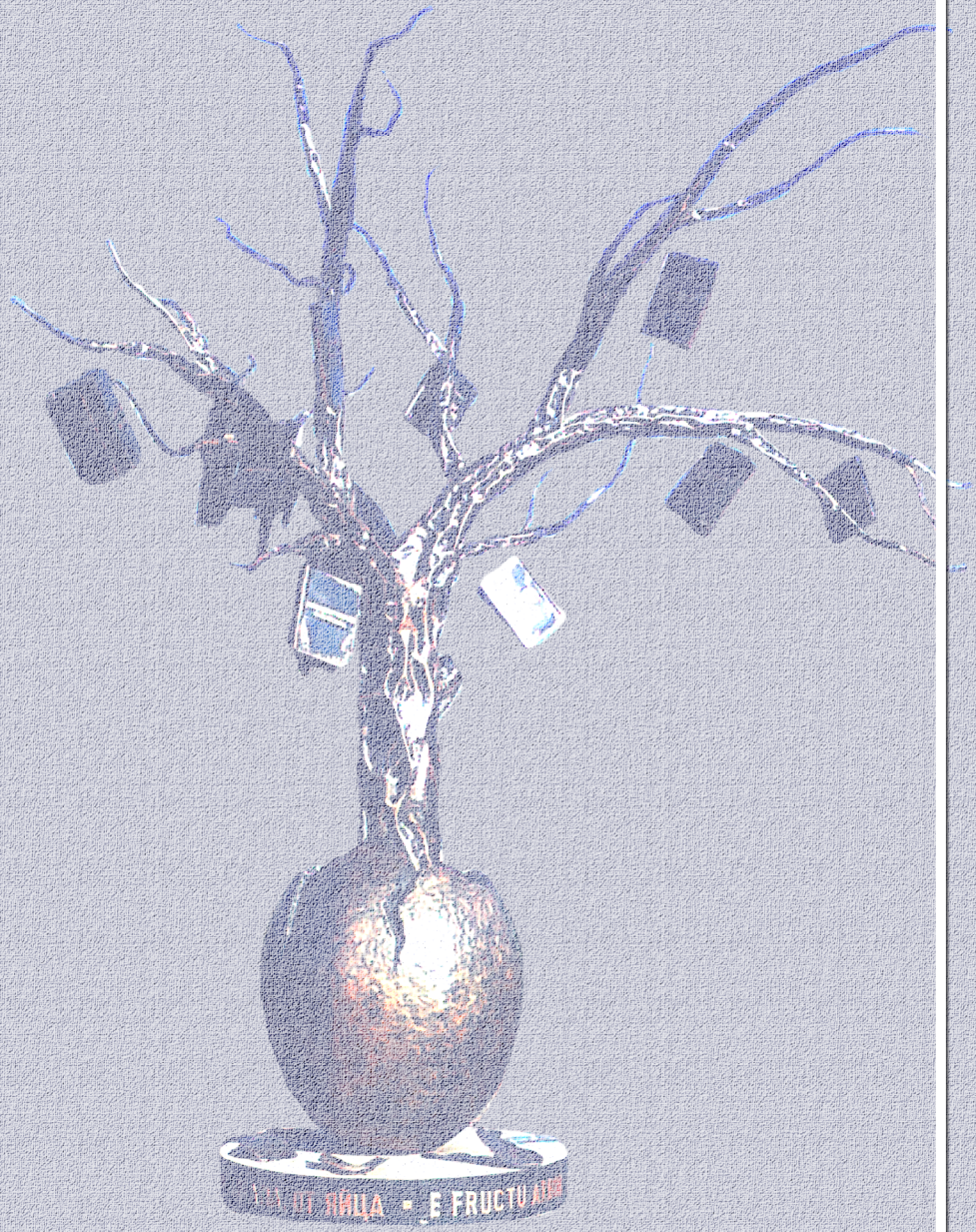


НАУКА И ПРАКТИКА:
ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ОТ ИДЕИ ДО ВНЕДРЕНИЯ

Материалы VIII региональной научно-практической конференции
Томск, 2019

Часть II

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

НАУКА И ПРАКТИКА: ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ОТ ИДЕИ ДО ВНЕДРЕНИЯ

Материалы VIII региональной научно-практической конференции Томск, 2019

Часть II

Томск
Издательство ТУСУРа
2019

УДК 336.114(063):005.8
ББК 94.3
Н34

Организационный комитет конференции

Сенченко П.В. – канд. техн. наук, доцент, проректор по учебной работе
Саврук Е.В. – канд. техн. наук, начальник учебного управления
Лощилов А.Г. – канд. техн. наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям
Губин Е.П. – доцент кафедры УИ
Каранский В.В. – ст. преподаватель кафедры ФЭ
Кручинин Д.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент лаборатории безопасных биомедицинских технологий ЦТБ КИБЭВС
Михальченко С.Г. – д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой ПрЭ
Незнамова Е.Г. – канд. биол. наук, доцент, доцент каф. РЭТЭМ
Носова А.Л. – специалист по учебно-методической работе ОЛАК
Пахмурин Д.О. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ПрЭ
Покровская Е.М. – канд. филос. наук, доцент, зав. кафедрой ИЯ
Раитина М.Р. – канд. филос. наук, доцент, доцент кафедры ФиС
Сидоров А.А. – канд. экон. наук, зав. кафедрой АОИ
Убайчин А.В. – канд. техн. наук, доцент, ст. научный сотрудник ЛИКС
Хатьков Н.Д. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры СВЧиКР

Н34 **Наука** и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения: материалы VIII региональной науч.-прак. конф., Томск, 2019. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2019. – Ч. II. – 345 с.

Представлены результаты реализации проектов школьников, студентов и руководителей научно-исследовательской работы учащихся, в рамках проектных групп или индивидуальных научных исследований, имеющих инновационную составляющую и ориентированных на дальнейшее коммерческое использование. Целью конференции является обмен информацией о новых научных направлениях, инновационных подходах и методах решения актуальных проблем, а также представление и обсуждение результатов исследований.

Содержатся доклады, связанные с радиоэлектроникой, радиотехникой, нанотехнологиями, приборостроением, энергетикой и силовой электроникой, радиосвязью и СВЧ, автоматизированными системами обработки информации, а также биомедецинскими, экономическими, социальными и информационными технологиями.

УДК 336.114(063):005.8
ББК 94.3

© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2019

Секция 5. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА MN-ZN ФЕРРИТОВ МЕТОДОМ ТЕРМО-ЭДС

А.Х. Бшарат, студент каф. ФЭ

Научный руководитель: В.В. Каранский, ст. преподаватель каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, ahmedbsharat@mail.ru

Проект ГПО ФЭ-1604 – Электронно-лучевая обработка материалов в форвакуумной области давлений

В статье приведены результаты экспериментальных исследований концентрации носителей заряда в Mn-Zn феррите методом термо-ЭДС.
***Ключевые слова**: ферриты, термо-ЭДС, концентрация.*

Введение. В современной микроэлектронной промышленности, широко используются поликристаллические ферриты, которые обладают высокой намагниченностью с полупроводниковыми или диэлектрическими свойствами. Ферриты используются в качестве магнитных и изоляционных материалов, а также как катализаторы для ускорения протекания различных видов реакций. Из данного класса ферритов выделяют марганец-цинковые, имеющие структуру шпинели. На сегодняшний день они широко используются для создания приборов спинтроники [1].

Целью настоящей работы является определение концентрации носителей заряда Mn-Zn ферритов методом термо-ЭДС.

Основная часть. В качестве объекта исследования были выбраны поликристаллические марганец-цинковые ферриты, имеющие химический состав $Mn_{0,6}Zn_{0,4}Fe_2O_4$, изготовленные в виде дисков диаметром 2 см и толщиной 5 мм. Измерения величины термо-ЭДС проводили однозондовым методом растекания сопротивления.

На рис. 1 представлена температурная зависимость термо-ЭДС, которая характерна для полупроводников с электронным типом проводимости.

Из рис. 1 видно, что с увеличением температуры термо-ЭДС уменьшается, причем данная зависимость характеризуется двумя участками: в диапазоне температур 300–325 К происходит резкий спад термо-ЭДС, что может быть связано с обеднением поверхности носителями заряда за счет процесса диффузии и возникновения диффузионного тока. В диапазоне температур от 325 до 540 К термо-ЭДС практически не изменяется, это может быть объяснено тем фактом, что дальнейшее повышение температуры приводит к образованию дрейфа с противоположный стороны образца и возникновением дрейфовой со-

ставляющей тока, которая уравновешивает диффузионную, и суммарная плотность тока в такой системе равна нулю.

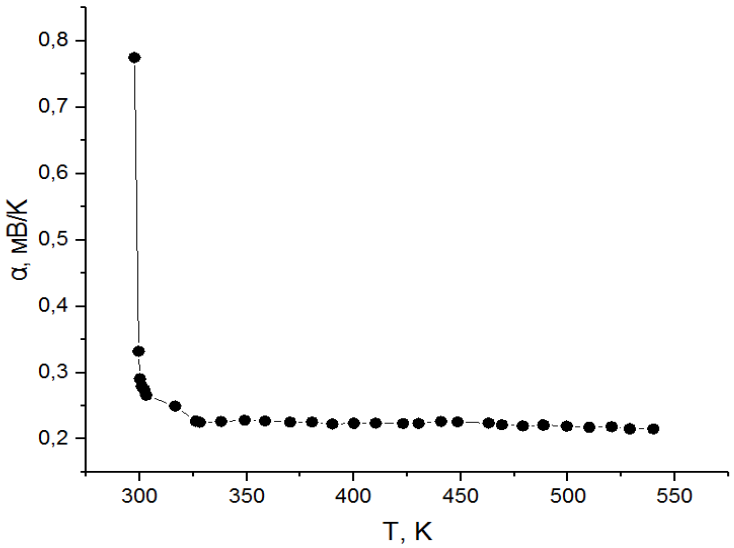


Рис. 1 – Температурная зависимость термо-ЭДС

В общем виде термо-ЭДС описывается следующим выражением

$$\alpha = -\frac{k}{e}\frac{1}{\sigma}\left\{\sigma_n\left(2-\frac{E_F}{kT}\right)-\sigma_p\left(2-\frac{E_F+\Delta E_g}{kT}\right)\right\},$$

где E_F- уровень Ферми; $T-$ абсолютная температура; ΔE_g –ширина запрещенной зоны материала; k – постоянная Больцмана; e – заряд электрона; σ_n и σ_p составляющие электронной и дырочной электропроводности соответственно; σ – суммарная электропроводность.

В полупроводнике с одним электронным типом носителей заряда термо-ЭДС определяется по формуле

$$\alpha_n = -\frac{k}{e}\left(2-\frac{E_F}{kT}\right).$$

Для определения концентрации носителей заряда использовалось выражение [2]

$$N = N_0 \exp\left(-\frac{\alpha_n \cdot e}{k}\right).$$

где N_0 – типичное содержание ионов железа в феррите, равное $2{,}5\cdot10^{22}$ см$^{-3}$.

Концентрация носителей заряда изменялась от $(3–8)\cdot10^{18}$ см$^{-3}$.

Заключение. В результате выполнения работы была определена концентрация носителей заряда методом термо-ЭДС. Полученные значения концентрации лежат в диапазоне от $(3–8)\cdot10^{18}$ см$^{-3}$. Из температурной зависимости термо-ЭДС показано, что Mn-Zn ферриты обладают электронным типом проводимости.

Литература

1. Борисов, Е.И. Спинтроника. Куда двигаться дальше? // Вектор высоких технологий. – 2013. – Т. 4, № 4. – С. 41–45.

2. Суржиков А.П. Диэлектрические свойства литий-титановой ферритовой керамики в широком диапазоне частот / А.П. Суржиков, С.А. Гынгазов, Е.Н. Лысенко, Т.С. Франгульян, А.В. Малышев // Журнал технической физики. – 2015. – Т. 85, Вып. 6. – С. 74–76.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА В ТОНКИХ ПЛЁНКАХ

Л.В. Долматова, студент каф. ФЭ

Научный руководитель: С.В. Смирнов, д-р техн. наук, проф. каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, Dolmatova_ljudmila@mail.ru

Проект ГПО ФЭ-1203 – Спектральные методы анализа тонких диэлектрических плёнок

Данная статья посвящена исследованию образца, в котором наблюдается плазмонный резонанс в видимой области спектра, а также определению его оптических характеристик методом спектральной эллипсометрии.

***Ключевые слова**: плазмонный резонанс, тонкие плёнки, спектр отражения, нитрид тантала, оптические характеристики, спектрометр, эллипсометр.*

Плазмоника является составляющей частью оптики, предмет плазмоники – оптические свойства металлических частиц и структур, которые обусловлены колебаниями электронов проводимости относительно кристаллической решетки. Особый научный интерес вызывают поверхностные плазмоны, так как они могут эффективно возбуждаться светом на реальной поверхности и существенно влиять на многие фотофизические процессы, протекающие на поверхности исследуемых материалов, так, положение минимума резонансной кривой очень чувствительно к колебаниям коэффициента преломления среды вне металлической плёнки [1].

Поверхностный плазмонный резонанс – явление на поверхности металлов или полупроводников, при котором наблюдается аномальная дисперсия коэффициента отражения, т.е. его стремление к единице по мере того, как частота падающего электромагнитного излучения стремится к плазмонной частоте [2]. На основе эффективного взаимодействия поверхностных плазмонов со светом можно разрабатывать различные устройства оптоэлектроники и сенсорики, в

частности, оптические фильтры, модуляторы света, сенсоры/биосенсоры для изготовления датчиков [3].

Цель работы: с помощью спектрометра исследовать образцы на наличие плазмонного резонанса в видимой области спектра; определить оптические параметры для выбранного образца.

Образцы исследования: готовые тонкие плёнки нитрида тантала разной толщины, полученные методом магнетронного распыления.

Исследование образцов проводилось по наличию характерного для плазмонного резонанса минимума на спектре отражения. Из 17 исследованных образцов только в одном наблюдалось исследуемое явление.

Спектр отражения тонкой плёнки нитрида тантала, полученный на установке кафедры физической электроники с использованием оптоволоконного спектрометра AvaSpec, представлен на рис. 1.

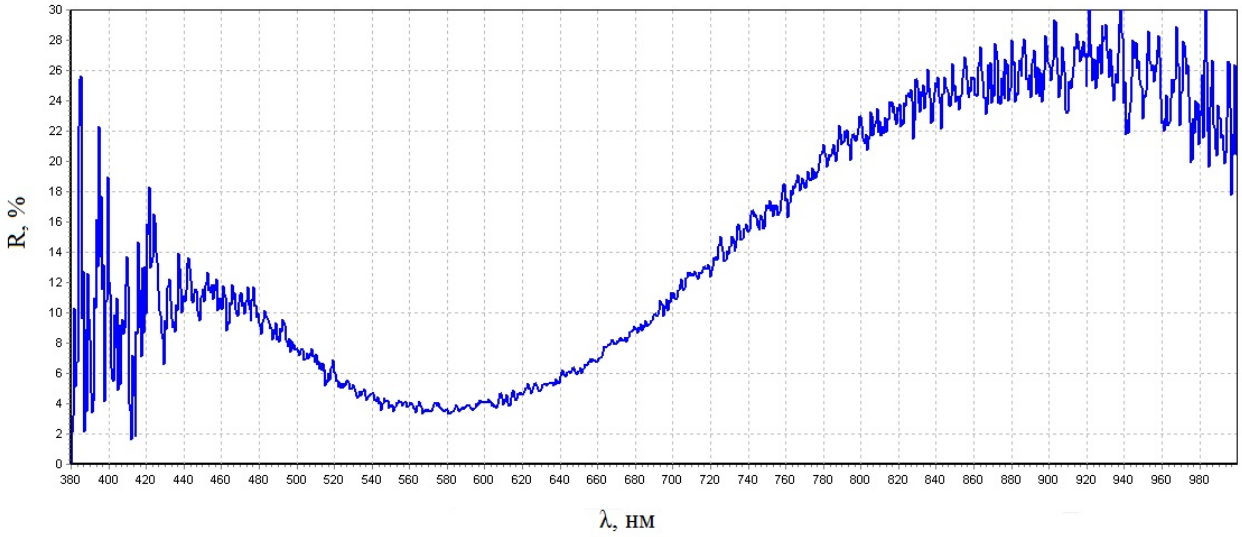


Рис. 1 – Спектр отражения тонкой плёнки нитрида тантала, полученный с помощью спектрометра AvaSpec

Более точный спектр отражения, подтверждающий наличие поверхностного плазмонного резонанса, для того же образца был получен на спектрофотометре УФ – видимой области фирмы Шимадзу UV-2600/2700, представлен на рис. 2.

Из полученных спектров отражения видно, что для выбранного образца плазмонный резонанс наблюдается в диапазоне длин волн λ = (550–600) нм.

Далее с помощью спектрального эллипсометрического комплекса Эллипс 1891 САГ была определена толщина и показатель преломления пленки при углах падения поляризованного света от 45º до 70º с шагом 5º при длине волны λ = 632,8 нм.

Спектральный эллипсометр измеряет эллипсометрические углы ψ и Δ, описывающие эллиптическую поляризацию света, которую приобретает линей-

но поляризованный свет после отражения под углом от образца тонкой пленки, т.е. решается прямая задача эллипсометрии. Основное уравнение эллипсометрии:

$$\mathrm{tg}\psi e^{i\Delta} = \frac{R_p}{R_s},$$

где R_p, R_s – комплексные коэффициенты отражения Френеля.

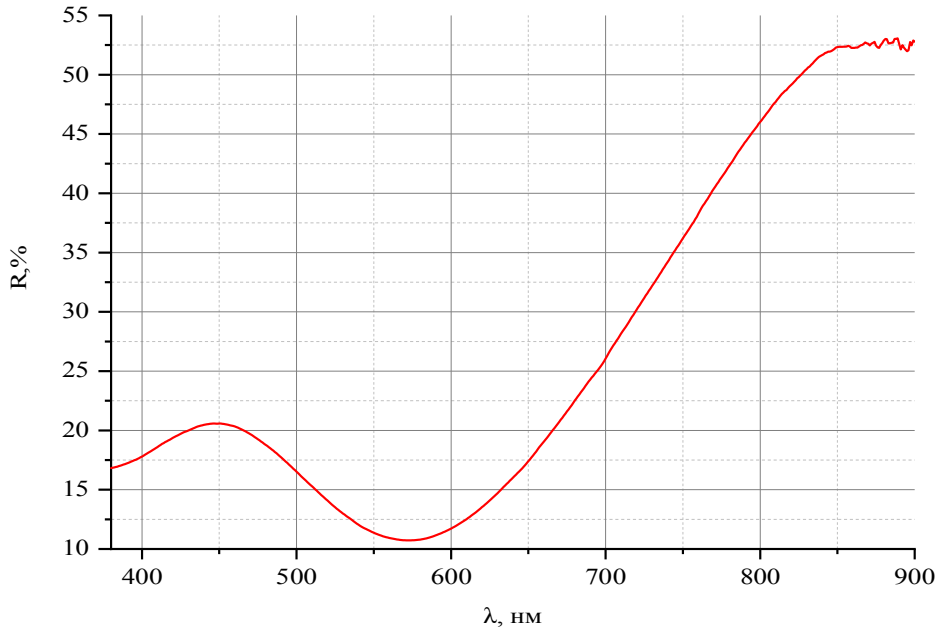


Рис. 2 – Спектр отражения тонкой плёнки нитрида тантала, полученный с помощью спектрофотометра фирмы Шимадзу

Для определения толщины плёнки и оптических констант эллипсометрические углы ψ, Δ, показатель поглощения k, измеренные эллипсометром, а также показатели преломления и поглощения подложки, определенные заранее, вводятся во вспомогательную программу «Project». Программа выводит рассчитанные значения показателя преломления и толщины плёнки.

Результаты измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты измерения оптических параметров тонкой плёнки нитрида тантала

Угол падения,°	ψ	Δ	k	Показатель преломления, n	Толщина плёнки d, нм
45	28,5	158	0,94	1,5	42,65
50	24,6	151	0,92	1,5	38,85
55	21,0	141	0,96	1,5	33,70
60	17,4	124	0,96	1,5	30,00
65	14,7	98	0,93	1,5	42,20
70	15,6	66	0,92	1,5	54,41
Среднее значение				1,5	40,30

Также для исследуемого образца было определено удельное поверхностное сопротивление двухзондовым методом, величина которого ρ_s = 9,57 Ом/□.

