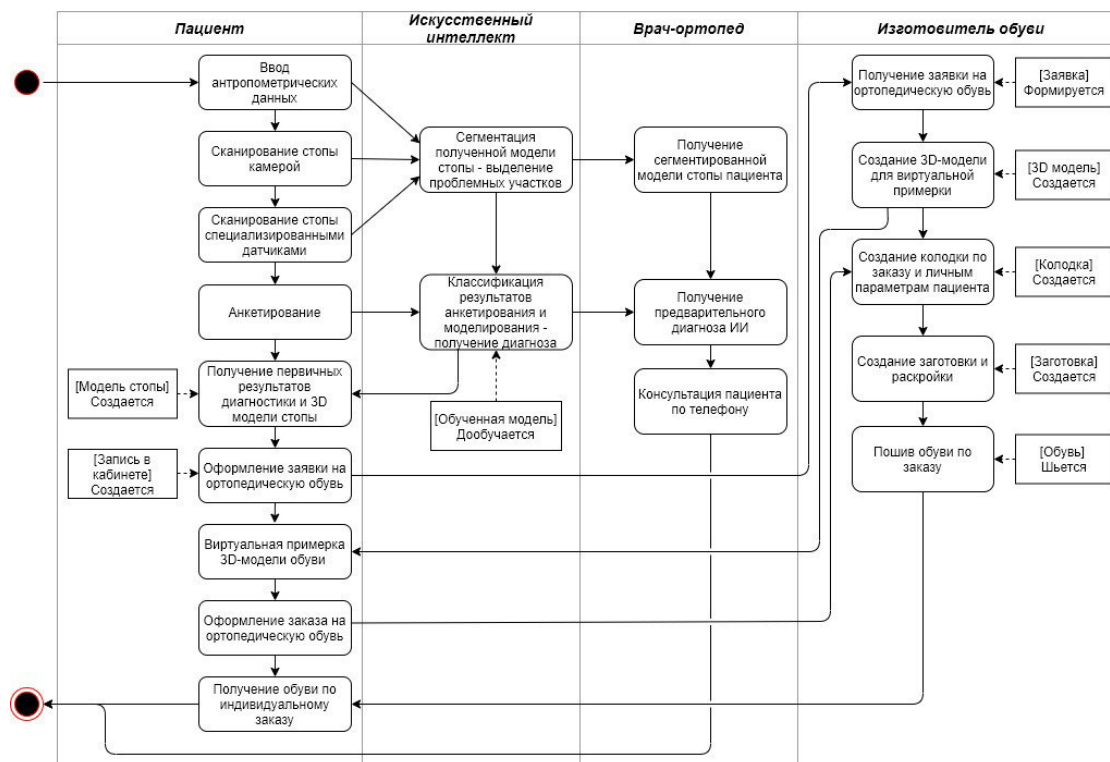


Рис. 1. UML-диаграмма активности

Полученный видеопоток кадрируется и формируется ряд 2D-изображений. С помощью дифференцируемого интерполяционного визуализатора (DIB-R) [5, 6] осуществляется преобразование полученных изображений в 3D-представление. Дальнейшая сегментация и классификация 3D-представлений производится посредством итеративной сети Transformer [7]. Результатом работы данной сети является усовершенствованное 3D-представление и фиксация определенных патологий, физиологических особенностей стопы. Итоговая модель стопы передается производителю в цифровом виде для дальнейшего изготовления по ней колодки и пошива обуви.

Постановка эксперимента и его результаты. С целью формирования экспериментального набора данных была осуществлена круговая съемка стоп 30 добровольцев. Для оценки качества кластеризации применялся индекс Жаккара. Его среднее значение для всего набора данных составило 78,3%. Кроме того, была оценена точность классификации представлений по физиологическим особенностям (плоскостопие, косолапость, искривление пальцев и т.д.) с помощью классификатора PointNet [8, 9] различных моделей типа Transformer (IT-Net, T-Net reg.) и без его использования.

Таблица 1

Результаты классификации

Модель	IT-Net		T-Net Reg.		Без модели Transformer
Число итераций	1	2	1	2	-
Точность, %	74,3	53,1	66,8	57,2	62,4

Заключение. Результаты эксперимента позволяют сделать вывод об особой эффективности PointNet совместно с моделью Transformer IT-Net. Относительно количества итераций, следует отметить, что основной задачей IT-Net является непосредственно соотнесение входных данных с одним из кластеров, поэтому эффективность перестает классификации перестает расти уже на второй его итерации.

Полученные в рамках исследования результаты являются приемлемыми, а, следовательно, предложенная технология может стать основой для полноценной программной системы. В продолжение исследования планируется расширение обучающего набора данных, добавление модулей анкетирования и первичной диагностики, а также модуля виртуальной примерки на основе открытых AR-технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурденко Е.В. Государственная поддержка обувной промышленности России // Региональная экономика: теория и практика. – №7. – 2011. – С. 25-28.
2. Милушкова Ю.В., Горбачик В.Е. Анализ поперечных сечений стопы и колодки // Вестник ВГТУ. – №1. – 2016. – С. 27-33.
3. Шубников В.Г., Беляев С.Ю. Реконструкция пространственной формы стопы человека на основе цифровых изображений // Научно-технические ведомости СПбГУ. Информатика, телекоммуникации и управление. – №6. – 2015. – С. 45-55.
4. Xian-Feng H. Image-based 3D Object Reconstruction: State-of-the-Art and Trends in the Deep Learning Era // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2019. – Pp. 1-27.
5. Wenzheng R.C. Learning to Predict 3D Objects with an Interpolation-based Differentiable Renderer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1908.01210> (дата обращения: 21.02.2020).
6. Learning to Predict 3D Objects with an Interpolation-based Differentiable Renderer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/nv-tlabs/DIB-R> (дата обращения: 21.02.2020).
7. Wentao Y. Iterative Transformer Network for 3D Point Cloud [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1811.11209> (дата обращения: 21.02.2020).
8. Charles R.Q. PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2017. – Pp. 77-85.
9. PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://github.com/charlesq34/pointnet> (дата обращения: 21.02.2020).

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ
ОТЗЫВОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**Н.С. Мамеев

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. Г.Э. Яхьяева

Новосибирский государственный университет,

Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1, 630090

E-mail: asm_edf@mail.ru

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SYSTEM FOR THE SENTIMENT ANALYSIS OF USER REVIEWSN.S. Mameev

Scientific Supervisor: Associate Professor, Dr. Ph.D., G.E. Yakhyayeva

Novosibirsk State University, Russia, Novosibirsk, Pirogova str., 1, 630090

E-mail: asm_edf@mail.ru

***Abstract.** At present, there are many services on the Internet, with which users can leave feedback on products manufactured by other people. These reviews are guided by both consumers to determine the most suitable manufacturer, and manufacturers to determine the attitude to their products. Manual analysis of a large number of texts in a natural language is difficult because it requires a lot of time to identify the sentiment from the review. Therefore, a program system is needed that will allow us to collect and perform sentiment analysis of reviews on existing websites. The aim of the work is the development of a software system for the sentiment analysis of the user reviews. As a part of the work, a plugin for the Google Chrome browser was implemented, which finds users reviews on the website page and sends them for analysis to the server-side. The server side performs sentiment analysis of reviews using an ensemble of classifiers. The analysis result is returned to the plugin, which modifies the layout of the website page by adding visual components next to the reviews that display the emotional power and polarity of the review.*

Введение. В настоящее время в сети интернет существует множество сервисов, с помощью которых пользователи могут оставлять отзывы о продукции, производимой другими людьми. На эти отзывы ориентируются как потребители для определения наиболее подходящего производителя, так и производители для определения отношения к своей продукции.

Люди зачастую оставляют отзывы в социальных сетях, где нет вспомогательных инструментов, позволяющих описать своё отношение к товару кроме текста отзыва на естественном языке. Ручной анализ большого количества текстов на естественном языке затруднителен так как требует много времени на чтение отзывов и выявление из них отношений. Разработчики сервисов, с помощью которых оставляются отзывы, не всегда предоставляют автоматический аналог данного функционала, поэтому необходима сторонняя система, которая позволит собирать и анализировать информацию на существующих веб-сайтах.

Материалы и методы исследования. Классификатор – алгоритм, который по тексту комментария определяет его тональность, или иначе - эмоциональную оценку автора по отношению к предмету обсуждения [1]. В простом случае выделяется три класса тональности:

- позитивный;
- нейтральный;
- негативный.

По типу внутреннего устройства классификаторы делятся на:

- Классификаторы, основанные на правилах и словарях. Когда для предметной области составляются словари, которые определяют, какие слова по отношению к каким объектам считать негативными или позитивными.
- Статистические классификаторы. Когда по обучающей выборке алгоритм накапливает информацию о частоте появления слов в отзывах с заранее известной тональностью.
- Структурные классификаторы. Когда информация о тональности извлекается из структуры слов, информации о частях речи, взаимном расположении слов в предложении и прочей метаинформации.

В данной работе используются статистические и структурные классификаторы, поскольку они позволяют построить более общее решение, не привязанное к конкретной предметной области. Но у подобных методов есть проблема, что они имеют предел точности примерно в 80%. Причиной тому является сложная структура текстов на естественном языке, которые могут содержать:

- сарказм и насмешки;
- разные настроения относительно разных аспектов товара в одном отзыве;
- двусмысленные слова;
- сленговые выражения.

Эти проблемы затруднительно разрешить улучшая отдельные классификаторы, поскольку все они требуют понимания семантики текста. Но в качестве возможного решения данной проблемы предлагается использовать несколько независимых классификаторов, а результат выбирать методом голосования, когда итоговым ответом выбирается тот, который выбрало большинство классификаторов из ансамбля. Предполагается, что даже с учётом всех перечисленных сложностей, разные по структуре классификаторы будут ошибаться на разных отзывах.

Если взять три классификатора, каждый из которых имеет точность 80% и выбирать ответ по большинству голосов, то итоговая точность ансамбля будет составлять 89.6% в случае абсолютной независимости ошибок [2]. На реальных данных прирост будет ниже, поскольку ошибки не будут независимыми, но тем не менее этот подход позволит улучшить метрики относительно отдельных классификаторов. Чтобы уменьшить зависимость ошибок предлагается включать в ансамбль как можно более различные по внутренней структуре классификаторы.

Результаты. Серверная часть состоит из ансамбля классификаторов:

- Байесов классификатор;
- полносвязная нейронная сеть;
- свёрточная нейронная сеть;
- рекуррентная нейронная сеть.

Перед обработкой комментария ансамблем все слова приводятся к нормальной форме. Из текста исключаются часто встречающиеся слова, предлоги, союзы, слишком короткие слова, знаки пунктуации, ссылки и прочие наборы символов, которые не могут быть интерпретированы как отдельные слова.

Каждое отфильтрованное слово помечается информацией о части речи и о наличии заведомо известной эмоциональной окраски, если такая есть и определяется однозначно.

Точность отдельных классификаторов находится в диапазоне 75-85%. С помощью объединения в ансамбль удалось повысить точность на 3-4% относительно максимума из точностей отдельных классификаторов [3]. Результат выбирается взвешенным голосованием, где каждый классификатор имеет тем больший вес, чем лучше у него была точность на обучающей выборке.

Обучение ансамбля происходит с помощью бустинга, таким образом, каждый последующий классификатор обучается лучше справляться с ошибками предыдущего классификатора.

Клиентская часть – плагин для браузера Google Chrome. При загрузке страницы он выполняет парсинг содержимого страницы, извлекает комментарии пользователей и передаёт их на серверную часть. Серверная часть для каждого комментария определяет тональность и возвращает эту информацию плагину. Плагин модифицирует разметку страницы и добавляет визуальные компоненты, в которых отображает тональность каждого комментария.

Заключение. Был реализован ансамбль из 4 классификаторов, который позволил улучшить точность определения тональности на 3-4% относительно отдельных классификаторов. В качестве пользовательского интерфейса был реализован плагин для браузера, который легко распространяется т.к. не требует установки и основывается на самом популярном браузере Google Chrome.

Реализованное приложение позволяет пользователям видеть тональность текстов на естественном языке, за счёт чего пользователи могут получать общую информацию о том, нравится или нет указанный товар другим пользователям и на основании этого принимать своё решение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рубцова Ю.В. Построение корпуса текстов для настройки тонового классификатора // Программные продукты и системы. – 2015. – №1(109), – С.72-78
2. Терехов С.А. Гениальные комитеты умных машин. IX Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2007»: Лекции по нейроинформатике. Часть 2, М., МИФИ, 2007. – С. 11-42.
3. Мамеев Н.С. Использование ансамбля классификаторов для анализа тональности текстов на естественном языке// Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ-2019), 7-11 октября 2019 г., Новосибирск, 2019. – 425 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ECLIPSE THEIA ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ
РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ЯЗЫКА REFLEX**

К.В. Марченко¹

Научный руководитель: Т.В. Лях²

¹Национальный исследовательский Новосибирский государственный университет,

Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, 630090

²Институт автоматизации и электрометрии СО РАН,

Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 1, 630090

E-mail: k.marchenko@g.nsu.ru

**USING ECLIPSE THEIA TO CREATE AN INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT FOR
THE REFLEX LANGUAGE**

K.V. Marchenko¹

Scientific Supervisor: T.V. Lyakh²

¹Novosibirsk State University, Russia, Novosibirsk, Pirogova str., 1, 630090

²Institute of Automation and Electrometry, Russia, Novosibirsk, Academician Koptyug ave. 1, 630090

E-mail: k.marchenko@g.nsu.ru

***Abstract.** Process-oriented programming language Reflex was created in the attempt to provide an instrument that takes into account industrial automation specifics. For it to become more relevant and used in the industrial automation community integrated development environment must be provided. It has to be available as both desktop and cloud application. Various components such as a debugger and verifiers must be able to be integrated in due course. This article considers Eclipse Theia as a framework that simplifies the development of the Reflex-oriented IDE.*

Введение. Область промышленной автоматизации имеет свою специфику, которая должна быть отражена в языках, используемых для написания алгоритмов управления (АУ) и виртуальных объектов управления (ВОУ). С учётом этой специфики сотрудниками Института автоматизации и электрометрии СО РАН был создан процесс-ориентированный язык программирования Reflex. Основанный на понятии гиперпроцесса [1], Reflex расширяет синтаксис языка C концептами параллельно исполняемого процесса и функции-состояния [2].

В настоящий момент разработка на языке Reflex ведётся в обыкновенных текстовых редакторах, таких, как Notepad++. Для того, чтобы специалисты в области промышленной автоматизации обратили внимание на язык Reflex и смогли воспользоваться им в тестовых, а после, возможно, и рабочих проектах, авторы данной статьи поставили перед собой цель предоставить им набор удобных инструментов для работы с проектами, написанными на данном языке. Иными словами, создать интегрированную среду разработки (ИСП) для работы с Reflex.

После проведённого исследования средств, позволяющих создать собственную ИСП, выбор пал на Eclipse Theia [3]. Рассмотрим, что такое Theia и каким образом её можно использовать для создания нужного продукта.

Материалы и методы исследования. Eclipse Theia – это расширяемая платформа для создания облачных и десктопных, подобных ИСР-продуктов, которые предоставляли бы больше возможностей, чем просто «умные» редакторы. Изначально разработанная компаниями TypeFox и Ericsson, с дополнительным вкладом от Red Hat, IBM, Google и Arm, Theia была запущена в 2017 году, но уже в 2018 году была передана некоммерческой организации Eclipse Foundation, а её код был отнесён к свободному и открытому программному обеспечению [4]. Компании TypeFox и Ericsson до сих пор активно развивают Theia. Создатели Theia вдохновлялись Visual Studio Code: в основе обеих лежит текстовый редактор Monaco, а расширения VS Code напрямую поддерживаются в Theia. Настолько же Theia позволяет выполнить предъявленные к продукту требования?

С целью избавления потенциальных пользователей Reflex-ИСР от необходимости утомительной настройки окружения создаваемый продукт должен быть представлен не только в десктопной, но и в облачной версии. В таком случае для создания АУ и ВОУ на языке Reflex разработчику будет достаточно наличия браузера на локальной машине. Theia позволяет выполнить данное требование, так как одной из её фундаментальных особенностей является возможность запустить приложение как в браузере, так и в виде Electron-приложения – нативного приложения, созданного с помощью веб-технологий. Такое возможно вследствие того, что Theia исполняется в двух отдельных процессах, фронтенд- и бэкенд-процессах, которые общаются друг с другом по протоколу JSON-RPC через веб-сокеты или REST API над HTTP. При этом бэкенд-процесс может выполняться как на удалённом сервере, так и локально.

Создаваемая ИСР обязана быть расширяемой. В данное время командой разработчиков создаются различные компоненты ИСР, такие, как отладчик и различные верификаторы. Они создаются на различных языках и должны быть интегрированы в итоговую ИСР. Theia делает основной акцент именно на расширяемости. Она предоставляет разработчикам набор основных компонент, каждая из которых может быть расширена посредством так называемых расширений. Для этого используется механизм внедрения зависимостей (*Dependency injection, DI*). Разработчики создают свои расширения, которые собираются в один DI-контейнер при запуске фронтенд-процесса. При этом все расширения должны быть написаны на языке самой Theia – TypeScript, однако имеется возможность породить из расширения отдельный процесс, в котором будет запущена, к примеру, Java-программа, и общаться с ней с использованием стандартных средств межпроцессного взаимодействия.

ИСР обязана быть Reflex-ориентированной и поддерживать такие функции, как автодополнение, переход к определению, поиск всех ссылок и т.д. Для обеспечения такой функциональности Theia нужно предоставить языковой сервер, поддерживающий все эти функции и удовлетворяющий протоколу *Language Server Protocol (LSP)* [5]. Написать языковой сервер можно самостоятельно, но в то же время можно воспользоваться Xtext. Xtext – это фреймворк, который помогает разрабатывать языки программирования и предметно-ориентированные языки [6]. В состав многих его функций входит генерация языкового сервера по задаваемой грамматике языка.

Пользователи должны иметь возможность работать над одним проектом одновременно. Для этого было решено использовать одну из наиболее популярных распределённых систем управления версиями Git. Использование Theia позволяет не тратить много усилий на интеграцию Git, поскольку Theia по умолчанию предоставляет Git-расширение.

На сегодняшний день в мировом сообществе идёт создание различных инструментов на основе Theia. К примеру, Arduino Pro IDE, позволяющая вести разработку под Arduino [7], и Mbed Studio, ИСР для Mbed OS 5 [8].

Результаты. В настоящий момент разработана архитектура интегрированной среды разработки для создания программ на языке Reflex на основе Eclipse Theia, а также создано базовое приложение, содержащее наиболее простые и фундаментальные функции. По мере завершения членами команды различных компонент планируется их интеграция в создаваемую ИСР.

Заключение. Разработка собственной интегрированной среды разработки с нуля требует значительных человеческих и временных ресурсов. Время разработки может быть настолько большим, что за это время на рынке может появиться новый участник, который привлечёт к себе много внимания и сделает менее целесообразной дальнейшую разработку ИСР. Поэтому авторами данной статьи за основу была взята специализированная платформа, упрощающая процесс разработки ИСР, под названием Eclipse Theia. Активно развивающаяся и поддерживаемая как несколькими коммерческими компаниями, так и свободным сообществом всех заинтересованных лиц, Theia показала себя как удобный инструмент для достижения поставленной цели. Кроме того, она имеет потенциал в дальнейшем улучшать создаваемую Reflex-ИСР в направлениях, о которых пока и не задумывались авторы данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Liakh T.V., Rozov A.S., Zyubin V.E. Reflex Language: a Practical Notation for Cyber-Physical Systems // System Informatics. – 2018. – No 12. – P. 85-104.
2. Зюбин В.Е. Процесс-ориентированное программирование: Учеб. пособие / Новосибирск. Новосиб. гос. ун-т., 2011. – 194 с.
3. Theia. Cloud & Desktop IDE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://theia-ide.org>. (дата обращения: 10.03.2020).
4. Eclipse Foundation: Eclipse Theia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://projects.eclipse.org/projects/ecd.theia>. (дата обращения: 10.03.2020).
5. Official page for Language Server Protocol [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://microsoft.github.io/language-server-protocol>. (дата обращения: 10.03.2020).
6. Xtext Reference Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.eclipse.org/Xtext/documentation/301_grammarlanguage.html. (дата обращения: 10.03.2020).
7. Arduino Pro IDE (alpha preview) with advanced features [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.arduino.cc/2019/10/18/arduino-pro-ide-alpha-preview-with-advanced-features>. (дата обращения: 10.03.2020).
8. Arm Mbed. Mbed Studio Public Beta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://os.mbed.com/blog/entry/Mbed-Studio-Public-Beta>. (дата обращения: 10.03.2020).

**ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ Al_2O_3 -Ti КОМПОЗИТА НА ВОЗМОЖНОСТЬ СПЕКАНИЯ ЕГО
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ МЕТОДОМ В ФОРВАКУУМЕ**

Г.Ф. Марчук, В.Т. Чан

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.С. Климов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: tranvantu1504@gmail.com

**INFLUENCE OF THE THICKNESS OF THE Al_2O_3 -Ti COMPOSITE ON THE POSSIBILITY
OF SINTERING IT BY ELECTRON-BEAM METHOD IN A FOREVACUM**

G.F. Marchuk, V.T. Tran

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.S. Klimov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: tranvantu1504@gmail.com

***Abstract.** Представлены результаты электронно-лучевого спекания порошковой смеси алюмоокисдной керамики и титана. Показано влияние толщины спекаемого образца на морфологию спеченной поверхности.*

Введение. Керамика на основе оксида алюминия привлекательна с технической точки зрения, поскольку обладает сочетанием уникальных свойств, таких как низкая плотность, высокая твердость и прочность, огнеупорность, термическая и химическая стабильность и износостойкость. Не смотря на очевидные плюсы, имеется и значительный недостаток такого материала, а именно – низкая трещиностойкость. Дефекты в структуре керамики приводят к быстрому распространению трещин, что в конечном итоге приводит к разрушению материала. Решение указанной проблемы может заключаться в добавлении керамическую матрицу пластичных металлических армирующих частиц [1-3]. В результате этих исследований было установлено, что размер и распределение армирующих частиц оказывают сильное влияние на механические свойства получаемого композита. Кроме того, на свойства композиционной металлокерамики оказывает влияние и метод ее получения. На сегодняшний день существуют различные методы обработки и технологии получения композитов, включая методы порошковой металлургии, горячее или холодное одноосное прессование, горячее изостатическое прессование, искровое плазменное спекание, CVD и др. [4]. Каждый из представленных методов имеет свои преимущества и не лишен недостатков в связи с чем потребность в их совершенствовании или поиске новых методов остается актуальной. Одним из относительно новых методов получения металлокерамических композитов является электронно-лучевое воздействие на металлокерамические компакты, располагаемые в защитной среде вакуумной камеры при давлении единицы и десятки паскаль. При таких давлениях на пути электронного пучка образуется плотная плазма, препятствующая накоплению отрицательного заряда на поверхности облучаемого материала. Передача мощности пучка облучаемому объекту происходит эффективно, и температура в области обработки может превышать 3000К. В работах [5, 6] представлены результаты электронно-лучевого спекания керамики, а также градиентных металлокерамических материалов. Успехи в данном направлении свидетельствуют о

привлекательности электронно-лучевого метода для обработки металлокерамики. В настоящей работе представлены результаты использования электронного пучка, генерируемого форвакуумным плазменным электронным источником, для спекания Al_2O_3-Ti композита, а также влияние размеров спекаемого образца на эффективность спекания.

Техника и методика проведения эксперимента. Эксперименты проводились с использованием форвакуумного плазменного электронного источника, схематичное изображение которого представлено на рис. 1. Конструкция и основные параметры электронного источника представлены в [7]. В условиях форвакуумного диапазона давлений электронный источник генерировал пучок диаметром 0,5 мм с током 50 мА и энергией электронов до 20 кВ. Плазменный источник размещался на вакуумной камере. Все эксперименты проводились в среде гелия. Выбор гелия обусловлен его химической инертностью.

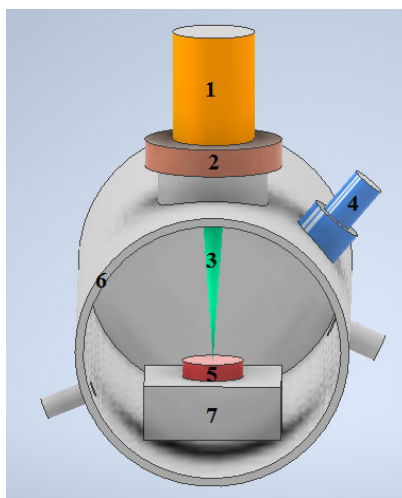


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1 – плазменный источник сфокусированного электронного пучка, 2 – магнитная фокусирующая и отклоняющая катушки, 3 – электронный пучок, 4 – инфракрасный пирометр, 5 – графитовый тигель и спекаемый образец, 6 – вакуумная камера, 7 – коллектор

Для спекания были изготовлены образцы композитной керамики в виде дисков диаметром 10 мм. Образцы изготавливались из мелкозернистых порошков оксида алюминия и титана. Соотношение компонентов смеси составляло 1:1 по массе. Толщина дисков изменялась от 2,5 и до 6 мм.

Процесс спекания осуществлялся следующим образом: образец помещался в рабочую вакуумную камеру на графитовый тигель. Тигель располагался на расстоянии 45 см от электронного источника. Рабочая камера откачивалась до давления 3 Па, после чего камера продувалась гелием. Рабочие давление составляло 30 Па. Нагрев образца производился в течение двадцати минут. Во время нагрева мощность электронного пучка повышалась от 20 до 400 Вт при этом скорость нагрева составляла 30 град/мин. При достижении температуры поверхности обрабатываемого образца 1600 °С нагрев прекращался и образец выдерживался при постоянной температуре в течение 10 мин. Измерение температуры поверхности спекаемого образца осуществлялось с помощью инфракрасного пирометра. После выдержки мощность электронного пучка плавно снижалась до 20 Вт за время 10 мин. Скорость охлаждения образца при этом составляла 50 град/мин. После выключения плазменного источника образец еще некоторое время (10–15 мин) охлаждался в вакууме.

После спекания исследовался элементный состав и микроструктура образцов методом сканирующей электронной микроскопии на микроскопе Hitachi TM-1000 и оптическом микроскопе МБС-10.

Результаты эксперимента и их обсуждение. В результате электронно-лучевого воздействия получены спеченные образцы различной толщины. Параметры образцов до и после спекания представлены в таблице 1. Как следует из таблицы все объем всех образцов, а также их плотность изменились после спекания в разной степени. Причем у более толстых образцов 3, 4, 5 относительное повышение плотности было на уровне 20-25%.

Таблица 1

Параметры образцов до и после спекания

Номер образца	1		2		3		4		5	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
m, г	0,357	0,342	0,462	0,419	0,703	0,659	0,869	0,803	1,114	1,018
h, мм	2,37	2,22	2,77	2,49	4,68	4,14	5,23	4,38	6,68	5,45
d, мм	10,15	9,47	10,15	9,28	10,15	9,37	10,15	9,60	10,16	9,6
ρ , г/см ³	1,86	2,19	2,06	2,49	1,86	2,31	2,05	2,53	2,06	2,58
$\rho_{\text{до}}/\rho_{\text{после}}$		1,18		1,21		1,24		1,23		1,25

Исследование состава облученной поверхности и обратной стороны представлено на рисунке 2. Для всех образцов, не зависимо от толщины наблюдается повышенное содержание титана на стороне подвергнутой облучению. Выход титана на поверхность может быть связано с его расплавлением и протеканием за счет капиллярных сил на поверхность образца, поскольку температура спекания составляет величину достаточно близкую к температуре плавления титана (1668 °С).