Заключение: в ходе исследования были получены спектры отражения тонкой плёнки нитрида тантала с наличием плазмонного резонанса в видимой области спектра и определены оптические параметры данной плёнки.

Таким образом, плазмонный резонанс в диапазоне длин волн λ = (550 – 600) нм может наблюдаться в тонких плёнках нитрида тантала, толщиной d = 40 нм с удельным поверхностным сопротивлением ρ_s = 9,57 Ом/□ .

Литература

1. Климов В.В. Наноплазмоника: научное издание / В.В. Климов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 480 с.

2. Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках / Ж. Панков. – М.: Мир, 1973. – 458 с.

3. Названов В.Ф. Поверхностные электромагнитные волны оптического диапазона: свойства, применение / В.Ф. Названов // Изв. Саратовского ун-та. Новая серия. Серия Физика. – 2015. – Т. 15, вып. 1. – С. 5–14.

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ШРИФТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТОПОЛОГИИ МИС

Е.Д. Гончарова, П.С. Гусарова, студенты каф. ФЭ

Научный руководитель: А.С. Сальников, канд. техн. наук, доцент каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, luneskaterina@gmail.com

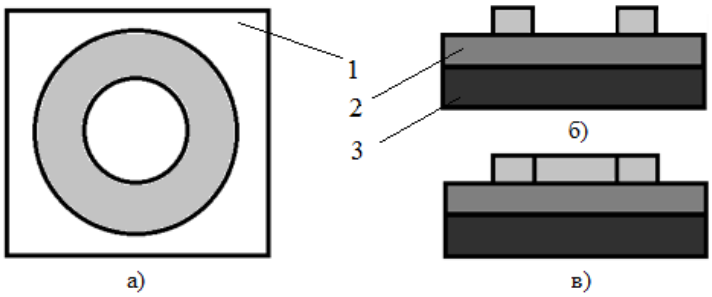
Проект ГПО ФЭ-1501 – Построение моделей интегральных СВЧ-транзисторов

В настоящее время фотолитография занимает главное место в современной технологии изготовления изделий микроэлектроники. При получении рисунка на стадии проявления возникает проблема: замкнутые контуры не проявляются, а получаются сплошной фигурой. Решение данной проблемы актуально для маркировки изделий микроэлектроники. В профессиональном редакторе был создан специализированный шрифт, в буквах которого выполнены разрезы, размыкающие контур. Результат позволяет упростить маркировку изделий микроэлектроники.
Ключевые слова: *шрифт, маркировка, фотолитография, МИС.*

Центральное место в современной технологии изготовления изделий микроэлектроники занимает фотолитография – многооперационный процесс, целью которого является получение рисунка нужной конфигурации на поверхно-

сти подложки с помощью ультрафиолетового света и светочувствительного вещества – фоторезиста [1].

При этапе фотолитографического процесса – проявлении, которое заключается в удалении с поверхности подложки не нужных участков фоторезиста, возникает следующая проблема, представленная на рис. 1. Замкнутый контур, который необходимо получить, обозначен светло-серым цветом. Но из-за проблемы проникновения проявителя в замкнутые контуры, проявляется не желаемый результат, а сплошная фигура.

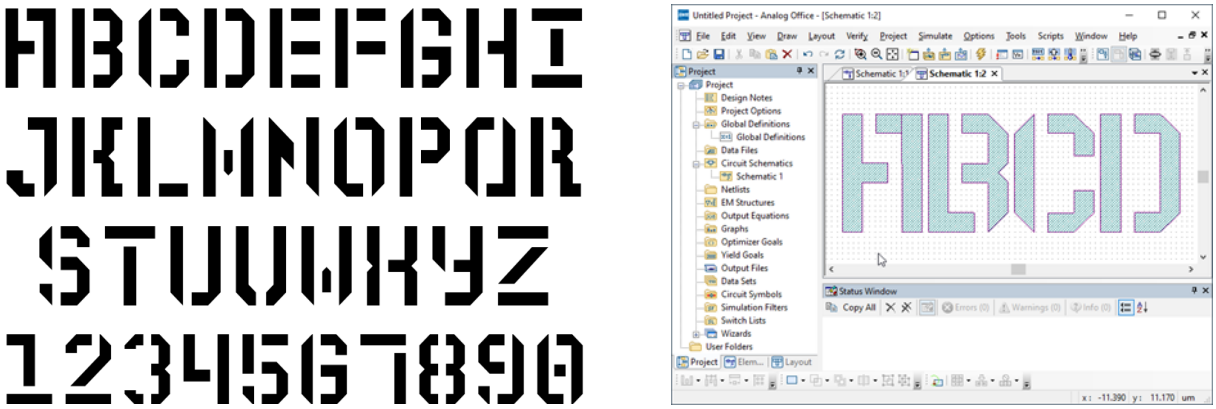


1 – фоторезистивная маска; 2 – металл; 3 – подложка

Рис. 1 – Процесс проявления замкнутых контуров:
а) – вид сверху; б) – желаемый результат; в) – получаемый результат

Решение данной проблемы актуально для маркировки изделий микроэлектроники – процесса, при котором наносится информация об электронных компонентах, название компании и т.д. Маркировка изделий важна, так как она способствует облегчить процесс сборки, проверки и ремонта. Исходя из этого, было решено создать специализированный шрифт с разрезами с целью упрощения маркировки изделий микроэлектроники.

Для создания специализированного шрифта был использован профессиональный редактор шрифтов FontLab VI [2]. С помощью встроенных инструментов этой программы разработан шрифт. В буквах, где присутствуют замкнутые контуры, например, «B», «D», «O» и т.д., решено сделать разрезы, но для целостности шрифта разрезы выполнены и в других буквах. Конкретной размерности шрифт не имеет, так как в большинстве случаев, цифровой шрифт имеет векторный формат (все метрики задаются в некоторых условных единицах), предполагающий произвольное масштабирование и легкий перенос каких-либо данных из одной системы в другую. Шрифт разрабатывался так, чтобы при высоте букв 22 мкм ширина букв составила 4 мкм, а расстояние между ними – 5 мкм. Это обеспечит различимость при просмотре топологии в микроскоп. Разработанный шрифт представлен на рис. 2(а). Также результат работы был проверен на специализированном САПР СВЧ МИС (рис. 2(б)).



а) б)

Рис. 2 – Специализированный шрифт:
а) – разработанный дизайн шрифта; б) – проверка шрифта на САПР

Предлагаемый специализированный шрифт позволяет ускорить этап маркировки микросхем, по сравнению с набором текста по одному элементу. Кроме того, шрифт может быть воспроизведен в любой программе, любого размера без ручной настройки. Техническим результатом является четкая маркировка, вследствие отсутствия замкнутых контуров в буквах и цифрах. Наиболее вероятная область применения – разработка монолитных интегральных микросхем.

Литература

1. Студопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https: //studopedia.ru/3_188975_tema-fotolitografiya.html (дата обращения: 21.10.2019).

2. FontLab Studio VI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https: //www.fontlab.com/font-editor/fontlab-studio/ (дата обращения: 05.09.2019).

3. Россолен А.Н., Голикова Т.Е., Зверев В.Н. Литографии в микроэлектронике: метод. пособие для студентов ФОПФ МФТИ и описания лабораторных работ в ИФТТ РАН / А.Н. Россоленко, Т.Е. Голикова, В.Н. Зверев. – М.: Наука, 2012. – 3 с.

4. Пенфолд Р. Маркировка радиоэлементов / Р. Пенфолд // Практическая электроника каждый день. – 2017. – № 116.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ БЕЛОГО СВЕТА СВЕЧЕНИЯ

Выборнов И.П., Клепиков И.С., студенты каф. ФЭ

Научный руководитель: Смирнов С.В., д-р техн. наук, проф. каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, vybornov.ilya.99@gmail.com

Проект ГПО ФЭ-1203 – Спектральные методы анализа тонких диэлектрических пленок

Представлены исследования пространственных цветовых характеристик светодиодов белого света свечения при постоянном токе, полученные методом гониометра. Выявлена зависимость цветовой температуры светодиода белого цвета свечения от угла обзора.
Ключевые слова: *светодиод, цветовая температура, гониометр, координаты цветности.*

Полупроводниковый диод белого спектра излучения (далее – белый светодиод) и конструкции на его основе являются перспективными осветительными приборами, чьи показатели долговечности и малого количества потребляемой энергии выше, чем у используемых на данный момент галогенных ламп и ламп накаливания. Существует несколько методов получения белых светодиодов, одним из которых является нанесение на светодиод синего или фиолетового спектра излучения желтого люминофорного покрытия [1]. Цветовая температура – температура абсолютно чѐрного тела, при которой оно испускает излучение того же цветового тона, что и рассматриваемое излучение. Данный параметр позволяет выразить видимый глазом цвет одной цифрой, что очень удобно.

Для проведения эксперимента по исследованию зависимости цветовой температуры от угла поворота свечения был выбран светодиод белого света свечения компании Lumileds модели LUXEON 3030 2D (номер партии L130-5070003000W21) (далее СД) с параметрами:

1) геометрические размеры корпуса: 30 мм × 30 мм;

2) электрические характеристики: I = 65 мА, U = 6 В;

3) указанная производителем цветовая температура T = 5000 К.

В данных исследованиях использовался метод гониометра (Гониометр использовался с углами поворота от 0 до 15 градусов) и USB-спектрометр (AvaSpec 204 B) в режиме Irradiance для получения распределения пространственных цветовых характеристик.

С помощью USB-спектрометра и гониометра была получена зависимость цветовой температуры от угла поворота свечения, среднее значение температуры равно $T_{ср}$ = 5223,77 К.

По полученным данным был построен график зависимости цветовой температуры от угла поворота свечения СД. Горизонтальной красной линией показано значение цветовой температуры, указанной производителем T = 5000 K.

Так как цветовая температура СД зависит от характеристик слоя люминофора, то, имея зависимость, представленную на рис. 1, можно судить о равномерности нанесения слоя люминофора. Как видно из рис. 1, цветовая температура имеет достаточно большой разброс значений. Можно сделать вывод, что люминофор нанесён на кристалл СД неравномерно.

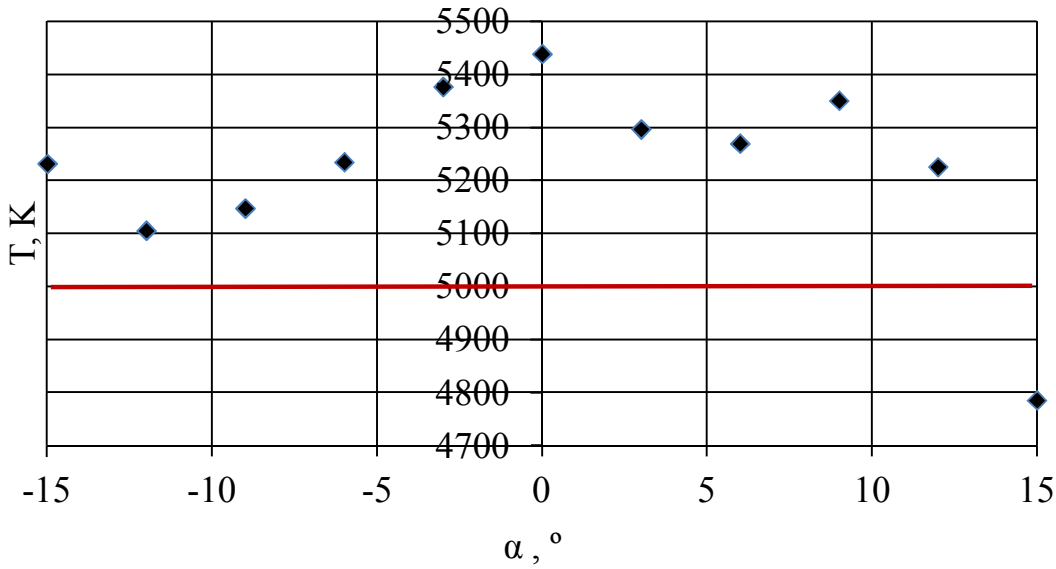


Рис. 1 – Зависимость цветовой температуры от угла поворота свечения СД

Зная координаты цветности излучателя (x и y), можно определить параметр P, необходимый для теоретического вычисления цветовой температуры. Параметр P рассчитывается по формуле [2]:

$$P = \frac{x - 0{,}332}{y - 0{,}1858}.$$

Цветовая температура рассчитывается по следующей формуле:

$$T = 5520{,}33 - 6823{,}3 \cdot P + 3525 \cdot P^2 - 449 \cdot P^3.$$

Пример расчета цветовой температуры с полученными в режиме измерения Irradiance значениями x = 0,3338 и y = 0,3353 при угле обзора равным α = 0º.

Значение параметра P находится по формуле 1:

$$P = \frac{0{,}3338 - 0{,}332}{0{,}3353 - 0{,}1858} = 0{,}012.$$

Расчет цветовой температуры производится по формуле 2:

$$T = 5520{,}33 - 6823{,}3 \cdot 0{,}012 + 3525 \cdot 0{,}012^2 - 449 \cdot 0{,}012^3 = 5437{,}95\ K.$$

Теоретически рассчитанная температура отличается на 0,35 К от значения, определенного программой T = 5438,30 К, что является не значительным отклонением.

Выводы:

1. Результаты исследования зависимости цветовой температуры от угла поворота свечения могут помочь в производстве светодиодов, что приведет к улучшению его фотометрических характеристик.

2. Исследован светодиод компании Lumileds модели LUXEON при I = 65 мА, U = 6 В. Было установлено, что в светодиодах существует зависимость цветовой температуры от угла поворота свечения, что может быть связано с неравномерным нанесением люминофора.

3. Данные результаты исследования белого светодиода следует учитывать при разработке приборов на основе полупроводниковых источников света.

Литература

1. Никифоров С.Г. Почему светодиоды не всегда работают так, как хотят их производители? / С.Г. Никифоров // Компоненты и технологии. – 2005. – № 7 (315). – С. 178–186.

2. Шуберт Ф. Светодиоды / Ф. Шуберт. – М.: Физматлит, 2008. – 496 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛЕНОК НИОБИЯ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ МОДИФИКАЦИИ

В.В. Малиновская, студент, А.О. Туров, студент каф. ФЭ

Научный руководитель: Ю.В. Сахаров, канд. техн. наук, доцент каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, valerija_malinovskaja@mail.ru, t.artem.o@mail.ru

Проект ГПО ФЭ-1303 – Технология тонких пленок с низкой диэлектрической проницаемостью

В основе статьи лежит исследование диэлектрических свойств тонких плёнок пентаоксида ниобия разной степени модификации углеродом. Частотные параметры плёнок, а также анализ результатов изменения параметров структуры при разной степени модификации углеродом.
Ключевые слова: *Ниобий, поры, углеродом, модифицированный, емкость, тангенс угла диэлектрических потерь.*

Введение

Интерес к тонким диэлектрическим плёнкам пентаоксида ниобия Nb_2O_5 связан с применением их в качестве изоляционных слоёв в микро- и наноэлек-

тронике, что в свою очередь является причиной изучения новых способов получения тонкоплёночных структур с низкой диэлектрической проницаемость и малыми диэлектрическими потерями.

Методика эксперимента

Свойства диэлектрических пленок исследовались на структурах вида Al-Nb_2O_5-Al, полученных на керамических подложках, что представляет собой конденсатор. В качестве диэлектрика был использован Nb_2O_5 толщиной 100 нм, полученный методом магнетронного распыления при давлении порядка $(4–8)\cdot10^{-3}$ мм. рт. ст. и токе разряда 200 мА. В качестве обкладок конденсатора использовались пленки алюминия толщиной 100 нм, нанесенные методом термического испарения в вакууме при давлении 10^{-3} мм. рт. ст. Для получения ниобия модифицированной структуры была использована составная мишень ниобия с вкраплениями углерода [1], помещенными так, чтобы они закрывали не более 30% (S_c = 30%) от распыляемой зоны мишени ниобия. Положение углеродных вкраплений приведено на рис. 1.

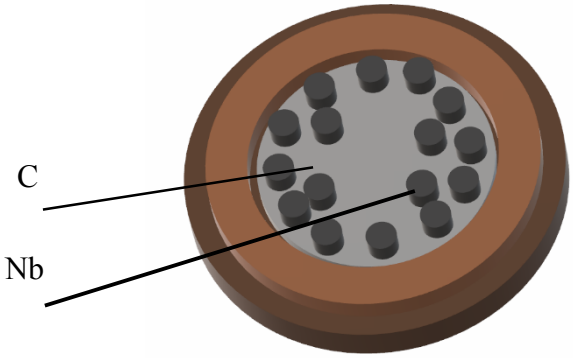


Рис. 1 – Расположение углеродных вкраплений

Результаты экспериментов

Были произведены измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь в пленках ниобия разной степени модификации углеродом измерителем иммитанса Е7-20. Анализ полученных данных приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты статистического анализа полученных на основе измерений структуры Al-Nb_2O_5-Al

Название выполненного анализа	Al-Nb_2O_5-Al		Al-Nb_2O_5+C-Al	
	C, нФ	tgδ	*C*, пФ	tgδ
Среднее значение	4,22	0,04	3,83	0,038
Стандартная ошибка	0,18	$6{,}1\cdot10^{-3}$	0,23	$5{,}6\cdot10^{-3}$
Медиана	4,11	0,03	3,94	0,03
Мода	3,15	0,03	4,6	0,03

Название выполненного анализа	Al-Nb_2O_5-Al		Al-Nb_2O_5+C-Al	
	C, нФ	tgδ	*C*, пФ	tgδ
Стандартное отклонение	0,89	0,029	1,21	0,028
Дисперсия выборки	0,79	$8{,}6\cdot10^{-5}$	1,47	$8{,}4\cdot10^{-4}$
Эксцесс	–0,93	19,45	0,49	17,92
Асимметрия	0,37	4,26	–0,74	3,98
Интервал	3,05	0,15	4,69	0,15
Минимум	2,78	0,02	1,03	0,02
Максимум	5,83	0,17	5,72	0,17
Сумма	96,06	0,92	99,78	1,01
Счет	23	23	26	26
Дисперсия главная	1,54	$7{,}7\cdot10^{-4}$	0,65	$8{,}1\cdot10^{-4}$

С помощью метода порометрии [2] была рассчитана пористость диэлектрического слоя Nb_2O_5 для модифицированной пленки:

$$P = \frac{\varepsilon_{Nb_2O_2} - \varepsilon_{eff}}{\varepsilon_{air} - \varepsilon_{Nb_2O_2}} = \frac{43{,}27 - 47{,}68}{1{,}00059 - 47{,}68} = 0{,}094,$$

где ε_{eff} – эффективная диэлектрическая проницаемость модифицированного углеродом ниобия; $\varepsilon_{Nb_2O_2}$ – эффективная диэлектрическая проницаемость ниобия без модификаций; ε_{air} – диэлектрическая проницаемость кислорода.

Среднее значение емкости для конденсатора без модификаций составило 4,22 нФ, для конденсатора с модификациями – 3,83 нФ. Уменьшение емкости в случае с модифицированным ниобием объясняется появлением воздушных зазоров в местах распыления углерода, который в ходе реакции с кислородом покинул свою позицию, оставив воздушную прослойку между молекулами пента оксида ниобия [3]. Среднее значение тангенса угла диэлектрических потерь для не модифицированного пентаоксида ниобия по сравнению с модифицированным снизилось на 5%. Отметим, что для модифицированной пленки тангенс диэлектрических потерь имеет меньший разброс полученных измерений, об этом говорит меньшие значения стандартной ошибки и стандартного отклонения.

Результаты измерений можно считать достоверными, так как значения главной дисперсии от дисперсии выборки имеют различия менее чем на 5%.

Была получена температурно-частотная зависимость емкости для пленки, модифицированной углеродом. Зависимость представлена на рис. 2.

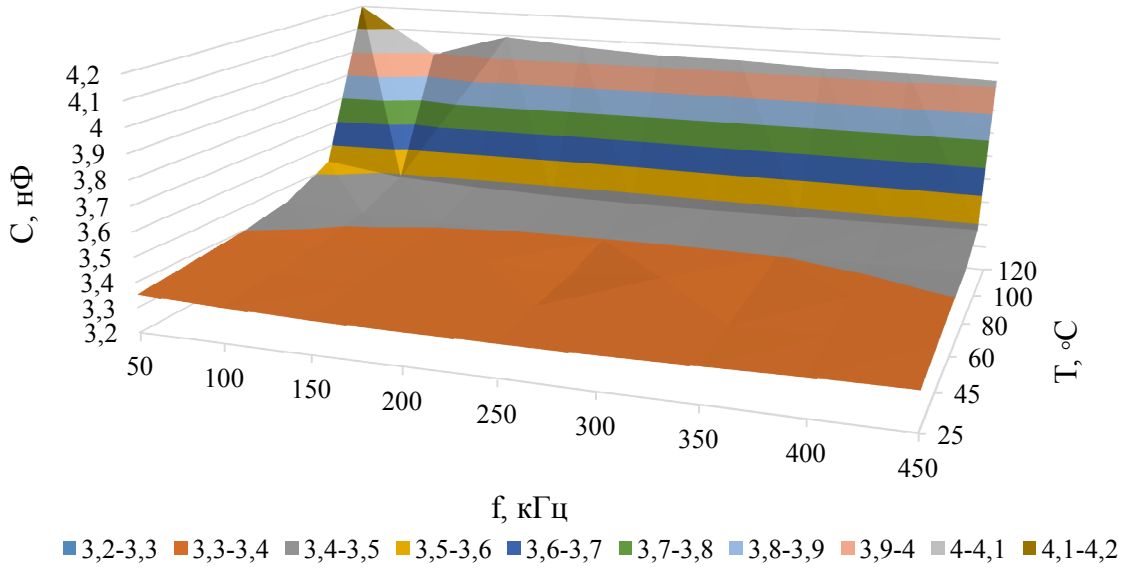


Рис. 2 – Температурно-частотная зависимость емкости структуры Al-Nb_2O_5-Al с модифицированным диэлектриком (Sc = 30%)

Выводы

Пористая плёнка пента оксида ниобия, получаемая методом магнетронного распыления с использования составной мишени, имеет ряд преимуществ по сравнению с Nb_2O_5 без модификаций. Преимуществами модифицированной пленки являются более стабильные частотные характеристики, т.е. при работе на разных частотах и при различных температурах Nb_2O_5, модифицированный углеродом, будет более приемлемым диэлектриком несмотря на то, что имеет меньшую емкость, но больший тангенс угла диэлектрических потерь.

Литература

1. Сахаров Ю.В. Технология синтеза и свойства пористых оксидных пленок / Ю.В. Сахаров, П.Е. Троян, Ю.С. Жидик // Доклады ТУСУР. – 2015, декабрь. – № 4 (38). – С. 72–75.

2. Тутов Е.А. Адсорбционно-емкостная порометрия / Е.А. Тутов, А.Ю. Андрюков, Е.Н. Бормонтов // Физика и техника полупроводников. – 2001. – Т. 35, вып. 7. – С. 850–853.

3. Сахаров Ю.В. Исследование пористых пленок диоксида кремния / Ю.В. Сахаров, П.Е. Троян // Доклады ТУСУР. – 2011, декабрь. – № 2 (24). – С. 77–80.

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ МАРГАНЕЦ-ЦИНКОВЫХ ФЕРРИТОВ

Е.Е. Мазуренко, Е.Ю. Протопопова, студенты каф. ФЭ

В.В. Каранский, ст. преподаватель каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, mese98.98@mail.ru

Продемонстрирована возможность изменения структуры поверхности марганец-цинковых ферритов, обработанных лазерным лучом. Показано, что лазерная обработка приводит к уменьшению поверхностных дефектов и частичному изменению химического состава в приповерхностных слоях.

Ключевые слова: *марганец-цинковые ферриты, лазерная обработка, модификация поверхности.*

Введение

Современный технический прогресс тесно связан с созданием и широким применением новых неорганических материалов со специфическими магнитными, электрическими и оптическими свойствами. Среди этих материалов выделяют поликристаллические Mn-Zn-ферриты со структурой шпинели. Ферриты – соединения окиси железа с окислами других металлов, сочетающие в себе высокие магнитные свойства и высокое удельное электрическое сопротивление. Поэтому они широко применяются в устройствах микроэлектроники, как радиочастотного, так и СВЧдиапазона [1].

Целью настоящей работы являлось исследование влияния лазерной обработки на структуру приповерхностных слоев Mn-Zn-феррита после лазерного воздействия.

В качестве объекта исследования был выбран Mn-Zn-феррит со структурой шпинели марки НМ2000, имеющий химическую формулу $Mn_{0,6}Zn_{0,4}Fe_3O_4$ [2]. Обработка поверхности образцов проводилась на лазерной установке VERSALASER с разной скоростью перемещения луча. Исследование структуры поверхности ферритов проводились с помощью электронного микроскопа HitachiTM-1000, оснащенного микроанализатором Bruker.

Результаты эксперимента

На рис. 1 представлена структура марганец-цинкового феррита марки НМ2000 до и после лазерного воздействия.

На рис. 1,*а* микроструктура необработанного марганец-цинкового феррита характеризуется большим количеством поверхностных дефектов, таких как межзеренные границы и поры. Из рис. 1,*б* и в видно, что при обработке лазерным лучом поверхности феррита уменьшается концентрация поверхностных дефектов, что приводит к уменьшению шероховатости поверхности.

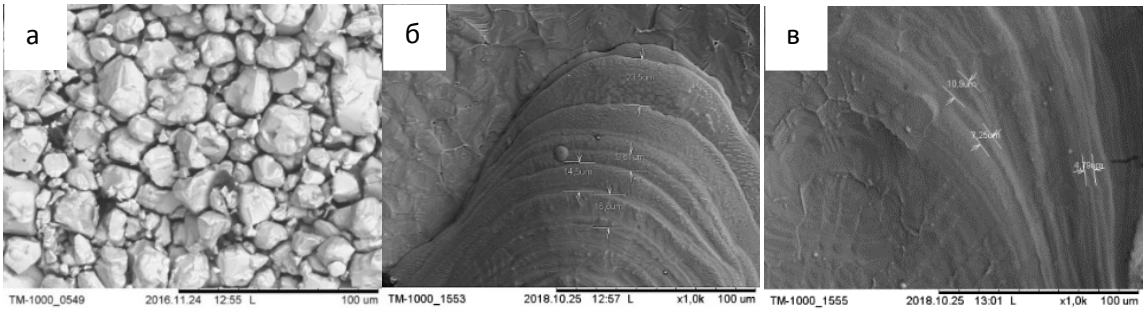


Рис. 1 – Структура феррита НМ2000 после обработки лазером
в режиме с мощностью P= 56 Вт:
а – исходный феррит; *б* – v = 10 см/мин; *в* – v = 20 см/мин

На рис. 2 представлена зависимость содержания элементного состава ферритов от мощности лазерного излучения.

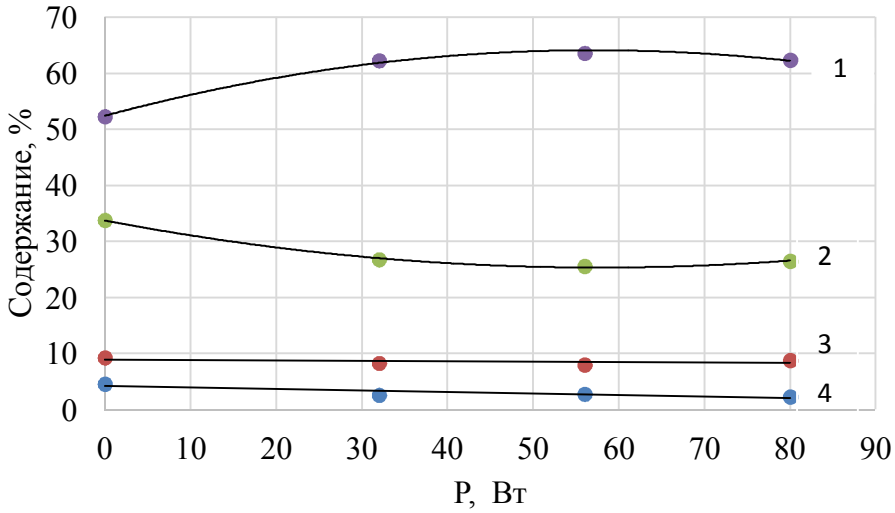


Рис. 2 – Изменение химического состава в зависимости от мощности лазерного луча
при скорости перемещения v = 10 см/мин:
1 – кислород; 2 – железо; 3 – марганец; 4) – цинк

Из данной зависимости видно, что во всех исследуемых образцах с увеличением мощности лазерного излучения уменьшается количественное содержание цинка до нуля, это связано с тем, что Zn имеет низкую температуру плавления (900 ℃) по сравнению с другими элементами, которые содержатся в феррите.

Заключение

Лазерная обработка *Mn-Zn* ферритов является перспективным методом воздействия на структуру поверхности, которая может не только улучшать ее, но и изменять магнитные и электрофизические свойства.

Литература

1. Третьяков Ю.Д., Олейников Н.Н., Граник В.А. Физико-химические основы термической обработки ферритов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. – С. 202.

2. Muralidharan S., Saraswathy V., Berchmans L. J., Thangavel K., Ann K. Y. // Chemical. – 2010. – Pp. 225–231.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ И ПОЯВЛЕНИЕ ТРЕЩИН В РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ

Ю.К. Новикова, магистрант каф. ТТМиЭМ

Научный руководитель: Э.С.Сидоров, преподаватель каф. ТТМиЭМ
г. Новосибирск, СГУПС, julja-novikova13@mail.ru

За последнее время за счет накопления знаний существенно изменились подходы к высоконадежным конструкционным материалам. Среди факторов, снижающих срок эксплуатации металлоизделий все большее значение приобретают неметаллические включения. Их присутствие негативно сказывается на свойствах металла, влияет на склонность к образованию трещин и другие характеристики стали. В связи с этим изучение неметаллических включений является актуальным.

Ключевые слова: *неметаллические включения, трещина, рельсовая сталь, микроструктурный анализ.*

Надежность конструкционных материалов определяется не только их механическими свойствами, такими как прочность, твердость, ударная вязкость и т.д., но и структурой. В структуре металлов и сплавов помимо основных составляющих, например для рельсовой стали перлит и феррит, присутствуют неметаллические включения, которые по-разному влияют на эксплуатационную стойкость материала.

Анализ литературных источников показал, что существуют противоречивые сведения о влиянии неметаллических включений на образование и развитие трещин в материале.

В статье работников института физики металлов [1] приведена оценка влияния неметаллических включений на хрупкость стали, которая используется для рам грузовых вагонов. В работе установлено, что снижение пластичности и ударной вязкости происходит из-за присутствия неметаллических включений типа оксисульфидов, в которых собирается водород, тем самым значительно облегчая зарождение и развитие трещин. Так как оксисульфиды кристаллизируются в последнюю очередь, а коэффициент их термического расширения от-

личается от матрицы, рядом с ними формируются полости (микроразрывы) или микротрещины. Можно заключить, что основной причиной образования микроразрывов вблизи сульфидных и оксисульфидных включений является возникновение растягивающих термических напряжений, которые вблизи других включений имеют противоположный знак.

В работе сотрудников НГТУ [2] были проведены исследования влияния неметаллических включений на циклическую трещиностойкость и ударную вязкость стали железнодорожного моста. Установлено, что сильная загрязненность материала вытянутыми неметаллическими включениями, такими как сульфиды и силикаты приводит к торможению усталостной трещины и снижению ударной вязкости.

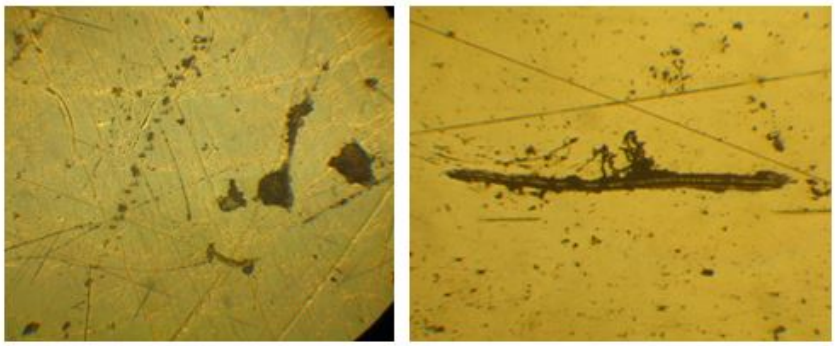
В работе авторов [3] показано, что в рельсах категории ДТ350, которые были подвергнуты дифференцированному термическому упрочнению, имеются неметаллические включения, такие как силикаты, оксиды и сульфиды, которые приводят к образованию микротрещин в поверхностном слое рельсов в результате пластической деформации от колес подвижного состава. Авторами установлено, что большое содержание неметаллических включений связано с неправильным технологическим процессом изготовления рельсов.

В статье [4] указано, что при сварке трубных сталей повторный термических цикл сварки приводит к образованию неметаллических включений сложного химического состава. Оксиды образуют сложные соединения, которые снижают температуру плавления. В результате этого при повторной сварке может происходить образование микротрещин.

Целью нашего исследования является определение вида и размера неметаллических включений рельсовой стали при помощи микроструктурного анализа и оценка влияния неметаллических включений на появление и развитие трещин. Для исследования были приготовлены 12 образцов из рельсовой стали марки 90ХАФ. Образцы вырезаны из головки рельса. Микроструктурный анализ выполняли на оптическом микроскопе МИМ- 8 при увеличении Х100.

Загрязненность стали неметаллическими включениями оценивались по ГОСТ 1778-70. Наиболее часто в производственной практике при оценке загрязненности неметаллическими включениями металлопродукции по данному стандарту применяется метод Ш. Сущность данного метода заключается в визуальной оценке наиболее загрязненного места шлифа и в сравнении его с эталонными шкалами, которые представлены в стандарте.

Микроструктурный анализ образцов показал, что в рельсой стали наблюдаются следующие виды неметаллических включения – оксиды и силикаты (рис. 1).



а *б*

Рис. 1 – Неметаллические включения в рельсовой стали: *а* – оксиды; *б* – сульфиды

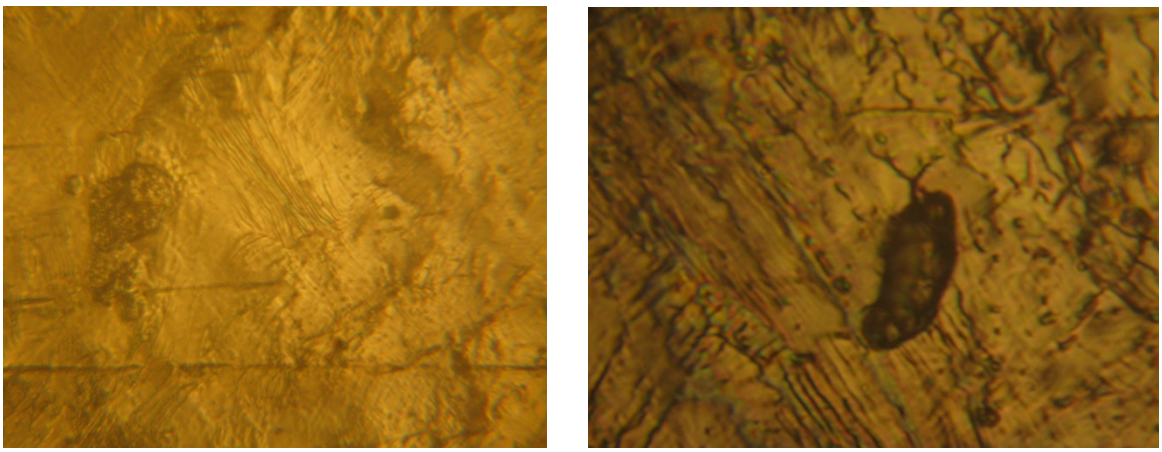
Оксиды имеют округлую форму, чаще располагаются случайным образом или в виде цепочек. В отличие от оксидов сульфиды вытянуты вдоль направления деформации отдельные включения.

Определены размеры неметаллических включений оксидов и сульфидов. По результатам измерений размеров неметаллических включений видно, что размер оксидов в среднем составляет от 0,02 до 0,06 мм, а сульфидов от 0,2 до 1 мм.

Известно, что существенное влияние на развитие трещин в сплавах и металлах оказывает деформация. Поэтому после изучения типов неметаллических включений в рельсовой стали были проведены испытания на растяжения образцов. Испытания проводили на плоских образцах типа I (рис. 2) на машине МИ-40 КУ. Для оценки влияния неметаллических включений на развитие трещины на каждом образце был выбран участок с наибольшим количеством неметаллических включений и напротив этого участка был сделан пропил.

Рис. 2 – Образец для испытаний на растяжение

Образцы нагружали поэтапно через каждые 2 кН. После каждого нагружения образцы подвергали металлографическому анализу. Установлено, что при нагрузке в 8,5 кН на поверхности наблюдаются первые поверхностные трещины (рис. 3,*а*).



а *б*

Рис. 3 – Микроструктуры образцов при растяжении: *а* – х300; *б* – х500

При дальнейшем растяжении образцов и достижении нагрузки порядка 12 кН в области неметаллического включения появилась трещина. У всех образцов наблюдался хрупкий излом (рис. 4).

Рис. 4 – Хрупкий излом при испытании на растяжение

Проведенное исследование показало, что неметаллические включения в рельсовой стали могут влиять на появление и развитие трещин, поэтому необходимо контролировать их количество и применять современные технологии производства и раскисления стали.

Литература

1. Счастливцев В.М., Табатчикова Т.И., Яковлева И.Л., Клюева С.Ю. Влияние структуры и неметаллических включений на интеркристаллитную хрупкость литой стали // Физика металлов и металловедение. – 2013. – Т. 114, № 2. – С. 199–208.

2. Тушинский П.И., Смирнов А.И., Франц А.А., Шайдурова Е.Г. Сравнительный анализ некоторых характеристик надежности и долговечности обычного и сильно загрязненного неметаллическими включениями технического железа // Экспериментальные методы в физике структурно-неоднородных конденсированных сред ЭМФ 2001: тр. 2-й Междунар. науч.-техн. конф. Алтайский гос. ун-т. – 2001. – С. 264–268.

3. Штайгер М.Г., Балановский А.Е., Иванчик Н.Н., Кузнецов Б.О. Результаты металлографического и рентгеновского микроанализа участов рельса категории ДТ 350 // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2018. – Т. 58, № 2. – С. 98–106.

4. Федосеев Е.М., Игнатов М.Н., Летягин И.Ю. Влияние повторного термического цикла сварки на образование неметаллических в многослойных сварных швах трубных сталей // Сварка и диагностика. – 2011. – С. 18–21.

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ СПЕКАНИЕ ГРАДИЕНТНОЙ Al_2O_3/ZrO_2 КЕРАМИКИ В ФОРВАКУУМНОЙ ОБЛАСТИ ДАВЛЕНИЙ

А.Е. Петров, А.А. Поддубнов, *студенты каф. ФЭ*

Научный руководитель: А.С. Климов, проф. каф. физики
г. Томск, ТУСУР, artem.poddubnov@gmail.com

Проект ГПО ФЭ-1604 – Электронно-лучевая обработка материалов в форвакуумной области давлений

Исследовалось спекание градиентной керамики на основе Al_2O_3 и ZrO_2. Показано, что при увеличении количества слоев в многослойном образце увеличивается его прочность.

Ключевые слова: *Циркониевая керамика, алюмооксидная керамика, градиент, электронно-лучевое спекание, плазменный электронный источник.*

Введение

Циркониевая и алюминиевая керамика играет важную роль в медицине, а именно в протезировании суставов, имплантологии и других немало важных отраслях медицины. Алюмооксидная керамика обладает высокой твердостью и износостойкостью среди конструкционных материалов, недостатком этого материала является его высокая хрупкость. Диоксид циркониевая керамика сочетает в себе высокие показатели прочности и трещиностойкости [1]. Для объединения свойств обоих материалов существует несколько способов. Первый самый примитивный способ, смешать оксиды и провести спекание. Второй же более сложный и более конструктивно применимый, заключается в получении градиента концентрации материала по объёму. Что позволит производить протезы с верхним слоем стойким к износам и трению из керамики с высокой концентрацией Al_2O_3, а части, где нужна механическая прочность с высокой концентрацией ZrO_2.