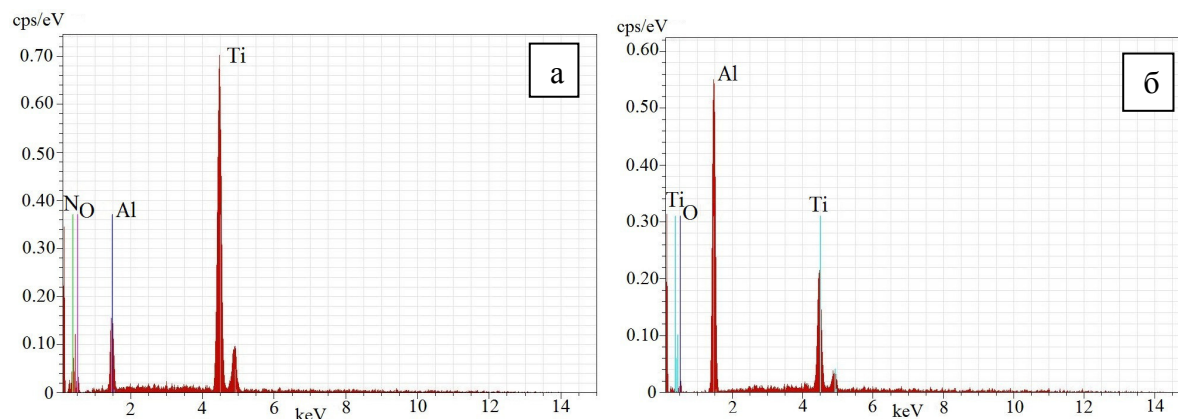


Рис. 2. Элементный состав спеченного образца №1,
а – облучаемая сторона, б – обратная сторона

Исследование с помощью сканирующей электронной микроскопии спеченных образцов показало сильную зависимость морфологии поверхности от толщины образца. Для относительно тонкого образца с толщиной 2.3 мм поверхность после спекания достаточно ровная, в тоже время с повышением толщины на поверхности образцов наблюдается образование кратеров, рисунок 3. Глубина кратеров

может достигать 0,5 мм. Примечательно, что сторона, не подвергнутая облачению, остается достаточно ровной для образцов всех исследуемых толщин.

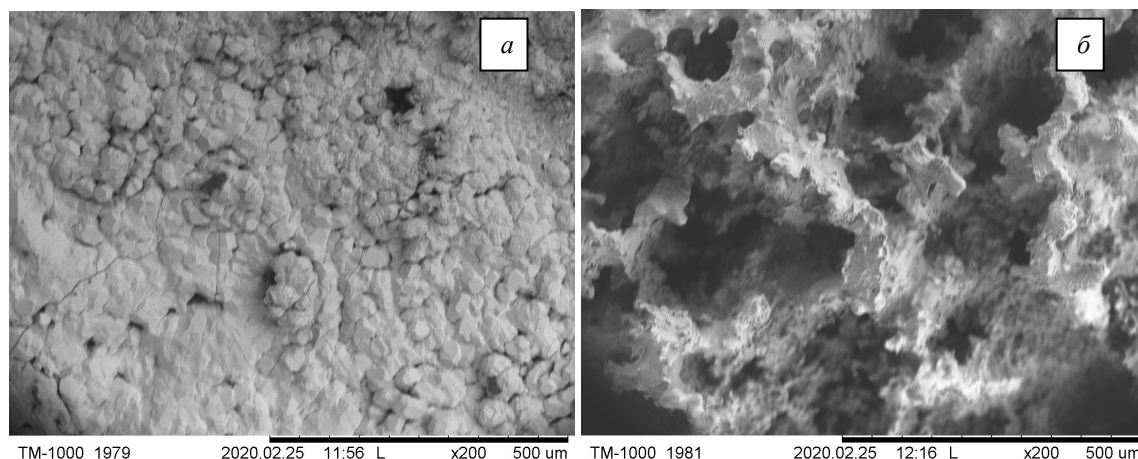


Рис. 3. SEM – изображение поверхности образцов №1 – а и №5 – б

Наиболее вероятной причиной повышенной пористости поверхности более толстых образцов может быть их неравномерный нагрев по глубине, а также высокое газовыделение с поверхности порошков из которых были изготовлены образцы.

Заключение. Электронно-лучевое спекание композитной керамики на основе оксида алюминия и титана позволяет получать образцы с плотностью $1,25 \text{ г/см}^3$. При этом на равномерность спекания существенное влияние оказывают размеры образца. Наиболее однородные образцы получаются при их толщине до 4 мм. При спекании более толстых образцов необходимо принимать меры по обезгаживанию порошков.

Работа поддержана грантом Президента для докторов наук, соглашение 075-15-2019-372.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ighodaro O.L., Okoli O.I. Fracture toughness enhancement for alumina systems // A review. Int. J. Appl. Ceram. Technol. – 2008. – P. 313-323.
2. Konopka K. Alumina composites with metal particles in ceramic matrix. Powder Metall. Met. Ceram. – 2015. – № 54. – P. 374-379.
3. Liu C., Zhang J., Sun J., Zhang X. Addition of Al–Ti–B master alloys to improve the performances of alumina matrix ceramic materials. Ceram. Int. – 2007. – № 33(7).
4. Rosso. M. Ceramic and metal matrix composites: Routes and properties // Journal of Materials Processing Technology. – 2006. – № 175(1-3). – P. 364–375.
5. Klimov A.S., Bakeev I.Y., Zenin A.A. Influence of electron-beam processing mode on the sintering of alumina ceramics // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – P. 012070.
6. Klimov A.S., Bakeev I.Y., Oks E.M., Zenin A.A., Dvilis E.S. Electron beam sintering of ceramics for additive manufacturing. – 2019. – Т. 169. – P. 108933.
7. Bakeev I.Y., Klimov A.S., Oks E.M., Zenin A. A. Generation of high-power-density electron beams by a forevacuum-pressure plasma-cathode electron source // Plasma Sources Science and Technology. – 2018. - № 27 (7). – P. 075002.

**АНАЛИЗ ЗАДЕРЖЕК ИМПУЛЬСОВ РАЗЛОЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ КАБЕЛЬ – ПЛАТА
С МОДАЛЬНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ**

А.В. Медведев

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Т.Р. Газизов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: medart20@tu.tusur.ru

**ANALYSIS OF DELAYS OF DECOMPOSITION PULSES IN THE WIRE TO BOARD SYSTEM
WITH MODAL REDUNDANCY**

A.V. Medvedev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. T.R. Gazizov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: medart20@tu.tusur.ru

***Abstract.** The delays of decomposition pulses in a cable–board system with modal reservation are considered. It is shown that a structure with an edge coupling can be an antipode for a cable. Thus, for a cable–board system with broad-side coupling, when the ratio of cable and board lengths changes, the delay difference does not change sign and changes from 2.2 to 2.65 ns for the maximum cable and board lengths, respectively. For a cable–board system with edge coupling, when the ratio of their lengths changes, the delay difference changes sign, and changes from –1.25 to 2.65 ns for the maximum lengths of the board and cable, respectively. With a length ratio of 0.32, the delay difference will be 0.*

Введение. Резервирование является одним из способов повышения надежности, позволяющим использовать бездействующую часть электронного оборудования в случае неисправности в функционирующей части. Модальное резервирование – способ резервирования электрических соединений, отличающийся использованием электромагнитных связей между резервируемым и резервным проводниками резервируемой и резервной цепей для обеспечения электромагнитной совместимости [1]. Результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. Предложен способ резервирования плоских кабелей [2], которые могут быть использованы в устройствах для соединения резервируемых узлов. Однако, соединение кабеля к различным структурам печатной платы при этом не рассматривалось. Цель работы – выполнить тестовый анализ задержек импульсов разложения в системе кабель – плата с модальным резервированием.

Экспериментальная часть. В системе TALGAT [3] построены поперечные сечения плоского кабеля и печатной платы с торцевой и лицевой связями, показанные на рис. 1. Значения параметров поперечного сечения: $H = 25$ мкм, $h = 5$ мкм, $\epsilon_r = 4$, $w = 65$ мкм, $d = 500$ мкм, $s = 60$ мкм, $t = 5$ мкм для рис. 1а; $h = 510$ мкм, $\epsilon_{r2} = 10$, $w = 300$ мкм, $d = 1800$ мкм, $s = 100$ мкм, $t = 65$ мкм для рис. 1б; $h = 130$ мкм, $\epsilon_{r2} = 10,2$, $h_1 = 600$ мкм, $\epsilon_{r2} = 4$, $w = 185$ мкм, $d = 555$ мкм, $s = 315$ мкм, $t = 35$ мкм для рис. 1в.

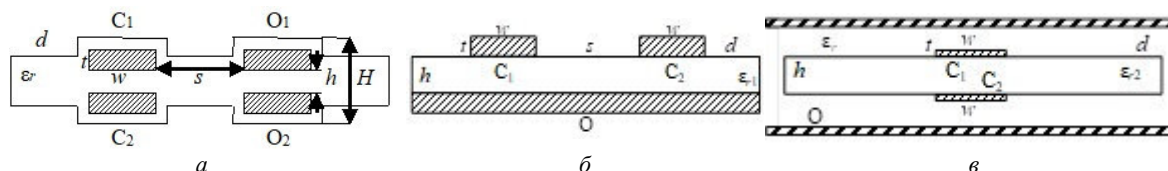


Рис. 1. Поперечные сечения плоского кабеля (а), печатной платы с торцевой (б) и лицевой (в) связями, где проводники: С – сигнальные; О – опорные

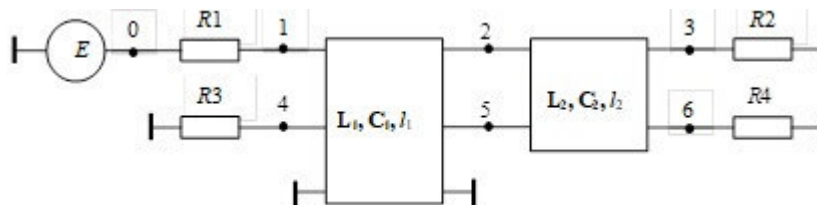


Рис. 2. Принципиальная схема системы плоский кабель – печатная плата

Результаты. Погонные задержки мод для плоского кабеля (τ_{c1} , τ_{c2} , τ_{c3}) 3,8; 6,5; 6,52 нс/м, для печатной платы (τ_e , τ_o) с торцевой связью – 8,17; 6,92 нс/м, с лицевой связью 7,34; 9,52 нс/м. Видно, что для структуры с лицевой связью $\tau_o > \tau_e$, чем с торцевой.

В таблице 1 сведены задержки импульсов разложения (в точке V3 рис. 2) для системы кабель–плата, при $l_1 + l_2 = 1$ м, а также их разности, вычисленные как $t_1 = l_1\tau_{c1} + l_2\tau_e$, $t_2 = l_1\tau_{c2} + l_2\tau_o$, $\Delta t = t_1 + t_2$.

Таблица 1

Задержки (нс) импульсов разложения системы кабель – плата с торцевой и лицевой связями

Связь	Параметр	$l_1 + l_2$, м									
		0,1+0,9	0,2+0,8	0,3+0,7	0,4+0,6	0,5+0,5	0,6+0,4	0,7+0,3	0,8+0,2	0,9+0,1	
Торцевая	t_1	7,73	7,297	6,859	6,422	5,985	5,547	5,1099	4,6725	4,235	
	t_2	6,87	6,831	6,789	6,747	6,705	6,663	6,6215	6,579	6,538	
	Δt	-0,864	-0,465	-0,07	0,325	0,72	1,116	1,5116	1,907	2,303	
Лицевая	t_1	6,986	6,632	6,277	5,923	5,569	5,215	4,86	4,506	4,152	
	t_2	9,217	8,915	8,613	8,31	8,007	7,705	7,403	7,101	6,798	
	Δt	2,231	2,283	2,335	2,387	2,438	2,49	2,542	2,594	2,646	

На рис. 3 представлена зависимость Δt от $l_1 / (l_1 + l_2)$. Для системы кабель – плата с торцевой связью, когда всю длину занимает рис. 1б, разность задержек равна -1,25 нс, а когда всю длину занимает рис. 1а, разность задержек равна 2,65 нс. При этом, когда занимаемая часть рис. 1а от общей длины равна 0,32, разность задержек около 0. Таким образом, структура с торцевой связью является антиподом для заданного кабеля. Для системы кабель – плата с лицевой связью, когда всю длину занимает рис. 1в, разность задержек равна 2,2 нс, а когда всю длину занимает рис. 1а, разность задержек равна 2,65 нс.

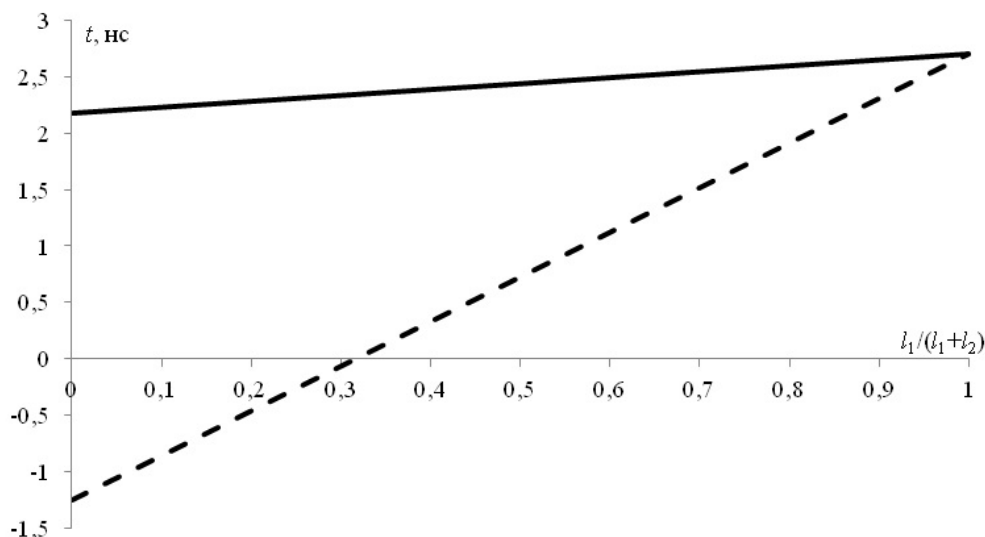


Рис. 3. Зависимости разности задержек для систем кабель – плата с лицевой (—) и торцевой (---) связями от $l_1 / (l_1+l_2)$

Заключение. Приведенные результаты показывают, что для системы кабель–плата с лицевой связью при изменении соотношения длин кабель и плата разность задержек не меняет знака и изменяется от 2,2 до 2,65 нс для максимальных длин кабеля и платы, соответственно. Для системы кабель–плата с торцевой связью разность задержек меняет знак и изменяется от –1,25 до 2,65 нс для максимальных длин платы и кабеля, соответственно. Таким образом, при соотношении длин 0,32 разность задержек будет равняться 0. Однако, необходимо более детальное исследование аналогичных структур в диапазоне параметров.

Работа выполнена при финансовой поддержке российского научного фонда (проект №19-19-00424) в ТУСУРе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарафутдинов, В. Р., Газизов, Т.Р. Анализ способов резервирования на основе модальной фильтрации // Системы управления, связи и безопасности. – 2019. – №3. – С. 117–144.
2. Пат. 2603848 РФ, МПК Н04В 15/00. Способ резервирования плоских кабелей / Т.Р. Газизов, П.Е. Орлов, В.Р. Шарфутдинов, О.М. Кузнецова-Гаджибаева, А.М. Заболоцкий, С.П. Куксенко, Е.Н. Буичкин. – № 2015156667/07; Заявл. 28.12.15, Опубл. 10.12.16, Бюл. № 34.
3. Kuksenko, S. P. Preliminary results of TUSUR University project for design of spacecraft power distribution network: EMC simulation // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – P. 1–7.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ СОЗДАНИЯ ОТЧЕТОВ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ РЕКЛАМНЫХ
КАМПАНИЙ**

М.Г. Москалев

Научный руководитель: профессор, д.т.н., Т.Т. Газизов
Томский государственный педагогический университет,
Россия, г. Томск, ул. Киевская, д. 60, 634061
E-mail: moskalev@tspu.edu.ru

**AUTOMATING THE CREATION OF REPORTS ON THE EFFECTIVENESS OF ADVERTISING
CAMPAIGNS**

M.G. Moskalev

Scientific Supervisor: Dr., Prof., T.T. Gazizov
Tomsk State Pedagogical University, Russia, Tomsk, Kievskaya str., 60, 634061
E-mail: moskalev@tspu.edu.ru

***Abstract.** To date, the Internet advertising market is actively developing in Russia. So, according to a report published by the Association of Communication Agencies of Russia, in the first half of 2019, the amount of money spent on advertising amounted to 227 billion rubles. Of these, more than 100 billion was spent on advertising on the Internet. One of the important stages of work on the placement of contextual advertising is the writing of reports on the effectiveness of its work.*

Введение. На сегодняшний день в России активно развивается рынок рекламы в сети интернет. Согласно отчету, опубликованному Ассоциацией Коммуникационных Агентств России [1], в первом полугодии 2019-го года объем денежных средств, потраченных на рекламу, составил 227 миллиардов рублей, из них более 100 миллиардов было потрачено на рекламу в сети интернет. Одним из важных этапов работы по размещению контекстной рекламы является написание отчетов об эффективности ее работы. Цель статьи заключается в том, чтобы автоматизировать создание отчетов, это позволит сократить время, которое тратится на их написание, а также исключит возможные ошибки при написании отчетов, путем использования механизма автоматизации, что позволит оптимизировать расходы рекламной кампании в сети интернет. Разрабатываемое веб-приложение на основе имеющихся данных о работе рекламной кампании должно генерировать отчет о показателях ее эффективности. Созданный отчет должен включать в себя данные о количестве показов кампании, количестве переходов по объявлению, рассчитывать отношение числа переходов к числу показов, рассчитывать среднюю цену перехода, количество переходов, достигших цели, рассчитывать стоимость достижения цели, а также общее количество потраченных средств на рекламную кампанию. Разработанное веб-приложение должно генерировать сводную таблицу в формате «.XLSX», а также HTML-таблицу с возможностью сортировки по значению.

Экспериментальная часть. Для разработки веб-приложения позволяющего автоматизировать процесс генерации отчетов была подключена библиотека для работы с файлами формата «.XLS» и «.XLSX», которая называется «PHPExcel» [2]. Данная библиотека позволяет осуществлять работу с

таблицами, вносить в них изменения и обращаться к данным, находящимся в таблице. Библиотека не требует предварительной настройки, и помещается в корневую директорию локального сервера. Разработанное веб-приложение выглядит как веб-страница (рис. 1). На главной странице находится текст приветствия, название информационной технологии, краткое описание работы, а также возможность выбора количества отчетов, которые необходимо объединить.

После того, как пользователь осуществит выбор, он будет перенаправлен на страницу загрузки файлов (рис. 2). На странице загрузки находится информация о доступных для загрузки форматах файлов, а также кнопки возможности загрузки документов. Пользователь может выбрать файлы формата «.XLS» и «.XLSX» для генерации в рамках одного отчета. Кнопка «Сгенерировать», запустит процесс объединения отчетов, и перенаправит пользователя на следующую страницу.

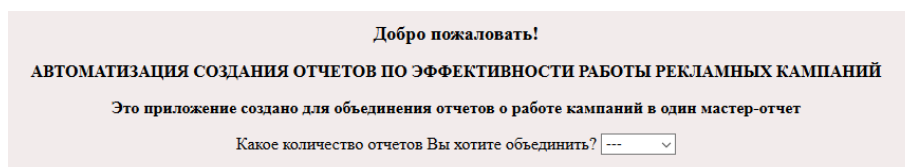


Рис. 1. Главная страница

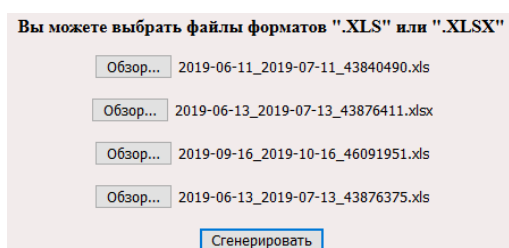


Рис. 2. Загрузка файлов

Результаты. Результатом работы является объединение нескольких отчетов в один мастер-отчет, с выводом общей информации для нескольких кампаний (рис. 3). Просматривать информацию можно оставаясь на веб-странице или загрузив сгенерированный файл формата «.XLSX» (рис. 4). В отчете выводится информация о средней цене клика за период работы рекламной кампании, информация о количестве показов, количестве кликов, расходе за выбранный период, а также о показателе CTR.

Отчет создан успешно.

[Скачать отчет](#)

[Просмотреть отчет](#)

НАЗВАНИЕ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ	СР. ЦЕНА КЛИКА	ПОКАЗЫ	КЛИКИ	CTR(%)	РАСХОД
Кампания "Заочка Томск июнь2019" (43840490), период 11.06.2019 - 11.07.2019	10.5	333064	636	0.19	6709.95
Кампания "Заочка Россия июнь2019" (43876411), период 13.06.2019 - 13.07.2019	6.39	198492	1959	0.99	12520.47
Кампания "Занятия карата -Томск -РСЯ" (46091951), период 16.09.2019 - 16.10.2019	6.02	54275	159	0.29	957.18
Кампания "Заочка Дальний Восток июнь2019" (43876375), период 13.06.2019 - 13.07.2019	11.22	74895	494	0.66	5543.51

[График](#)

[Вернуться на главную](#)

Рис. 3. Страница генерации отчета

Созданное веб-приложение также формирует график для выбранных кампаний, на котором указывается информация о средней цене клика, средней сумме, потраченной за день, общем расходе кампании и количестве показов. График автоматически генерирует точки с заданными кампаниями и дает пользователю возможность рассматривать все значения одновременно, или поочередно. Для создания графика использовалась библиотека «ChartJS» [3], которая позволяет работать с графиками в языке PHP. Результат работы данной библиотеки на примере сгенерированного отчета для четырех кампания показан на рис. 5.

Москалев Михаил Григорьевич									
Отчет о работе кампаний									
		Ср. цена к	Показы	Клики	CTR(%)	Расход			
Кампания "Заочка Томск июнь2019" (43840490), период 11.06.2019 - 11.07.2019		10,5	333064	636	0,19	6709,95			
Кампания "Заочка Россия июнь2019" (43876411), период 13.06.2019 - 13.07.2019		6,39	198492	1959	0,99	12520,47			
Кампания "Занятия каратэ -Томск -РСЯ" (46091951), период 16.09.2019 - 16.10.2019		6,02	54275	159	0,29	957,18			
Кампания "Заочка Дальний Восток июнь2019" (43876375), период 13.06.2019 - 13.07.2019		11,22	74895	494	0,66	5543,51			

Рис. 4. Пример сгенерированного отчета

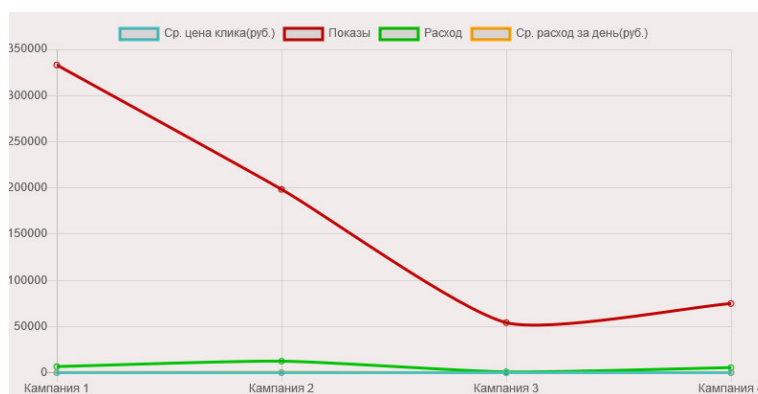


Рис. 5. Пример графика с рассмотрением четырех характеристик

Заключение. Таким образом, можно резюмировать достижение поставленной цели. В данной статье было рассмотрено создание веб-приложения, позволяющее автоматизировать процесс создания отчетов по эффективности работы рекламных кампаний, что дает возможность сократить время, которое тратится на их написание, а также исключает возможные ошибки. Код программы написан на языке PHP с использованием библиотек PHPExcel и ChartJS, позволяющий создавать отчет в формате «XLSX» и генерировать HTML-страницу с возможностью сортировки данных в таблице, а также формирует график с основными показателями работы рекламных кампаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ассоциация Коммуникационных Агентств России [Электронный ресурс] / Объем рекламы в средствах ее распространения в первом полугодии 2019 года. – Режим доступа: http://www.akarussia.ru/knowledge/market_size/id8955 (дата обращения 25.01.2020).
2. GitHub [Электронный ресурс] / Библиотека для работы с файлами Excel на языке PHP. – Режим доступа: <https://github.com/PHPOffice/PHPExcel/tree/1.8/Classes> (дата обращения 25.01.2020).
3. ChartJS [Электронный ресурс] / Библиотека для работы с графиками на языке PHP. – Режим доступа: <https://www.chartjs.org/> (дата обращения 26.01.2020).

**КОРПОРАТИВНЫЙ ШЛЮЗ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕРВЕРНОГО ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ**Д.А. Овчинников

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Т.Т. Газизов
Томский государственный педагогический университет,
Россия, г. Томск, ул. Киевская, 60, 634061
E-mail: den.eg.30@gmail.com

CORPORATE GATEWAY BASED ON NATIVE SERVER SOFTWARED.A. Ovchinnikov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. T.T. Gazizov
Tomsk State Pedagogical University, Russia, Tomsk, Kievskaya str., 60, 634061
E-mail: den.eg.30@gmail.com

***Abstract.** In this article setup process of server operating systems Ubuntu Server, Astra Linux, Suse Linux for corporate gateway described. Comparison between server operating systems was made. Made conclusion by using native server operating system for corporate gateway.*

Введение. На 2017 год процент серверных операционных систем используемых для построения автоматизированных информационных систем предприятий имеет следующее соотношение: Windows 70,41%, Linux 12,96%, Mac OS 10,37% [1]. В связи с Приказом №305 от 19.08.15 Минкомсвязи России «Об утверждении Методических рекомендаций по использованию свободного программного обеспечения в деятельности федеральных органов исполнительной власти, включая критерии определения государственных информационных систем, при создании которых необходимо использовать свободное программное обеспечение, в том числе государственных информационных систем, предназначенных для оказания государственных и муниципальных услуг в электронном виде» перед государственными учреждениями и предприятиями стоит задача по выбору оптимальных программных решений сертифицированных в РФ и входящих в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [2].

Высокий темп роста компаний и предприятий, а так же их количества в современном мире ставит задачи по организации доступа в интернет для клиентов, обеспечение обмена между ними файлами и их хранение, определение уровней доступа для различных пользователей, а также ограничение и контроль трафика для конкретного или групп пользователей в режиме реального времени. Для решения данных задач является актуальным создание корпоративного шлюза. В связи с импортозамещением в РФ появилась необходимость оценить возможность использования отечественного программного обеспечения в качестве корпоративного шлюза.

Цель данной работы: провести сравнительный анализ между отечественной серверной операционной системой и существующими аналогами.

Экспериментальная часть. Для первоначальной настройки и проверки работоспособности в данной работе будет построена модель корпоративного шлюза с помощью виртуальных машин в

программной среде Oracle VM Virtual Box 5.2.18. В качестве серверов, на которых организован корпоративный шлюз, будут использоваться виртуальные машины с операционными системами Ubuntu Server 16.04.5, Astra Linux релиз «Орел», Suse Linux Enterprise Server 15, а в качестве клиента для проверки работоспособности шлюзов будет использоваться виртуальная машина с операционной системой Windows 7.

Корпоративный шлюз должен решать следующие основные задачи: обеспечение доступа в интернет для клиентов корпоративной сети, контроль и учет их трафика; обеспечение доступа к общим сетевым ресурсам, создание различных групп пользователей с различным уровнем доступа. В данной работе выдачу IP-адреса клиенту обеспечивает DNS-сервер dnsmasq, доступ в интернет организован с помощью прокси-сервера Squid, доступ к общим сетевым ресурсам обеспечивает FTP-сервер vsftpd и файловый сервер Samba [3-5]. Данный набор приложений устанавливается на каждую операционную систему, посредством чего можно провести сравнение по критериям работоспособности, времени и сложности их установки и настройки на каждой из систем.

В ходе организации корпоративных шлюзов можно выделить то, что операционные системы Ubuntu Server и Astra Linux на всех этапах установки выбранных приложений имеют одинаковые наборы команд и конфигурационных файлов, за исключением имен сетевых интерфейсов. Для операционной системы Suse Linux используется отличная команда для установки приложений, отличающийся конфигурационный файл для настройки файлового сервера Samba, для настройки второго сетевого интерфейса в отличие от других рассматриваемых систем в данном случае создается отдельный конфигурационный файл.

Результаты. По проведенному исследованию было выявлено, что наиболее быстрым и наименее ресурсоемким является процесс установки в качестве корпоративного шлюза операционной системы Ubuntu Server. В плане сложности настройки наиболее трудозатратным была операционная система Suse Linux, так как имела отличные конфигурационные файлы от двух других при настройке сетевых интерфейсов, настройке файловой системы Samba. Весь представленный функционал был проверен на виртуальной машине под управлением операционной системы Windows 7. Результат сравнения можно представить в виде таблицы.