Техника и методика эксперимента

Эксперименты проводились с использованием плазменного электронного источник [2]. Образец керамики помещался в рабочую вакуумную камеру на

графитовый тигель, измерение температуры проводилось с помощью пирометра. Рабочая камера откачивалась до давления 3 Па, после чего камера продувалась гелием. Рабочие давление составляло 30 Па. Электронный пучок фокусировался и направлялся непосредственно на обрабатываемую керамическую таблетку. Нагрев керамической таблетки производился в течение двадцати минут последовательным увеличением ускоряющего напряжения и тока разряда до момента, когда температура обрабатываемой таблетки достигала необходимой температуры 1600 °С. После 10 минутной выдержки осуществлялось охлаждение. После выключения плазменного источника таблетка еще некоторое время (10–15 мин) выдерживалась в вакууме.

Для спекания были изготовлены образцы градиентной керамики в виде дисков, имеющие 3 и 11 слоев соответственно. Содержание оксида алюминия и оксида циркония изменялось от слоя к слою – чистые компоненты содержались на основаниях дисков (ZrO_2 и Al_2O_3), а между основаниями были сформированы постепенные слои, которые равномерно менялись по составу на 50 мас.% ZrO_2 для 3-х слоевого образца и на 10 мас.% для 11-ти слоевого образца.

Микроструктура образцов исследовалась методом сканирующей электронной микроскопии на микроскопе Hitachi S-3400N.

Результаты работы и их анализ

На рис. 1 и 2 приведено распределение элементов по глубине для образца с тремя и одиннадцатью слоями соответственно.

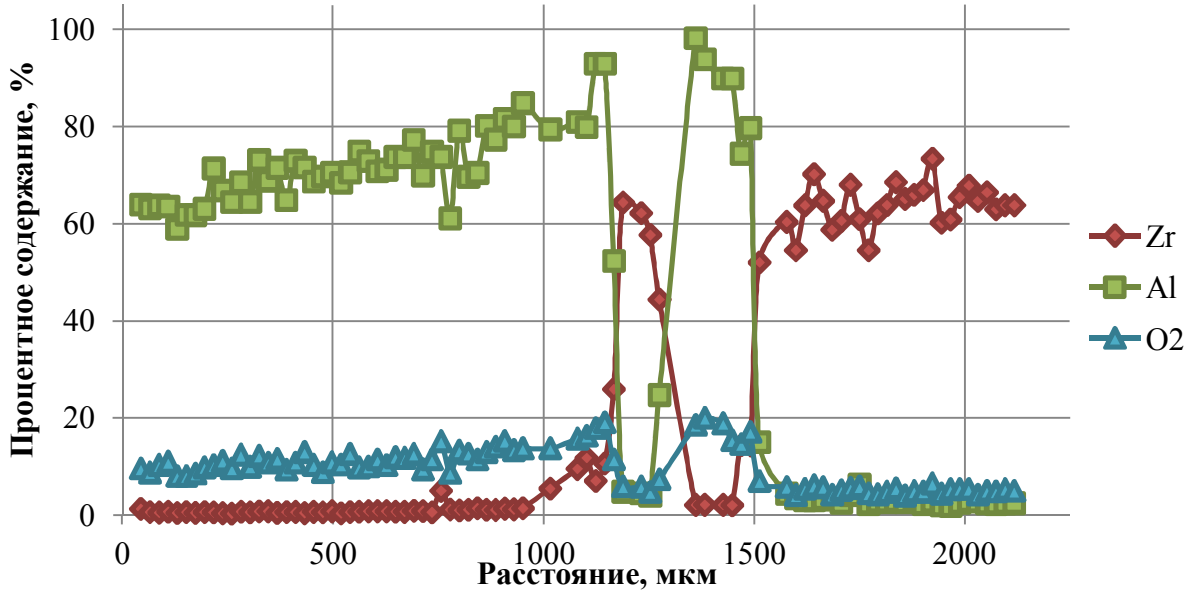


Рис. 1 – Распределение элементов по глубине 3-х слойного образца

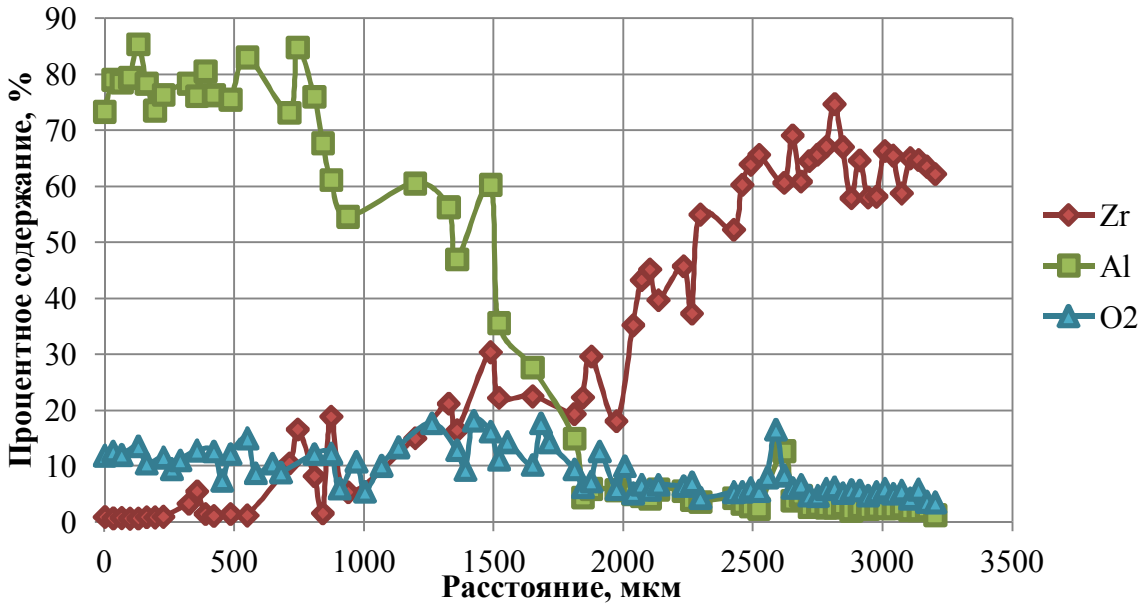


Рис. 2 – Распределение элементов по глубине 11 слойного образца

Как и следовало ожидать, для образца с 3-мя слоями характерно резкое изменение концентрации с четко выраженными границами на срезе, для второго же образца характерно плавное изменение концентрации, что может сказать нам о более прочной связи. В дальнейшем планируется провести процесс термоциклирования образцов и проверить на прочность связь между слоями.

Заключение

Электронно-лучевое спекание многослойных градиентных образцов из Al_2O_3/ZrO_2 керамики позволяет получать плотные спеченные материалы с неоднородным распределением концентрации элементов, которые могут быть применены в изготовлении протезов и других отраслях медицины.

Литература

1. Investigations of an Alumina Ceramic with Zirconia Gradient for the Application as Load Bearing Implant for Joint Prostheses / Thomas Oberbach, Claudia Ortmann, Sabine Begand, Wilfried Glien // Key Engineering Materials. – 2006. – P. 1247–1250.

2. Казаков А.В. Электронно-лучевой синтез диоксидциркониевой керамики / А.С. Климов, А.А. Зенин // Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. – 2012. – № 2. – С. 1–2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ БАРЬЕРНЫХ КОНТАКТОВ К АРСЕНИДУ ГАЛЛИЯ

А.Н. Шалев, студент каф. ФЭ

Научный руководитель: Ю.С. Жидик, ст. преподаватель каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, zhidikyur@mail.ru

Проект ГПО 1603 – Создание электрохромных устройств на основе твердых и гелеобразных электролитов

Исследованы электрофизические параметры барьерных контактов к арсениду галлия с использованием различной металлизации. Методом Кельвина измерены электрические параметры барьерных контактов. Методом вольтамперной характеристики рассчитаны высота барьера и коэффициент идеальности. На основе полученных данных был определен более стабильный к воздействию повышенных температур барьерный контакт.
***Ключевые слова**: диод Шоттки, высота барьера, коэффициент идеальности, температурная стабильность.*

В рамках проекта ГПО 1603 на кафедре Физической электроники ТУСУР совместно с ОАО «Тинт-ит» (г. Новосибирск) были разработаны опытные образцы «умных» стекол, способных менять коэффициент пропускания при воздействии внешнего напряжения. Степень прозрачности таких стекол можно регулировать, используя автоматическую систему управления, реагирующую на яркость света и величину теплового солнечного потока. Любую стабильную систему управления невозможно представить без современной и надежной электронной компонентной базы. В связи с чем, в данном докладе проводится исследование стабильности контактов Шоттки (КШ) к арсениду галлия с использованием различной металлизации.

Несмотря на стойкость арсенида галлия к воздействию высоких температур негативные процессы в металлизации прибора могут происходить при меньших температурах. Одна из основных проблем при создании температуростойких КШ 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 КШ, и как следствие, изменению электрофизических параметров КШ или его деградации. Эффективным решением данной проблемы является введение в структуру контакта дополнительного слоя – диффузионного барьера, препятствующего взаимной диффузии слоев [1, 2, 3].

Целью данной работы является определение более температуростойкого КШ к арсениду галлия на основе многослойных металлизаций Ti/Au и Ti/Pt/Au.

Подготовка образцов и методика эксперимента

Были изготовлены две диодные структуры Ti/Pt/Au-GaAs и Ti/Au-GaAs, полученные методом электронно-лучевого и термического испарения. Каждая полупроводниковая пластина была расколота на 8 опытных образцов, которые, в дальнейшем, подвергались отжигу в печи СДО.

Барьерный контакт был выполнен в форме окружности диаметром 100 мкм. Вольтамперные характеристики были измерены методом Кельвина при помощи анализатора полупроводниковых приборов Agilent B1500A. Толщины пленок были измерены на оптическом профилометре Neox и составили 0,1/0,05/0,3 для Ti/Pt/Au 0,2/0,3 мкм для Ti/Au. Электрофизические параметры (высота барьера и коэффициент идеальности) были рассчитаны методом вольт-амперной характеристики [4].

Результаты эксперимента

В процессе обработки полученных данных методом ВАХ согласно формулам (1) и (2) были получены зависимости высоты барьера и коэффициента идеальности от режимов отжига (рис. 1 и 2).

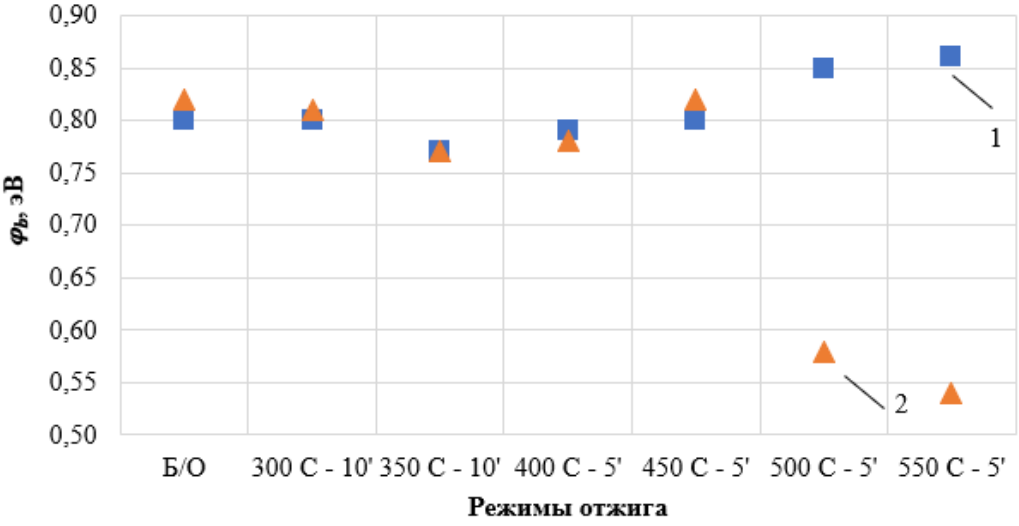


Рис. 1 – Зависимость высоты барьера от режимов отжига
с использованием различных металлизаций: 1 – Ti/Pt/Au; 2 – Ti/Au

Из рис. 1 и 2 видно, что КШ Ti/Au-GaAs сохраняет свои выпрямляющие свойства до температуры отжига 450 °С, а при температуре 500 °С барьерный контакт деградирует, о чем свидетельствует резкое понижение высоты барьера и повышение коэффициента идеальности. КШ Ti/Pt/Au-GaAs не подвергается деградации на протяжении всего эксперимента. Такой контакт является более температуростойким, так как Pt выступает в роли диффузионно-барьерного слоя и препятствует диффузии перемешиванию атомов многослойной металлизации и образованию промежуточных соединений с GaAs, которые могут ухудшать электрофизические параметры структуры.

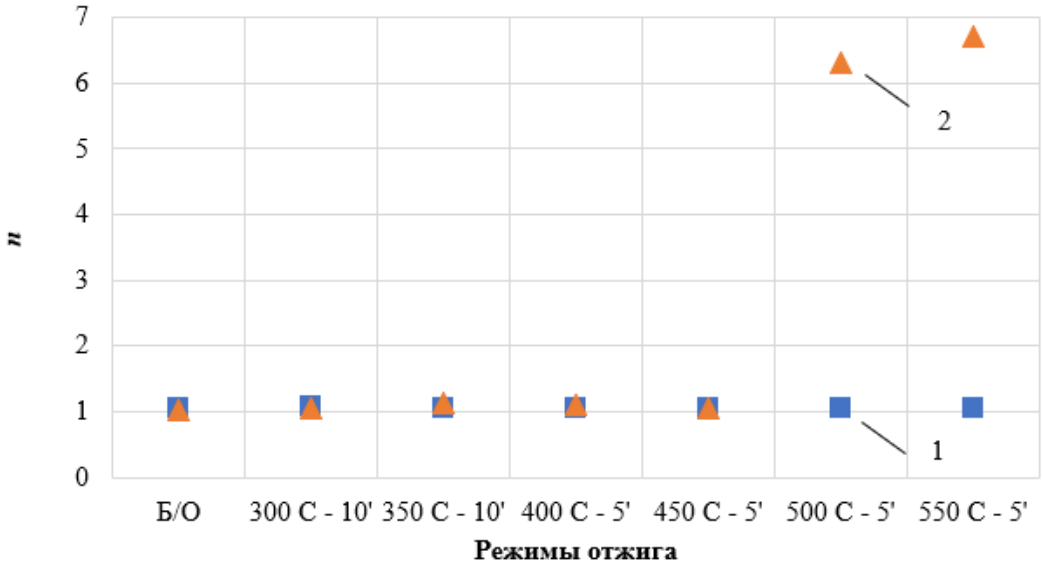


Рис. 2 – Зависимость коэффициента идеальности от режимов отжига с использованием различных металлизаций: 1 – Ti/Pt/Au; 2 – Ti/Au

Заключение

Диод Шоттки на основе структуры Ti/Pt/Au-GaAs является более температуростойким и его электрофизические параметры не деградируют вплоть до температуры 550 ℃, в то время, как диод Шоттки на основе структуры Ti/Au-GaAs теряет свои выпрямляющие свойства при температуре 500 ℃ и выше. Диод Шоттки Ti/Pt/Au-GaAs является более надежным при использовании таких диодов в качестве составных элементов автоматической системы управления электрохромными стеклами.

Литература

1. Громов Д.Г. Металлизация ультрабольших интегральных схем: учеб. пособие / Д.Г. Громов, А.И. Мочалов, А.Д. Сумилин, В.И. Шевяков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 277 с.

2. Harmon G. Wire Bonding in Microelectronics: Materials, Processes, Reliability and Yield, 2nd ed / G. Harmon // McGraw-Hill. – New York, NY, USA, 1997.

3. Chwee S.G. Corrosion Study and Intermetallics Formation in Gold and Copper Wire Bonding in Microelectronics Packaging / S.G. Chwee, W.L. Chong, T.K. Lee, C. Breach // Crystals. – 2013. – N 3, 391. – 40 p.

4. Зи С. Физика полупроводниковых приборов / С. Зи ; пер. с англ. S.M. Sze. Physics of Semiconductor Devices (N. Y., Wiley, 1981). – М.: Мир, 1984.

ВЛИЯНИЕ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ПРИ НАПЫЛЕНИИ ПЛЕНОК ITO МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ НА ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

А.Н. Шалев, А.В. Харкавый, студенты каф. ФЭ

Научный руководитель: Ю.С. Жидик, ст. преподаватель каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, zhidikyur@mail.ru

Проект ГПО 1603 – Создание электрохромных устройств на основе твердых и гелеобразных электролитов

Исследованы электрические свойства пленок ITO, полученные методом реактивного магнетронного распыления. Методом Холла определены концентрация и подвижность носителей заряда в пленках ITO, полученных при разных значениях парциального давления кислорода в составе рабочей газовой смеси, до и после высокотемпературного отжига.
***Ключевые слова**: ITO, концентрация, подвижность, магнетронное распыление.*

Прозрачные проводящие оксиды – это класс оксидных материалов с показателем пропускания 80% и более в видимом диапазоне, имеющие электропроводность, близкую к металлической. К таким оксидам относятся In_2O_3, ZnO, SnO_2, CdO, Ga_2O_3, TiO_2 и более сложные оксиды [1, 2].

Наиболее часто применяется оксид индий-олова (In_2O_3-SnO_2) [2]. Электропроводящие пленки ITO занимают 95% рынка прозрачных проводящих покрытий для сенсорных экранов [3]. При этом, несмотря на то, что современные технологии нанесения покрытий на основе оксида индия обеспечивают коэффициент пропускания на уровне 90%, удельное поверхностное сопротивление пленки очень большое и составляет 100 Ом/□. Уменьшение удельного поверхностного сопротивления пленок ITO представляет большой интерес в современной электронике.

В данной работе проводились исследования зависимости электрических свойств пленок ITO, полученных методом реактивного магнетронного распыления, от изменения парциального давления кислорода в составе рабочей газовой смеси, а также от их последующего высокотемпературного отжига.

Подготовка образцов и методика эксперимента

Напыление пленок ITO производилось на установке магнетронного распыления Kurt J. Lesker. Напыление образцов производилось с использованием импульсного источника питания с частотой 50 кГц, скважность импульсов составила 0,8. Ток разряда 0,3 А, время напыления 6 минут, толщина пленки 100 нм.

Удельное поверхностное сопротивление пленок определялось четырехзондовым методом [4]. Толщина пленка определялась с использованием микроинтерферометра МИИ-4 [5]. Концентрация и подвижность носителей заряда определялись методом Холла [6].

Результаты эксперимента

Процент содержания кислорода в газовой смеси и результаты измерений образцов до отжига и после отжига представлены в таб. 1 и 2. До проведения отжига все образцы имели металлический цвет и, соответсвенно, были непрозрачны для видимого света. Прозрачность таких пленок может быть значительно повышена посредством высокотемпературного отжига.

Вторая серия образцов, полученных при тех же режимах, подвергалась отжигу в среде воздуха при температуре 600 °С в течение 20-ти минут.

Таблица 1 – Результаты измерений образцов до отжига

Содержание кислорода, %	Электрофизические параметры		
	ρ_s, Ом/W	n, $см^{-3}$	μ, $см^2/(В \cdot с)$
6	450	$1{,}95 \cdot 10^{20}$	5,7
8	3200	$3{,}48 \cdot 10^{19}$	15
10	45	$1{,}76 \cdot 10^{21}$	0,6

Таблица 2 – Результаты измерений образцов после отжига

Содержание кислорода, %	Электрофизические параметры		
	ρ_s, Ом/□	n, $см^{-3}$	μ, $см^2/(В \cdot с)$
6	344	$3{,}25 \cdot 10^{20}$	4,3
8	781	$2{,}93 \cdot 10^{20}$	2,1
10	40	$1{,}06 \cdot 10^{21}$	11,3

Таким образом, при отжиге пленок в вакууме их оптические свойства ухудшаются, но при этом уменьшается сопротивление за счет того, что атомы кислорода, внедренные между узлами кристаллической решетки или расположенные на границах зерен, диффундируют из объема оксидной пленки. Образующиеся кислородные вакансии действуют как доноры для электронов, увеличивая их концентрацию. В результате удельное поверхностное сопротивление уменьшается как за счет увеличения концентрации электронов, так и за счет увеличения их подвижности [3].