Таблица 1

Результат сравнения операционных систем

	Ubuntu Server	Astra Linux	Suse Linux
Рекомендуемые системные требования			
Частота процессора	1 ГГц	2,4 ГГц	2,4 ГГц
Оперативная память	512 Мб	1 Гб	2 Гб
Дисковое пространство	2 Гб	6 Гб	5 Гб
Время установки	~10 мин.	~20 мин.	~22 мин.
Совместимость с Windows	Да	Да	Да
Распространение	Бесплатно	Пробный период 90 дней, подписка на 2 года 15000 р.	Пробный период 60 дней, годовая подписка 52000 р.
Сертификация в РФ	Нет	Да	Нет

Заключение. В результате проведенного сравнения можно сделать вывод, что использование в качестве корпоративного шлюза серверной отечественной операционной системы Astra Linux является объективным и не уступает аналогичному зарубежному платному решению в лице Suse Linux, и свободному программному решению в лице Ubuntu Server. В единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных входит только Astra Linux и в сравнении с зарубежным лицензированным аналогом в лице Suse Linux имеет более низкую стоимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурняшов Б.А. Проблемы программного обеспечения профессионального образования России // Научный вестник Южного института менеджмента. – 2019. – № 2. – С.119–124.
2. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Приказ №305 от 19.08.15 Минкомсвязи России «Об утверждении Методических рекомендаций по использованию свободного программного обеспечения в деятельности федеральных органов исполнительной власти, включая критерии определения государственных информационных систем, при создании которых необходимо использовать свободное программное обеспечение, в том числе государственных информационных систем, предназначенных для оказания государственных и муниципальных услуг в электронном виде» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/documents/4805/> – (дата обращения 20.10.2019).
3. Ubuntu.ru. Интернет-шлюз на базе Ubuntu Server / Internet Connection Sharing + Squid, Firestarter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://help.ubuntu.ru/wiki/sharing_internet – (дата обращения 04.11.2019).
4. Servers.ru. Как установить и настроить FTP-сервер на Ubuntu 16.04 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.servers.ru/knowledge/linux-administration/how-to-setup-ftp-server-on-ubuntu-16-04> – (дата обращения 10.11.2019).
5. OpenNET. Настройка Samba версии 3.2.7 под SUSE Linux Enterprise Server 11 (samba suse linux) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.opennet.ru/base/net/samba_suse.txt.html – (дата обращения 15.11.2019).

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ, ГЕНЕРИРУЕМОЙ
ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В ФОРВАКУУМНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ**

А.В. Казаков, А.В. Медовник, Н.А. Панченко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Е.М. Окс

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: PanchenkNA@vtomske.ru

**RESEARCH OF OPTICAL IRRADIATION SPECTRA OF PLASMA GENERATED BY PULSED
ELECTRON BEAM IN THE FOREVACUUM PRESSURE RANGE**

A.V. Kazakov, A.V. Medovnik, N.A. Panchenko

Scientific Supervisor: Prof., Dr. E.M. Oks

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: PanchenkNA@vtomske.ru

***Abstract.** Research of optical emission spectrum of beam-produced plasma generated by a pulsed electron beam in the forevacuum pressure range is presented. The analysis of the optical spectrum allows to determine qualitatively the composition of the beam-produced plasma.*

Введение. Плазменные источники электронов обеспечивают генерацию электронных пучков в более «тяжелых» вакуумных условиях, т.е. в присутствии активной газовой среды и при давлениях рабочего газа 10^{-4} – 10^{-1} Па [1]. Способность плазменных источников генерировать электронные пучки при данных условиях является одним из преимуществ перед источниками с термокатодами. Развитие данного преимущества привело к разработке форвакуумных плазменных источников электронов [2, 3]. В частности, импульсные форвакуумные плазменные источники обеспечивают генерацию электронных пучков с длительностью импульса 50–10000 мкс при давлении до 30 Па [3]. При таких давлениях генерация электронного пучка сопровождается формированием пучковой плазмы, параметры которой зависят от условий генерации электронного пучка. От состава и параметров пучковой плазмы зависит эффективность применения данной плазмы для различных приложений, таких как: модификация поверхности полимеров [4], нанесение пленок или покрытий на различные поверхности [5], очистка поверхности или травление и для ряда других направлений. Поэтому задача по определению параметров пучковой плазмы и их оптимизации является актуальной. Одним из методов бесконтактной диагностики является спектрально-оптическая диагностика.

Техника и методика проведения эксперимента. Схема экспериментальной установки для исследования оптических спектров излучения пучковой плазмы, генерируемой плазменным источником импульсного низкоэнергетичного электронного пучка в форвакуумном диапазоне давлений, представлена на рис. 1. Для генерации импульсного широкоапертурного электронного пучка *1* использовался модернизированный форвакуумный источник электронов *2*. Конструкция источника и принцип его работы представлены в [3]. Источник электронов размещался на вакуумной камере *3*, которая откачивалась форвакуумным насосом. Питание и управление источника электронов

осуществлялось с помощью энергетического блока 4. Измерение тока I_b электронного пучка осуществлялось с помощью цилиндра Фарадея 5 и трансформатора тока. Для вывода оптического излучения из вакуумной камеры использовалось оптоволокно 6 и специальный вакуумный ввод 7 с кварцевым окном 8. Регистрация излучения осуществлялась с помощью оптического спектрометра (Ocean Optics 4000) 9. Входная апертура оптоволоконна была направлена в область оси симметрии электронного пучка перпендикулярно направлению распространения пучка. Давление газа p в вакуумной камере составляло 8 Па. В экспериментах использовались аргон (Ar) и азот (N_2). Ток I_b пучка варьировался в диапазоне 12 – 25 А. Ускоряющее напряжение U_a составляло 8 кВ.

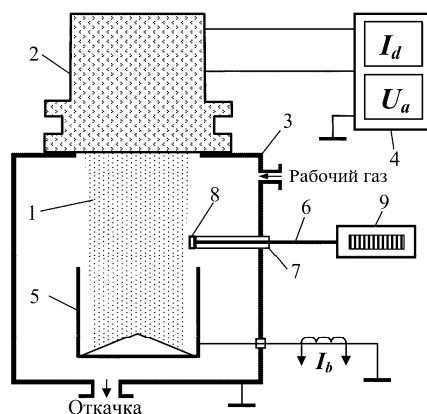


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Результаты эксперимента и их обсуждения. В ходе эксперимента были исследованы оптические спектры излучения пучковой плазмы в азоте и аргоне. На рис. 2 а представлены оптические спектры излучения пучковой плазмы. При использовании азота при токе пучка $I_b = 23$ А в спектре излучения наблюдается наибольшая интенсивность у полос первой отрицательной (ПОС) системы азота с длиной волны 391,4 нм, а также первой положительной (ППС). Так же в спектре излучения наблюдаются слабые линии второй положительной (ВПС) системы азота. Большая интенсивность у ПОС наблюдалось в работе [6], где это объяснялось тем, что при данных энергиях электронов пучка сечение ионизации молекул азота прямым электронным ударом из основного состояния для ПОС и ППС выше, чем для ВПС азота. Полосы N_2 и N_2^+ излучают в широком диапазоне длин волн и имеют большую интенсивность, тем самым могут перекрывать другие атомарные линии. В диапазоне длин волн 440–460 нм наблюдаются слабые линии, которые согласно работе [7] возможно относятся к линиям N^+ .

В оптическом спектре излучения пучковой плазмы, генерируемой в аргоне, преобладает излучение возбужденных атомов аргона в области 700–850 нм (рис. 2 б.) с наиболее интенсивными пиками на 811,5 нм, 763 нм и 750,4 нм. Так же наблюдается множество линий ионов аргона малой интенсивности в области 440–500 нм. Интенсивность линий росла, как и в случае с азотом, с увеличением тока пучка. При использовании как азота, так и аргона в спектре наблюдались слабые линии, соответствующие парам воды и углеводов.

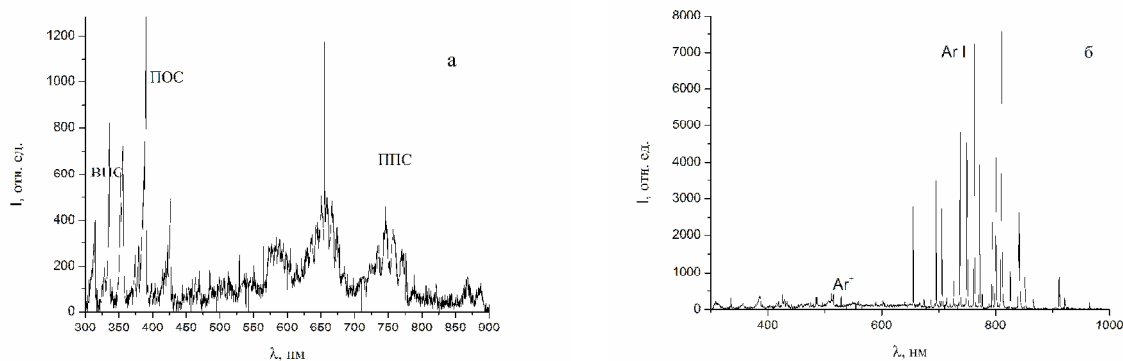


Рис. 2. Оптический спектр излучения пучковой плазмы а) при давлении рабочего газа N_2 8 Па и токе пучка $I_b = 32$ А, б) при давлении рабочего газа Ar 8 Па и токе пучка $I_b = 23$ А

Заключение. Проведенные исследования показали принципиальную возможность оценки состава пучковой плазмы, генерируемой импульсным электронным пучком, по оптическому спектру ее излучения. Однако, слабые спектральные линии ионов трудно различимы на фоне сильных молекулярных полос и атомарных линий. Поэтому для количественной оценки ионного состава плазмы (соотношение однозарядных и многозарядных ионов) необходимо использовать дополнительные методы диагностики, например масс спектроскопию.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-38-20044 мол_a_вед.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Окс Е.М. Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения // Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 216 с.
2. Бурдовицин В.А. и др. Опыт разработки и применения форвакуумных плазменных электронных источников // Доклады ТУСУРа. – 2016. – Т. 19, № 2. – С. 5–10.
3. Kazakov A.V., Medovnik A.V., Oks E.M. Formation of pulsed large-radius electron beam in the forevacuum pressure range by a plasma-cathode source based on arc discharge // Journal of Physics: Conference Series.- 2019. - V. 1393. - P. 012043.
4. E.F. Castro Vidaurre, C.A. Achete Surface Modification of Polymeric Materials by Plasma Treatment // Materials Research. -2002.- vol.5, no.1. – P. 37-41
5. Alan Keima, MartinaHarnischa, Paul Scheiera, Zdenek Hermana Collisions of low-energy ions Ar^+ and N_2^+ with room-temperature and heated surfaces of tungsten, beryllium, and a mixed beryllium–tungsten thin film // International Journal of Mass Spectrometry. -2013. - № 355. – P. 78–86.
6. А.С. Климов, М.И. Ломаев, Е.М. Окс Параметры пучковой плазмы, формируемой форвакуумным плазменным источником ленточного электронного пучка в системе транспортировки без магнитного поля // Журнал технической физики. – 2017. - том 87, вып. 2. – С. 192-196.
7. R M van der Horst, T Verreycken, E M van Veldhuizen and P J Bruggeman Time-resolved optical emission spectroscopy of nanosecond pulsed discharges in atmospheric-pressure N_2 and N_2/H_2O mixtures // Journal of Physics D: Applied Physics. – 2007. - V 45, № 34. - 11p.

**ЦИФРОВАЯ ЛОГИСТИКА В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**Ю.В. Парфентьев

Научный руководитель: доцент, к.т.н. В.Г. Ротарь

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, д. 30, 634050

E-mail: morandi311090@gmail.com

DIGITAL LOGISTICS IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: PROBLEMS AND PROSPECTSY.V. Parfentiev

Scientific Supervisor V.G. Rotar

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

Email: morandi311090@gmail.com

***Abstract.** This paper discusses the concept and content of digital transformation in supply chains; The problems of digital logistics in supply chain management are identified. The analysis of the prospects of digital logistics in supply chain management. The relevance of the research topic “Digital Logistics in Supply Chain Management: Problems and Prospects” is substantiated.*

Введение. Понятие «цифровая трансформация» давно стало обязательным элементом высокоразвитого бизнеса. Клиентам нужна скорость и разнообразие сценариев, и без цифровой трансформации уже не обойтись. Цифровая трансформация – понятие, перешедшее из разряда особых требований к бизнесу в пул необходимых элементов для его развития. И если еще недавно считалось, что бизнес скоро станет цифровым, уже сейчас можно утверждать, что переход в цифровую среду произошел [1]. Таким образом, выбранная тема исследования является актуальной. Цель исследования – выявление проблем и перспектив развития цифровой логистики в управлении цепями поставок.

Материалы исследования. Цифровая трансформация – понятие, которое давно перешло из разряда особых требований к бизнесу в пул необходимых элементов для его развития. Переход в цифровую среду уже произошел [1]. Цифровая трансформация бизнеса переживала несколько этапов, которые были напрямую связаны с возникновением новых задач. Изначально сценарии были простые, такие как: «Склад – магазин», «Поставщик – склад». С появлением онлайн-торговли, а также многоканальной и омниканальной маркетинговых моделей появились новые сценарии работы логистического комплекса: магазин – дом; склад – дом; склад – магазин – дом; склад – магазин (click&collect); магазин – постамаат; магазин – магазин. Данный перечень разнообразных сценариев доставки не является исчерпывающим.

CRM, ERP, WMS, TMS, программы лояльности и другое, – все элементы цепочки поставок необходимо изменять таким образом, чтобы возрастающие желания покупателей можно было реализовывать и в ближайшем будущем. Цифровая трансформация цепочки поставок – это уже не «прекрасное будущее», а совершенно реальное сегодня, реализовать которое помогут решения формата SaaS – Software as a Service [1].

Приведем пример отрасли розничной торговли, на котором можно увидеть, как цифровые технологии трансформируют инфраструктуру логистики. Благодаря происходящей цифровизации активно развивается модель Omni-Channel, позволяющая ритейлерам решить задачи в рамках всех 4 драйверов рынка, а именно персонализация, цифровизация, доставка, а также удобство совершения платежей. Отметим, что удовлетворение всех требований содействуют переходу от традиционной цепочки поставок к цифровой, при этом внедряя цифровые технологии [2].

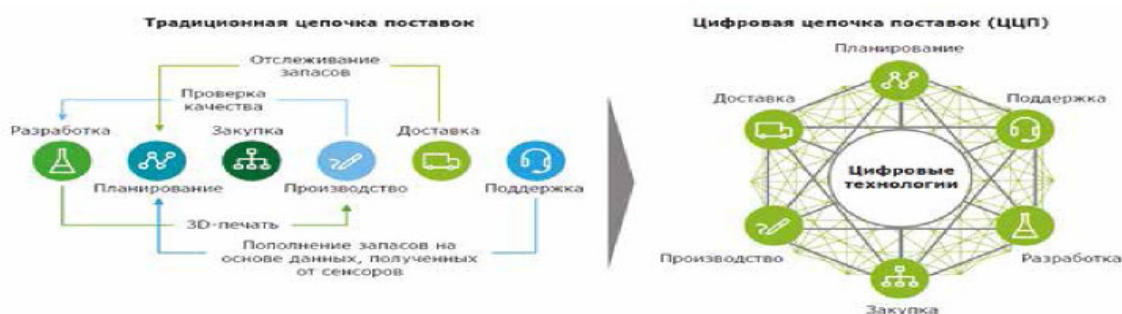


Рис. 1. Влияние цифровых технологий на трансформацию цепей поставок [2]

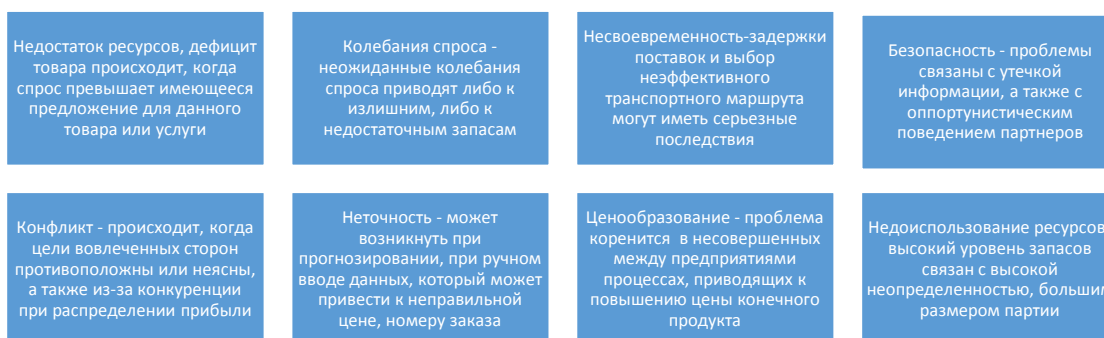


Рис. 2. Основные проблемы, которые возникают в цепях поставок [3]

Проблемы цифровой логистики в управлении цепями поставок. Рассмотрев основные проблемы цифровой логистики в управлении цепями поставок, проведем аналитику для решения проблем в управлении цепями поставок. Проблема 1 – выбор надежного контрагента. Одну из компаний коснулась проблема выбора надежного перевозчика, в распоряжении которой были разные метрики, определяющие деятельность потенциальных контрагентов, но проблема состояла в выработке решения, которое позволяло бы оценить на основе данных метрик продуктивность перевозчика. Данной компании предложено решение, которое позволяет поэтапно выделять взаимосвязанные метрики, создать модель и распределять потенциальных контрагентов по производительности. Проблема 2 – прогнозирование спроса. Одного ритейлера одежды коснулась проблема прогнозирования спроса и запасов продукции на складах. Данной компании предложена аналитическая система для прогнозирования спроса, что позволило увеличить доход организации [4].

Перспективы цифровой логистики в управлении цепями поставок. Цифровизация логистики позволяет ускорить выполнение логистических процессов в цепях поставок, что приведет к сокращению затрат. Совокупность цифровых технологий, которые составляют основной функционал

управления цепями поставок, включает Big Data (Обработка больших данных и аналитика), IoT (Интернет вещей), технология Blockchain (распределенных реестров транзакций), Облачные сервисы, e-SCM, 3D Printing и др. Центральным элементом развития Digital SCM/Logistics станут аналитика и моделирование. Основу решений составляет информация в реальном времени. В сфере аналитики и моделирования технологии имитационного моделирования, Big Data, OLAP, in-memory будут играть ведущую роль, позволяя разработчикам быстро определять сценарии и принимать оптимальные решения. По версии PwC выделяется базовая восьмерка технологий, изменяющих нашу жизнь [5].

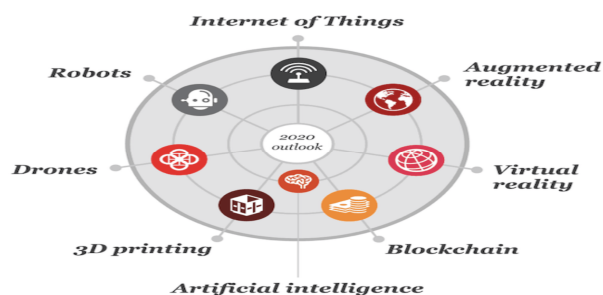


Рис. 3. Базовая восьмерка технологий [6]

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод о том, что переход в цифровую среду уже произошел, и все процессы так или иначе связаны с диджитал-технологиями и всеобщей цифровизацией. В управлении цепочками поставок происходит трансформация, одной из основных движущих сил которой становятся цифровые технологии, которые охватывают все области цепочек поставок. В результате исследования была проведена аналитика для решения проблем в управлении цепями поставок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воеводко Юрий. Как «хотелки» покупателей приводят к цифровой трансформации логистических цепей, и что поможет их выполнить [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://newretail.ru/business/kak_khotelki_pokupateley_privodyat_k_tsifrovoy_transformatsii_logisticheskikh_tsepey_i_chno_pomozhet/. (дата обращения: 05.03.2020)
2. Трифонов П.В., Серышев Р.В. Трансформация управления цепями поставок в условиях четвертой промышленной революции // Стратегические решения и риск-менеджмент. - 2018. - С. 30-37.
3. Пустохина Ирина. Классификация проблем цепей поставок [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://logist.ru/articles/klassifikaciya-problem-cepey-postavok>. (дата обращения: 05.03.2020)
4. Зайченко И.М., Яковлева М.А. Предиктивная аналитика в управлении цепями поставок // Научный вестник Южного института менеджмента. – 2019. – №2. – С. 18-22.
5. Дыбская В.В., Сергеев В.И. Цифровая логистика и управление цепями поставок: перспективы развития. [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://ea.donntu.org:8080/bitstream/123456789/33474/1/conf_res1_12-13_04_18.pdf. (дата обращения: 05.03.2020).
6. Кравченко А. Управление цепями поставок в эпоху цифровой трансформации. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://vc.ru/transport/78912-upravlenie-cepyami-postavok-v-epohu-cifrovoy-transformacii>. (дата обращения 05.03.2020).

ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВАЯ ФАР С ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ КОНЦЕВОГО ТИПА

Ю.Н. Паршин

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.П. Горбачев
Новосибирский государственный технический университет
Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, 630073

E-mail: jurparnik@mail.ru

FOUR-BEAM PHASED ANTENNA ARRAY WITH END TYPE RADIATORS

Yu.N. Parshin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.P. Gorbachev
Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk, Karla Marksa str., 20, 630073

E-mail: jurparnik@mail.ru

***Abstract.** В данной статье продемонстрированы результаты полноволнового электродинамического моделирования как четырехлучевой фазированной антенной решетки в целом, так и промежуточные результаты, которые отражают адекватную работу всех основных составных частей и всей решетки в целом.*

Введение. Разработка новых и модификация уже разработанных фазированных антенных решеток (ФАР) является достаточно актуальной темой в сфере радиоприемных и радиопередающих устройств [1-3]. Целью исследования является увеличение полосы рабочих частот и улучшение характеристик согласования и диаграмм направленностей (ДН). Для проектирования диаграммообразующего устройства использовались результаты предыдущего исследования матрицы Батлера [4]. В целях модернизации было принято решение использовать модифицированный фазовращатель [5] и дипольный излучатель с концевым питанием [5], измененный для работы на частоте 2,2 ГГц.

Теоретическая часть. Для обеспечения наибольшего коэффициента полезного действия многолучевой планарной ФАР ее диаграммообразующее устройство, необходимое для формирования в пространстве веера независимых ДН ($\pm 14,5^\circ$; $\pm 48,6^\circ$), выполняется из элементов и узлов, реализованных на связанных микрополосковых линиях передачи. В качестве материала были выбраны листы ФАФ-4Д с толщинами 0,3 мм и 1,5 мм, диэлектрическая проницаемость которого равна 2,5.

Диаграммообразующая схема Батлера формирует амплитудно-фазовое распределение для 4 лучей и состоит из 2 рядов идентичных трёхдецибелных направленных ответвителей (НО) с коэффициентом деления мощности 1:1. Модифицированные фазовращатели введены в соответствующие участки межсоединений НО, в результате чего на вход антенной решетки поступают сигналы с разными фазовыми задержками, в следствии чего формируется четыре луча с симметричным расположением в пространстве, относительно нормали к излучающему полотну.

Экспериментальная часть. Под экспериментом здесь подразумевается компьютерное моделирование в программе CST STUDIO SUITE. На рисунке 1 представлена топология четырехлучевой ФАР, где видны четыре дипольных излучателя, четыре НО, два модифицированных фазовращателя и два обработанных узла пересечений линий с противоположных сторон платы.

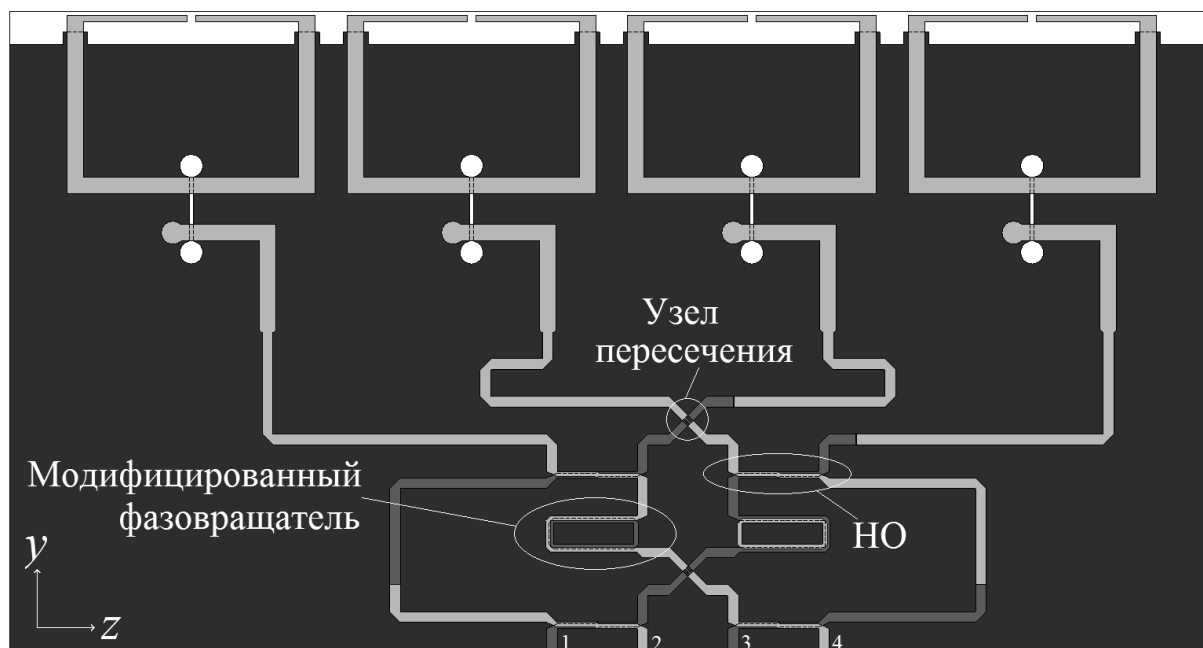


Рис. 1. Топология четырехлучевой ФАР

Результаты. После полноволнового трехмерного моделирования топологии ФАР, представленной выше, следующие результаты, которые представлены на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 расположена частотная характеристика коэффициентов отражения по всем четырем входным портам, где в полосе частот 2-2,4 ГГц вполне приемлемые значения, которые не превышают -10 дБ.

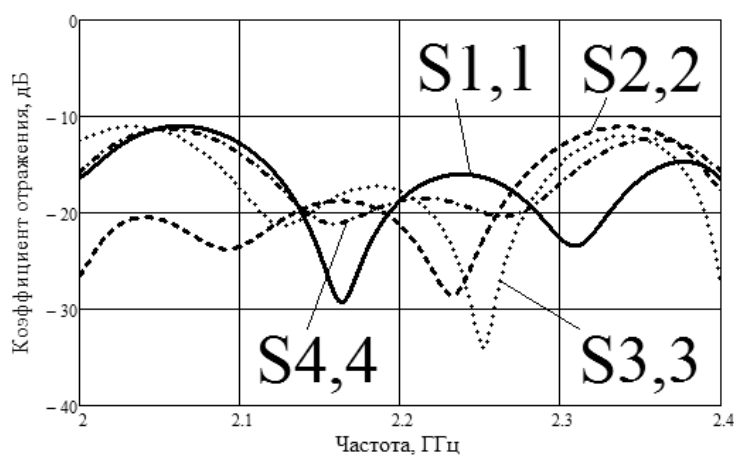


Рис. 2. Частотная характеристика согласования по входным портам ФАР

На рисунке 3 представлены ДН четырех лучей как в E так и в H плоскостях при подаче сигналов на соответствующие входы. Уровень боковых лепестков не превышает 0 дБ, в то время как уровень главных лепестков варьируется от 6 дБ до 9 дБ, а погрешность отклонения от требуемых значений не превысила $2,4^\circ$, что в свою очередь является вполне неплохим результатом.

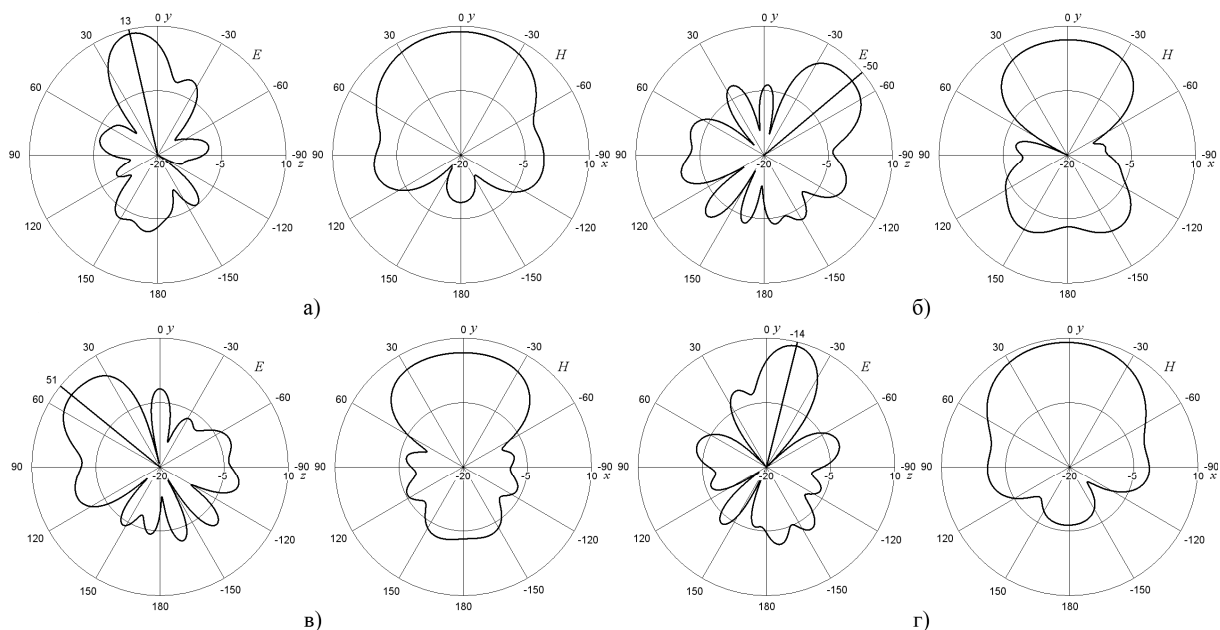


Рис. 3. Диаграммы направленности ФАР в E и H плоскостях на входах с номерами:

а) один, б) два, в) три, г) четыре

Закключение. В заключение стоит отметить, что результаты компьютерного моделирования совпадают с теоретическими данными и подтверждают целесообразность применения широкополосных модифицированных фазовращателей и дипольных излучателей с концевым питанием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wincza K., and Gruszczynski S. Broadband integrated 8x8 Butler matrix utilizing quadrature couplers and Schiffman phase shifters for multibeam antennas with broadside beam // IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques. – 2016. – Vol. 64., № 8. – P. 2596-2604.
2. Chu H.N. and Ma T.-G. An extended 4x4 Butler matrix with enhanced beam controllability and widened spatial coverage // IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques. – 2018. – Vol. 66., № 3. – P. 1301-1311.
3. Bantavis P.I., Kolitsidas C.I., Empliouk T., Roy M.L., Jonsson B.L.G. and Kyriacou G.A. A cost-effective wideband switched beam antenna system for a small cell base station // IEEE Trans. on Antennas and Propagation. – 2018. – Vol. 66., № 12. – P. 6851-6861.
4. Горбачев А.П., Паршин Ю.Н. Проектирование 4-лучевой печатной фазированной антенной решетки с матрицей Батлера // Доклады Академии наук Высшей школы, НГТУ. – Июль-сентябрь 2019. – № 3 (44). – С. 34-47.
5. Alekseytsev S.A., Gorbachev A.P., Parshin Y.N. An Investigation of Novel Active Phased Array Components // 14 International forum on strategic technology (IFOST 2019): proc., Tomsk, 14–17 Oct. 2019. – Tomsk: TPU Publ. House, 2019. – P. 177-182.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОТДЕЛА КАДРОВ УНИВЕРСИТЕТА ПАТТИМУРЫ,
АМБОН - ИНДОНЕЗИЯ**В.Э. Паттираджаване

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. И.Г. Боровской
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050.

E-mail: victorerik@yandex.ru**HUMAN RESOURCE INFORMATION SYSTEM THE UNIVERSITY OF PATTIMURA,
AMBON - INDONESIA**V.E. Pattiradjawane

Scientific Supervisor: Prof., Dr. I.G. Borovskoy
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: victorerik@yandex.ru

***Abstract.** Build a website that provides a centralized repository of employee master data that the human resource management (HRM) group needs for completing core human resource (core HR) processes. This Website can be considered a smart database of employee information. The interaction of the data, the processes that can be performed and the reporting capabilities make the data stored in the system more accessible and usable.*

Введение. Университет Паттимура - Государственный университет, расположенный в городе Амбон, провинция Малуку, восточная Индонезия. В университете, основанном почти 59 назад, работают более 1000 преподавателей и 500 административных работников. Однако до сих пор не существует информационной системы отдела кадров, которая использовалась бы в качестве инструмента в работе по обработке данных о сотрудниках. Обработка данных о сотрудниках все еще выполняется вручную с помощью Microsoft Excel. Хранение данных по-прежнему осуществляется отдельно. Поэтому, сложно получить информацию, которые быт в быстрыми и точными. В этих условиях, Университету Паттимуры нужна система, которая может быть использована для быстрого и точного получения информации о сотрудниках.

Информационная система (ИС) - это не просто компьютеры, а то, как предприятия могут наилучшим образом использовать компьютерные технологии для предоставления информации, необходимой для достижения их целей [1]. Созданное программное приложение представляет собой информационную систему отдела кадров, которую можно использовать для ввода, хранения и упрощения поиска информации в соответствии с документами сотрудников Университета Паттимуры. В целом, создание веб-сайта информационного система отдела кадров для: поддержания системы управления сотрудниками, обновления и интеграции кадровых данных, получения точной информации о сотрудниках для планирования и развития сотрудников в Университете Паттимуры.

Основная часть. Создано веб-сайта информационной системы для отдела кадров в Университете Паттимуры, используя язык программирования Python версии 3.8 с фреймворком Django версии 2.2 и реляционная система управления базами данных (СУБД), PostgreSQL. Приведем некоторые причины

почему стоит выбрать язык программирования Python [2]. Во-первых, Python - настоящий кроссплатформенный язык, одинаково хорошо работающий на платформах windows, linux / UNIX, macintosh и других, от суперкомпьютеров до мобильных телефонов. Во-вторых, Python прост в использовании. Python - это современный язык высокого уровня с динамической типизацией и простым, согласованным синтаксисом и семантикой. Во-третьих, Python выразителен. Он может быть использован для разработки небольших приложений и быстрых прототипов, но он хорошо масштабируется для разработки больших программ. При написании приложений на Python нередко занимает одну пятую времени по сравнению с C или Java и занимает всего одну пятую числа строк эквивалентной C-программы. Кроме того, Python завершен. Он имеет встроенные расширенные функции, такие как постоянное хранилище объектов, расширенные хеш-таблицы, расширяемый синтаксис классов и универсальные функции сравнения. Также, Python включает в себя широкий спектр библиотек, таких как числовая обработка, обработка изображений, пользовательские интерфейсы и веб-сценарии. Поддерживается динамическим комьюнити Python. Наканец, Python это бесплатно.

Django был выбран, потому что это веб-фреймворк, который использует Python для создания веб-сайтов. Позволяют получать преимущества от всех библиотек Python и обеспечивает очень хорошую читаемость. Его цель - писать очень быстрые динамические сайты. Кроме того, Django бесплатным и открытым исходным кодом. Фреймворк Django следует схеме Model-View-Controller (MVC). Поскольку «С» обрабатывается самой платформой, и большая часть волнения в Django происходит в моделях, шаблонах и представлениях, Django упоминается как платформа MTV [3]. В паттерне разработки MTV, М означает «Модель», уровень доступа к данным. Этот уровень содержит все и вся о данных: как получить к ним доступ, как их проверить, какое поведение у них есть, а также отношения между данные. Т обозначает «Шаблон», уровень представления. Этот уровень содержит решения, связанные с представлением: как что-то должно отображаться на веб-странице или в документе другого типа. V обозначает «View», уровень бизнес-логики. Этот уровень содержит логику, которая обращается к модели и обращается к соответствующему шаблонам. Вы можете думать об этом как о мосте между моделями и шаблонами.

Создано веб-сайты на основе базы данных, поэтому нам потребуется установить какой-либо сервер базы данных для хранения данных. мы используем PostgreSQL в качестве движка базы данных. База данных написана в виде кода Python в модели Django. База данных состоит из таблиц данных сотрудников, таблиц данных об образовании, таблиц данных о семье, таблиц данных о заработной плате и т. д. Главная страница сайта содержит графическую и табличную информацию о сотруниках (Рис 1).

Приложения включают 2 основных модуля: модуль администратора и модуль пользователя. Для доступа к модулю администратора требуется авторизационный логин. В модуле администратора есть несколько других модулей для отображения, добавления (Рис. 2), изменения и даже удаления данных о сотруниках. Этот модуль предназначен для специальных сотруников, назначенных в качестве операторов в отделе кадров. Все операции по обеспечению безопасности и защите данных являются обязанностью специальных сотруников.

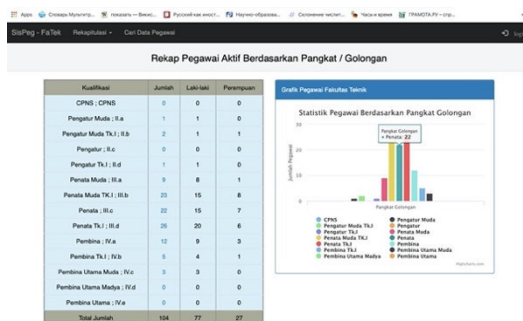


Рис. 1. График информации о сотрудниках

The screenshot shows a web form titled "Input Data Pegawai" for the "Sistem Informasi Kepegawaian" of Patimura University. The form includes fields for personal information (NIP, NIP Lama, NIDN, Nama, Gelar Depan, Gelar Belakang), work details (Bergang Lahir, Nama Jabatan, Unit Kerja, Pangkat, Golongan, TMT CPNS, TMT PNS, TMT Golongan/Pangkat, TMT Terakhir), and contact information (Korpos, NPWP, Telp, Status Keluarga, Agama, Pendidikan Terakhir, Tahun Masuk, Tahun Lulus, Nama Sekolah/Universitas, Jurusan, Handphone, Nomor HP, Email, Alamat, Kota, Kode Pos). There are also dropdown menus for "Pilih jabatan" and "Pilih Status". A "Simpan" button is at the bottom.

Рис. 2. Модуль администратора для добавления данных о сотрудниках

В пользовательском модуле сотрудники могут получить доступ к различным модулям. Пользовательский модуль может отображать только общую информацию, такую как рабочие таблицы и диаграммы, или искать личные данные, но не может изменять данные. Это сделано для предотвращения злоупотребления правами доступа.

Веб-сайт информационной системы отдела кадров будет расположен на сервере Университета Паттимуры, чтобы к нему можно было получить широкий доступ через Интернет или локальную сеть.

Заключение. Надеемся, что веб-сайт информационной системы отдела кадров сможет поддержать систему управления сотрудниками и развитие человеческих ресурсов в Университете Паттимуры, а также получать обновленную, интегрированную, быструю, оперативную и точную информацию о сотрудниках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Van Belle, Jean-Paul., Eccles, Mike., Nash, Jane. Discovering Information Systems // The Berne Convention, 2003. – P. 1-2.
2. Ceder, Naomi. The Quick Python Book // Mannig. – 2018. – P. 8-14.
3. Adrian, Holovaty., Kaplan-Moss Jacob. The Definitive Guide to Django // Apress. – 2008. – P. 94-95.

**СИСТЕМА ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО НА ОСНОВЕ
ЗАГРУЖЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Ф.Д. Пираков¹

Научный руководитель: к.т.н. Е.Н. Клыжко²

¹Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина 40, 634050

²Томский государственный педагогический университет,

Россия, г. Томск, пр. Комсомольский, 75, 634041

E-mail: farrukh.9559@gmail.com

**SYSTEM OF PERSONALIZATION ELECTRONIC OF PORTFOLIO
BASED ON DOWNLOADED MATERIALS**

F.D. Pirakov¹

Scientific Supervisor: cand. tehn. Sciences E.N. Klyzhko²

¹Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenina str. 40, 634050

²Tomsk State Pedagogical University, Russia, Tomsk, Komsomolsky Avenue, 75, 634041

E-mail: farrukh.9559@gmail.com

***Abstract.** A personalized electronic portfolio information system will allow you to dynamically select activities (scientific, sports, social, cultural, etc.) based on an analysis of the downloaded materials and user preferences, as well as provide personalized information to students and university professors.*

Введение. В настоящее время система высшего образования характеризуется динамичным развитием информационных технологий и ресурсов, которые обеспечивают интерактивный доступ всё большего числа пользователей через локальные и глобальные информационные сети. Такое состояние дел требует развивать новые подходы к организации информационного обслуживания, направленные на повышение качества работы с конкретными пользователями [1], и в том числе внедрение технологий персонализации. Под персонализации понимают маркетинговую стратегию, которая состоит в том, чтобы контекстуализировать опыт, сообщения и предложения сайта в зависимости от характеристики посетителя.

В Томском государственном педагогическом университете создана и внедрена система электронного портфолио обучающегося в учебный процесс вуза, как элемент единой электронной образовательной среды [2, 3].

В рамках поставленной комплексной задачи было проведено исследование и разработана система авторизации и проект системы персонализации, результаты которых представлены в настоящей работе.

Электронное портфолио обучающегося. Под электронным портфолио будем понимать упорядоченную совокупность данных обучающихся в информационной системе, применяемую для обработки, хранения и мониторинга сведений об индивидуальных образовательных, научных, общественных, культурно-творческих и спортивных достижениях, предназначенных для образовательных целей и потенциальных работодателей. Информационная система в данном контексте служит техническим средством обеспечения элемента образовательной технологии. Система электронного

портфолио размещена по адресу <https://portfolio.tspu.edu.ru/portfolio.html> и доступна только для зарегистрированных пользователей.

Для авторизации в системе студент должен ввести единый корпоративный логин и пароль, который используется для доступа к единой образовательной среде вуза. Необходимая информация о студентах была импортирована из информационной системы E-Decanat 2.0 [4]. Была реализована интеграция с автоматизированной системой учёта студенческих кадров E-Decanat, откуда поступает информация об учебном контингенте и успеваемости студентов. После окончания обучения и по истечении определенного срока (5 лет), данные подлежат архивации, а в последствие удалению из системы.

Портфолио состоит из формы личных данных, раздела с результатами успеваемости и списка прикрепленных документов, распределённых по категориям. Прикрепляемые материалы распределены по шести категориям: учебная деятельность, научно-исследовательская деятельность, достижения в профессиональной сфере, общественная деятельность, культурно-творческая деятельность, спортивная деятельность.

Система персонализации электронного портфолио. Система персонализации электронного портфолио направлена на создание условий для максимально полного удовлетворения информационных потребностей пользователей на основе анализа загруженных материалов (достижения студента) и их поведения в сети интернет.

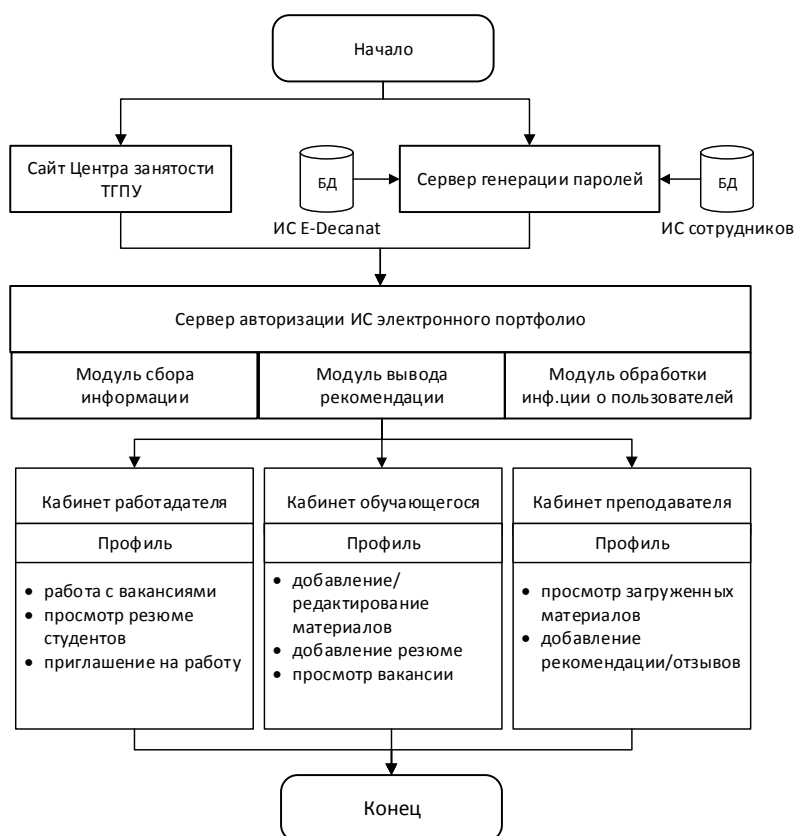


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы электронного портфолио

Для решения этой задачи планируется использовать динамическую модель (на основе информации, получаемой в результате обработки «пользовательского следа») анализа интересов интернет-пользователей с применением средств Data Mining [5].

В данной системе предоставляется доступ преподавателям и сотрудникам для просмотра информации и добавления рецензии/отзывов, а работодателям доступ для просмотра информации (резюме) и приглашения на работу. На рис. 1 представлена диаграмма вариантов использования системы электронного портфолио со встроенной системой персонализации для трех групп пользователей (работодатели, обучающегося и преподаватели). Данные о преподавателях и обучающихся подгружаются из информационной системы E-Decanat, а информация о вакансиях и работодателях из базы данных сайта Центра занятости (<http://jobcenter.tspu.edu.ru>).

Система персонализации электронного портфолио состоит из трех модулей: модуль сбора информации о пользователях, модуль обработки информации пользователей и модуль вывода рекомендаций. С помощью модуля сбора информации собирается информация о загруженных материалах (вакансиях, конференциях, спортивных мероприятиях и др.), а модуль обработки информации в свою очередь обрабатывает данные и передает модулю вывода рекомендаций для показа персонализированных данных на основе предпочтения пользователей системы (рис. 2).



Рис. 2. Взаимосвязь модулей персонализированной информационной системы

Заключение. Персонализированная информационная система электронного портфолио позволит динамически подобрать мероприятия (научные, спортивные, общественные, культурные и др.) на основе анализа загруженных материалов и предпочтения пользователей, а также предоставить персонализированную информацию обучающимся и преподавателям университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Редькина Н.С. Персонализированное обслуживание интернет-пользователей библиотек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.gpntb.ru/ntb/ntb/2015/7/ntb_7_2_2015.pdf.
2. Положение об электронном портфолио обучающихся. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://tspu.edu.ru/files/sveden/inaya/Об_электронном_портфолио_обучающихся_28.11.2013.PDF.
3. Пираков Ф.Д. и др. Разработка и применение системы электронного портфолио обучающегося в вузе // Вестник НГУ. Информационные технологии. – 2019. – Т. 17, № 4. – С. 87–100.
4. Клишин А.П., Мытник А.А. Опыт внедрения информационной системы E-DECANAT 2.0 для автоматизации управления учебным процессом в ТГПУ // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. – 2013. – Вып. 1 (129). – С. 184–187.
5. Montebello M. Personal Learning Networks, Portfolios and Environments // AI Injected e-Learning. – 2017. – P. 39–50.

**ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРЕВА Al_2O_3 -Ti КОМПОЗИТА НА ОДНОРОДНОСТЬ ЕГО
СПЕКАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРВАКУУМНОГО ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО
ИСТОЧНИКА**

А.А. Поддубнов, А.Е. Петров, В.Т. Чан

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.С. Климов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: klimov@main.tusur.ru

**INFLUENCE OF THE HEATING RATE OF Al_2O_3 -Ti COMPOSITE ON THE UNIFORMITY OF ITS
SINTERING WHEN USING A FOREVACUUM PLASMA ELECTRON SOURCE**

A.A. Poddubnov, A.E. Petrov, V.T. Tran

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.S. Klimov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: klimov@main.tusur.ru

***Abstract.** Представлены результаты электронно-лучевого спекания порошковой смеси алюмоокисной керамики и титана при различной скорости нагрева. Для нагрева образцов использовалось сканирование сфокусированным электронным пучком, генерируемым форвакуумным плазменным источником. Показано что скорость нагрева образца оказывает влияние на его параметры после спекания.*

Введение. Керамика на основе оксида алюминия обладает отличными физико-химическими свойствами, а также хорошей механической стойкостью и термостойкостью [1]. Тем не менее, из-за высокой хрупкости, применение такого материала несколько ограничено. Необходимость получения новых материалов, сочетающих хорошую механическую прочность керамики и улучшенную вязкость разрушения металла, привела к разработке металлокерамических композитов - материалов на основе керамики, армированных металлическими частицами. Металлокерамические композиты могут быть использованы в качестве перспективных материалов для режущего инструмента [2], антикоррозионного покрытия, электрических приборов и датчиков [3]. Основные механические свойства композита, тесно связаны с его микроструктурой и определяются свойствами сырья, технологией спекания и условиями межфазного сцепления металла и керамики [4]. Как типичный вид металлокерамических композитов, Ti/ Al_2O_3 композит привлек большое внимание благодаря дешевому сырью, простому процессу подготовки и превосходным свойствам.

Среди различных методов, используемых для синтеза металлокерамических композитов, можно назвать механохимический синтез [5], карботермическое восстановление [6], пиролитическое распыление [7], самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) [8]. Альтернативным методом получения металлокерамических композитов является электронно-лучевое спекание в защитной среде вакуумной камеры при давлении единицы и десятки паскаль. Успешность применения этого метода воздействия продемонстрирована ранее при обработке металлокерамики [9]. Цель настоящей работы в исследовании влияния режимов спекания на эффективность спекания Al_2O_3 -Ti композита.

Техника и методика проведения эксперимента. Для спекания металлокерамических композитов использовался форвакуумный плазменный электронный источник. Конструкция и основные параметры электронного источника представлены в [10]. Плазменный источник размещался на вакуумной камере. Все эксперименты проводились в среде гелия.

Для спекания использовались спрессованные образцы в виде дисков из мелкозернистых порошков оксида алюминия и титана. Соотношение компонентов смеси составляло 1:1 по массе. Для спекания образец помещался в вакуумную камеру на графитовый тигель. Время нагрева образца до температуры спекания 1600 °С изменялось от 1 до 20 мин с переменным шагом. При достижении заданной температуры нагрев прекращался, и образец выдерживался при постоянной температуре в течение 10 мин. Измерение температуры осуществлялось с помощью инфракрасного пирометра. После выдержки мощность электронного пука плавно снижалась до 20 Вт за время 10 мин. Скорость охлаждения образца при этом составляла 50 град/мин. После выключения плазменного, источника образец еще некоторое время (10–15 мин) охлаждался в вакууме. После спекания исследовался элементный состав и микроструктура образцов методом сканирующей электронной микроскопии на микроскопе Hitachi Sn-2400.

Результаты эксперимента и их обсуждение. В результате электронно-лучевого воздействия получены спеченные образцы, плотность которых до и после спекания представлены в таблице 1. Как следует из таблицы при нагреве образца в течение минуты плотность совсем не изменилась. В тоже время при увеличении продолжительности нагрева плотность образцов повышается.

Таблица 1

Параметры образцов до и после спекания

Номер образца - Время нагрева	№1 - 1 минута		№2 - 5 минут		№3 - 10 минут		№4 - 20 минут	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Плотность, г/см ³	1,96	2,00	1,98	2,24	2,04	2,23	1,98	2,27

Микрофотографии сечения образцов 1 и 4 представлены на рис. 1.

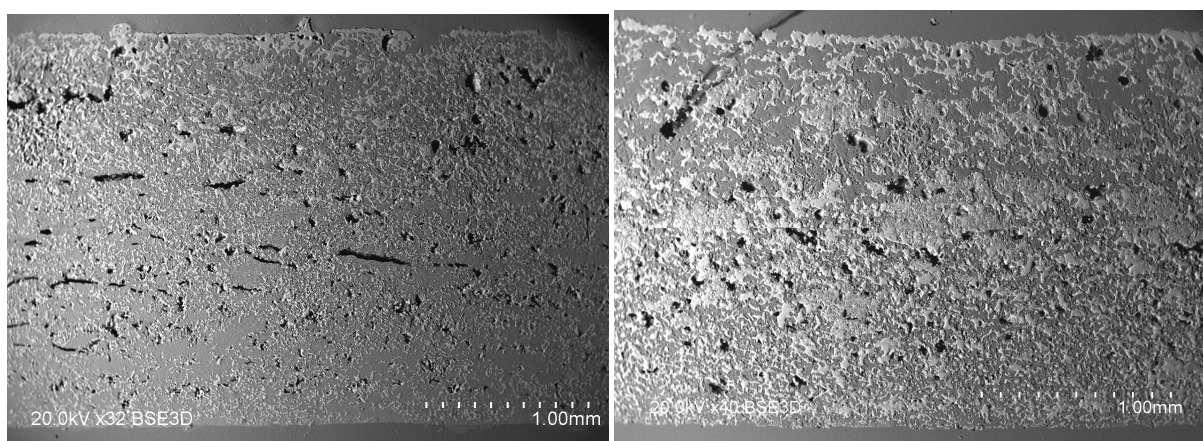


Рис. 1. SEM изображение сечение образцов 1 (а) и 4 (б)

Как видно из рис. 1а при нагреве образца в течение 1 минуты в его объеме наблюдается образование крупных пор. Кроме того, по всему объему сохраняется мелкозернистая структура, что

свидетельствует о недостаточной температуре в процессе спекания. В тоже время при более продолжительном нагреве наблюдается рост зерен керамики и титана, поры при этом уменьшаются. Сравнение образцов, спеченных при различном времени нагрева, показало, что оптимальное время нагрева составляет более 10 минут.

Заключение. Показана возможность получения композитного материала, состоящего из порошковой смеси оксида алюминия и титана. Показано, что на эффективность спекания влияет скорость нагрева. Более плотные образцы получены при продолжительности нагрева более 10 мин.

Работа поддержана грантом Президента для докторов наук, соглашение 075-15-2019-372.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Miranda, J. G. (2006). Efecto del contenido de Cu en las propiedades mecánicas y resistencia eléctrica de un material compuesto base Al_2O_3 . Master Thesis, UAM-A, Mexico.
2. Kwon, W. T., Park, J. S., Kim, S. W., Kang, S. (2004, March). Effect of WC and Group IV carbides on the cutting performance of Ti (C, N) cermet tools. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, no. 44, pp. 341–346.
3. Xuming, P., Yong, Z., Shaogang, W., Qihong, W. (2009, July). Effect of Mn on valence-electron structure and properties of hard phase in Mo_2FeB_2 - based cermets. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, no. 27, pp. 777–780.
4. Cardinal, S., Malchère, A., Garnier, V., Fantozzi, G. (2009). Microstructure and mechanical properties of TiC–TiN based cermets for tools application. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, no. 27, pp. 521–527.
5. Kim, Y. K., Shim, J., Cho, Y. W., Yang, H., Park, J. (2005). Mechanochemical synthesis of nanocomposite powder for ultrafine (Ti, Mo) C–Ni cermet without core-rim structure. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, no. 22, pp. 193–196.
6. Park, S., Kang, Y. J., Kwon, H. J., Kang, S. (2005). Synthesis of (Ti, M1, M2)(CN)–Ni nanocrystalline powders. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, no. 24, pp. 115–121.
7. Fukui, T., Ohara, S., Naito, M., Nogi, K. (2003). Synthesis of NiO–YSZ composite particles for an electrode of solid oxide fuel cells by spray pyrolysis. *International journal of powder technology*, no. 132, pp. 52–56.
8. Mas-Guindal, M. J., Benko, E., & Rodríguez, M. A. (2008). Nanostructured metastable cermets of Ti– Al_2O_3 through activated SHS reaction. *Journal of Alloys and Compounds*, no. 454, pp. 352–358.
9. Klimov A. S., Bakeev I. Y., Oks E. M., Zenin A. A., Dvilis E. S. (2019). Electron beam sintering of ceramics for additive manufacturing. *Innovation Centre for Nanomaterials and Nanotechnologies*.
10. Bakeev, I. Y., Klimov, A. S., Oks, E. M., Zenin, A. A. (2018). Generation of high-power-density electron beams by a forevacuum-pressure plasma-cathode electron source. *International Journal of Plasma Sources Science and Technology*, no.27 (7).