Согласно таб. 1 и 2 сопротивление пленки уменьшилось при отжиге в среде воздуха. Такое поведение можно объяснить тем, что полученные образцы являлись аморфными. При отжиге пленки перестраивают свою структуру с аморфной на кристаллическую, за счет этого возможно увеличение подвижности носителей заряда. Также из-за высокотемпературной обработки оксидные

связи могут разрываться, вследствие чего диффундирование кислорода из объема пленки не прекращается, что приводит к увеличению концентрации носителей заряда [2].

Последнему режиму соответствует содержание кислорода в газовой смеси 10%. При этом должны получиться полностью окисленные пленки при заданной скорости распыления. Однако значение удельного поверхностного сопротивления $\rho_s = 45$ Ом /□ и их металлический цвет свидетельствуют о том, что пленки получились недостаточно окисленными и при последующем высокотемпературном отжиге произошло последующее доокисление пленки. В процессе отжига произошла диффузия атомов кислорода в объем пленки и дефицит кислорода, образовавшийся при ее нанесении, был скомпенсирован. При этом значение удельного поверхностного сопротивления пленки стало $\rho_s = 40$ Ом /□ . Пленка стала прозрачной для видимого света.

Заключение

Таким образом, установлено, что при напылении пленок ITO на холодную подложку без проведения последующей высокотемпературной обработки пленки являются высокоомными и непрозрачными для видимого света. При отжиге в среде воздуха при температуре 600 °C в течение 20-ти минут увеличивается проводимость пленки. Проводимость пленки увеличивается как за счет увеличения концентрации носителей заряда в результате непрерывного диффундирования кислорода из объема оксидной пленки, так и за счет увеличения подвижности в результате перестройки структуры пленки в аморфной на кристаллическую.

Оптические свойства пленок также улучшаются за счет отжига в среде воздуха, в процессе которого происходит диффундирование кислорода в объем пленки. В результате такого отжига пленки становятся прозрачны для видимого света.

Литература

1. Granqvist C.G. Transparent and conducting ITO films: new developments and applications / C.G. Granqvist, A. Hultaker // Thin Solid Films. – 2002. – Vol. 411. – P. 1–5.

2. Семикина Т.В. Оксидная электроника как одно из направлений прозрачной электроники / Т.В. Семикина, В.Н. Комащенко, Л.Н. Шмырева // Электроника и связь. – 2010. – № 3. – С. 20–28.

3. Использование прозрачной проводящей пленки для сенсорной панели. Отчет [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: www.displaybank.com/_eng/research/report_view.html?id=608&cate=7 (дата обращения: 30.04.2019).

4. Четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления полупроводниковых материалов: учеб.-метод. пособие по спецпрактикуму «Физика полупроводниковых материалов и приборов» для студентов физического факультета / под ред. Н.А. Поклонского. – Минск: Белгосуниверситет. – 1998. – 46 с.

5. Кирилловский В.К. Оптические измерения: учеб. пособие по лабораторному практикуму / В.К. Кирилловский, Т.В. Точилина. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 117 с.

6. Саврук Е.В. Физика полупроводников: учеб.-метод. пособие по лабораторным работам для студентов направлений подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника», 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике» [Электронный ресурс] / Е.В Саврук, В.В Каранский, С.В Смирнов. – Томск: ТУСУР, 2016. – 37 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6278.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АДДИТИВНОЙ ПЕЧАТИ

А.Э. Шапиро, студент каф. СМиИК

Научный руководитель: М.Ю. Елистраткин, канд. техн. наук, доцент каф.СМиИК
г. Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, alex.ermolaewa@yandex.ru

Строительная 3D-печать или аддитивные технологии возведения конструкций, в настоящее время являются одним из направлений вызывающим живой интерес, как научного сообщества, так и представителей малого бизнеса, занимающихся производством строительных материалов [1].
***Ключевые слова**: газобетон, производство, строительство, бетон, технология, строительство.*

При реализации нового направления развития технологии строительной печати создавались определенные условия. А именно: предполагаемое формирование за один проход полной толщины стены из материала пониженной плотности, с необходимыми теплотехническими показателями [2].

Принятый в настоящее время вид строительной печати, а именно контурная печать, не является оптимальным решением, поскольку не позволяет сформировать конструкцию, отвечающую всему комплексу предъявляемый требованиям. Для этого рассматривается неавтоклавный газобетон в качестве актуального и перспективного материала для 3D-аддитивного производства [3].

Неавтоклавные газобетоны применяются при возведении в малоэтажных зданиях и сооружениях несущих стен и перегородок.

В связи с достойными характеристиками газобетона следует уделить большее внимание адаптации технологий неавтоклавного газобетона для использования в аддитивной индустрии [4].

В процессе исследования мы разработали состав для аддитивного производства.

В качестве компонентов минеральных порошков применялись в различных пропорциях кремнезём-содержащие материалы – отходы дробления кварцито-песчаников (Белгородская обл.) и диоритовых порфиритов (респ. Крым), а так же карбонатные материалы.

Сверх 100% в смесь вводились полуводный гипс, гидроксид натрия, газообразователь ПАП-1, суперпластификатор СП.

Обращает на себя внимание изменение характера строения порового пространства заключающееся в утолщении межпоровых перегородок и насыщении их мелкими моноразмерными порами (рис. 2,*б*,*в*).

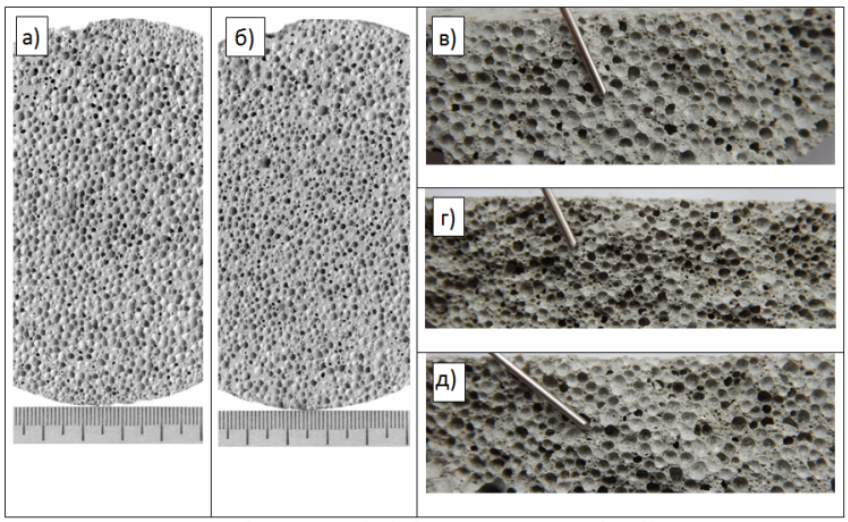


Рис. 2 – Макроструктура: а) шлиф базовый состав № 1; б) шлиф состав № 2; в) излом состав № 2; г) излом состав № 3; д) излом состав № 4

Таким образом, разработка рецептур, режимов и технических решений позволяющих изготавливать стены зданий, соответствующие действующим требованиям, на стройплощадке из неавтоклавного газобетона путем монолитного бетонирования или строительной печати открывает большие перспективы, которые в дальнейшем могут быть использованы в различных сферах строительной деятельности.

Литература

1. Литвинцева Е. Битва за 3D: приживутся ли в россии «напечатанные» дома // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2016. – Т. 9–10. – С. 48–49.

2. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении. – Белгород, 2016. – 286 с.

3. Ивасюта А.В., Иванов Н.А. Перспективы использования технологии 3D-печати при строительстве зданий и сооружений // Научное обозрение. – 2016. – № 9. – С. 52–55.

4. Рощин В.А., Гнездилов С.Г. Применение объемной печати в строительстве // Механизация строительства. – 2016. – Т. 77, № 4. – С. 16–21.

ЖИДКОСТНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ИЗОЛИРУЮЩИХ ПОДЛОЖЕК С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВАННЫ

Д.А. Гринько, А.А. Шейнбергер, студенты каф. ФЭ

Научный руководитель: И.А. Чистоедова, канд. техн. наук каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, grinkoda.98@gmail.com,anyasheinberger@yandex.ru

Проект ГПО ФЭ-1304 – Технология и формирование наноструктур

В работе даны рекомендации по проведению жидкостной химической очистки ситалловых подложек с помощью ультразвуковой ванны.
Ключевые слова: *фотолитография, химическая очистка, ситалловая подложка, ультразвуковые колебания.*

Результат процесса фотолитографии во многом зависит от качества используемых подложек. Наличие на поверхности подложек инородных частиц или следов посторонних веществ негативно сказывается на воспроизводимости необходимого рисунка. В связи с этим очистка подложек является одним из важнейших этапов процесса фотолитографии [1].

При ультразвуковой очистке крупные жировые загрязнения удаляются вследствие интенсивного локального промешивания под действием создаваемых в растворе ударных волн. Механические колебания, создаваемые в подложке, способствуют удалению макро загрязнений, чешуек металлов, пыли и др. Эффективность ультразвуковой очистки в основном определяется частотой колебаний; кроме того, влияет и температура растворителя [2].

Для выявления оптимального режима очистки нами была проведен следующий эксперимент. Подложка помещалась в ультразвуковую ванну GT SONIC VGT-1620QTD с налитым в нее раствором, где в течение 2-х минут подвергалась воздействию ультразвуковыми колебаниями с частотой f =40 кГц. Далее осуществлялся контроль качества очистки поверхности подложки. Качество очистки подложек проверялось по удельному сопротивлению деионизованной воды. Подложки помещались в емкость с деионизованной водой и измерялось

сопротивление воды с помощью мультиметра. Эксперимент был проведен для двух растворов (*KOH* (6%) и изопропиловый спирт(ИПС)) в диапазоне температур (30–40) ^{o}C с шагом 5 ^{o}C. Удельное сопротивлени чистой деионизованной воды изменяется в диапазоне $2 \div 5 МОм \cdot см$ [3]. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Влияние температуры раствора при очистке на удельного сопротивления воды при обработке подложки в различных растворах

T,°C	$\rho_{д.в}$, KOH (6 %)	$\rho_{д.в}$, ИПС
30	1,95	1,60
35	1,97	1,78
40	2,06	1,83
45	2,60	1,94
50	2,74	2,92
55	3,33	3,14

По данным табл. 1 был построен график зависимости удельного сопротивления от температуры для сравнения качества очистки при различных растворах.

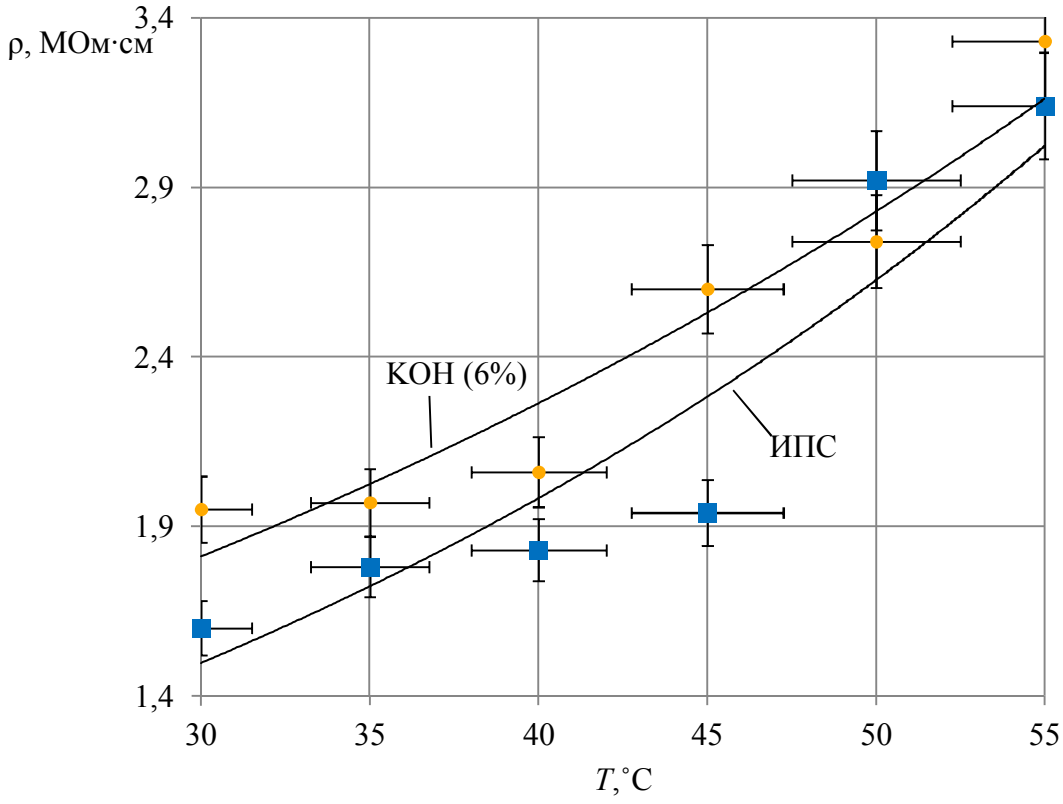


Рис. 1 – Температурная зависимость удельного сопротивления при ультразвуковой очистке

При проведении аппроксимации полученных зависимостей было выявлено, что удельное сопротивление деионизованной воды при помещении в нее обработанной подложки экспоненциально растет с увеличением температуры раствора.

В соответствии с результатами эксперимента могут быть даны следующие рекомендации. Очистку изолирующих подложек в 6%-м растворе *KOH* следует проводить при температуре раствора (40–55) ^{o}C, в ИПС – при температуре (50–55) ^{o}C, так как при этих значениях удельное сопротивление деионизованной воды с помещенной в нее подложкой близко к удельному сопротивлению чистой деионизованной воды.

Литература

1. Цветкова А.А. Жидкостная химическая очистка керамических подложек / А.А. Цветкова, С.С. Койшыманова // Электронный журнал «SCI-ARTICLE.RU». – 2017. – № 52. – 215–218 с.

2. Лучкин А.Г. Очистка поверхности подложек для нанесения покрытий вакуумно-плазменными методами / Г.С. Лучкин, А.Г. Лучкин // Вест. Казанского технологического ун-та. – 15-е изд. – Казань, 2012. – Т. 15. – С. 208–210.

3. Черкасов С.В. Деионизованная вода: очищенная, чистая и ультрачистая вода [Электронный ресурс] / С.В. Черкасов // Мировые водные технологии. – Режим доступа: http://wwtec.ru/?id=548 (дата обращения: 12.11.2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПЛЕНОК ПЕНТАОКСИДА ТАНТАЛА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОМ

В.А. Сокуренко, студент кафедры ФЭ

Научный руководитель: Ю.В. Сахаров, канд. техн. наук, доцент каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, vyacheslav.naumov.98@mail

Проект ГПО ФЭ-1303 – Технология Тонких пленок с низкой диэлектрической проницаемостью

В данной работе описаны результаты исследования электрофизических свойств тонких пленок пентаоксида тантала.

***Ключевые слова**: пентаоксид тантала, диэлектрические пленки, углерод, пористые пленки, модифицирование, переходы Мотта.*

Введение

На данном этапе развития микроэлектроники большой интерес представляет разработка новых приборов, имеющие высокую эффективность, долговеч-

ность и надежность использования. Одним из приоритетных направлений разработки таких приборов являются тонкопленочные металл-диэлектрик-металл (МДМ) структуры, с неорганическим оксидным диэлектриком, с преимущественным использованием в качестве датчиков давлении, газоанализаторов, сенсоров. Поэтому чтобы повысить эффективность использования для различных целей, необходимо глубокое понимание физических процессов в оксидных пленках, в том числе механизма протекания электропроводности.

Постановка задачи

Получить МДМ структуру состава Al–Ta_2O_5+C–Al (модифицированную углеродом), а также Al–Ta_2O_5+C–Al. Сравнить ВАХ, оценить влияние углерода на параметр электропроводности при помощи построения Мотовских переходов.

Методика приготовления образцов и постановки эксперимента

Нанесение структуры производилось на стеклянную подложку СП-7102. Электроды (Al) толщиной 100 нм, получены методом термического испарения в вакууме при давлении не ниже 10^{-6} мм. рт. ст. Рисунок электрода, в виде длинных полос шириной 1 мм, получен масочным методом. В качестве диэлектрика использовались плёнки Ta_2O_5, полученные методом магнетронного реактивного распыления в вакууме, толщиной 100 нм. Распыление проводилось в атмосфере кислорода при давлении 4–6 $\cdot 10^{-3}$ мм. рт. ст и токе разряда 200 мА. Плёнки (модификация углеродом) получены магнетронным реактивным распылением из составной мишени. Площадь графита в составной мишени занимает 30% от общей площади распыления.

Результаты эксперимента

Исследование электрических параметров тонкопленочных МДМ-структур с модификацией углеродом выявило снижение емкости на 30%. Тангенс угла диэлектрических потерь уменьшается на 50%. Причиной таких изменений, является взаимодействие углерода и кислорода во время напыления. Таким образом, можно сделать следующий вывод о том, что, введение углерода в диэлектрическую структуру приводит к появлению пористости. Причина появления такого рода дефектов состоит в сильном выделении газа со стороны диэлектрика при его нанесении, что вызвано протеканием химических реакций углерода с кислородом. В результате чего образуется газообразное соединение CO_2, которое покидает пленку диэлектрика, разрыхляя ее и формируя в ней поры (ловушки) [1].

Для подтверждения формирования пор была построена ВАХ ТОПЗ (токи, ограниченные пространственным зарядом) с целью выявления концентрации ловушек, через участки, где малому изменению напряжения соответствует значительное изменение тока.

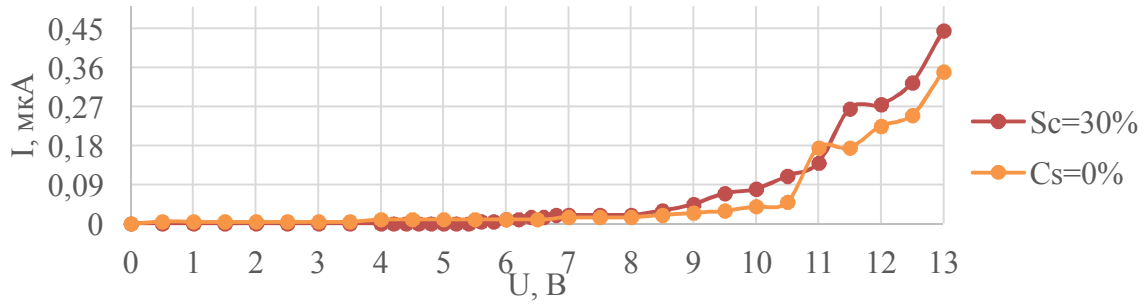


Рис. 1 – ВАХ для структуры Al–Ta_2O_5–Al с немодифицированным (Sc = 0%) и модифицированным диэлектриком (Sc = 30%)

По экспериментальным данным рисунка 1 была рассчитана концентрация ловушек в структуре диэлектрика по следующему соотношению [4]

$$N_t = \frac{U\varepsilon\varepsilon_0}{ed^2}, \quad (1)$$

где U – напряжение подаваемое на образец; ε – диэлектрическая проницаемость (Ta_2O_5=20, Ta_2O_5+C=17); ε_0 – диэлектрическая постоянная; e – элементарный заряд; d – толщина пленки пентаоксида тантала.

На зависимостях участки, где малому изменению напряжения соответствует значительное изменение тока, характеризует напряжение, при котором происходит заполнение электронами ловушек (пор), откуда можно вычислить их концентрацию. По рис. 1 видно, что данными точками являются значения 10,5 и 11 В.