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
ПО ИХ ОТНОШЕНИЮ К АСПЕКТАМ ПРОДУКТА**

К.Ю. Попова

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. Г.Э. Яхьяева

Новосибирский государственный университет,

Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1, 630090

E-mail: kr111kr@yandex.ru

**DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SYSTEM FOR CLUSTERING CONSUMERS BY THEIR
ATTITUDE TO PRODUCT ASPECTS**

K.Y. Popova

Scientific Supervisor: Docent, Candidate of Physico-mathematical Sciences. G.E. Yakhyaeva

Novosibirsk State University, Russia, Novosibirsk, Pirogova str., 1, 630090

E-mail: kr111kr@yandex.ru

***Abstract.** With the spread of the Internet, people are increasingly leaving their feedback on consumed products. They do this to show their attitude and help other people with the adoption of the choice. At the same time, in reviews of one product, different users focus on various properties that they consider the most important. If the manufacturer, by analyzing such reviews, can identify certain groups of people with similar opinions regarding a particular product property, they can create a highly specialized version of the product that will be known to be well received by the identified group. The number of reviews is often too large for manual analysis, so it is necessary to automatically divide users into groups based on their reviews. The aim of this work is to develop a software system for dividing the review text in a natural language into aspects, identifying the relationship of the review author to each of the aspects and clustering consumers by their attitudes. As a part of the work, an algorithm was implemented that uses a user-predefined vocabulary of aspects, which in the process of analyzing comments is supplemented with words that have a semantic affinity for the given aspects. Based on the presence and the degree of emotional coloring of the words, a vector is constructed that describes the total score that the user put in the comment. This vector used for clustering consumers.*

Введение. С распространением Интернета люди все чаще оставляют отзывы о потребляемых товарах. Они делают это, чтобы показать свое отношение и помочь с принятием выбора другим людям. Но даже относительно одного товара разные пользователи обращают внимание на различные свойства, которые они считают наиболее важными. Если производитель, анализируя такие обзоры, сможет выявить группу людей с похожими мнениями относительно конкретного свойства продукта, то он может создать узкоспециализированную версию продукта, которая будет заведомо хорошо принята данной группой, что позволит более гарантированно получить выгоду [1].

Количество отзывов часто слишком велико для ручного анализа, поэтому необходимо автоматически разделять пользователей на группы на основе их отзывов. Чтобы решить проблему путем разбиения, необходимо сначала создать представление пользователя на основе обзора на естественном

языке. Назовем основные характеристики продукта аспектами. Например, для мобильного телефона аспектами являются размер экрана или время работы, а для ресторана - качество еды и обслуживания.

Целью данной работы является разработка программной системы для выявления аспектов из текста отзыва на естественном языке, определения отношения автора обзора к каждому из аспектов и кластеризации авторов отзывов по их взглядам.

Материалы и методы исследования. Кластеризация - задача группировки множества объектов на подмножества (кластеры) таким образом, чтобы объекты из одного кластера были более похожи друг на друга, чем на объекты из других кластеров по какому-либо критерию. Если рассматривать отзывы пользователей, то их можно считать схожими, если пользователи одинаково относятся к одним и тем-же аспектам продукции.

Для определения схожести необходимо для каждого отзыва построить векторное представление отзыва и схожестью считать расстояние между векторами. Такой вектор должен содержать численные представления отношения пользователя к каждому аспекту: -1 – негативно, 0 – нейтрально, 1 – позитивно. Для построения вектора разделим текст на блоки: крупные блоки – предложения, малые блоки – часть текста между запятыми. Будем считать, что эмоционально окрашенное слово относится к аспекту, если оно встречается с ним в одном блоке. Просуммируем эмоциональную окраску всех слов, которые встречались в одном блоке с аспектом для получения суммарного отношения. При этом эмоциональные слова из крупных блоков будем брать с меньшим весом, т.к. в одном предложении может идти речь о разных отношениях к разным аспектам, а в пределах части предложения между запятыми эмоционально окрашенное слово с большей вероятностью относится именно к данному аспекту [2].

Поскольку заранее неизвестно количество кластеров, на которые необходимо разбить пользователей и есть потребность управлять этим количеством через ограничение на расстояние между векторами, то используется графовый алгоритм кластеризации через минимальное остовное дерево. Его идея состоит в том, что на множестве векторов строится минимальное остовное дерево, из которого убираются все рёбра, имеющие длину больше заданного. Поскольку длина рёбер характеризует схожесть отзывов, то оставшиеся компоненты связности можно интерпретировать как кластеры отзывов, в которых мнения пользователей достаточно близки.

Результаты. Приложение состоит из серверной и клиентской части. Клиентская часть реализована в виде веб-сайта, с помощью которого пользователь может формировать выборку отзывов с помощью загрузки файла с отзывами или удаления уже загруженных отзывов.

После загрузки пользователь может устанавливать следующие критерии для кластеризации:

- набор аспектов из списка готовых наборов, или сформированный вручную;
- максимальную длину ребра;
- ограничения на значения для каждого из аспектов.

После этого комментарии и настройки отправляются на серверную часть, которая формирует отчёт. Формирование отчёта состоит из следующих этапов:

- Отзывы на естественном языке могут содержать множество лишней информации: числа, ссылки, предлоги. Поэтому из текста убираются все последовательности символов кроме тех, что состоят из букв и имеют длину больше 3 символов. Все слова приводятся к нормальной форме.

- С помощью Word2Vec строится векторное представление слов. По построенным векторным представлениям в отзывах обнаруживаются те слова, что близки по контексту с аспектами из базового набора. Обнаруженные слова тоже будем считать аспектами.
- В тексте ищутся эмоционально окрашенные слова, расположенные в одном блоке текста с аспектами. По окраске найденных слов строится вектор, описывающий отзыв, где на i -той позиции вектора находится числовое представление отношения пользователя к i -тому аспекту.
- Из списка отзывов удаляются все отзывы, которые не подходят под ограничения.
- Поверх оставшегося множества векторных представлений отзывов применяется алгоритм кластеризации с помощью минимального остовного дерева.
- Для каждого полученного кластера строится статистическая информация о том, в каких пределах находятся значения всех аспектов.

Клиентская часть отображает информацию по каждому из кластеров: какие комментарии в него вошли, и какие значения математического ожидания и среднеквадратичного отклонения для каждого из аспекта в пределах кластера. С помощью данной информации можно обнаружить аспекты, в которых авторы отзывов из одного кластера сошлись во мнениях.

Заключение. В ходе работы была реализована программная система, которая находит в пользовательских отзывах на естественном языке аспекты продукции, определяет отношение автора отзыва к ним и по всем отношениям строит векторное представление отзыва. С помощью графического интерфейса пользователь системы может просматривать информацию о том, в какие кластеры объединяются отзывы. При этом можно ограничивать отзывы фильтрами по аспектам. Для каждого кластера можно просматривать статистическую информацию об отношениях к каждому из аспектов.

Реализованная программная система позволит сэкономить время работы аналитиков в компаниях, которые ориентируются на отзывы пользователей, за счёт автоматического разбора и анализа большого количества отзывов на естественном языке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Palchunov D., Yakhyaeva G., Dolgusheva E. Conceptual Methods for Identifying Needs of Mobile Network Subscribers // CEUR Workshop Proceedings. – 2016. – V. 1624. – P. 147–160.
2. Попова К.Ю. Аспектно-ориентированный анализ тональности отзывов о продукте для последующей кластеризации пользователей // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ-2019). – Новосибирск, 2019 г. –433 с.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УСТАНОВКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА
РАБОЧЕМ МЕСТЕ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ**

В.И. Пустынников

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Т.Т. Газизов
Томский государственный педагогический университет,
Россия, г. Томск, Киевская, 60, 634061
E-mail: shun.blake@gmail.com

**AUTOMATION OF THE PROCESS OF INSTALLING THE SOFTWARE ON THE WORK PLACE IN
THE CORPORATE NETWORK**

V.I. Pustynnikov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. T.T. Gazizov
Tomsk State Pedagogical University, Russia, Tomsk, Kievskaya str., 60, 634061
E-mail: shun.blake@gmail.com

***Abstract.** In the present study, we are exploring ways to install software in the workplace. Installation is made for various fields of activity. Installation is carried out in three different ways. Installation without using additional software. Installation with creating a template computer image. Installation using server service.*

Введение. В связи с ростом уровня информатизации в организациях с числом компьютеров, превышающих 50, объединённых в различные сети, специалисты информационных технологий стали сталкиваться с новыми проблемами быстрого развертывания операционных систем, программ и приложений. На данный момент существует 3 основных подхода к установке операционных систем.

1. Ручное развертывание операционной системы на компьютере, используя носитель с необходимой версией операционной системы.
2. Создание образа шаблонного компьютера.
3. Использование серверных технологий для удаленного развертывания операционных систем.

Цель данной работы: провести сравнительный анализ методов развертывания операционных систем для различных сотрудников и анализ с точки зрения временных затрат.

Экспериментальная часть. Для первоначальной настройки и проверки работоспособности в данной работе будет построена модель корпоративного шлюза с помощью виртуальных машин в программной среде Oracle VM Virtual Box 6.0. Для ручной установки операционной системы требуется ISO образ, диск или загрузочное устройство с системой, установка которой будет производиться, в данном случае это ISO образ с Windows 10 Home 64bit. Для начала работы, монтируем данный образ на виртуальной машине и запускаем. Следуя инструкциям по установке, Windows будет успешно установлена на данный компьютер. С использованием ручной установки, операционная система Windows 10 была установлена на 50 компьютеров, установку производил один администратор. Время установки растет в алгебраической прогрессии с шагом 1. Суммарное время установки операционных систем на 50 компьютеров составило 25 часов. Для установки с использованием программы Acronis true image необходим шаблонный компьютер с установленной операционной системой и необходимым

программным обеспечением. Используя функционал программы Acronis true image, создается образ данного компьютера и загружается на переносной носитель, также на данный носитель загружается портативная версия Acronis true image. Используя портативную версию можно развернуть образ системы на любом компьютер. Была проведена установка с использованием Acronis true image. Установка на один компьютер состоит из создания шаблона компьютера и восстановление его на необходимой машине, данный процесс занимает 2 часа. Установка на последующие компьютеры состоит только из процесса восстановления, что сокращает время установки до 1 часа для каждой машины. Суммарное время установки операционных систем на 50 компьютеров одним администратором составило 16 часов [1]. Для установки с использованием серверной службы, Windows Deployment Services необходимо установить и настроить Windows Server на серверный компьютер. Далее происходит установка и настройка службы Windows Deployment Services [2, 3]. Установка состоит из установки и настройки службы Windows Deployment Services, создание необходимого образа системы и непосредственно установки Windows по протоколу PXE. Установка Windows проведена в пяти классах с 10 компьютерами в каждом. Суммарное время установки операционных систем на 50 компьютеров одним администратором составило 14 часов [4].

Результаты. Используя вышеописанные методы, произведена установка операционной системы и программного обеспечения для различных сфер деятельности: студент, бухгалтер и администрация. Студенческий дистрибутив включает в себя операционную систему Windows 10 и 16 программ, среднее время установки дистрибутива 322 минуты. Бухгалтерский дистрибутив включает в себя операционную систему Windows 10 и 14 программ, среднее время установок дистрибутива 111 минут. Дистрибутив администрации включает в себя операционную систему Windows 10 и 6 программ, среднее время установки дистрибутива 81 минута. Студенческими компьютерами оснащены 20 классов по 10 компьютеров в каждом, всего 200 компьютеров. Бухгалтерскими компьютерами оснащены 4 кабинета по 10 компьютеров в каждом, всего 40 компьютеров. Компьютерами администрации оснащено 2 кабинета по 5 компьютеров в каждом, всего 10 компьютеров. На основе данных полученных в ходе установок был построен сравнительный график, рассмотрим наиболее важный участок графика от 1 до 40 компьютеров (рис. 1) и от 1 до 10 (рис. 2).

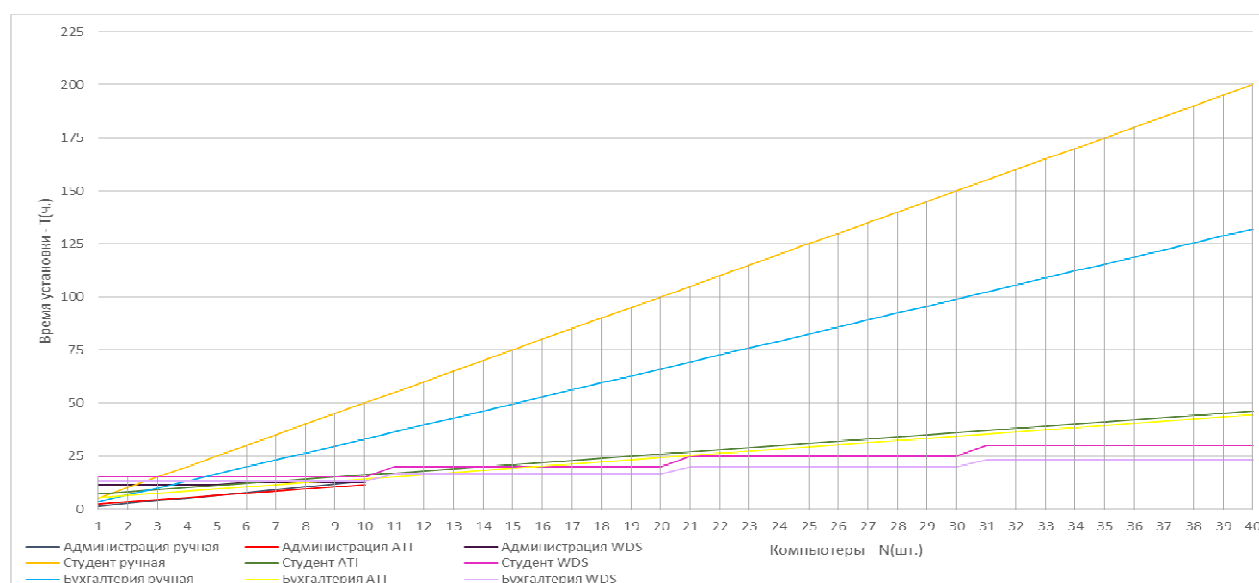


Рис. 1. Сравнительный график установки программного обеспечения

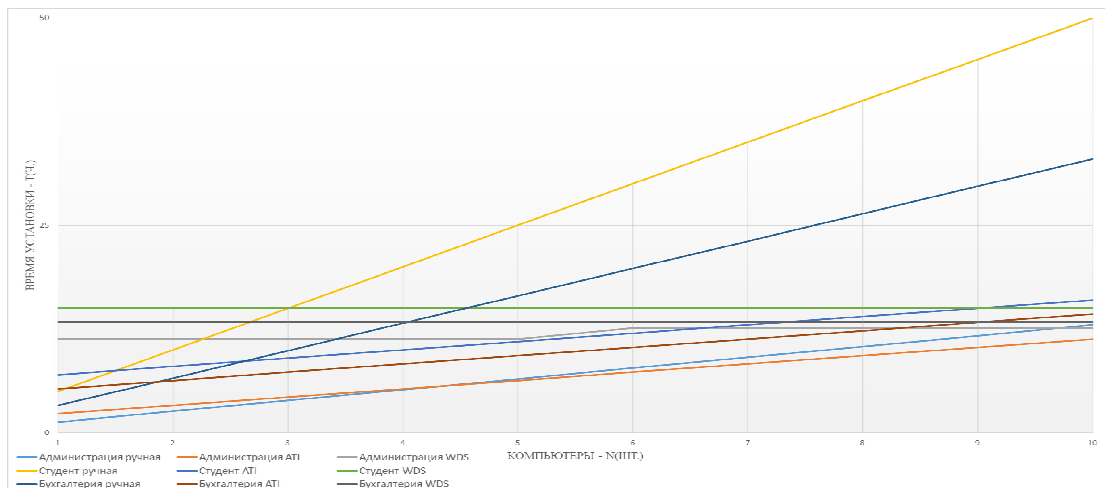


Рис. 2. Сравнительный график на промежутке от 1 до 10

Заключение. Рассмотрим каждую сферу деятельности отдельно. На графике видно, что ручная установка не подходит для обслуживания класса студенческих компьютеров, для одного класса подходит АТИ и WDS, для более чем одного класса наиболее эффективно будет использовать WDS. В случае с обслуживанием бухгалтерских компьютеров видно, что на промежутке от 1 до 2 наиболее эффективно использовать ручную установку. На промежутке от 2 до 9 наиболее эффективно использовать АТИ. На промежутке от 12 до 40 наиболее эффективно использовать WDS. Таким образом, для обслуживания одного кабинета бухгалтеров наиболее эффективно использовать АТИ, а для двух и более эффективно использование службы WDS. Использование ручной установки является не целесообразным в данном случае. В случае с обслуживанием компьютеров администрации видно, что на промежутке от 1 до 4 наиболее эффективно использовать ручную установку. На промежутке от 4 до 10 наиболее эффективно использовать АТИ. Таким образом, ручная установка подходит для обслуживания одного кабинета администрации, для двух кабинетов более эффективно использовать АТИ. Использование WDS является нецелесообразным в данном случае.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загрузка среды предварительной установки Microsoft Windows с сервера RIS с использованием клиентских компьютеров, поддерживающих PXE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://support.microsoft.com/ru-ru/help/304992/how-to-deploy-microsoft-windows-preinstallation-environment-from-an-ri> (дата обращения: 06.09.2019).
2. Быстрая переустановка Windows с помощью Acronis True Image [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lolpc.ru/pereustanovka-windows-s-acronis-true-image> (дата обращения: 06.09.2019).
3. Установка Windows через Windows Deployment Services и Microsoft Deployment Toolkit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/442834> (дата обращения: 06.09.2019).
4. Технологии развертывания операционных систем и приложений в управляемой среде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sno.vogu35.ru/wp-content/uploads/session/2009/tom_2_2009_s.pdf (дата обращения: 06.09.2019).

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНТРАГИРОВАННОГО ДУГОВОГО РАЗРЯДА
В ФОРВАКУУМНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ**

А.В. Казаков, С.Е. Разумов, Н.А. Панченко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Е.М. Окс

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: andrykazakov@gmail.com

**RESEARCH OF PARAMETERS OF CONSTRICTED ARC DISCHARGE IN THE FOREVACUUM
PRESSURE RANGE**

A.V. Kazakov, S.E. Razumov, N.A. Panchenko

Scientific Supervisor: Prof., Dr. E.M. Oks

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: andrykazakov@gmail.com

***Abstract.** The research of features of constricted arc discharge operating in the forevacuum pressure range are presented. It has been established that the pressure and type of gas affect the stability of the operating of the arc discharge in a constricted mode. An increase in pressure and the use of working gas with greater ionization cross-section provide a greater current of the constricted arc, and also provide a decrease in the arc voltage.*

Введение. Характеристики плазменных источников электронных пучков во многом определяются параметрами эмиссионной плазмы [1, 2], для генерации которой используются различные типы разрядов. В импульсных плазменных источниках для генерации эмиссионной плазмы достаточно часто используется дуговой разряд [1, 2]. В тоже время использование дугового разряда с катодным пятном, который обладает рядом преимуществ, имеет недостатки, связанные с особенностями функционирования катодного пятна [3]. В частности, хаотичное перемещение катодного пятна может существенно влиять на однородность плазмы, а потоки макрочастиц и паров материала катода, которые формируются при функционировании катодного пятна, могут проникать в область ускорения и транспортировки пучка. С целью уменьшения влияния процессов, связанных с функционированием катодного пятна, применяется контрагированный дуговой разряд [4, 5]. Особенности функционирования и параметры контрагированного дугового разряда достаточно хорошо исследованы для плазменных источников, которые функционируют в стандартном диапазоне давлений 10^{-3} – 10^{-1} Па [4, 5]. Однако применение контрагированной дуги для генерации эмиссионной плазмы в форвакуумных импульсных источниках электронов ранее не исследовалось. Поэтому цель настоящей работы заключалась в исследовании параметров контрагированного дугового разряда, функционирующего в плазменном катоде форвакуумного импульсного источника электронного пучка большого радиуса.

Методика эксперимента. На рис. 1 представлена электродная схема плазменного катода импульсного источника электронов для исследования параметров контрагированного дугового разряда, функционирующего в форвакуумном диапазоне давлений. Катодный узел источника состоит из катода 1, изолятора 2, поджигающего электрода 3 и основания 4, которое выполняет функции токоввода. Катод

выполнен из меди (диаметр 6 мм). Изолятор 2 сделан из алюмооксидной керамики. Поджигающий электрод 3 и основание 4 выполнены из нержавеющей стали. Катодный узел монтируется на массивном изоляторе 5, выполненном из капролона. Для контрагирования дугового разряда используются два плоских электрода (контрагирующие электроды) 6 и 7, которые выполнены из нержавеющей стали толщиной 1 мм. В электродах 6 и 7 выполнены контрагирующие отверстия диаметром 2,8 мм каждое. Оба контрагирующих отверстия размещались соосно с катодом. Контрагирующие электроды 6 и 7 электрически разделены изолятором 8 (расстояние между электродами 1,5 мм). Контрагирующий электрод 7 электрически изолирован от полого анода 9 с помощью капролонового изолятора 10. Диаметр анода, выполненного из нержавеющей стали, составляет 114 мм, а высота 150 мм. С противоположной катодному узлу стороны анод перекрыт сеткой из нержавеющей стали. Плазменный катод размещался на вакуумной камере, откачка которой осуществлялась форвакуумным насосом. В качестве рабочих газов использовались азот, аргон и гелий. Давление p регулировалось скоростью подачи газа в камеру. Контрагированный дуговой разряд питался с помощью импульсного блока питания 11. Длительность импульса в экспериментах составляла 100 мкс. Разрядный ток I_d измерялся трансформатором тока, а напряжение горения U_d – с помощью компенсированного делителя напряжения. С целью регистрации перехода дугового разряда из контрагированного режима функционирования в каскадный режим измерялся ток I_c между контрагирующими электродами 6 и 7. При переходе дугового разряда в каскадный режим функционирования ток I_c имеет величину близкую либо равную току I_d разряда.

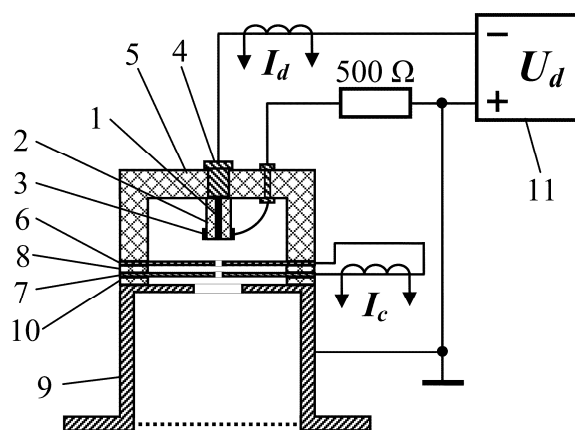


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Результаты экспериментов и их анализ. При использовании в качестве рабочего газа гелия в исследованном диапазоне давлений (3–15 Па) устойчивого функционирования дугового разряда в контрагированном режиме в течение импульса не наблюдалось: либо наблюдались обрывы тока, либо дуга переходила в каскадный режим функционирования. На рис. 2 представлены зависимости напряжения горения U_d от тока I_d дуги (значения U_d и I_d усреднены по импульсу) при использовании азота и аргона. Максимальные значения токов, представленные на графиках, ограничены переходом дугового разряда в каскадный режим функционирования. Использование аргона обеспечивает практически двукратное уменьшение напряжения U_d горения, а также обеспечивает большие токи I_d при функционировании дуги в контрагированном режиме (Рис. 2, а). Увеличение давления p газа приводит к уменьшению напряжения U_d горения дугового разряда и обеспечивает больший ток I_d контрагированной

дуги. Влияние давления p на функционирование контрагированной дуги обусловлено ионизационными процессами, происходящими в контрагирующем канале и вблизи него. Использование аргона обеспечивает меньшее напряжение U_d и больший ток I_d контрагированной дуги ввиду того, что аргон имеет большее сечение ионизации. Аналогичное влияние давления рабочего газа на параметры контрагированного дугового разряда наблюдалось в плазменных источниках, функционирующих при давлениях $10^{-4} - 10^{-1}$ Па, в условиях, когда рабочий газ напускался в катодную область [4, 5].

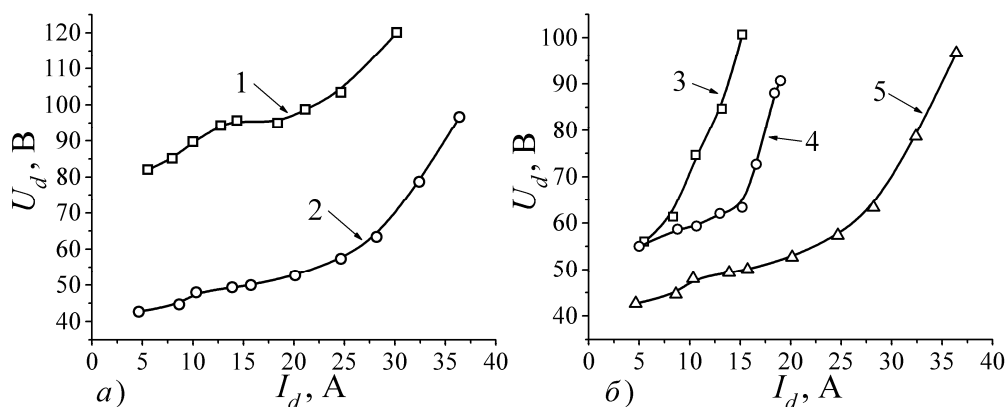


Рис. 2. Зависимости напряжения U_d горения от тока I_d дугового разряда: 1 – азот, $p = 15$ Па; 2 – аргон, $p = 15$ Па; 3 – аргон, $p = 6$ Па; 4 – аргон, $p = 8$ Па; 5 – аргон, $p = 15$ Па

Закключение. Проведены исследования параметров контрагированного дугового разряда, функционирующего в форвакуумном диапазоне давления. Установлено, что давление и род рабочего газа влияют на устойчивость функционирования дугового разряда в контрагированном режиме. Увеличение давления и использование рабочего газа с большим сечением ионизации обеспечивают больший ток контрагированной дуги, а также обеспечивают уменьшение напряжения горения дуги.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-08-00123.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щанин П.М. Источники заряженных частиц с плазменным эмиттером. – Екатеринбург: УИФ Наука, 1993. – 150 с.
2. Окс Е.М. Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 216 с.
3. Handbook of vacuum arc science & technology: fundamentals and applications / edited by R.L. Vohman, D.M. Sanders, P.J. Martin. – New Jersey: Noyes Publications, 1995. – 742 p.
4. Злобина А.Ф., Коваль Н.Н., Щанин П.М. Исследование режимов горения дугового контрагированного разряда с полым анодом // Источники электронов с плазменным эмиттером. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 64–70.
5. Гаврилов Н.В., Крейнделъ Ю.Е., Окс Е.М., Щанин П.М. Условия существования и предельные параметры импульсной контрагированной дуги низкого давления // Журнал технической физики. – 1984. – Т. 54, № 1. – С. 66–72.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЕНСАЦИИ ДИФРАКЦИОННОЙ РАСХОДИМОСТИ ЛАЗЕРНЫХ ПУЧКОВ В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ НИОБАТА ЛИТИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Д.К. Романенко, М.Н. Гаппарова, А.В. Сокольников

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.С. Перин

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: romanenko_dima1999@mail.ru

STUDY OF COMPENSATION OF DIFFERENTIAL DIVERGENCE OF LASER BEAMS IN A FERROELECTRIC CRYSTAL OF LITHIUM NIOBATE WITH CHANGE IN TEMPERATURE

D.K. Romanenko, M.N. Gapparova, A.V. Sokolnikov

Scientific Supervisor: Ph.D. A.S. Perin

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: romanenko_dima1999@mail.ru

***Abstract.** The compensation of diffraction divergence of the laser beams in a ferroelectric crystal of lithium niobate when the temperature changes have been studies.*

Введение. Оптические волноводные системы являются одними из базовых элементов современных интегрально-оптических схем. В настоящее время одним из самых универсальных материалов для формирования подобных схем является сегнетоэлектрический кристалл ниобата лития. Существует ряд методов формирования в нем волноводных структур. В данной работе исследуется метод оптического индуцирования, как относительно простого в реализации [1]. Суть метода заключается в том, что формирование оптических волноводов происходит модуляции показателя преломления кристалла за счет вклада фоторефрактивного и пироэлектрического эффектов [2]. Однако узкие лазерные пучки, распространяющиеся в нелинейно-оптической среде, испытывают дифракционные искажения. Важным параметром при реализации такого метода является контроль температуры образца. Контролируемый нагрев кристалла способствует компенсации дифракционной расходимости распространяющихся световых пучков за счет комбинации вкладов фоторефрактивного и пироэлектрического эффектов [3]. Целью данной работы является исследование компенсации дифракционной расходимости лазерных пучков в сегнетоэлектрическом кристалле ниобата лития при изменении температуры.

Экспериментальная часть. В проведённых экспериментах источником излучения являлся твердотельный лазер YAG:Nd³⁺ с длиной волны $\lambda = 532\text{нм}$ и горизонтальной поляризацией, соответствующей необыкновенной волне в кристалле. Образец LiNbO₃ имел размеры 20×7×1мм³ вдоль осей X Y Z соответственно. Элемент Пельтье TEC1-127060-40 осуществлял нагрев образца. Мультиметр Mastech MY64 измерял температуру подключённой к нему термопарой. Thermal Power Sensors PM100D регистрировал мощность и интенсивность лазерного излучения.

На рис. 1. представлена схема экспериментальной установки.

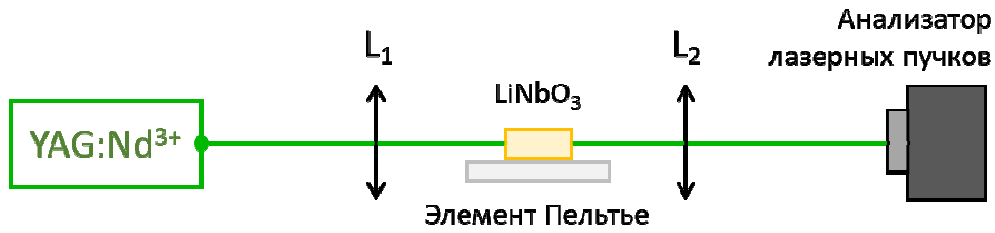


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Фокусирующая линза (L_1) необходима для получения светового пятна размером, соответствующим диаметру формируемого волноводного канала. Кристалл размещался таким образом, чтобы его входная грань была совмещена с фокусом линзы (L_1). Так же образец был прикреплён на элемент Пельтье, который осуществлял контроль температуры. Изображающая линза (L_2) и анализатор лазерных пучков были установлены на подвижный крепёж, что позволяло фиксировать изображение, как с входной, так и с выходной грани образца.

Параметры эксперимента, картины распределения интенсивности световых полей и соответствующие им профили представлены на рис. 2. На выходной грани кристалла (б), видно, как в начальный момент времени размер световых пятен увеличивается ($W_{\text{вых}} \approx 95$ мкм) по сравнению с диаметром светового пятна на входной грани ($W_{\text{вх}} \approx 10$ мкм). Это увеличение обусловлено линейной дифракцией светового поля. За счет проявления фоторефрактивного эффекта световое пятно “вытягивается” по горизонтали (в). К увеличению дифракционной расходимости светового пучка в направлении оптической оси кристалл приводит индуцированная оптическая неоднородность. При нагреве образца дифракция светового пучка компенсируется (г), и световые пятна на выходной грани кристалла становятся сравнимы с их размерами на входной грани (д).

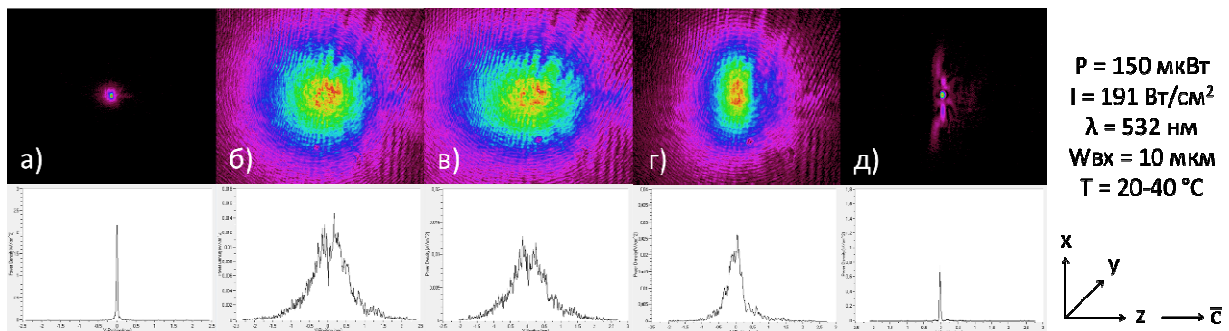


Рис. 2. Параметры эксперимента и картины распределения световых полей: а) на входной грани кристалла, б) на выходной грани кристалла в начальный момент времени, в) на выходной грани образца спустя 2 минуты, г) при нагреве кристалла до 33°C, д) при полной компенсации дифракции светового пучка (39°C)

На рис.3 приведены графики зависимости диаметра светового пучка от времени нагрева (а) и от температуры (б).

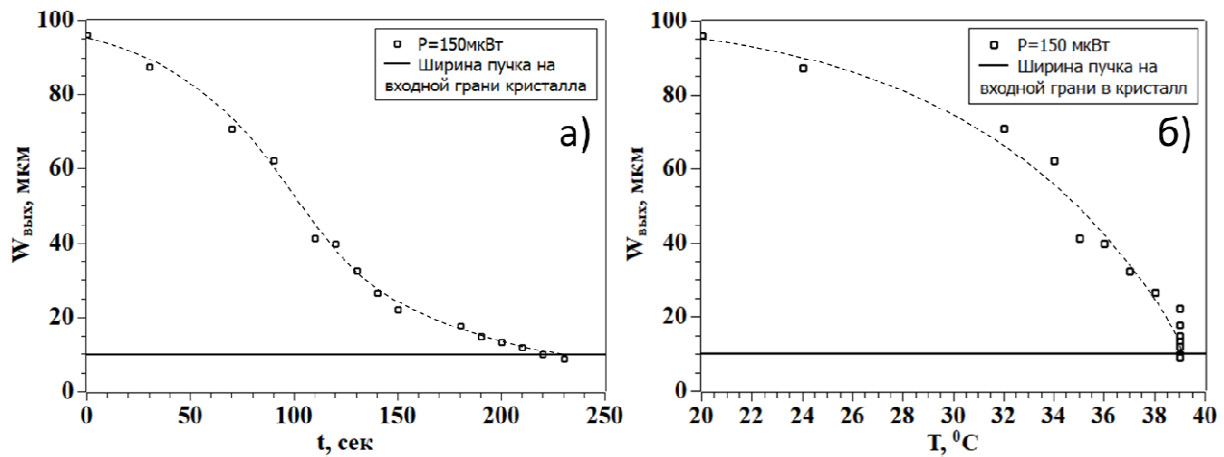


Рис. 3. Графики зависимости (а) диаметра светового пучка ($W_{\text{вых}}$, мкм) от времени нагрева (t , сек) с 20 до 40°C и график зависимости (б) диаметра светового пучка ($W_{\text{вых}}$, мкм) от температуры (T , °C)

При нагревании до температуры 39°C линейная и нелинейная дифракция светового пучка компенсируется. Размеры световых пятен на выходной плоскости уменьшаются, становясь равными их размерам на входной. На полную компенсацию дифракции светового поля, при данных условиях эксперимента, потребовалось примерно 3,5 минуты.

Заключение. В результате проведенных экспериментальных исследований были получены данные, позволяющие возможность компенсации дифракционной расходимости лазерных пучков в сегнетоэлектрическом кристалле ниобата лития при изменении температуры. Из рис. 1 видно, что дифракционная расходимость светового пучка уменьшается при увеличении температуры кристалла, что обуславливается вкладом пьезоэлектрического эффекта. При данных условиях эксперимента дифракционная расходимость лазерного пучка полностью компенсируется при изменении температуры на 18-20 °C от начальной при времени компенсации 3,5 минуты.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Томской области в рамках научного № 18-42-703018.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Perin A.S. Optical writing of diffraction structures in Photorefractive Lithium Niobate by Bessel-like Optical Fields / A.S. Perin, I.A. Trushnikov, A.V. Inyushov // *Ferroelectrics*. – 2019. – V. 544, No. 1. – P. 54–61.
2. Ryabchenok V. Pyroelectric generation of 2D spatial soliton sets in a bulk of lithium niobate crystal // V. Ryabchenok, V. Shandarov, A. Perin // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2017. – Vol. 867. – Art. 012026.
3. Safioui J. Pyroliton: pyroelectric spatial soliton / J. Safioui, F. Devaux, M. Chauvet // *Optics Express*. – 2009. – Vol. 17, No. 24. – P. 209–216.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ОТКЛИКА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СВЕРХКОРОТКОГО
ИМПУЛЬСА ДВУХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ МОДАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ
С ПАССИВНЫМ ПРОВОДНИКОМ В ВЫРЕЗЕ ОПОРНОЙ ПЛОСКОСТИ**

М.А. Самойличенко, А.М. Заболоцкий

Научный руководитель: д.т.н. Т.Р. Газизов

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: 1993mary2011@mail.ru

**MODELING THE TIME RESPONSE TO ULTRASHORT PULSE EXCITATION OF TWO CASCADED
MODAL FILTERS WITH A PASSIVE CONDUCTOR IN THE REFERENCE PLANE CUTOUT**

M.A. Samoylichenko, A.M. Zabolotsky

Scientific Supervisor: Doctor of Science in Engineering T.R. Gazizov

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin ave., 40, 634050

E-mail: 1993mary2011@mail.ru

***Abstract.** We consider protection of radio electronic equipment against conductive excitation of an ultrashort pulse (USP) by using a serial connection of 2 modal filters, which have a passive conductor in the cutout of the reference plane. We obtained the USP attenuation by factor 12,5.*

Введение. Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) различной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) с каждым годом становится все более актуальным, т.к. стремительно растут количество, многообразие и сложность РЭА. Это приводит к появлению всё более разнообразных электромагнитных помех. Наиболее опасными являются кондуктивные помехи, в частности сверхкороткие импульсы (СКИ) [1]. Примерами проявления СКИ могут быть: отказ системы контроля и управления на производстве, отказ бортовых систем самолетов, сбой медицинской аппаратуры диагностики и жизнеобеспечения, сбой линии связи, потери информации в компьютере. Современные устройства защиты имеют крупные габариты и высокую стоимость, а также низкую радиационную стойкость из-за полупроводниковых элементов. Поэтому актуален поиск новых устройств защиты. Новым, простым и дешевым в реализации, средством защиты от СКИ является модальный фильтр (МФ). Один из простых вариантов МФ получается за счет модификации микрополосковой линии (МПЛ). Конструкция такого МФ образуется за счет двух вырезов в плоскости земли обычной МПЛ, которые формируют между собой пассивный проводник. С помощью такого МФ достигнуто ослабление СКИ в 4,54 раза при слабой связи [2] и в 5 раз при сильной связи [3] между активным и пассивным проводниками. По полученным результатам изготовлено 2 макета МФ с разной связью и проведен натурный эксперимент. Так как разная связь между проводниками обеспечивает не только разное ослабление, но и разную разность задержек мод, (что позволит избежать наложения импульсов на выходе второго МФ) можно достичь большего ослабления за счет двух последовательно соединенных МФ.

Цель данной работы – выполнить такое исследование.

Структура и схема для исследования. На рис. 1(а) приведено поперечное сечение МФ, где ϵ_r – относительная диэлектрическая проницаемость подложки, w_1, w_2, w_3 – ширины проводников, t – толщина проводников, h – толщина подложки, s – разнос проводников. На рис 1(б) приведена схема включения двух МФ длиной l с матрицами погонных параметров L, C . В качестве материала подложки выбран фольгированный стеклотекстолит ($\epsilon_r=4,5$), из-за его дешевизны, доступности и широкого применения. $R1=R2=R4=R6=R8=R9=50$ Ом, а для соединения крайних проводников $R3=R5=R7=R10=1$ МОм. Входное воздействие представляет собой трапециевидный импульс с параметрами: амплитуда ЭДС – 2 В, время нарастания – 50 пс, плоской вершины – 100 пс, спада – 50 пс.

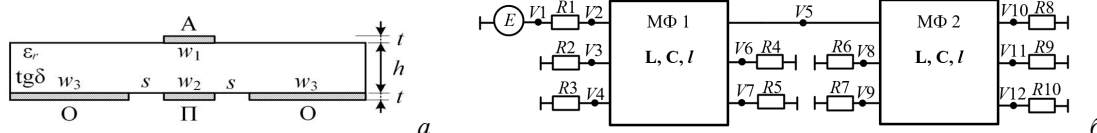


Рис. 1. Поперечное сечение (а) и схема включения (б) МФ.

Проводники: А – активный, П – пассивный, О – опорный

Вычисление параметров и форм сигнала выполнено с помощью квазистатического подхода в системе TALGAT [4]. Потери в проводниках и диэлектриках не учитывались.

Результаты моделирования. Моделирование выполнялось по параметрам изготовленных макетов МФ, а именно $t=35$ мкм, $h=0,18$ мм, $l=30$ см при $w_1=w_2=w_3=1$ мм и $s=0,5$ мм (для МФ1 – со слабой связью) и $w_1=w_2=3,5$ мм, $w_3=0,5$ мм и $s=3,0$ мм (для МФ2 – с сильной связью).

На рис. 2 показаны результаты моделирования отклика. В узле V5 (после МФ1) наблюдаются 2 импульса. Это, объясняется тем, что 2 быстрые моды приходят примерно одновременно, образуя на выходе 1 импульс со сложением амплитуд, а медленная – позже. Из этого можно сделать вывод, что на выход МФ2 (узел V10) придет 4 импульса. В табл. 1 приведены погонные задержки мод для МФ1 ($\tau_{1,i}$) и МФ2 ($\tau_{2,i}$), что позволит рассчитать время прихода импульсов на выходе МФ2.

Таблица 1

Погонные задержки мод для МФ1 ($\tau_{1,i}$) и МФ2 ($\tau_{2,i}$) (нс/м)

МФ1			МФ2		
τ_{11}	τ_{12}	τ_{13}	τ_{21}	τ_{22}	τ_{23}
3,95	4,20	5,59	3,67	3,72	6,87

Время прихода импульсов на выходе МФ2 (узел V10) рассчитывалось по формулам:

$$t_1 = \tau_{11}l + \tau_{21}l = 2,28 \text{ нс}, \quad t_2 = \tau_{11}l + \tau_{22}l = 2,30 \text{ нс}, \quad t_3 = \tau_{11}l + \tau_{23}l = 3,24 \text{ нс},$$

$$t_4 = \tau_{12}l + \tau_{21}l = 2,36 \text{ нс}, \quad t_5 = \tau_{12}l + \tau_{22}l = 2,37 \text{ нс}, \quad t_6 = \tau_{12}l + \tau_{23}l = 3,32 \text{ нс},$$

$$t_7 = \tau_{13}l + \tau_{21}l = 3,08 \text{ нс}, \quad t_8 = \tau_{13}l + \tau_{22}l = 3,09 \text{ нс}, \quad t_9 = \tau_{13}l + \tau_{23}l = 4,04 \text{ нс}.$$

В узле V10 воздействующий импульс раскладывается на 4 импульса с попарно одинаковыми амплитудами (U_1 (для t_5)=0,08 В, U_2 (для t_8)=0,08 В, U_3 (для t_6)=0,05 В, U_4 (для t_9)=0,05 В). Однако t_8 и t_6 не наложились друг на друга из-за малой длительности воздействующего импульса.

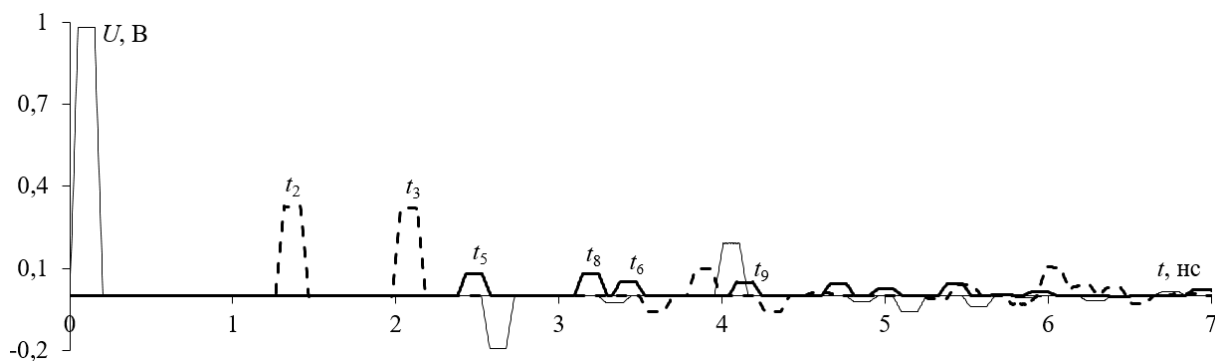


Рис. 2. Формы напряжения на входе МФ1 (-), выходе МФ1 (- -) и выходе МФ2 (-·-)

Заключение. Таким образом, в работе показана возможность разложения СКИ в последовательном соединении двух МФ одинаковой длины, с реализацией пассивного проводника в вырезе опорной плоскости. Разложение достигнуто за счет увеличения связи между проводниками МФ2, что позволяет увеличить разность задержек мод. Достигнуто ослабление в 12,5 раза по отношению к половине ЭДС. Полученные результаты делают актуальным и дальнейшие исследования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-70020.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gizatullin Z. M., Gizatullin R.M. Investigation of the immunity of computer equipment to the power-line electromagnetic interference // Journal of Communications Technology and Electronics, no. 5, pp. 546–550, 2016.
2. Samoylichenko M.A., Gazizov T.R. Simulation of broad-side coupled modal filter with passive conductor in reference plane cutout // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – P. 1–7. doi: 10.1088/1757-899X/560/1/012040.
3. Samoylichenko M.A. Influence of boundary conditions and coupling enhancement on the attenuation of a modal filter with a passive conductor in the reference plane cutout // Proc. of IEEE 2019 International multi-conference on engineering, computer and information sciences (SIBIRCON). – Russia, Tomsk, Oct. 23–24, 2019. – P. 0237–0240. doi: 10.1109/SIBIRCON48586.2019.8958044.
4. Kuksenko S.P. Preliminary results of TUSUR University project for design of spacecraft power distribution network: EMC simulation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – P. 1–7. doi: 10.1088/1757-899X/560/1/012110.

**ТРАНСЛЯЦИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ С ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В СЕМАНТИЧЕСКИЙ
ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ЯЗЫК D0SL**

Д.Р. Серов

Научный руководитель: доцент, д.ф.-м.н. Д.Е. Пальчунов

Национальный исследовательский Новосибирский государственный университет,

Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, 630090

E-mail: barbari100@gmail.com

**TRANSLATION OF SPECIFICATIONS FROM NATURAL LANGUAGE TO THE SEMANTIC
DOMAIN-SPECIFIC LANGUAGE D0SL**

D.R. Serov

Scientific Supervisor: Docent, Dr.D.E. Palchunov

Novosibirsk State University, Russia, Novosibirsk, Pirogova str., 1, 630090

E-mail: barbari100@gmail.com

***Abstract.** Modern programming often involves formalizing the concepts of complex business domains by expressing them in a chosen programming language. This work is usually performed by software developers, who create the application architecture and manually write the code. The task could be simplified with the introduction of semantic domain-specific languages (sDSLs) that use declarative specifications, e.g. rules or logical predicates, as a means to describe the intricacies of the selected domain, allowing domain experts to write the code with little or no programming experience. Furthermore, partial automation for code generation has been proposed in the form of generating sDSL code from natural language. In this work, a software system for human-assisted code generation in one of the sDSLs, namely, d0sl, is explored. Different steps to solve problem are considered, including natural language processing for Russian, internal d0sl representation, and creating the app prototype.*

Введение. Одной из всегда актуальных проблем, возникающих при разработке программного обеспечения, является моделирование сложной предметной области. В большинстве случаев разработка ведётся командой программистов, не являющихся экспертами в предметной области, для которой моделируется ПО, из-за чего в нём могут появляться ошибки, которые эксперты бы не пропустили. Кроме того, в ходе многоступенчатого современного процесса разработки ПО смысл многих требований к продукту, а также понятий и правил предметной области может быть искажен при формализации и переводе на язык, понятный компьютеру. Современные программы в большинстве своём написаны на императивных языках программирования, что затрудняет перенос правил и понятий предметной области в исполняемый код, а также усложняет верификацию и валидацию (аудит) создаваемых алгоритмов [1, 2].

Среди решений этой проблемы, предлагаемых исследователями в последнее время, находится применение специализированных языков, упрощающих моделирование предметной области – семантических предметно-ориентированных языков (semantic domain-specific language, sDSL), основанных на концепции семантического моделирования [3]. Такие языки в силу простоты и декларативной природы лишены проблем традиционных языков и позволяют специалистам предметной

области моделировать её без участия программистов. В качестве дальнейшего развития идеи было предложено частично или полностью автоматизировать моделирование за счёт генерации кода из естественного языка [2, 4].

Цель данной работы – создание программной системы, позволяющей пользователю транслировать тексты контрактов на русском языке в исполняемый код, реализующий бизнес-процессы из текста.

Материалы и методы исследования. Разработка решения началась с выбора целевого sDSL – для данной работы это язык d0sl с платформой d0SDK, в полной мере реализующий описанные выше идеи и уже применяющийся в коммерческих проектах [5].

Дальнейшим шагом стал выбор средств обработки естественного языка, а именно – упрощённых предложений русского языка, содержащих текст контрактов, лишённых неоднозначностей и других проблем, затрудняющих компьютерную обработку. Было проведено сравнение существующих средств поиска именованных сущностей в тексте на русском языке. Были выбраны лишь средства, не основанные на машинном обучении, чтобы исключить необходимость в предобучении и для понимания принятых решений в случае возможной доработки. В результате Pullenti SDK [6] был выбран для извлечения сущностей.

Для системы планируется разработать онтологию, основанную на четырёхуровневой модели представления знаний [7], без учёта уровня оценочных и вероятностных знаний. В качестве верхнего уровня будут выступать общие знания, в качестве второго уровня – сформулированная на d0sl теория предметной области, в качестве третьего – содержимое самих шаблонов.

На начальном этапе разработки задачу трансляции произвольного текста в d0sl было принято решение сузить до лишь определённых текстов (контрактов или договорённостей в простых предложениях), а полную генерацию d0sl ограничить заполнением заранее составленных шаблонов, без извлечения уже присутствующей в шаблонах информации. В будущем число поддерживаемых шаблонов планируется наращивать, а также добавить иерархическое поведение – раскрытие одного шаблона из другого.

Текущие исследования касаются возможностей отображения языка d0sl во внутреннем формате, пригодном для заполнения кода на d0sl шаблонами. Поскольку d0sl создан в среде разработки предметно-ориентированных языков JetBrains MPS, код на d0sl не является обычным текстом, а представляет собой прозрачную структуру данных, отображаемую MPS как обычный код. В будущем предлагается реализовать транслятор текстового d0sl в применяемую в MPS структуру данных, а в рамках данной работы заполнять шаблоны простой текстовой заменой.

Результаты. На данный момент разработан прототип системы. Программа обладает графическим пользовательским интерфейсом, принимает ввод пользователем произвольного текста на естественном языке, осуществляет распознавание именованных сущностей в тексте с помощью SDK Pullenti и отображает их в графическом виде. Для каждой именованной сущности доступна возможность открыть список дополнительных атрибутов, выделенных Pullenti. В интерфейсе также оставлено место для отображения содержимого шаблонов на d0sl и гипотез для заполнения шаблонов.

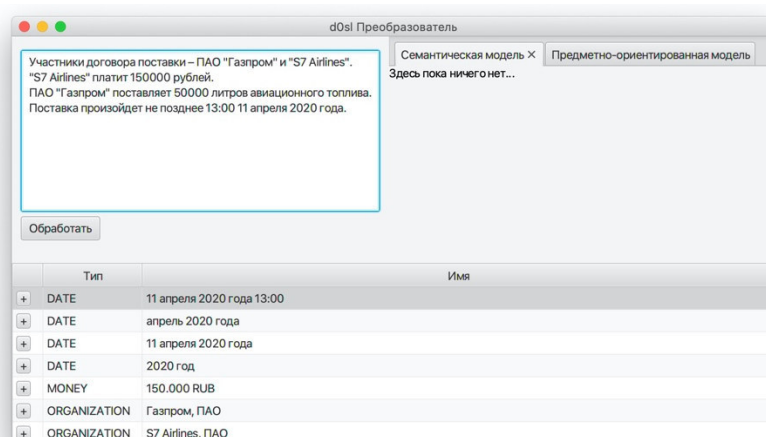


Рис. 1. Интерфейс главного окна прототипа

Заключение. Разработка программного обеспечения для сложных предметных областей продолжает оставаться трудной задачей, для которой привлекаются эксперты, не обязательно обладающие навыками программирования. Использование семантических предметно-ориентированных языков помогает решить многие проблемы традиционных языков программирования и описывать правила и знания предметной области декларативно.

Предложенная в работе система развивает этот подход путём автоматического превращения спецификаций, описанных на естественном языке, в код на семантическом предметно-ориентированном языке d0sl. На начальном этапе система заполняет созданные на d0sl шаблоны информацией из текста в полуавтоматическом режиме. Использование системы позволит облегчить моделирование сложных предметных областей, а также верификацию и валидацию кода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гумиров В.С., Матюков П.Ю., Пальчунов Д.Е. Семантические предметно-ориентированные языки // СИБИРКОН 2019. – Новосибирск, Россия. – IEEE Press, 2019.
2. Galieva A., Palchunov D. Logical methods for Smart Contract Development // SIBIRCON 2019. – Novosibirsk, Russia. – IEEE Press, 2019.
3. Гончаров С.С., Ершов Ю.Л., Свириденко Д.И. Методологические аспекты семантического программирования // Научное знание: логика, понятия, структура. – Новосибирск, Наука. – 1987. – С. 154–184.
4. Пальчунов Д.Е. Поиск и извлечение знаний: порождение новых знаний на основе анализа текстов естественного языка // Философия науки. – 2009. – № 4 (43). – С. 70–90.
5. d0sl Homepage [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://d0sl.org>. (дата обращения: 1.03.2020).
6. Pullenti SDK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pullenti.ru>. (дата обращения: 1.03.2020).
7. Naydanov C., Palchunov D., Sazonova P. Development of automated methods for the critical condition risk prevention, based on the analysis of the knowledge obtained from patient medical records // Proceedings of the International Conference on Biomedical Engineering and Computational Technologies (SIBIRCON / SibMedInfo – 2015). – Novosibirsk, 2015. – P. 33–38.

**ИЗМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ УГРОЗ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ,
СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЯМИ 17 ПРИКАЗА ФСТЭК**

М.В. Солодков

Научный руководитель: старший преподаватель А.И. Гуляев
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, Ленина 40, 634050
E-mail: maksimsolodkov@gmail.com

**CHANGE OF THE THREAT MODEL IN STATE INFORMATION SYSTEMS RELATED
TO CHANGES OF 17 ORDER OF FSTEC**

M.V. Solodkov

Scientific Supervisor: Senior Lecturer A.I. Gulyaev
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin st.,40, 634050
E-mail: maksimsolodkov@gmail.com

***Abstract.** The order of FSTEC of RUSSIA No. 17 is being investigated. The changes that were made to the order on September 13, 2019 are reviewed. Threats are identified in relation to these innovations. The protective measures are determined by the order of the FSTEC No. 17. Threats that do not have protective measures in the current order are found. The procedure for the actions of the operator in connection with the change of the 17th order is provided.*

Введение. Сегодня существует огромное количество государственных и частных информационных систем. Во избежание рисков утечки информации эксперты безопасности обращаются к рекомендациям, памяткам, приказам о угрозах и мерах защиты информации [1]. В Соединенных Штатах Америки рекомендации по информационной безопасности отражены в National Institute of Standards and Technology (NIST) 800-53 [2]. Также в американской практике существует документ под названием Federal Information Processing Standard (FIPS) 199 [3]. В России государственная информационная безопасность возлагается на федеральную службу по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК). Стоит подчеркнуть, что американский документ имеет более консалтинговый характер, нежели российский ФСТЭК [4].

Экспериментальная часть Одной из серьезных проблем современных информационных систем являлось содержание центра обработки данных. Это очень дорогостоящая и непростая процедура. Многие операторы пришли к выводу, что выгоднее использовать облачных провайдеров, чем реализовывать их самим. Такие изменения требовали более обстоятельного внимания в обновлении нового приказа.

Такая проблема была решена за счёт добавления некоторых пунктов в обновленный приказ, в частности:

- Пункт 14.2. Теперь при переезде класса государственной информационной системы в облачный центр обработки данных, он должен быть классом выше, чем сам центр обработки данных;
- Пункт 14.4. При определении актуальных угроз при переезде в сторонний центр обработки данных информационной системы должны быть приняты в расчёт угрозы, которые будут актуальны для

самого центра обработки данных. Таким образом, центр обработки данных и государственная информационная система должны иметь свои собственные модели угроз;

– Пункт 15.1. В проектной документации существует возможность указывать меры по защите информации в актуальных местах, если центр обработки данных уже обладает мерами по защите информации;

– Пункт 16.1. Необходимо, чтобы в государственной информационной системе применяемые средства защиты были совместимы со средствами защиты, использованными в центре обработки данных;

– Пункт 17.6. Переезд государственной информационной системы должен осуществляться в аттестованном центре обработки информации.