Результат вычисления – структура, немодифицированная углеродом $N_t = 1{,}03 \cdot 10^{24}\,\text{см}^{-3}$, а структура модифицированная углеродом содержит на 12 % большую концентрацию ловушек $N_t = 1{,}16 \cdot 10^{24}\,\text{см}^{-3}$ [2]. Что является подтверждением пористости структуры, которая оказывает снижение электропроводности материала пентаоксида тантала, модифицированного углеродом. Происходит захват ловушками электронов.

Так же в структурах с углеродной модификацией отмечаются участки с постоянным током, что свидетельствует о захвате электронов в области диэлектрика ловушками. Электроны, захваченные на ловушки, создают объемный заряд, но не участвуют в переносе тока через диэлектрик. Рост напряжения обусловливает увеличение инжекции с электродов, что приводит к полному заполнению ловушек и ступенчатому возрастанию тока. При наличии распределения ловушек по энергии протекание тока происходит посредством перехода электронов между ловушками – прыжковой проводимости [3]. Но возможны вариации данной проводимости. Для описания механизма проводимости был построен график в координатах Мотта при $n = 1 – 7$ (рис. 2) [5]. Показатель R характеризует достоверность аппроксимации экспериментальных данных. Изменение угла наклона характеризует фазовые переходы структуры МДМ.

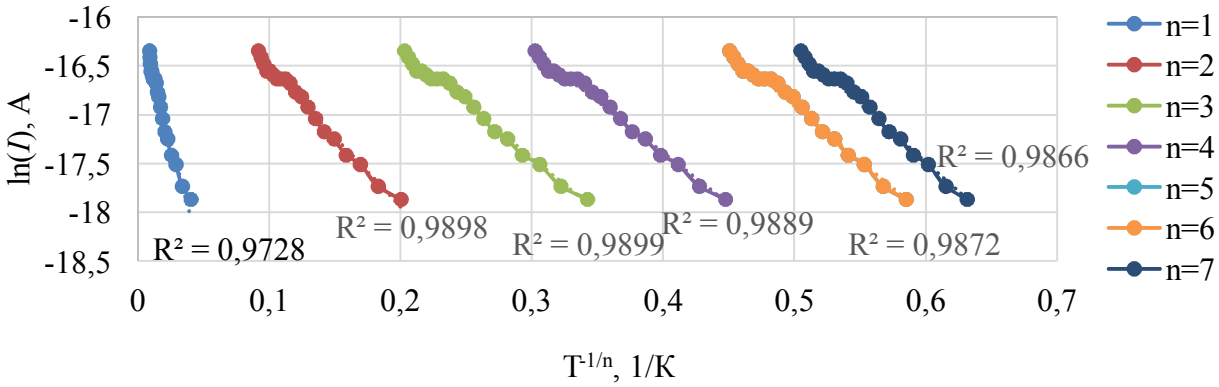


Рис. 2 – Температурная зависимость тока для структуры Al–Ta_2O_5–Al с модифицированным диэлектриком (Sc =30%)

Заключение

Из ВАХ ТОПЗ модифицированная углеродом структура содержит на 12 % больше концентрацию ловушек, что говорит о введение в структуру углерода дефектов (пор) в процессе формирования пленки.

По построенным Мотовским переходам зависимость наиболее спрямляется при $n = 3$. Результаты показывают о механизме прыжковой проводимости по донорным состояниям, что объясняет снижение тангенса угла диэлектрических потерь, а, следовательно, и электропроводность [4].

Литература

1. Сахаров Ю.В. Исследование пористых пленок диоксида кремния / Ю.В. Сахаров, П.Е. Троян // Доклады ТУСУР. – 2011, декабрь. – №2 (24). – С. 77–80.

2. Физика тонких пленок / под ред. Сандомирского. – М.: Мир, 1978. – Т. 8. – 360 с.

3. Сахаров Ю.В. Структура и свойства пористых оксидных пленок, модифицированных углеродом: дис. ... д-ра техн. наук. – Томск, 2018. – 304 с.

5. Корзо В.Ф. Диэлектрические пленки в микроэлектронике / В.Ф. Корзо, В.Н. Черняев. – М.: Энергия, 1977. – 368 с.

ИЗМЕРЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОНКИХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ SiO_2 МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭЛЛИПСОМЕТРИИ

Е.Д. Юнусова, М.И. Полосухина, студенты каф. ФЭ

Научный руководитель: С.В. Смирнов, д-р техн. наук, профессор, каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, yunusovak8@gmail.com, masha.polosukhina@mail.ru

Проект ГПО ФЭ-1203 – Спектральные методы анализа тонких диэлектрических плёнок

В данной работе проведено исследование свойств тонких плёнок диоксида кремния при разных углах падения света методом спектральной эллипсометрии. В результате получены значения толщин тонких плёнок и показателей преломления.
Ключевые слова: *кремний; поглощение; отражение; эллипсометрия; оптические свойства.*

Актуальность данной темы заключается в том, что использование тонких диэлектрических плёнок в качестве изоляционных слоёв в микро- и наноэлектронике является основополагающей причиной изучения новых способов получения тонкоплёночных структур. Таковым является исследуемый в данной работе диоксид кремния. Метод спектральной эллипсометрии применим для контроля толщины напыляемой пленки, т.к. именно они позволяют определить основные оптические характеристики отдельных слоев. Для тонких пленок толщиной 10–1000 нм она позволяет одновременно определять толщину и показатель преломления [1].

В работе была исследована пленка диоксида кремния толщиной 50-100 нм, нанесенная на подложку из монокристаллического кремния. С помощью спектрального эллипсометрического комплекса «Эллипс 1891 САГ» были измерены значения углов ψ (амплитуда) и Δ (фазовый сдвиг) n (показатель преломления подложки) и k (показатель поглощения подложки) при разных длинах волн и углах падения луча [2]. На представленном ниже рис. 1 показано то, как изменялись данные параметры от угла падения луча.

В табл. 1 представлены рассчитанные значения толщин плёнок и показателей преломления при разных углах падения и длины волны излучения равной 632,8 нм.

Из табл. 1 видно, что с уменьшение угла падения луча показатель n увеличивается, в то время как показатель k уменьшается, что позволяет сделать вывод о том, что подложка и как следствие нанесенная пленка имею шероховатую структуру, чем и обусловлены изменения толщины пленки и ее показателя преломления. Кроме того, можно наблюдать зависимость углов ψ и Δ от угла паде-

ния, чем он выше, тем меньше значение амплитуды и больше значение фазового сдвига.

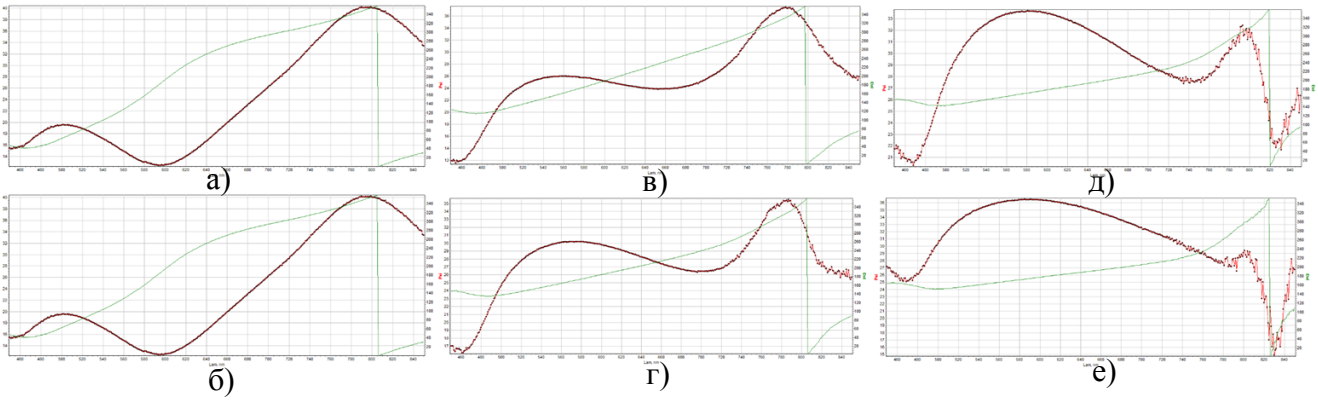


Рис. 1 – Полученные измерения в диапазоне длин волн 450–850 нм при угле падения: а) 70º, б) 65º, в) 60º, г) 55º, д) 50º, е) 45º

Таблица 1 – Рассчитанные значения толщин плёнок и показателей преломления при разных углах падения света

Угол падения	ψ	Δ	*n*	*k*	Толщина плёнки, нм	Показатель преломления плёнки
70º	15,63	242,8	2,4	1,6	95,4	2,2
65º	21,58	236,1	2,9	1,48	97,7	2,1
60º	24,11	215,3	3,5	1,3	81,9	2,3
55º	28,62	201,6	3,74	1,26	74,9	2,4
50º	31,06	191,7	3,86	1,18	72,5	2,3
45º	35,84	186,2	4,3	0,6	75,6	2,3

В ходе данных измерений были получены результаты показателей преломления и толщины тонких плёнок методом спектральной эллипсометрии. При измерении параметров при различных углах падения света можно видеть, что параметры колеблются в небольших диапазонах. Это может говорить о том, что плёнка напылена качественно.

Литература

1. Эллипсометрический контроль тонких диэлектрических пленок SiO_2 и Ta_2O_5 при изготовлении прецизионных лазерных зеркал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nuclphys.sinp.msu.ru/school/s10/10_29.pdf;

2. Спектральный эллипсометрический комплекс «Эллипс-1891 САГ» : Техническое описание и инструкция по эксплуатации, 2007. – 44 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОМ

К.Т. Ашурова, студент; А.В. Харкавый, студент кафедры ФЭ

Научный руководитель: Ю.В. Сахаров, канд. техн. наук, доцент каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, neitsmarr@gmail.com

Проект ГПО ФЭ-1303 – Технология тонких пленок с низкой диэлектрической проницаемостью

В данной работе описаны результаты исследования электрофизических свойств тонких пленок диоксида титана, модифицированных углеродом. Показаны преимущества использования метода модификации в процессе осаждения в сравнении с классическими методами. Проведен сравнительный статистический анализ полученных структур. Даны оценки качественным и количественным изменениям, протекающим в пленках при введении в систему углерода.

Ключевые слова: *диоксид титана, углерод, пористые пленки, модифицированные пленки, порометрия, изоляция.*

Введение

Постоянно ускоряющиеся темпы усложнения и миниатюризации электронной компонентной базы заставляют вести постоянный поиск новых, ранее не исследованных, перспективных материалов с целью их дальнейшего применения при создании устройств микро- и наноэлектроники. Одними из таких материалов являются пористые оксидные изоляторы (диэлектрики) в тонкопленочном исполнении. Применение пористых изоляторов в микроэлектронных устройствах представляется весьма перспективным в связи с возможностями изменения их электрофизических свойств в широких пределах. В отличие от применяемых на данный момент методов получения пористых оксидных неорганических изоляторов (золь-гель, темплатный синтез, анодирование) модифицирование пленок в процессе магнетронного распыления и последующего осаждения позволяет совместить данный процесс с типовыми технологическими процессами изготовления микроэлектронных устройств. А отсутствие необходимости применения агрессивных химических реактивов, а также отсутствие прямого влияния высоких напряжений и температур делает данный метод более приемлемым [1].

Целью настоящей работы является получение пленок пористого диоксида титана путем реактивного магнетронного распыления составной титаново-углеродной мишени.

Подготовка образцов

В процессе проведения эксперимента были получены структуры металл-диэлектрик-металл (МДМ), в которых в роли диэлектрика выступал диоксид титана различной степени модификации углеродом. Материалом металлических обкладок является термически нанесенный алюминий. Толщина проводящего слоя составила 150 нм. Диэлектрический слой диоксида титана (TiO_2) был получен методом магнетронного распыления мишени из титана в среде кислорода (рабочее давление $(4–6)\cdot10^{-3}$ мм. рт. ст, ток разряда 250 мА, напряжение разряда 400 В). Пленка модифицированного углеродом диоксида титана (TiO_2M) была получена распылением составной мишени титан-углерод (Ti+C) с различным соотношением площадей в среде кислорода при тех же условиях.

Результаты исследования

Для наглядного представления результатов был введен параметр Sc, представляющий собой процент рабочей площади мишени, занимаемый углеродом. Результаты проведенного статистического анализа полученных структур приведены в табл. 1.

Из данных, представленных в табл. 1 видно, что при $S_c = 20\%$ среднее значение емкости уменьшилось на 20% в сравнении с немодифицированной пленкой. При дальнейшем увеличении площади, занимаемой углеродом, значительного уменьшения емкости выявлено не было. Уменьшение емкости возможно связано с присутствуем в модифицированных пленках газовой фазы, имеющей низкую диэлектрическую проницаемость. Следовательно, полученные пленки диоксида титана имеют пористую структуру аналогично пленкам пористого диоксида кремния [1, 2, 3].

Также эксперимент показал, что среднее значение тангенса угла диэлектрических потерь уменьшается на 26%, что является подтверждением пористости структуры полученных пленок. Уменьшение потерь в модифицированной пленке может быть обусловлено как захватом носителей заряда ловушками на границе пор, так и с увеличением пути протекания тока [2].

Установлено, что модифицирование пленки TiO_2 углеродом привело к стабилизации ее электрических параметров. При Sc = 20%, разброс по емкости уменьшился на 12%, тогда как разброс по тангенсу снизился на 23%. При Sc = 60% разброс как по емкости, так и по тангенсу уменьшился в 2 раза относительно немодифицированнной пленки.

Следующие из табл. 1 расхождения дисперсии выборки и генеральной дисперсии не превышают 5%, что позволяет убедиться в релевантности полученных данных и воспроизводимости структур.

Методом емкостной порометрии [4] была определена пористость полученных структур. Рассчитанные значения объемной доли пор представлены на рис. 1.

Таблица 1 – Результаты статистического анализа измерений емкости и тангенса угла диэлектрических потерь структуры Al-(Ti+C)-Al

Статистические параметры		S_c = 0%	S_c = 20%	S_c = 40%	S_c = 60%
Емкость	Среднее, нФ	6,82	5,47	5,10	4,98
	Стандартная ошибка, нФ	0,0997	0,0509	0,0519	0,049
	Стандартное отклонение, нФ	0,712	0,624	0,614	0,392
	Медиана, нФ	6,72	5,36	5,05	5,01
	Мода, нФ	6,5	5,96	4,77	4,9
	Дисперсия выборки, $нФ^2$	0,507	0,389	0,377	0,154
	Генеральная дисперсия, $нФ^2$	0,50	0,384	0,372	0,152
	Минимум, нФ	5,46	4,74	3,69	4,67
	Количество образцов, шт	81	81	81	81
tgδ	Среднее	0,0677	0,05	0,04	0,04
	Стандартная ошибка	0,00245	0,00153	0,00125	0,000956
	Стандартное отклонение	0,0173	0,0134	0,0101	0,00823
	Медиана	0,0705	0,049	0,039	0,034
	Мода	0,072	0,044	0,034	0,029
	Дисперсия выборки	$3 \cdot 10^{-4}$	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}03 \cdot 10^{-4}$	$6{,}77 \cdot 10^{-5}$
	Генеральная дисперсия	$2{,}96 \cdot 10^{-4}$	$1{,}77 \cdot 10^{-4}$	$1{,}02 \cdot 10^{-4}$	$6{,}69 \cdot 10^{-5}$
	Минимум	0,042	0,034	0,032	0,025
	Количество образцов	81	81	81	81

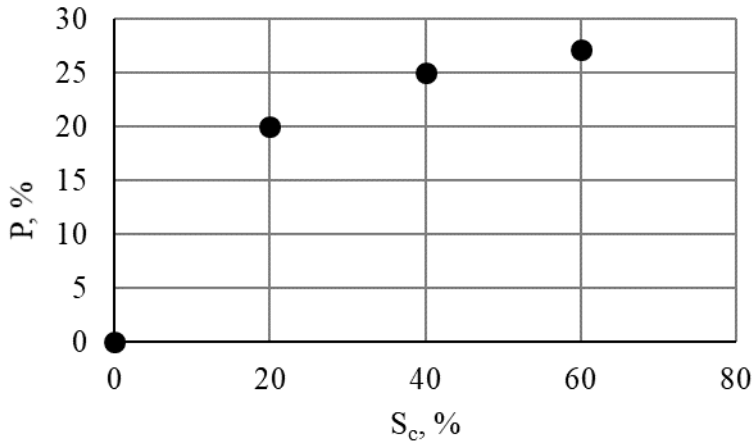


Рис. 1 – Зависимость пористости структур от площади мишени, занимаемой углеродом

Из рис. 1 видно, что пористость структуры резко возрастает при введении в пленку углерода, однако при дальнейшем увеличении параметра S_c пористость структуры изменяется незначительно.

Заключение

Из представленных данных видно, что в случае с пленками диоксида титана модификация вызывает изменения аналогичные пленкам диоксида кремния. Модифицирование позволяет получать пленки с меньшими значениями тангенса угла диэлектрических потерь, однако при этом происходит незначительное снижение эффективной диэлектрической проницаемости пленки.

Стабилизация электрических параметров модифицированных пленок может быть связана с улучшением равномерности пленки в пределах подложки обусловленным переходом ее структуры от сплошной к пористой.

Литература

1. Сахаров Ю.В. Структура и свойства пористых оксидных пленок, модифицированных углеродом: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Томск, 2018. – 40 с.

2. Ашурова К.Т., Харкавый А.В. Исследование пленок диоксида кремния модифицированных углеродом // Материалы докладов междунар. науч.-практ. конф. «Вопросы современных научных исследований», 2018 г. – Омск: Орка. – 2018. – Ч. 1. – С. 467–469.

3. Shamiryan D. Low-k dielectric materials / D. Shamiryan, T. Abell, F. Iacopi, K. Maex // Journal Materialstoday. – 2004. – Vol. 7. – P. 34–39.

4. Тутов Е.А. Адсорбционно-емкостная порометрия / Е.А. Тутов, А.Ю. Андрюков, Е.Н. Бормонтов // Физика и техника полупроводников. – 2001. – Т. 35. – С. 850–853.

Секция 6. РАДИОТЕХНИКА, СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И КОНТРОЛЯ

ОБЗОР МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВАРОЧНЫХ ШВОВ

А.В. Емельянова, А.Е. Новиков, студенты каф. УИ

Научный руководитель: А.А. Солдатов, доцент кафедры УИ
г.Томск, ТУСУР, Nastya_25.06.1998@mail.ru, AleksanrNVHYPERLINK "mailto:AleksanrNV@yandex.ru"@HYPERLINK "mailto:AleksanrNV@yandex.ru"yandexHYPERLINK "mailto:AleksanrNV@yandex.ru".HYPERLINK "mailto:AleksanrNV@yandex.ru"ru

Проект ГПО УИ -1903 – Система технического зрения мобильного робота

В связи с увеличением объемов добычи нефти в северных районах расширяется строительство трубопроводов. Чрезвычайно актуальной задачей становится снижение количества брака сварных соединений и, соответственно, сокращение объемов ремонта при одновременном повышении надежности трубопроводов, работающих в сложных климатических условиях. Решить данный вопрос не представляется возможным без проведения оперативного неразрушающего контроля, который может обеспечить система автоматизированного ультразвукового контроля. Идея автоматизировать ультразвуковой контроль сварных стыковых соединений трубопроводов во время их строительства всегда привлекала как строителей трубопроводных систем, так и разработчиков оборудования для неразрушающего контроля.
Ключевые слова: *система автоматизированного ультразвукового контроля, техническое зрение, машинное зрение.*

Актуальность данной работы к внедрению систем автоматизированного ультразвукового контроля в России, является уменьшение брака сварных соединений и, соответственно, снижение объемов ремонта при одновременном повышении надежности трубопроводов, работающих в сложных природно-климатических условиях, поскольку они обеспечивают как оперативность контроля, так и высокую чувствительности к дефектам типа несплавления по кромке, свойственным современным автоматизированным сварочным комплексам. Возможность осуществлять контроль сразу после падения температуры сварного соединения ниже максимально допустимой для проведения автоматизированного ультразвукового контроля, который позволит проводить оперативную коррекцию технологии сварки, устраняя причины появления систематических дефектов. Таким образом, как показывает опыт применения систем

автоматизированного ультразвукового контроля в рамках ряда зарубежных проектов, количество систематических дефектов снижается в несколько раз [1].