– Пункт 22. При закрытии всех угроз для центра обработки данных нет необходимости применять дополнительные меры защиты информации по отношению к государственной информационной системе.

В 18 пункт были добавлены требования обязательных мероприятий, применяемых в ходе эксплуатации государственной информационной системы:

– планирование мероприятий по защите информации;

– анализ угроз безопасности;

– информирование и обучение персонала информационной системы.

– Планирование мероприятий предполагает:

– назначить сотрудников, отвечающих за планирование и проверку проведения мероприятий по защите информации в государственной информационной системе; список сотрудников, отвечающих за обнаружение инцидентов и реагирование на них;

– регламент процедур по защите информации, в котором будет указан порядок контроля проведения мероприятий.

Пункт 18.2 гласит о необходимости обнаружения и ликвидации уязвимостей, анализа изменения угроз безопасности, а также вероятных последствий от реализации угроз.

В Пункт 18.6 говорится о информации, которая должна быть преподнесена сотрудникам в рамках обучения.

Пункт 26 применяется новый термин «уровень доверия». Первый класс государственной информационной системы будет соответствовать уровню доверия начиная с четвертого значения. ГИС 2го класса начиная с 5го уровня доверия, для ГИС 3го класса начиная с 6го уровня доверия. Данный пункт будет действовать с 1го июня 2020 г.

Пункт 26.1 гласит, что подбор новых маршрутизаторов, которые имеют доступ к сети интернет должны быть сертифицированы на соответствие требованиям по безопасности информации.

Новые изменения накладывают на операторов необходимость в принятии мер по обеспечению требований обновленного приказа. Исходя из произошедших изменений опишем практический порядок действий оператора информационной системы:

1. Выяснить, осуществляется ли государственной информационной системой использование инфраструктуры центра обработки данных.

2. Создать или обновить модель угроз;

3. Уточнить соответствие уровня доверия средств защиты информации классу защищенности государственной информационной системы;

4. Обезопасить центр обработки данных по требованиям приказа №17. Убедиться, что класс защищенности центра обработки данных имеет одинаковое или более высокое значение класса защищённости государственной информационной системы;

5. Создать и реализовать организационно-распорядительную документацию:

— список сотрудников, отвечающих за планирование и проверку проведения мероприятий по защите информации в государственной информационной системе; список сотрудников, отвечающих за обнаружение инцидентов и реагирование на них;

— регламент процедур по защите информации, в котором будет упомянут порядок контроля проведения мероприятий.

6. При проектировании или совершенствовании системы использовать только сертифицированные маршрутизаторы, прошедшие проверку на соответствие требованиям по безопасности информации при подключении государственной информационной системы к глобальной сети интернет.

Результаты. Закрытие угроз с использованием обновленного приказа. Приняв во внимание последние изменения 17го приказа ФСТЭК, поиска соответствий мер защиты существующим угрозам, касающихся центра обработки данных, сертифицированных маршрутизаторов, обеспечения безопасности в ходе эксплуатации можно сделать вывод, что не все угрозы закрываются предоставленными приказом мерами защиты. В частности, угрозы, связанные с облачным хранением данных у провайдера [4].

Заключение. По итогам обзора можно просмотреть основные изменения 17го приказа ФСТЭК, также был создан порядок действий для операторов. В завершении определены угрозы, не имеющие меры защиты в действующем приказе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Surwade Y.P., Patil H.J. Information Security // Knowledge Librarian. – 2019. – P. 458–466.
2. Pub F. Standards for security categorization of federal information and information systems // NIST FIPS. – 2004. – V. 199.
3. Tariq M.I., Tayyaba S., Ashraf M.W., Rasheed H., Khan F. Analysis of NIST SP 800-53 Rev. 3 Controls Effectiveness for Cloud Computing // Proceedings of the 1st National Conference on Emerging Trends and Innovations in Computing & Technology. – 2016. – P. 88–92.
4. Банк данных угроз безопасности информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bdu.fstec.ru/threat>, свободный (дата обращения: 22.09.2019).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ЛОПАСТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

К.И. Хан, М.А. Кажмаганбетова

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Т.Н. Зайченко

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: kazmorebig@ya.ru

OVERVIEW OF ROTOR BLADES PRODUCTS CONTROL METHODS

K.I. Khan, M.A. Kazhmaganbetova

Scientific supervisor: Prof., Dr. T.N. Zaichenko

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Lenin str., 40, 634050.

E-mail: kazmorebig@ya.ru

***Abstract.** The technical condition of the helicopter rotor blades is of great importance during its operation. The life of people and great material values depend on it. Therefore, it is especially important to detect defects in these nodes as early as possible in order to prevent accidents. The article discusses modern methods for diagnosing defects in rotor blade products, both at the production stage and during operation. These include the well-known methods of vibroacoustic and tensometric diagnostics.*

Введение. Техническое состояние лопастей винтов вертолета имеет большое значение в процессе его эксплуатации. От него зависят жизнь людей и большие материальные ценности. Поэтому особенно важно обнаруживать дефекты в этих узлах как можно раньше, чтобы не допустить аварии. В статье рассматриваются современные технические средства диагностики дефектов в лопастных изделиях, как на стадии производства, так и в процессе эксплуатации.

Основная часть. Рассмотрим средства диагностики, которые используются на основных этапах жизненного цикла изделия – при проектировании, производстве, эксплуатации и ремонте на данных этапах.

Стационарные технические средства. Для определения дефектов на стадии производства применяются широкоизвестные методы виброакустической и тензометрической диагностики, для реализации которых требуется специализированное крупногабаритное стендовое оборудование (рис. 1) [1]. Выпущенную деталь подвергают стендовым испытаниям, при которых лопастное изделие подвергается нагрузкам, модуль и направление которых соответствует допустимым эксплуатационным деформациям. На лопасть в местах приложения нагрузки устанавливаются тензометрические датчики определяющие локальные величины деформации и нагрузки на изделие. Информация с датчиков собирается, обрабатывается и отображается в системе верхнего уровня с помощью специализированного программного обеспечения. Для ускорения процесса может быть использовано несколько стендов, имеющих разные точки приложения нагрузки и разное расположение датчиков. Стенды объединяются в единую сеть и позволяют проводить испытание на нескольких образцах одновременно.

Для определения предполагаемого срока службы выпущенной партии лопастей может быть использована то же самое оборудование, дополненное камерой фотофиксации для контроля скорости роста усталостных трещин [2]. При этом величина нагрузок превышает допустимые эксплуатационные

нагрузки для увеличения скорости выработки ресурса. При сопоставлении полученных данных с моделью может быть выполнен прогноз срока эксплуатации изделия.



Рис. 1. Пример испытательного стенда лопастей вертолета

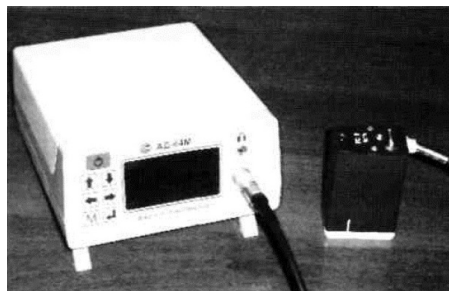


Рис. 2. Акустический дефектоскоп АД-64М

Одним из широко применяемых методов стационарной диагностики является виброакустический метод, реализуемый с помощью дефектоскопа. (рис 2.) Дефектоскоп – устройство позволяющее определять дефекты сплошности материалов шириной от 10 мм. Устройство состоит из генератора колебаний, приемника и электронного блока. В исследуемом образце с помощью подвижных электромагнитных механизмов возбуждаются акустические колебания, отраженные колебания улавливаются приемником (пьезоэлемент или микрофон) и передаются в электронный блок, где выполняется спектральный анализ полученного сигнала и отслеживается изменение спектра. [3] Таким образом, перемещая излучатель вместе с приемником по исследуемой детали по изменению спектра можно обнаружить локальные дефекты.

Мобильные технические средства. Для диагностики повреждений на стадии эксплуатации используются технические и органолептические средства и методы диагностики. Так лопасть несущего винта вертолета оборудована пневматической системой сигнализации повреждения лонжерона, которая срабатывает в случае появления сквозной микротрещины (трещины), вызывающей нарушение герметичности полости лонжерона [4]. Однако данная система извещает о дефекте постфактум и не позволяет прогнозировать его развитие

В статье «The Role of Advanced Technologies of Vibration Diagnostics to Provide Efficiency of Helicopter Life Cycle» предлагается способ диагностики лопастей с помощью метода операционного модального анализа (Operation Model Analysis) описанного в источнике [5]. Данный метод предполагает использование вибрационных и акустических датчиков как конструктивных элементов лопастей. На втулке винта располагается многоканальная система сбора информации (рис. 3). Сигналы, измеряемые вибрационными и акустическими данными собираются системой мониторинга (health and usage monitoring system) установленной на борту, которая собирает и анализирует данные и предупреждает о

возможном наличии дефекта в лопасти. Дальнейший анализ собранных данных «на земле» позволяет более точно определить место и размер предполагаемого дефекта.

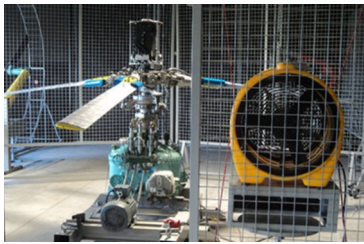


Рис. 3. Система сбора информации на втулке винта

Установка дополнительных датчиков рядом с многоканальной системой сбора информации позволяет получать виброакустические параметры работы подшипника и вала главной передачи, по которым можно диагностировать наличие дефектов в этих деталях. Передача данных с системы сбора, находящейся на подвижной части, на систему мониторинга, находящуюся на неподвижной части, может быть осуществлен с помощью радиосигнала

Заключение. Современные методы контроля и диагностики позволяют определять дефекты в лопастных изделиях на ранних стадиях их развития тем самым предотвращать их разрушение в процессе эксплуатации. Отечественные технические средства сигнализации разрушения и мониторинга состояния лопастей рулевого винта вертолета отсутствуют. Стационарные стенды, используемые для диагностики при проектировании, производстве и ремонте, не могут применяться на стадии летной эксплуатации. Таким образом, создание технических средств контроля и диагностики лопастей рулевого винта является актуальной задачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определение ресурсных характеристик изделий авиационной техники на основе стендовых испытаний с использованием компьютерных технологий на примере лопасти винта вертолета / Л.А. Бохоева и др. // Системы. Методы. Технологии. – 2015. – № 4. – С. 36– 42.
2. Рогов В.Е., Бохоева Л.А., Курохтин В.Ю., Балданов А.Б. Оценка процесса роста усталостных трещин в лопастях винта вертолета [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2017. – Т. 9, № 2. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/80TVN217.pdf> (доступ свободный).
3. Бакунов А.С., Мурашов В.В., Сысоев А.М. Контроль лопастей воздушного винта средствами низкочастотной акустики // Авиационные материалы и технологии. – 2012 – С. 96.
4. Технология вертолетостроения. Технология производства лопастей вертолетов и авиационных конструкций из полимерных композиционных материалов / Б.Н. Слюсарь и др. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. – 230 с.
5. Mironov A., Doronkin P., Prikloonsky A., Kabashkin I. The Role of Advanced Technologies of Vibration Diagnostics to Provide Efficiency of Helicopter Life Cycle // Procedia Engineering – 2017. – No. 178. – P. 96–106.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОДЛОЖКИ НА ЧАСТОТНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОПОЛОСКОВОГО МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА**

Е.Б. Черникова, А.А. Квасников

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.М. Заболоцкий
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050
E-mail: chiernikova96@mail.ru

**ESMITATION OF MAGNETIC PERMEABILITY EFFECT OF THE SUBSTRATE
ON THE FREQUENCY CHARACTERISTICS OF THE MICROSTRIP MODAL FILTER**

E.B. Chernikova, A.A. Kvasnikov

Scientific Supervisor: Prof., Doctor of Science in Engineering A.M. Zabolotsky
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin ave., 40, 634050
E-mail: chiernikova96@mail.ru

***Abstract.** The article discusses the influence of the magnetic permeability of the substrate on the frequency characteristics of the microstrip modal filter (MF). The article presents results of modeling the frequency responses of MFs with lengths $l=1, 0.5,$ and 0.2 m with a change in the relative magnetic permeability of the substrate $\mu_r=1, 4, 7,$ and 10 . It is shown that an increase in μ_r of the substrate leads to a decrease in the passband of the MF.*

Введение. С каждым годом увеличивается распространенность радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) практически во всех отраслях, в том числе в системах радиолокации, телевидения и радиосвязи. В связи с этим ужесточаются требования по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) из-за уязвимости аппаратуры к электромагнитным помехам. Помехи, проникающие в РЭА непосредственно по проводникам, например, через сигнальные проводники или через цепи питания, называются кондуктивными [1]. Одним из опасных видов кондуктивных помех являются сверхкороткие импульсы (СКИ) [2]. Для защиты РЭА от воздействия СКИ предлагается использовать модальные фильтры (МФ), работа которых основана на модальном разложении помехового импульса на импульсы меньшей амплитуды из-за разницы задержек мод. Простейшей структурой МФ является отрезок связанных линий, с количеством проводников $N=2$. В ней СКИ раскладывается на 2 импульса меньшей амплитуды [3]. Модальное разложение в МФ возможно только в неоднородном диэлектрическом заполнении, причем его эффективность повышается с увеличением значения диэлектрической проницаемости диэлектрика ϵ_r (например, МФ на подложке из керамики). Если это невозможно, эффективное разложение СКИ на последовательность импульсов обеспечивается при увеличении длины линии, однако это приводит к увеличению габаритов МФ и ограничению области их применения. В [4] рассматривается возможность совершенствования характеристик МФ за счет применения современных композитных материалов с относительной магнитной проницаемостью $\mu_r > 1$. Показано, что увеличение значения μ_r позволяет увеличить временные интервалы между импульсами разложения. Между тем влияние изменения μ_r подложки на частотные характеристики, в частности, на ширину полосы пропускания ранее не

рассматривалось. Хотя это актуально, так как от ширины полосы пропускания фильтра зависят параметры передаваемого полезного сигнала. Цель работы – выполнить такое исследование.

Структура и схема для исследования. Для исследования влияния значения μ_r на частотные характеристики выбрана структура микрополоскового МФ. Его поперечное сечение с геометрическими размерами $s=200$ мкм, $w=850$ мкм, $t=35$ мкм, $h=500$ мкм, $\epsilon_r=4,5$ представлено на рис. 1а, а принципиальная схема – на рис. 1б. Вычисление параметров линий и форм сигнала при гармоническом воздействии источника ЭДС 2 В выполнялось с помощью квазистатического подхода в системе TALGAT [5]. Значения сопротивлений резисторов R_1, R_2, R_3 и R_4 , подключенных на концах фильтра, задавались исходя из условия обеспечения псевдосогласования, т.е. при равенстве сопротивлений среднегеометрическому значению импедансов Z_e и Z_o .

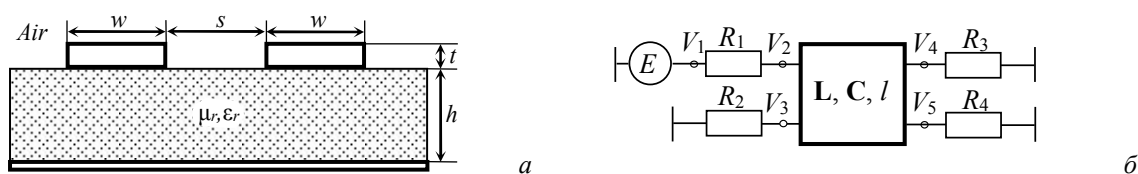


Рис. 1. Поперечное сечение (а) и принципиальная схема (б) микрополоскового МФ

Результаты моделирования. Для оценки ширины полосы пропускания выполнено моделирование частотных зависимостей $|S_{21}|$ исследуемого МФ длиной $l=1, 0,5$ и $0,2$ м при изменении значения μ_r в пределах от 1 до 10 с шагом 3. Результаты моделирования представлены на рис. 2.

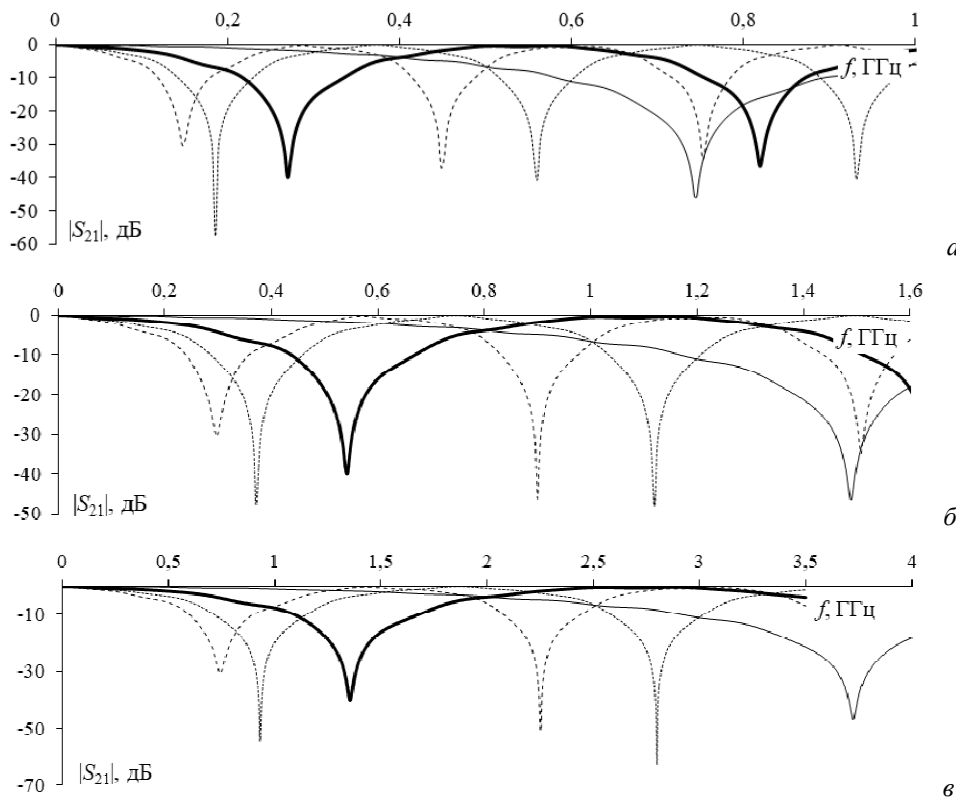


Рис. 2. Частотные зависимости $|S_{21}|$ микрополоскового МФ: а) $l=1$ м, б) $l=0,5$ м, в) $l=0,2$ м при $\mu_r=1$ (—), $\mu_r=4$ (---), $\mu_r=7$ (.....), $\mu_r=10$ (- -)

В табл. 1 приведены значения временных интервалов между импульсами разложения (Δt), взятые из [4], и значения частоты среза (f_{cp}) по уровню минус 3 дБ, которое определяет ширину полосы пропускания МФ.

Таблица 1

Значения погонных задержек импульсов

$l, \text{ м}$	μ_r	1	4	7	10
1	$f_{cp}, \text{ ГГц}$	0,371	0,096	0,063	0,048
	$\Delta t, \text{ нс [4]}$	0,68	2,49	3,41	3,99
0,5	$f_{cp}, \text{ ГГц}$	1,032	0,269	0,175	0,133
	$\Delta t, \text{ нс [4]}$	0,34	1,24	1,71	2
0,2	$f_{cp}, \text{ ГГц}$	2,586	0,668	0,441	0,332
	$\Delta t, \text{ нс [4]}$	0,13	0,49	0,68	0,8

Из полученных результатов (рис. 2 и табл. 1) следует, что с увеличением значения μ_r значение f_{cp} уменьшается. Кроме того, с уменьшением длины МФ значение f_{cp} увеличивается. Так, МФ длиной 0,2 м на подложке с $\mu_r=10$ обеспечивает практически такую же полосу как МФ длиной 1 м на подложке без применения композитного материала. Однако вместе с увеличением значения f_{cp} наблюдается уменьшение Δt , что может привести к ухудшению эффективности ослабления МФ.

Таким образом, варьируя значением μ_r подложки можно добиться требуемых характеристик фильтра, как по полосе пропускания полезного сигнала, так и по требуемому ослаблению, включая длительность СКИ.

Исследование поддержано Министерством Науки и Высшего Образования (Проект FEWM-2020-0041).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gizatullin, Z.M. Investigation of the immunity of computer equipment to the power-line electromagnetic interference / Z.M. Gizatullin, R.M. Gizatullin // Journal of Communications Technology and Electronics, 2016. – № 5. – P. 546–550.
2. Mora N., Vega F., Lugin G., Rachidi F., Rubinstein M. Study and classification of potential IEMI sources // System and assessment notes. – Note 41. – 8 July 2014.
3. Gazizov A.T. UWB pulse decomposition in simple printed structures // A.T. Gazizov, A.M. Zabolotsky, T.R. Gazizov / IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 2016. – Vol. 58. – No. 4. – P. 1136–1142.
4. Chernikova E.B. Using composite insulating materials to improve modal filter performance // E.B. Chernikova, A.A. Ivanov / Proc. of 21th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM), Erlagol, Altai, June 29–July 3, 2020 (to be published).
5. Kuksenko S.P. Preliminary results of TUSUR University project for design of spacecraft power distribution network: EMC simulation / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – Vol. 560. – No. 012110. – P. 1–7.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ БАРЬЕРНЫХ КОНТАКТОВ

К АРСЕНИДУ ГАЛЛИЯ

А.Н. Шалев, О.Н. Минин

Научный руководитель: н.с. Ю.С. Жидик

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: ashalev@mail.ru

STUDY OF THE TEMPERATURE STABILITY OF SCHOTTKY BARIERS TO GALLIUM ARSENIDE

A.N. Shaley, O.N. Minin

Scientific Supervisor: Researcher Y.S. Zhidik

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: ashalev@mail.ru

Abstract. *In the present study, it is performed that Schottky barriers (SB) to gallium arsenide based on Ti/Pt/Au is more stable to high temperature annealing at 300-550°C than SB to gallium arsenide based on Ti/Au. It was found that complete degradation of SB Ti/Au - n-GaAs occurs after annealing for 10 minutes at the temperature of 500°C. The complete degradation of SB Ti/Pt/Au - n-GaAs occurs after annealing for 40 minutes at the temperature of 550°C. In SB Ti/Pt/Au - n-GaAs the ideality factor improved from 1.04 to 1.01 upon annealing at 500°C for 40 minutes and the SB height increases from 0.80 eV to 0.88 eV.*

Введение. Барьерные контакты или барьеры Шоттки (БШ) лежат в основе работы диодов Шоттки, обладающих высоким быстродействием и являющимися незаменимыми элементами многих СВЧ полупроводниковых интегральных микросхем (СВЧ ИМС). Однако так как большое количество технологических операций при изготовлении СВЧ МИС требуют воздействия высоких температур, то становится важным исследование температурной стойкости отдельных элементов СВЧ МИС. Одна из основных проблем при создании температуростойких БШ связана с тем, что в процессе высокотемпературной обработки возможна диффузия атомов материала контактного слоя в полупроводник и взаимная диффузия атомов металлов в системах многослойной металлизации, приводящая к неоднородности БШ, и как следствие, к его последующей деградации. Эффективным решением данной проблемы является введение в структуру контакта дополнительного слоя металлизации – диффузионного барьера, препятствующего взаимной диффузии слоев [1].

Целью данной работы является определение наиболее температуростойкого барьера Шоттки к GaAs на основе двух систем металлизаций Ti/Au и Ti/Pt/Au.

Экспериментальная часть. Исследуемые структуры Ti/Au – n-GaAs и Ti/Pt/Au – n-GaAs были получены методом термического и электронно-лучевого испарения соответственно. БШ были выполнены в виде окружности диаметром 100 мкм. Вольтамперные характеристики (ВАХ) были измерены методом Кельвина при помощи анализатора полупроводниковых приборов Agilent B1500A. Толщины пленок были измерены на оптическом профилометре Neox и составили 100/50/300 нм для Ti/Pt/Au и 200/300 нм для Ti/Au, полученного методом термического испарения. Электрофизические

параметры (высота барьера и коэффициент идеальности) были рассчитаны методом вольтамперной характеристики (ВАХ) [2]. Отжиг образцов проводился в несколько стадий в печи диффузионного типа.

Результаты. Были получены зависимости высоты БШ и коэффициента идеальности от времени выдержки образцов Ti/Au – n-GaAs (рис.1) и Ti/Pt/Au – n-GaAs (рис. 2) в диффузионной печи при разных температурах. Данные зависимости иллюстрируют, что в БШ Ti/Au – n-GaAs процесс деградации начинается при выдержке в течение 5-ти минут при температуре 500°C, а при выдержке в течение 10 минут полностью теряет свои выпрямляющие свойства, о чем свидетельствует резкое понижение высоты БШ и повышение коэффициента идеальности.

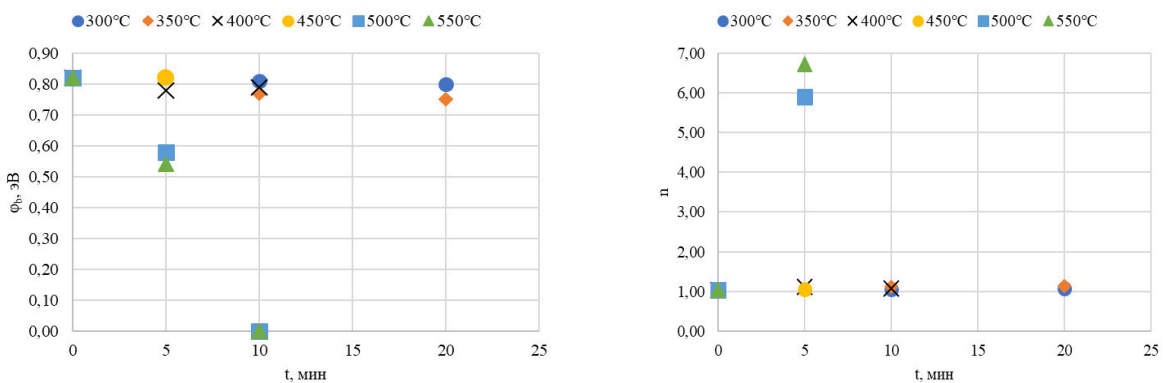


Рис. 1. Деградационные характеристики БШ Ti/Au – n-GaAs

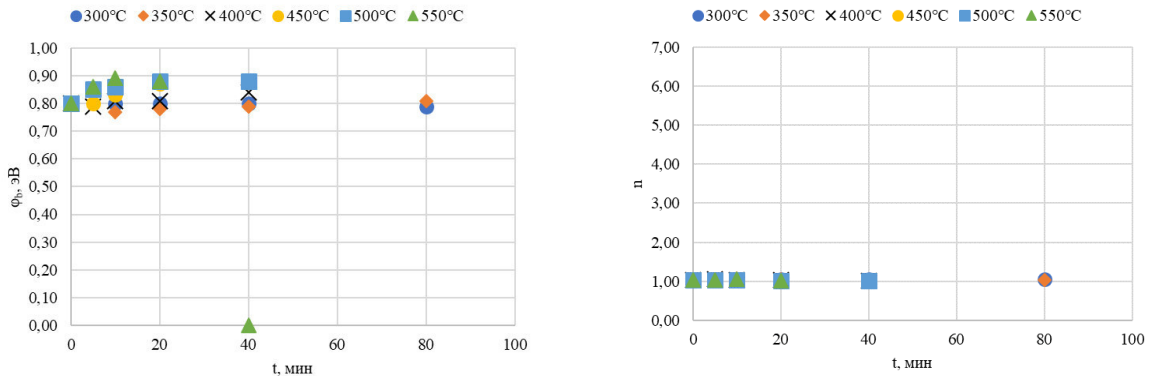
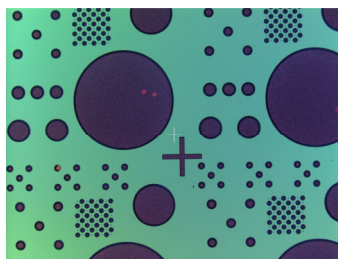
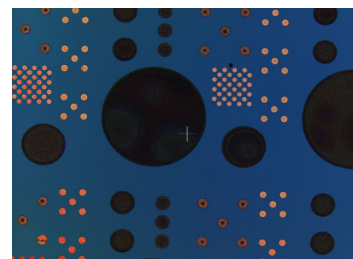


Рис. 2. Деградационные характеристики БШ Ti/Pt/Au – n-GaAs



а) БШ Ti/Au – n-GaAs 550°C 10 мин.