Ультразвуковой метод неразрушающего контроля сварных соединений, применяемый на робототехническом комплексе, для автоматизации процесса контроля, необходимо робототехнический комплекс заставить перемещаться вдоль сварного шва. На сегодня день робототехнические комплексы неразрушающего контроля сварных швов, управляются в ручном режиме, для того чтобы автоматизировать этот процесс необходимо применение технического зрения.

Техническое зрение – это специальное сенсорное устройство, с помощью которого можно обеспечить получение качественных изображений, их последующую обработку и преобразование. Стоит отметить, что техническое зрение имеет огромную информативную емкость и на более чем 80% влияет на уровень информативности полученных данных [2]. На сегодняшний день системы визуального контроля широко востребованы в разных областях науки, промышленности и техники. В частности, они используются для получения данных о местонахождении, контроля состояния объектов, распознавания любых объектов разных форм.

В техническом зрении используются методы:

1. Подавление шумов, помех аппаратно достигается использованием фильтров и оформлением подсветки таким образом, чтобы более четко выявить край изображения и избежать «бликов» – паразитных переотражений. Программно подавление шумов осуществляется установлением порогового уровня параметров излучения.

2. Сжатие данных, геометрическое и временное необходимо для увеличения быстродействия. Различают аппаратное и программное сжатия.

3. Распознавание изображений, которое предусматривает:

• описание изображения определенным набором чисел, цепочкой символов или граф;

• преобразование изображения;

• нормализацию – отнесение к определенному классу.

4. Описание изображений: чем качественнее изображение (больше дискретов), тем больший объем памяти занимает его описание. Таким образом, дискретизация состоит из:

– выборки – выбор некоторого множества точек-пикселов на поле наблюдения;

– квантования – характеристики пиксела конечным числом символов.

– К аппаратным методам относятся использование:

– дорогих быстродействующих процессоров;

– многопроцессорных ВУ с параллельной обработкой сигнала;

– датчиков с малым числом дискретов передаваемого изображения.

– К программным методам сжатия данных (2-го этап) относятся следующие приемы преобразования описания:

– уменьшение числа дискретов с помощью локальных операций;

– сегментация изображения;

– метод «масок» (выделение характерных точек эталонных фигур);

– вычисление параметров изображения.

5. Преобразование описания изображения производится с помощью локальных операций. Локальное окно заменяет пиксел в описании изображения, уменьшая его объем.

Сегментация является одним из основных элементов работы автоматизированной системы технического зрения, так как именно на этой стадии обработки объекты выделяются из сцены для дальнейшего распознавания и анализа.

При сегментации возможны преобразования изображений:

– оконтуривание (выделение из массива информации контуров);

– стирание контура, позволяет отделить изображения соприкасающихся объектов известной геометрии, например, движущихся на конвейере, и пересчитать их;

– удаление изолированных одинарных и двойных точек;

– масштабирование: сжатие, расширение;

– выравнивание краев.

6. Нормализация изображений подразумевает разделение образов на классы при сравнении с эталоном по характерным признакам.

7. Распознавание произвольно расположенного объекта.

8. Метод «масок» для определения положения детали предполагает определенное сочетание показаний датчиков-пикселей (или локальных окон) и может использоваться и для фотоэлектрической матрицы или планшетного устройства [3].

Применение технического зрения позволит определять линию сварного соединения трубопроводов, и автоматизировать процесс ультразвукового сканирования сварного соединения на наличие дефектов сварки.

Литература

1. Гейта А.В., Михайлова И.И., Зорина Е.Е. Применение систем автоматизированного ультразвукового контроля для оценки качества кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов: научная статья. – М.: ООО «НИИ Транснефть», 2016. – 9 с.

2. Система технического зрения: особенности, задачи, принципы работы, основные компоненты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fb.ru/

article/410618/sistema-tehnicheskogo-zreniya-osobennosti-zadachi-printsipyi-rabotyi-osnovnyie-komponentyi (дата обращения: 28.10.2019).

3. Особенности и преимущества системы технического зрения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.techtrends.ru/techdept/techarticles/sistemy_tehnicheskogo_zreniya.php (дата обращения: 30.10.2019).

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ АВИАКАТАСТРОФ В 2016–2019 гг.

А.Р. Габдрахманова, студент каф. безопасности производства и промышленной экологии

Научный руководитель: Э.С. Насырова, канд. техн. наук, ст. преподаватель каф. пожарной безопасности
г. Уфа, ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный технический университет

В статье разобраны отдельные случаи авиационных происшествий, определены какие факторы повлияли на эти события, и в каких направлениях необходимо вести работу для их предупреждения и минимизации возможных последствий
Ключевые слова: *авиакатастрофа, авария, столкновение, безопасность.*

С момента зарождения человечества люди, часто смотрели вверх, мечтали летать как птицы. Предпринято множество попыток летать, и как итог накопленного опыта, проб и ошибок, в 1903 году братьями Райт построен первый самолёт «Wright Flyer». С этого времени люди начали использовать аэропланы (самолёты), как в военных, так и в гражданских целях. В гражданской отрасли воздушные суда нашли широкое применение в перевозки грузов, пассажиров и разного вида авиа работ (лесоохрана, сельхоз работы, поисково-спасательные работы и т.д.). Одной из важнейших проблем при этом, обозначилась проблема, связанная с безопасностью полётов [1,2]. Согласно международной организации гражданской авиации (ИКАО) безопасность полётов – это состояние авиационной системы или организации, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, относящейся к эксплуатации воздушных судов или непосредственно обеспечивающей такую эксплуатацию, снижены до приемлемого. Каждый день в небо взлетает 10000 авиалайнеров перевозя в год 4,5 млрд. людей. Из них за 100 лет погибло около 150000 людей. Например, по данным интернет–ресурса Flightradar24.ru 11.11.2019 в небе находилось 29223 самолетов. Конечно же, лидерство находится в прямой зависимости от объёма перевозок в каждой стране. Лидеры авиакатастроф в мире по статистике: США, Россия, Канада.

В работе рассмотрены примеры авиакатастроф:

Катастрофа Ту-154Б-1 Толмачёвского ОАО в а/п Омск 11 октября 1984 г.
Рейс: 352 по маршруту Краснодар – Омск – Новосибирск.

Схема развития аварии приведена на рис. 1.

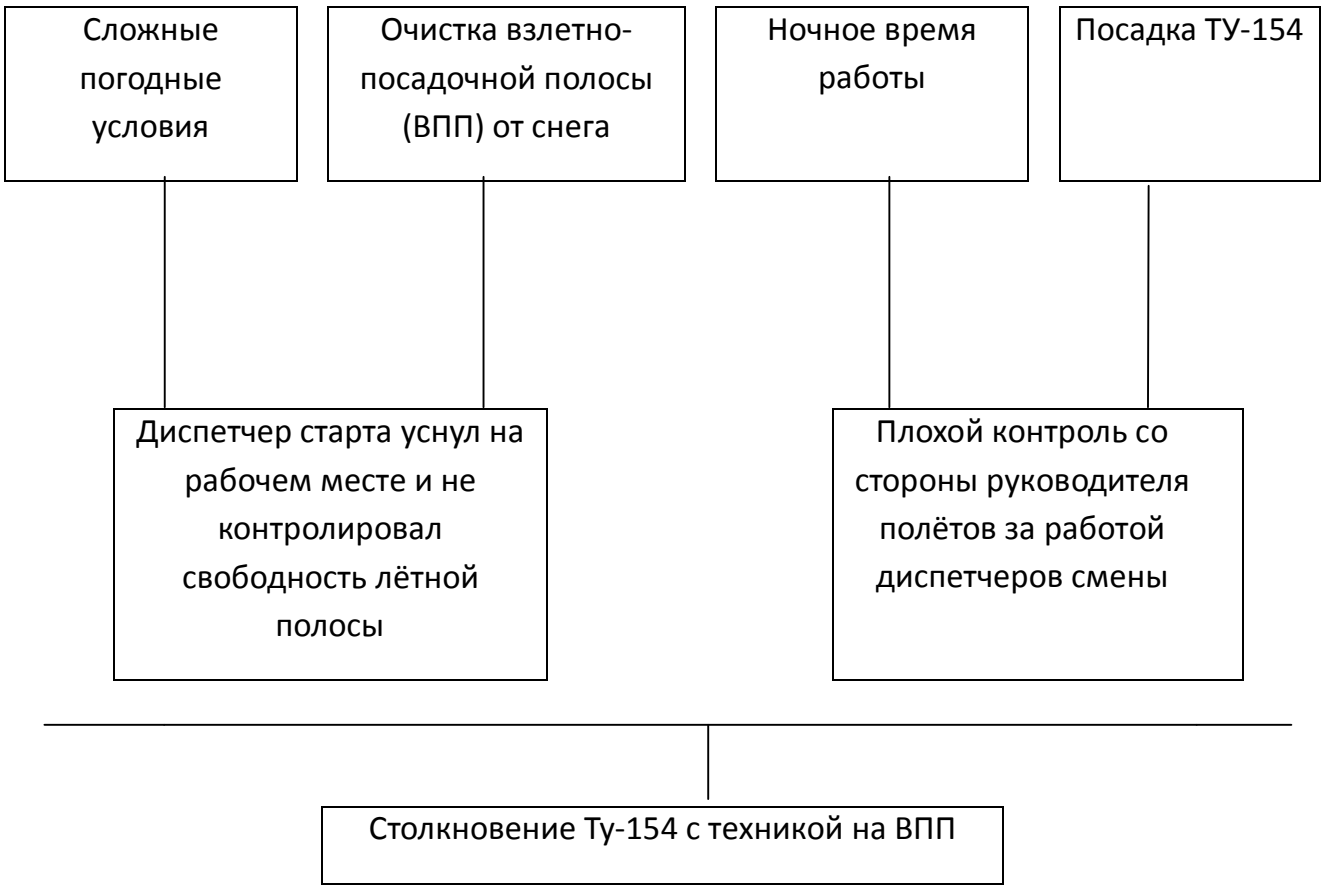


Рис. 1 – Схема развития аварии рейса 352

Подобных случаев, с 1984 года зафиксировано не один десяток.

21.10.2014 г. в аэропорту Внуково произошло столкновение на ВПП самолёта Dassault Falcon 50 EX со снегоуборочной машиной. Схема развития аварии аналогично выше рассмотренной. Причины аварии:

– не выполнение персоналом своих должностных инструкций;

– не соблюдение технологии и фразеологии радиообмена;

– плохая организация труда;

– отсутствие контроля со стороны руководителей;

– необученность персонала.

Все это можно объединить в один фактор – человеческий.

Следующий пример связан с отказом техники.

05.05.2019 г. произошла авария в аэропорту Шереметьево, самолёт RRJ-95 (Superjet) (рис. 2).

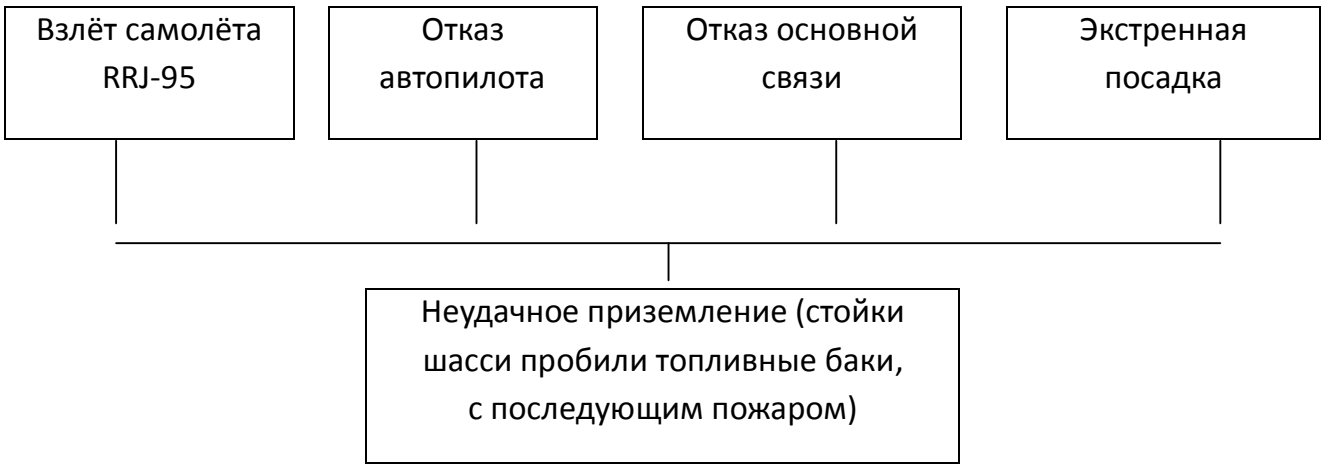


Рис. 2 – Схема развития аварии 05.05.2019 г. в аэропорту Шереметьево

Причины данной аварии можно объединить в один фактор – технический.

Однако всё могло закончиться благополучно, но возник другой фактор – человеческий. Технический и человеческий фактор во всех случаях взаимосвязаны и зависят от качества работы всей авиационной системы. Поэтому их чаще объединяют в системный фактор.

Следующие событие произошло 15.08.2019 г. Из аэропорта Жуковский вылетал А-321-211(Airbus) «Уральские авиалинии» рейс Москва – Симферополь. Последовательность развития событий:

1) Взлет самолёта А-321-211(Airbus).

2) Столкновение со стаей птиц.

3) Выход из строя поочерёдно двух двигателей.

4) Вынужденная посадка на кукурузном поле.

Данное событие вызвано природным фактором, влияющим на безопасность полётов. На первую половину 2019 г. в гражданской авиации России зафиксировано 873 случая столкновения с птицами. В 190 случаях получены повреждения воздушного судна. В 2018 году за этот же период было 685 случая. Количество аварий за 2016–2019 гг. приведено на рис. 3.

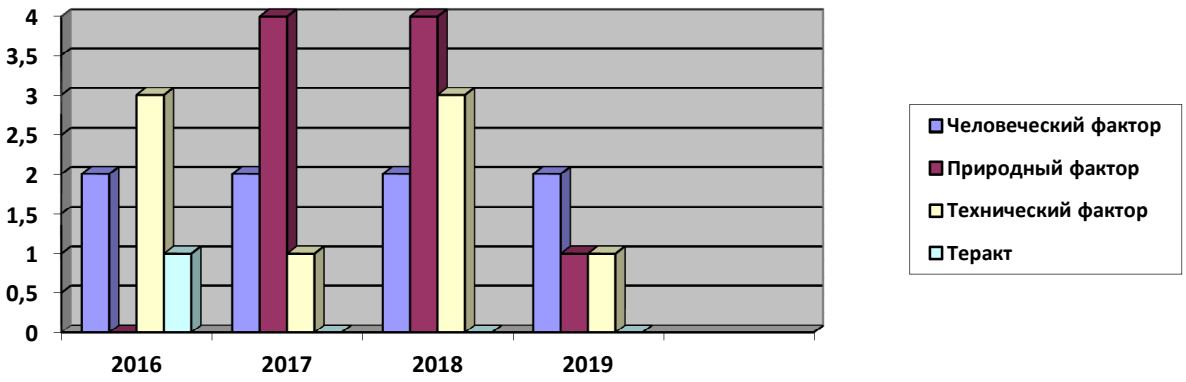


Рис. 3 – Количество аварий за 2016-2019гг.

Как видно из рисунка 3, динамика авиакатастроф в разрезе влияющих факторов (период 2016 по сентябрь 2019 г.) человеческий фактор не имеет наибольшего и наименьшего значения, т.е. стабильный. По природному фактору: наибольшее количество отмечено в 2017–2018 гг., наименьшее в 2016 и 2019 г. Технический фактор: наибольшее – 2016 и 2018 гг., наименьшее в 2017 и 2019 гг. Отдельной причиной выделен теракт, наибольшее – 2016 г., в остальных годах отсутствует. Пиком в данной диаграмме является 2018 год с наибольшим количеством авиакатастроф. В ходе выполнения данной работы детально рассмотрены несколько авиакатастроф. Проанализирована статистика авиакатастроф с 2016 по сентябрь 2019 г. Полученные результаты указывают на то, что основной причиной происшествий на авиатранспорте является природный фактор, который отнесен к внесистемным и трудно прогнозируемым. Если опасные метеоявления для полётов авиации возможно спрогнозировать с определенной долей вероятности, то поведение птиц невозможно. В настоящий момент предпринимаются всевозможные варианты исключающие полёты птиц вблизи аэродромов. Человеческий фактор также основной. Минимизирование человеческого фактора – замена функций человека робототехникой. Безопасность полётов требует большого внимания, изучения и вложения финансовых и человеческих ресурсов. И только в этом случае мы можем иметь необходимый результат обеспечивающий безопасность для всех пользователей гражданской авиацией.

Литература

1. Елизарьев А.Н., Вдовина И.В., Планида Ю.М., Хаертдинова Э.С., Ахтямов Р.Г. Применение сетевых моделей при планировании аварийно-спасательных и других неотложных работ // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2012. – № 2. – С. 29–34.

2. Ахтямов Р.Г., Матвеева В.И., Гапонов В.М., Бахтияров А.М., Елизарьев А.Н. Оценка пожарной опасности авиакатастроф на основе статистического анализа аварийности // Августин Бетанкур: от традиций к будущему инженерного образования: материалы междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 13–16.

ФОРМИРУЮЩИЙ УСИЛИТЕЛЬ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО КАНАЛА РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ

А.А. Глушак, магистрант кафедры ЭФУиУ НГТУ

Научный руководитель: В.В. Жуланов, канд. техн. наук, заведующий сектором 3-12 ИЯФ СО РАН
г. Новосибирск, НГТУ, nastya.glushak.97@mail.ru

В данной работе приведены обоснования схемотехнического решения, принципиальная схема формирующего усилителя, результаты моделирования сигналов спектрометрического канала регистрации электромагнитного калориметра на кристаллах йодистого цезия (CsI).
Ключевые слова: *формирующий усилитель, каскады интегрирования и дифференцирования, симметричная форма сигнала, шумовая характеристика.*

В Институте ядерной физики (ИЯФ СО РАН) разрабатывается ускорительно-накопительный комплекс большой светимости Супер С-tau фабрика. Высокая светимость установки накладывает жесткие требования к детектору, одной из подсистем которого является электромагнитный калориметр. Для регистрации энергии частиц в калориметре используются сцинтилляционные счетчики на основе кристаллов чистого йодистого цезия (CsI) с временем высвечивания 30 нс.

Целью данной работы является разработка формирующего усилителя модуля сбора данных электромагнитного калориметра. Для достижения поставленной цели ставились задачи разработки принципиальной схемы формирующего усилителя, моделирования сигналов спектрометрического канала регистрации и расчет выходных шумов усилителя.

На рис. 1 представлена форма дифференциального сигнала от зарядочувствительного усилителя (ЗЧУ). Максимальная амплитуда входного сигнала 4 В, которая соответствует 5 ГэВ, а минимальная ограничена уровнем шума 300 кэВ (240 мВ). Передний фронт сигнала определяется временем высвечивания 30 нс.

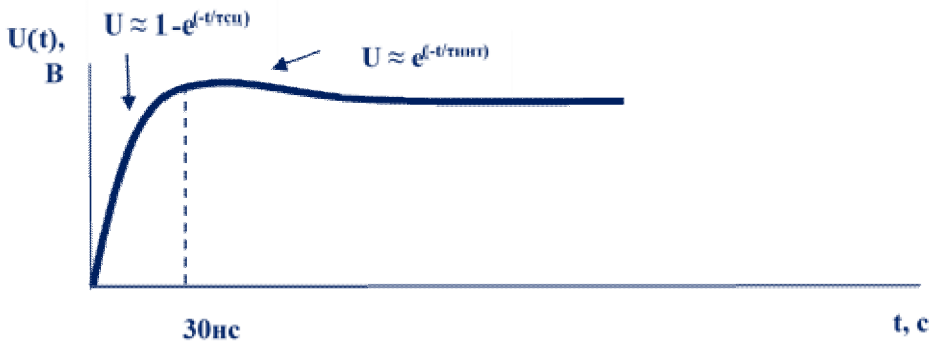


Рис. 1 − Выходной сигнал зарядочувствительного усилителя

Форма шума, поступающего с предусилителя, имеет вид близкий к гауссовскому распределению, что говорит об отсутствии наводок. По шумовым характеристикам усилитель считается хорошим, если уровень его собственных шумов много меньше, чем уровень шумов в системе предусилитель-формирующий усилитель.