б) БШ Ti/Pt/Au – n-GaAs 550°C 40 мин.

Рис. 3. Внешний вид исследуемых структур после деградации

Результаты исследований показали, что БШ Ti/Pt/Au – n-GaAs сохраняет свои электрофизические параметры при суммарном времени выдержки 80 минут при температуре 300 – 350°C. Дegrадация барьера наблюдалась только в одном случае при температуре 550°C и времени выдержки 40 минут. Внешний вид исследуемых структур после полной дegrадации представлен на рис. 3. Стоит отметить, что высота БШ при отжиге до 40 минут включительно возрастала и приближалась к отметке в 0,89 эВ, а коэффициент идеальности уменьшился с 1,04 до 1,01. Похожие результаты были получены в [3], авторы связывают этот эффект с диффузией Pt к слою полупроводника и с уменьшением плотности поверхностных состояний полупроводника, что приводит к увеличению высоты БШ. Температурная обработка БШ Ti/Pt/Au – n-GaAs позволяет уменьшить влияние механизмов протекания тока через контакт, отличных от тока термоэлектронной эмиссии, однако отклонение высоты БШ как в положительную, так и в отрицательную сторону можно считать дegrадацией, так как при использовании такого БШ в диоде Шоттки ток насыщения зависит от высоты БШ и является важным параметром прибора.

Заключение. В результате проведенных исследований было установлено, что полная дegrадация БШ Ti/Au – n-GaAs наступает после выдержки в течение 10 минут при температуре 500°C, высота БШ Ti/Pt/Au – n-GaAs при той же температуре, но при времени выдержки 40 минут составляет 0,88 эВ, а коэффициент идеальности 1,01. Полная дegrадация БШ Ti/Pt/Au – n-GaAs наступает при температуре 550°C и времени выдержки 40 минут. В БШ Ti/Pt/Au – n-GaAs коэффициент идеальности уменьшается с 1,04 до 1,01 при отжиге при температуре 500°C в течение 40 минут, а высота БШ увеличивается с 0,80 эВ до 0,88 эВ.

БШ Ti/Pt/Au – n-GaAs является более температуростойким контактом за счет введения в структуру диффузионного барьера Pt, однако диффузия атомов Pt к слою полупроводника в следствие высокотемпературной обработки приводит к увеличению высоты барьера Шоттки вплоть до 10%.

Работа выполнена в рамках научного проекта «Теоретические и экспериментальные исследования сверхширокополосных оптоэлектронных устройств волоконно-оптических систем передачи информации и радиофотоники на основе фотонных интегральных схем собственной разработки» выполняемого коллективом научной лаборатории «Лаборатория интегральной оптики и радиофотоники» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (номер проекта FEWM-2020-0040). Экспериментальные результаты получены с использованием оборудования ЦКП «Импульс» (регистрационный номер 200568).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Громов Д.Г., Мочалов, А.Д., Сумилин А.Д., Шевяков, В.И. Металлизация ультрабольших интегральных схем: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 277 с.
2. Зи С. Физика полупроводниковых приборов – М.: Мир, 1984. – 456 с.
3. Miura N. Oishi T., Nanjo T., Suita M., Abe Y., Ozeki T., Ishikawa H., and Egawa T. Effects of interfacial thin metal layer for high-performance Pt-Au-based Schottky contacts to AlGaIn-GaN //IEEE Transactions on Electron Devices. – 2004. – Vol. 51. – No. 3. – p. 297-303.

**ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОНОВ С ПЛАЗМЕННЫМ
КАТОДОМ ПУТЕМ ОТКЛОНЕНИЯ ПУЧКА ВЕДУЩИМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ**

В.И. Шин, П.В. Москвин, С.Ю. Дорошкевич

Научный руководитель: с.н.с., к.т.н. М.С. Воробьев

Институт сильноточной электроники,

Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/3, 634055

E-mail: darktime1996@yandex.ru

**INCREASING STABILITY OF OPERATION OF AN ELECTRON SOURCE WITH PLASMA
CATHODE BY MEANS OF BEAM DEFLECTING BY USING A LEADING MAGNETIC FIELD**

V.I. Shin, P.V. Moskvina, S.Yu. Doroshkevich

Scientific Supervisor: Senior Research Fellow, Ph.D. M.S. Vorobyov

Institute of High Current Electronics, Russia, Tomsk, 2/3 Akademicheskoy Avenue, 634055

E-mail: darktime1996@yandex.ru

***Abstract.** In any electron source when the cathode and target are located on the same axis, the emission electrode is contaminated with the target material as well as ion bombardment of this electrode which is most often accompanied by a decrease in the electric strength of the high-voltage accelerating gap. In this work, was investigated the stability of the operation of an electron source with a plasma cathode with a grid (layer) stabilization of the boundary of the emission plasma and the plasma anode. An increase in the stability of the source's operation was achieved by reducing the reverse gas and ion flows by changing the trajectory of the electron beam, which made it possible to place the electron source and the target in different planes. It has been experimentally shown that the stability of the electron source when the beam is deflected increases significantly, which allowed us to expand the range of beam parameters and opens up new possibilities for using such an electronic source for both scientific and technological purposes.*

Введение. Источники импульсных интенсивных электронных пучков с плазменными катодами представляют значительный интерес, прежде всего, в связи с перспективностью их использования для модификации поверхности различных неорганических материалов, функциональные свойства которых в ряде случаев улучшаются на порядок и выше [1, 2]. Однако, взаимодействие пучка с мишенью приводит к интенсивной десорбции газа, испарению различных загрязнений с поверхности мишени, а также к плавлению самой мишени. Эти пары, расширяясь со скоростью $\sim 10^4$ см/с в канале транспортировки, могут достигать эмиссионного электрода, загрязняя и отравляя его поверхность, а, следовательно, снижать электрическую прочность высоковольтного ускоряющего промежутка [3]. Кроме этого эти пары могут ионизоваться электронным пучком, образуя коллекторную плазму, скорость расширения которой $\sim 10^6$ см/с, что также чаще всего приводит к инициированию пробоя в ускоряющем зазоре. Именно поэтому данная работа посвящена решению задачи повышения стабильности работы источника электронов с сетчатым плазменным катодом путем уменьшения обратного газового и ионного потоков с целью дальнейшего расширения рабочих параметров генерируемого электронного пучка.

Экспериментальная часть. Работа выполнена с использованием источника электронов «СОЛО» [4] с плазменным катодом на основе дугового разряда низкого давления с сеточной стабилизацией границы эмиссионной плазмы и плазменным анодом, граница которого открыта и подвижна, что позволяет генерировать широкий (диаметром до 40 мм) интенсивный (током до 200 А) субмиллисекундный (до 200 мкс) электронный пучок. Схема модернизированной экспериментальной установки «СОЛО» показана на рисунке 1.

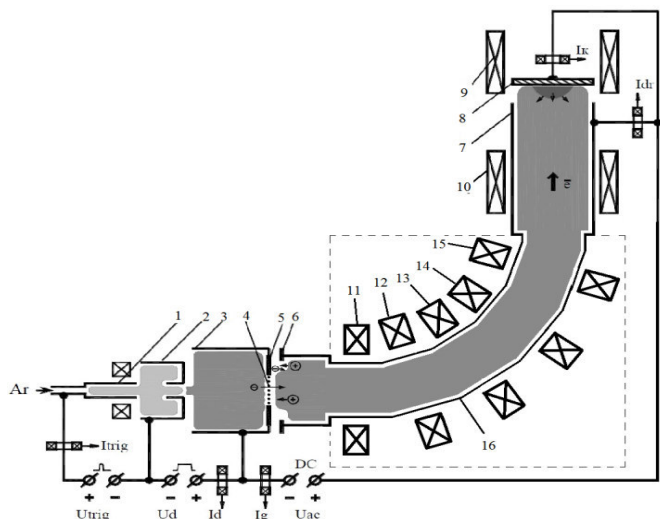


Рис. 1. Схема модернизированной электронно-пучковой установки «СОЛО»

Система имеет 2-х ступенчатую схему зажигания разряда. Иницирующий (поджигающий) разряд загорается между полым электродом 1 и катодом 2. Основной дуговой разряд горит между катодом 2 и полым анодом 3. Постоянное ускоряющее напряжение (до 25 кВ) прикладывается между плоским эмиссионным электродом 5, и извлекающим электродом 6, выполненным в виде диафрагмы диаметром 82 мм. Эмиссионный электрод представляет собой плоскую пластину из нержавеющей стали, в центре которой выполнено эмиссионное отверстие диаметром 40 мм, перекрытое мелкоячеистой сеткой 4 из нержавеющей стали. Извлекающий электрод 6, труба дрейфа 7, и коллектор 8 находятся под потенциалом «земли». Для транспортировки пучка используются соленоиды 9, 10. Для отклонения электронного пучка была разработана система, состоящая из секторного отвода 16, на каждом секторе которого закреплены соленоиды для создания ведущего магнитного поля 11-15.

Результаты. В отдельном эксперименте, используя calorimetric measurements, было показано, что распределение плотности энергии и автограф пучка после отклонения не изменяются. Режим, при котором фиксировалось распределение плотности энергии и профиль пучка: ускоряющее напряжение $U_{ac}=14$ кВ, давление в камере $P=45$ мПа, длительность импульса $t=50$ мкс, ток пучка $I=170$ А, магнитное поле в соленоидах 11-15 равно $B_1 \approx 30$ мТл, в соленоидах 9, 10 магнитное поле $B_2 \approx 50$ мТл.

Предельные режимы генерации характеризовались по величине тока пучка, превышение которого вело к пробое ускоряющего промежутка. Для оценки стабильности работы источника электронов введем коэффициент S , который определяется как, $S=N_{цел}/N \cdot 100\%$, где N – общее количество импульсов тока пучка; $N_{цел}$ – количество импульсов тока пучка, прошедших без пробоя ускоряющего промежутка.

Предельные режимы, сведенные в таблицу 1, определялись для трех конфигураций трубы дрейфа: исходная система №1 (длина трубы дрейфа около 150 мм), система №2 с поворотом пучка на 90° (длина трубы дрейфа 780 мм), «прямая» система №3 транспортировки пучка (длина трубы дрейфа 780 мм).

Таблица 1

Предельные режимы источника для 3-х конфигураций трубы дрейфа

№ режима	Параметры			Система №1			Система №2			Система №3		
	p, мПа	U _{ас} , кВ	t, мкс	I, А	E, Дж	S, %	I, А	E, Дж	S, %	I, А	E, Дж	S, %
1	25	14	50	230	161	54	380	266	48	335	234,5	48
2	25	14	150	110	231	26	330	693	20	260	546	28
3	25	20	50	160	160	42	370	370	74	320	320	68
4	25	20	150	55	165	80	330	990	80	165	495	58
5	45	14	50	170	119	44	200	140	28	245	171	56
6	45	14	150	85	178,5	52	190	399	68	185	388	80
7	45	20	50	105	105	66	190	190	48	225	225	62
8	45	20	150	35	105	80	180	540	80	90	270	56

Из таблицы 1 видно, что наиболее эффективные режимы (режимы в которых пробои появлялись при наибольшем значении тока пучка) удалось достичь, используя систему отклонения электронного пучка. Исключением являются режимы №6 и №8, в которых лучший результат был получен при удлиненной трубе дрейфа. Данный результат, выбивающийся из общей картины, требует дальнейшей проверки, однако, явно видно, что режимы с системой отклонения превосходят режимы исходной системы.

Заключение. Экспериментально показано, что использование в источнике электронов с сетчатым плазменным катодом магнитной системы отклонения электронного пучка от его продольной оси позволяет кратно (до 6-ти раз) повысить стабильность работы источника, заключающуюся в снижении количества электрических пробоев ускоряющего зазора, и, тем самым, позволяет расширить предельные параметры электронного пучка.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта президента Российской Федерации № МК-123.2019.2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Окс Е.М. Источники электронов с плазменным катодом: физика, техника, применения. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005.– 216 с.
2. Gromov V.E., Yurev A.B., Morozov K.V., Ivanov Yu.F. The microstructure of quenched rails. // Cambridge international science publishing, – 2016. – 157 p.
3. Батраков А.В. Эмиссионная электроника. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 143 с.
4. Devyatkov V.N., Koval N.N., Schanin P.M., Grigoryev V.P., Koval T.B. Generation and propagation of high-current low-energy electron beams // Laser and Particle Beams. – 2003. – V. 21, I. 2, – P. 243-248.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГРОЗ ИНФОРМАЦИИ И ЕЕ НОСИТЕЛЯМ

С.И. Штыренко

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.А. Конев

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: shtyrenkosi@rambler.ru

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE THREAT TO INFORMATION AND ITS CARRIERS

S.I. Shtyrenko

Scientific adviser: Associate Professor, Ph.D. A.A. Konev

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: shtyrenkosi@rambler.ru

***Abstract.** The article has developed a methodology for identifying threats to information and its media, based on a model of information flows of a document management system.*

Введение. Для того чтобы обеспечить безопасность обрабатываемых в информационной системе данных, нужно систематизировать информацию о самой информационной системе, о типе данных, обрабатываемых в информационной системе, возможных нарушителях и их полномочиях, в частности построить модель нарушителя, определить реализуемые меры и средства по защите информации, конкретное расположение объектов защиты информации, контролируемую зону, определить перечень угроз информационной системе, в частности построить модель угроз информационной системе, выделить актуальные угрозы, подобрать средства защиты информации перекрывающие актуальные угрозы.

Актуальность работы – определение угроз информации является ключевым звеном в вопросе проектирования систем защиты информации и должно учитывать все возможные угрозы, направленные на нарушение конфиденциальности, целостности и доступности информации, обрабатываемой в информационной системе, оно должно быть простым и наглядным для понимания, универсальным для использования в конкретных информационных системах.

Цель работы – сформировать методику определения угроз информации и ее носителям, основанную на модели информационных потоков системы документооборота [5].

Материалы. Были проработаны следующие модели и методологии:

- 1) Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (ФСТЭК) (M1) [1];
- 2) Отраслевая частная модель угроз при их обработке в информационных системах персональных данных банковской системы Российской Федерации (M2) [2];
- 3) Модель угроз информационной безопасности комплексной автоматизированной интеллектуальной системы «Безопасный город» (M3) [3].
- 4) SDL методология моделирования угроз информационных систем (M4) [4].

Результаты. Был проработан процесс формирования угроз относительно модели информационных потоков системы документооборота, который включает в себя следующие этапы:

- 1) Выделение объектов и субъектов угроз информации и ее носителям;
- 2) Выделение каналов распространения угроз информации и ее носителям;
- 3) Выделение типовых угроз информации и ее носителям;
- 4) Определение перечня угроз информации и ее носителям [6].

Таблица 1

Перечень угроз информации и ее носителям

Тип угрозы	Объект угрозы	Описание угрозы	Примеры угроз
Целостности	Элемент	фальсификация данных (отправление посторонних данных элементу)	подмена фото/видео снимков, планов, макетов, чертежей, технической документации, отчетов (передача ложных данных сотруднику)
			внесение н/с изменений в информацию на макете /видеоносителе/бланк/отчете
		деструктивное воздействие (постороннее негативное воздействие на источник данных)	уничтожение/порча носителя –для бумажного носителя
			причинение физического/морального вреда человеку
	Канал	1 Воздействие н/с способом на видовую информацию	уничтожение/порча носителя – «заштриховка» для бумажного носителя;
		2 Воздействие на информацию при ее передаче по визуальному каналу	некорректная работа устройств ввода/вывода аналоговой аппаратуры (дисплея);
Конфиденциальности	Элемент	фальсификация получателя (получение конфиденциальных данных посторонним элементом)	создание неучтенных копий фотоснимков, видеозаписей, планов, макетов, чертежей, технической документации, отчетов и тд.
			использование неучтенной копии фотоснимков, видеозаписей, макетов, чертежей, технической документации, отчетов н/с лицом
	Канал	фальсификация канала (присутствие постороннего канала, замена санкционированного канала на несанкционированный)	использование сотрудником фотоснимков, видеозаписей, планов, макетов, чертежей, технической документации, отчетов вне расположения санкционированного рабочего места; использование н/с лицом средств наблюдения типа бинокль, подзорная труба, телескоп (слежка)
			установка сотрудником н/с технических решений н/с скрытой фото/видео фиксации (скрытые фото, видеокамеры)
		управление каналом (получение конфиденциальных данных посторонним элементом из-за границ периметра санкционированного объекта)	
Доступности	Канал	отказ канала (отсутствие доступа к данным)	абсолютное отсутствие возможности зрительного контакта с объектом вследствие выключенного света; выхода из строя планшета, принтера, монитора
		перегрузка канала (частичный доступ к данным)	мерцание элементов освещения в следствие перегрузки электросети

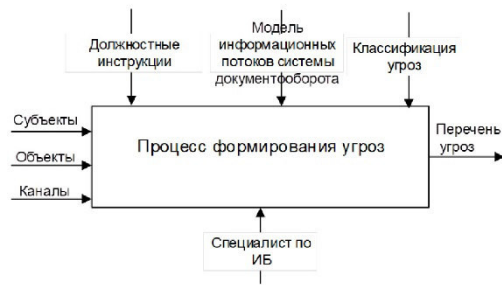


Рис. 1. Черный ящик процесса формирования угроз



Рис. 2. Декомпозиция черного ящика

Выводы. При рассмотрении моделей и методологий было выявлено, что «Базовая модель» (M1) имеет наилучшие результаты, но в «Базовой модели» человек не рассматривается как объект угрозы информации, возможные угрозы на человека как носителя информации не рассматриваются, что является большим упущением данной модели. Также сформированная методика определения угроз информации и ее носителям дает большой перечень примеров угроз информации и ее носителям, хоть модели и методологии не рассматривались, по данной характеристике, так как в них она не рассматривается, наличие перечня примеров угроз является несомненным преимуществом сформированной методологии над всеми выше перечисленными моделями и методологиями, так как данный перечень примеров угроз значительно упрощает, выявление актуальных угроз и защиту от них. Сформированная методика позволяет быстро и наглядно определить перечень угроз актуальных для конкретной информационной системы и приступить к созданию системы защиты информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормативно-методический документ ФСТЭК России «Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fstec.ru/component/attachments/download/289> (дата обращения: 29.02.2020).
2. РС БР ИББС-2.4-2010 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.abiss.ru/upload/iblock/dd6/rs-24-10.pdf> (дата обращения: 29.02.2020).
3. Модель угроз информационной безопасности комплексной автоматизированной интеллектуальной системы «БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/model-ugroz-informatsionnoy-bezopasnosti-kompleksnoy-avtomatizirovannoy-intellektualnoy-sistemy-bezopasnyy-gorod> (дата обращения: 29.02.2020).
4. Threat Modeling with STRIDE [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://users.encs.concordia.ca/~clark/courses/1601-6150/scribe/L04c.pdf> (дата обращения: 29.02.2020).
5. Шелупанов А.А. и др. Актуальные направления развития методов и средств защиты информации // Доклады ТУСУРа. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 11–24.
6. Банк данных угроз безопасности информации (ФСТЭК) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bdu.fstec.ru/threat/> (дата обращения: 29.02.2020).

ОЦЕНКА РАБОТЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО РАСПОЗНАВАНИЮ НОТ

А.Ю. Якимук

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.А. Шелупанов
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050
E-mail: yay@keva.tusur.ru

ASSESSMENT OF THE WORK OF THE SOFTWARE COMPLEX FOR RECOGNITION OF NOTES

A.Yu. Yakimuk

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.A. Shelupanov
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050
E-mail: yay@keva.tusur.ru

***Abstract.** The purpose of this work is to evaluate the performance of the music recognition algorithm as part of a software package for determining notes in vocal performance. As the test material used set of audio collected from the singing, characterized by different performance styles, sung by the people based on the popular songs and exercises from the collection of musical dictation.*

Введение. Ранее был разработан и апробирован на аудиозаписях с вокальным исполнением алгоритм распознавания нот, осуществляющий идентификацию [1] и сегментацию [2] нот на основании частот основного тона. Целью данной работы является определение точности в работе алгоритма распознавания нот в составе программного комплекса по определению нот вокального исполнения.

Постановка задачи. После определения точности в определении частоты основного тона речевого сигнала [3] потребовалось оценить точность работа алгоритма распознавания нот. На начальном этапе определения корректности исполнения чистой ноты были собраны аудиозаписи с нотами, сыгранными на настроенном фортепиано, где частота звучания каждой ноты точно соответствовала частоте, известной из теории музыки [4]. Отсутствие посторонних нот и изменений в частоте колебания исключало посторонние воздействия на работу алгоритмов. В ходе эксперимента были протестированы аудиозаписи от нот до-диез большой октавы (69,3 Гц) до ноты си второй октавы (987,75 Гц). Все ноты до си-бемоль второй октавы (932,32 Гц) включительно были идентифицированы без ошибок.

При исследовании аудиозаписей с вокальным исполнением нот, у которых частота основного тона находится в диапазоне от 400 до 600 Гц [5], был обнаружен эффект вибрато, оказывающий воздействие на точность распознавания нот в указанном интервале частот. В более ранних результатах тестирования алгоритма [6] данный подход к пению не был рассмотрен, что приводит к необходимости сбора аудиозаписей для диапазона от 70 до 800 Гц, учитывающего все возможные способы пения нот.

Оценка алгоритмов. В рамках тестирования программного комплекса был сформирован набор эталонных записей с пением последовательностей нот с различным стилем исполнения. С помощью собранного набора была проверена надежность работы алгоритма распознавания нот в вокальном исполнении. В набор вошли исполнения последовательностей нот, характеризующихся различными стилями исполнения, мотивы популярных в народе песен и упражнения из сборника одноголосных

музыкальных диктантов [7] из разделов: ритмические группы, мажорный ряд, движение мелодии по звукам тонического трезвучия, секвенции. Каждая эталонная запись была проанализирована экспертом на предмет звучания нот. Результаты экспертной оценки были сопоставлены с результатами, полученными с помощью программного комплекса. Оценка показала корректность работы алгоритмов сегментации и идентификации нот на представленном наборе записей.

В рамках эксперимента по составлению упражнений с пением по заданному звуку мелодических мотивов, настраивающих слух в соответствующей ладо-тональности, был проведен сбор записей с учеников музыкальной студии. Каждому ученику давалось задание прослушать эталонную запись и сделать 5 записей с пением прослушанного задания. В общей сложности, было собрано 17 эталонных записей и 740 записей учеников, содержащий в совокупности 13078 спетых нот.

С целью определения частоты корректной работы алгоритма распознавания нот в вокальном исполнении была проведена экспертная оценка набора записей для 1-го упражнения. Данное упражнение было выбрано в связи с отсутствием в нем нот, исполняемых с вибрато в голосе. Всего было оценено 53 записи, содержащие 477 нот. В таблице приведена статистика по результатам распознавания нот разработанным программным комплексом и программой Melodyne [8]. В общей сложности, разработанный программный комплекс распознал 469 нот из 477 прозвучавших, а программа Melodyne смогла выделить 392 ноты.

Таблица 1

Результаты исследования записей с помощью программ

Показатель	Разработанный программный комплекс	Melodyne
Распознаны все ноты	47 записей	26 записей
Не распознана 1 нота	4 записей	9 записей
Не распознана 2 ноты	2 записей	6 записей
Не распознана 3 и более нот	0 записей	12 записей

Нижняя и верхняя границы доверительного интервала для неизвестной частоты наступления события определяется по формулам 1 и 2.

$$P_H = \frac{n}{t^2+n} \left[\omega + \frac{t^2}{2n} - t \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n} + \left(\frac{t}{2n}\right)^2} \right], \tag{1}$$

$$P_B = \frac{n}{t^2+n} \left[\omega + \frac{t^2}{2n} + t \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n} + \left(\frac{t}{2n}\right)^2} \right], \tag{2}$$

где n – общее количество измерений; ω – относительная частота (число ошибок / общее количество измерений); t – значение обратной функции Лапласа (для вероятности 0,95 составляет 1,96).

Таким образом, при $n = 477$ и $\omega = 8/477$ вычисления границ по формулам 1 и 2 принимают вид:

$$P_H = \frac{477}{1,96^2 + 477} \left[\omega + \frac{1,96^2}{2 \cdot 477} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,02 \cdot (1 - 0,02)}{477} + \left(\frac{1,96}{2 \cdot 477}\right)^2} \right] = 0,009$$

$$P_B = \frac{477}{1,96^2 + 477} \left[\omega + \frac{1,96^2}{2 \cdot 477} + 1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,02 \cdot (1 - 0,02)}{477} + \left(\frac{1,96}{2 \cdot 477}\right)^2} \right] = 0,033$$

В результате частота ошибок в работе алгоритма распознавания нот в вокальном исполнении с вероятностью 0,95 не превышает 3,3%.

Заключение. Комплекс был протестирован на аудиозаписях с различными подходами к вокальному исполнению (такими как стаккато, легато, арпеджио, крещендо, декрещендо, восходящее и нисходящее глассандо, вибрато). Результаты эксперимента показали, что при анализе аудиозаписей вокального исполнения, содержащих исполнения с применением стаккато, легато, арпеджио, крещендо и декрещендо, алгоритм распознал безошибочно не менее 95% нот. Программный комплекс был оценен на предмет частоты ошибок в работе. С вероятностью 0,95 частота возникновения ошибок не превышает 3.3%, что позволяет в дальнейшем сосредоточить внимание на таких задачах как распознавание нот с резким изменением частоты основного тона и перевод работы алгоритмов идентификации и сегментации нот в вокальном исполнении в режим реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якимук А.Ю., Егошин Н.С., Осипов А.О., Боков И.М. Повышение качества идентификации нот в автоматизированной системе распознавания вокала // Электронные средства и системы управления. – 2016. – № 1–2. С. 29–32.
2. Якимук А.Ю., Конев А.А. Алгоритм сегментации речевого сигнала на основе значений минимальной меры различия // Информатика и системы управления. – 2018. – № 2 (56). – С. 108–121.
3. Якимук А.Ю. Генерация фильтров для одновременной маскировки // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – Томск, 2018. – № 1-2. – С. 29–31.
4. Тюлин Ю.Н. Краткий теоретический курс гармонии. — М.: Музыка, 1978. – 212 с.
5. Якимук А.Ю. Влияние вибрато на качество распознавания нот в вокальном исполнении // Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем: материалы VII Международной молодежной научной конференции. Сер. "Физико-математическая". – 2019. – С. 215–220.
6. Konev A., Kostyuchenko E., Yakimuk A. The program complex for vocal recognition // Journal of Physics: Conference Series. –2017. – V. 803, No. 1. – p. 0.12077.
7. Мелодии кино и мультфильмов: сборник одноголосных музыкальных диктантов / состав.: Жанна Борисевич, Маргарита Кочарян. – Винница: Нова Книга, 2012. – 88 с.: ноты.
8. Melodyne [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.celemony.com>, свободный (дата обращения: 23.11.2019 г.).

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

[САЕ «Институт «Умные материалы и технологии»](#) Национального исследовательского Томского государственного университета приглашает дипломированных специалистов пройти программу повышения квалификации

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПОЛУЧЕНИИ И ИССЛЕДОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление 04.00.00 «Химия», 72 ч.

Модульная структура обучения:

Модуль 1: Новые подходы в получении и исследовании функциональных материалов

Модуль 2: Методы исследования структуры, состава и физико-химических свойств функциональных материалов

Профессиональные компетенции, формируемые в результате обучения:

- способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2);
- готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований (ПК-3);
- способность участвовать в научных дискуссиях и представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК-4).

Обучение в рамках образовательной программы реализуют ученые с высокой научной квалификацией из ведущих научных организаций РФ и зарубежья. Практическая часть курса проводится с использованием современного аналитического и исследовательского оборудования Томского регионального центра коллективного пользования и на базе структурных подразделений [САЕ «Институт «Умные материалы и технологии»](#).

КОНТАКТЫ

Руководитель программы: Курзина Ирина Александровна, д.ф.-м.н., профессор кафедры физической и коллоидной химии ХФ, директор [САЕ «Институт «Умные материалы и технологии»](#), e-mail kurzina99@mail.ru.

Координатор программы: Анищенко Юлия, менеджер учебного офиса [САЕ «Институт «Умные материалы и технологии»](#), e-mail j.anishch@gmail.com.

АДРЕС

Россия, Томская обл., 634028, г. Томск, ул. А. Иванова, 49 (химический факультет ТГУ). Запись по [ссылке](#).