Согласно требованиям к электронике калориметра, приведенным в источнике [1], на выходе усилителя необходимо получить симметричный сигнал длительностью τ=120 нс. Сигналы и шумы с формирующего усилителя оцифровываются с помощью АЦП с ценой канала 50 кэВ. Шаг оцифровки выбран таким для контроля вида спектра шума, а также при необходимости дает возможность вычислить среднее положение сигнала точнее, чем ширина канала.

Для оцифровки сформированных в усилителе сигналов с высокой точностью и обеспечения динамического диапазона необходимо использовать 18-разрядный АЦП с частотой не менее 100 МГц. На рынке микросхемы с заданной разрядностью и частотой отсутствуют, поэтому в схеме используются два 14-разрадных АЦП с частотой 105 МГц с разными коэффициентами усиления.

Блок-схема формирующего усилителя представлена на рис. 2. Усилитель содержит каскад дифференцирования и 4 каскада интегрирования со временем 30 нс каждый для формирования сигнала симметричной формы.

Рис. 2 − Блок-схема формирующего усилителя

Согласно представленной блок-схеме и техническому заданию была разработана принципиальная схема формирующего усилителя (рис. 3). Её можно разбить на 6 функциональных узлов.

Узел 1 – приемник-преобразователь дифференциального сигнала в однофазный отрицательной полярности. Узел 2 − инвертирующий усилитель, служащий для дополнительного усиления и расширение динамического диапазона. На узлах 3 и 4 реализована формирующая часть устройства. Она состоит из дифференцирующей RC-цепи, задающей постоянное время дифференцирования 30 нс, и двух активных фильтров второго порядка. В узле 5 однофазные

сигналы с выхода фильтра согласуются с дифференциальным входом АЦП. Узел 6 задает необходимое для работы АЦП смещение уровней.

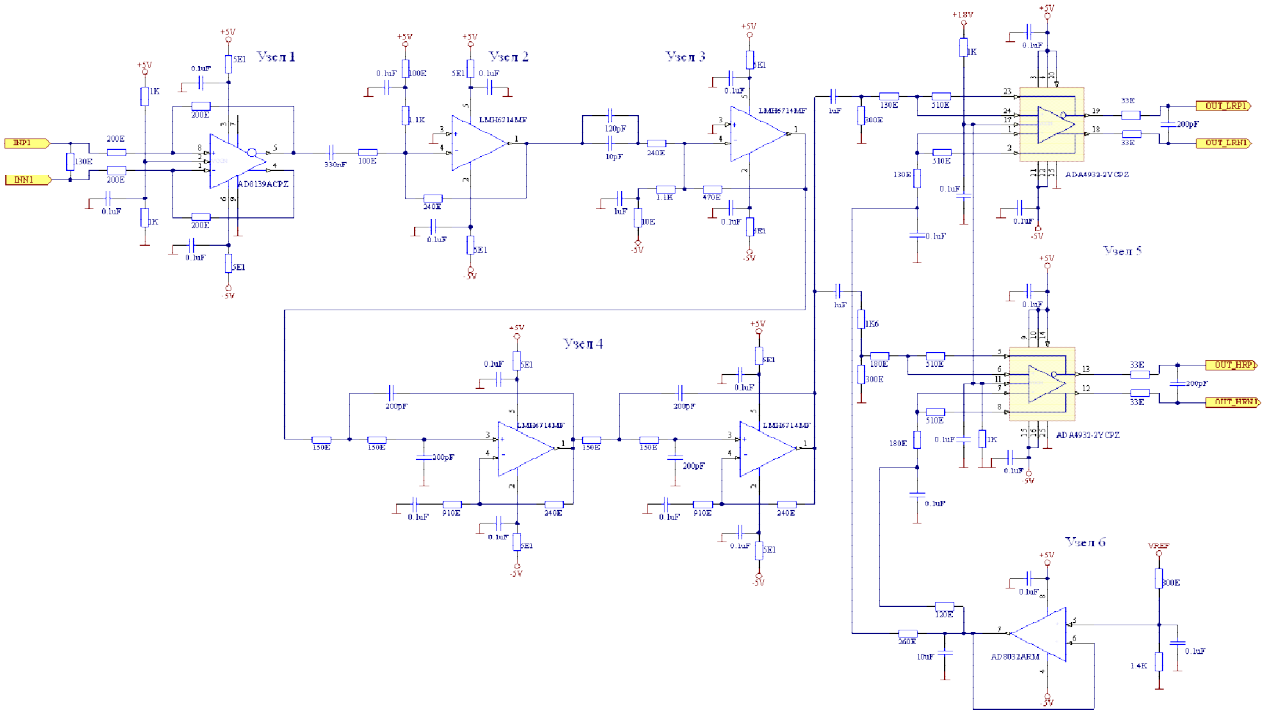


Рис. 3 − Принципиальная схема формирующего усилителя

В ходе работы был произведен расчет основных характеристик узлов схемы, которые приведены в работе [1]. Также были промоделированы сигналы узлов формирующего усилителя. На рис. 4 представлены выходных сигналы драйвера с наибольшим коэффициентом усиления.

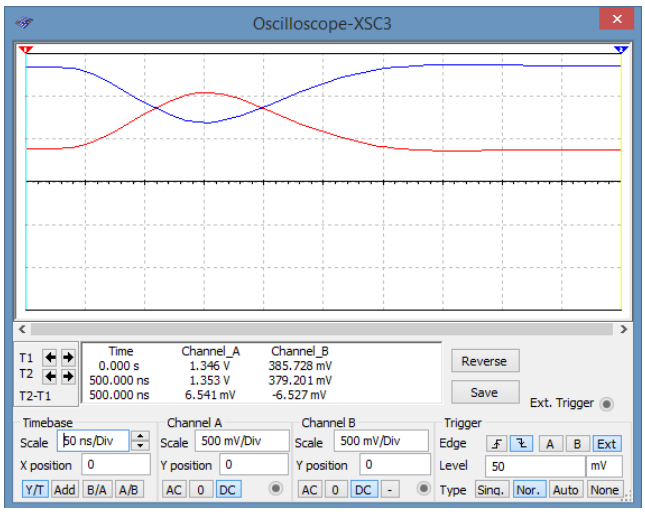


Рис. 4 − Выходные сигналы драйвера
с наибольшим коэффициентом усиления

После расчета основных параметров усилителей и моделирования сигналов, необходимо было проверить выходной шум усилителя. Он должен быть

меньше минимальной амплитуды сигнала. Шум каждого каскада складывается из входного шума и собственного шума (шум напряжения и шум тока). Про шумы ЗЧУ точно сказать нельзя, так как задан уровень шумов системы предусилитель-другой усилитель. Но можно рассчитать мощность собственных шумов усилителя по формуле:

$$U^2_{\text{ш каскада}} = U^2_{\text{ш}i} + U^2_{\text{шум пред.каскада}} {K_{\text{сиг}}}^2$$

После узла 4 сигнал и шум будут одинаково усиливаться, следовательно в этой точке можно сравнить сигнал и шум. Из результатов моделирования при подаче на вход максимальной амплитуды сигналов было получено, что шумы в три раза меньше минимальной амплитуды сигнала в этой точке.

Таким образом, в ходе работы была разработана принципиальная схема формирующего усилителя, рассчитаны его основные характеристики и шумы, а также промоделированы сигналы электроники канала регистрации.

Литература

1. Супер Чарм – Тау фабрика. Концептуальный проект. Ч. 1. Физическая программа, детектор / В.В. Анашин, А.В. Анисёнков, В.М. Аульченко [и др.]. − Новосибирск: ИЯФ СО РАН, 2018. − 136 с.

2. Глушак А.А. Модуль сбора данных электромагнитного калориметра Супер С-tau фабрики: выпускная квалификационная работа. − Новосибирск, 2019. – 63 с.

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ И ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

М.Е. Сукотнова, Я.К. Карпова, студенты каф.ТУ

Научный руководитель: В.В. Капустин, канд. техн. наук, доцент каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, msukotnova@mail.ru, yana992806@icloud.com

Проект ГПО ТУ-1901 – Исследование и разработка методов и средств распознавания изображений активной импульсных телевизионных измерительных систем.

В данной статье рассмотрены нейронные сети, принцип их работы и архитектура, а также основные методы, с помощью которых возможно распознавание объектов.

***Ключевые слова**: Алгоритмы, методы, распознавание, нейронная сеть, слои.*

В последние несколько лет нейронные сети стали неотъемлемой частью нашей жизни: они используются при вводе и обработке информации (распознавание текстов), в сфере безопасности (идентификация объектов, лиц) и медицины (диагностика заболеваний), а также в других не менее важных аспектах человеческой жизни. В данной статье будут рассмотрены методы распознавания лиц и объектов, поскольку эта отрасль является одной из самых актуальных в современной жизни [1].

Нейронная сеть – это такая математическая модель, которая может самостоятельно обучаться и на основании полученной информации совершать намного меньше ошибок по сравнению с предыдущим опытом.

Однослойные нейронные сети состоят из двух слоев: входной слой, через который нейросеть получает информацию, и слой, который выводит эту информацию – выходной слой. Данные нейросети не имеют скрытых слоев, и вход напрямую соединен с выходом [2].

Помимо однослойных нейросетей существуют также многослойные нейронные сети, включающие в себя входной и выходной слои, между которыми расположены один или несколько скрытых слоев, преобразующих входные сигналы в промежуточные результаты. Эти нейросети обладают большими возможностями по сравнению с однослойными нейронными сетями [3].

Работа нейронных сетей основана на обучении, при котором сам процесс обучения происходит на наборе тренировочных примеров, что позволяет нейросети извлекать задаваемые параметры автоматически [4].

Для наиболее точного распознавания, нейросети обучаются на большом массиве изображений, называемых базой данных. Данный метод обучения является основным для распознавания заданных объектов.

В процессе обучения нейросеть вычленяет ключевые признаки из входного изображения, а затем, обучившись на большом массиве, распознает неизвестные образы. Получив изображение, нейросеть обрабатывает его с помощью алгоритма, определяющего прямоугольный фрагмент изображения, однако для того чтобы получить наилучший результат, все изображения на входе должны иметь одинаковый размер, цвет и прочие параметры, поэтому необходимо нормализовать фрагмент, на котором нейросеть строит уникальный вектор. Этот вектор поисковая система сравнивает с векторами признаков, хранящимися в базе данных, на которой было проведено обучение нейросети.

Результат выдается в виде какого-то числа имен со схожими признаками, каждому из которых присваивается определенное число, представляющим собой степень схожести уникального вектора с найденными в базе данных.

Помимо основного метода распознавания объектов существует также метод Виолы-Джонса, который используется для поиска объекта на изображении в реальном времени и обладает высокой вероятностью получения точного ре-

зультата. Данный метод использует признаки Хаара, осуществляя поиск нужно объекта; бустинг для выбора наиболее подходящих признаков; классификатор, на вход которого поступают все признаки и который дает результат «верно» или «ложь» и каскады признаков, отбрасывающее фрагменты, где задаваемый объект не был найден [5].

В ходе практики был реализован алгоритм метода Виолы-Джонса [6], поскольку, как отмечалось ранее, он позволяет осуществлять быстрый поиск заданных объектов. Реализация метода производилась в пакете прикладных программ «MATLAB». Написанный код позволяет определить местоположение лица в видеокадре. С помощью трекера на основе гистограммы значений пикселей производилось отслеживание лица на видеопотоке.

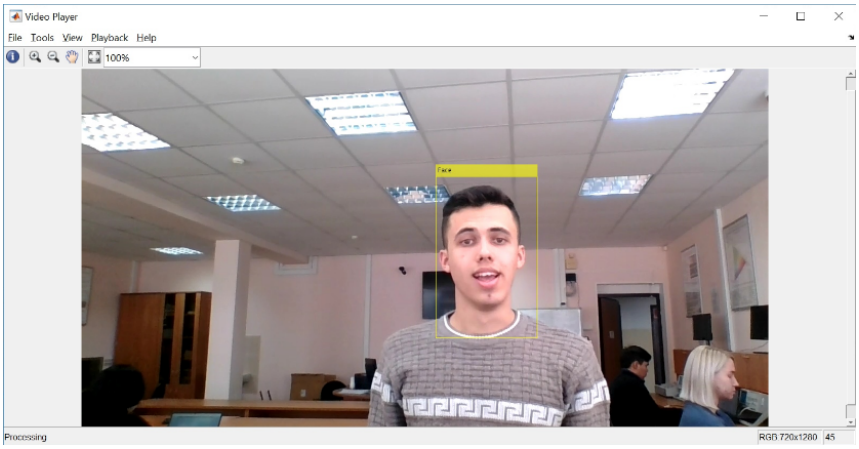


Рис. 1 – Отслеживание лица в видеокадре

За функцию, которая помогает отслеживать лицо, обычно выбирают текстуру, форму или цвет, то есть какой-либо уникальный признак объекта, который остается неизменным. В качестве такой функции был выбран тон кожи, преобразованный в цветовое пространство HSV.

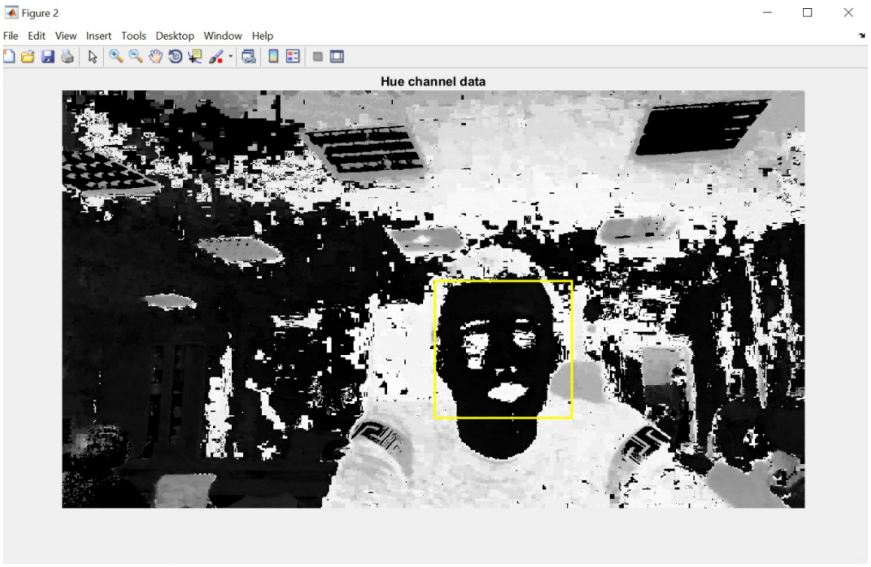


Рис. 2 – Выбор функции для дальнейшего отслеживания

При реализации метода Виолы-Джонса был выявлен существенный недостаток – данный метод очень чувствителен к углу поворота, то есть чем больше угол поворота объекта, тем меньше процент обнаружения.

Поскольку в настоящее время способ идентификации с помощью биометрических данных получает все более широкое распространение, важно определить, при каком методе будет достигнута максимальная надежность идентификации, ведь защита данных – важная область человеческой деятельности, именно поэтому развитие методов и алгоритмов распознавания так важно в наше время.

Литература

1. Распознавание лиц: сверточная нейронная сеть в действии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.azoft.ru/blog/raspoznavanie-lic-svertochnaya-nejronnaya-set (дата обращения: 10.10.2019).

2. Нейронные сети для начинающий. Ч. 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/312450 (дата обращения: 17.10.2019).

3. Нейронные сети, перцептрон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: neerc.ifmo.ru/wiki/index.php? title=Нейронные_сети, парцептрон (дата обращения: 20.10.2019).

4. Что собой представляет нейронная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://findface.pro/blog/nejronnye-seti-i-raspoznavanie-obrazov-chast-2/ (дата обращения: 20.10.2019).

5. Метод Виолы-Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/133826 (дата обращения: 10.11.2019).

6. Face Detection and Tracking Using CAMshift [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mathworks.com/help/vision/examples/face-detection-and-tracking-using-camshift.html (дата обращения: 11.11.2019).

АЛГОРИТМЫ СТЕРЕО ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.А. Лазарева, студент каф. ТУ

Научный руководитель: В.В. Капустин, канд. техн. наук, доцент каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, lazarevadaria21@gmail.com

Проект ГПО ТУ-1901 – Исследование и разработка методов и средств распознавания изображений активно-импульсных телевизионных измерительных систем

В данной статье рассмотрены алгоритмы стерео отождествления изображения, а также их применение на практике. Стереозрение позволяет решить проблему определения расстояния от камеры до объекта для применения на практике с целью сократить средства, потраченные на разнообразные датчики, которые могут быть заменены установкой стереокамеры. Целью данной статьи является построение карты глубины для определения расстояния от камеры до объекта.
***Ключевые слова**: стереозрение, стереокамеры, алгоритмы, стерео отождествление, карты глубины, стереоанаглиф.*

Стереозрение является одним из направлений в области машинного зрения. Стереозрение способствует получению представления расстояния до объектов, а также глубины изображения и позволяет получить трехмерную картину окружающего мира. Данная технология находит применение в разных областях современной жизни: от создания 3D-фильмов, и в том числе спецэффектов, до измерения расстояний в военном деле. Применение стереозрения позволяет существенно снизить траты средств примерно в пять раз, если сравнивать с применением радаров и лидаров в беспилотных автомобилях, затраты будут сводится лишь к созданию алгоритмов стереозрения [1].

Если сравнивать с человеческим зрением, то можно понять в чем именно хорошо использование стереозрения. Так как два глаза человека находятся на расстоянии друг от друга, то видят один и тот же предмет под разным углом. Мозг определяет расстояние до предметов с помощью оценки разницы двух изображений. Стереозрение повторяет особенности человеческого зрения, в отличие от обычных алгоритмов машинного зрения, основанных на использовании одной камеры, тем самым позволяя компьютеру получать информацию не только о яркости и цвете объекта, но и о расстоянии от камеры до него. Это дает возможность обойтись без использования разнообразных дорогостоящих датчиков и др., снижая, стоимость технического решения. В ряде задач это является критичным условием. Стереозрение выполняется по технологии: используют две камеры, которые работают синхронно, выводят с них изображения, и с помощью специальных алгоритмов проводится анализ для построения

трехмерной структуры объекта или так называемой «карты глубины». Карта глубины – это изображение, на котором для каждого пикселя, вместо цвета, храниться его расстояние до камеры. Карта глубины может быть получена с помощью специальной камеры глубины, имеющей два объектива, и по стереопаре изображений.

Все алгоритмы делятся на локальные (в которых расхождение вычисляется в каждой точке на основе «похожести» окна вокруг этой точки и окна вокруг точек на другом изображении) и глобальные (основанные на минимизации функционала энергии – мы находим расхождение сразу для всех точек) [2]. Глобальные в свою очередь делятся по способу минимизации энергии. Как правило, это динамическое программирование или нахождение минимального разреза графа. Алгоритмы разреза графа называют также двумерными. Они дают довольно точные результаты, но имеют меньшую производительность. Алгоритмы, обрабатывающие строки изображений независимо друг от друга, называют одномерными. Они работают быстрее, но подвержены эффекту гребенки, с которым борются с помощью разных ухищрений. Нечто среднее по производительности и качеству из себя представляют алгоритмы оптимизации на поддереве графа, построенного на пикселях изображения [3].

Алгоритм находит соответствующее соответствие для каждого опорного пикселя изображения в целевом изображении, чтобы вычислить плотные карты глубины. Трехмерная информация, полученная с использованием регистрации на основе пикселей, затем используется для распознавания сложных действий человека. Последовательность карт глубины представлена в виде последовательности кодовых слов, которые научились различать действия.

Данный код предполагает одновременную запись с двух расположенных параллельно друг другу видеокамер, затем получение кадров из видеоряда отдельно с правой и левой видеокамеры. Далее из пары кадров был получен стереоанаглиф. В будущем он сможет помочь в коррекции самих изображений для повышения точности карты глубины.

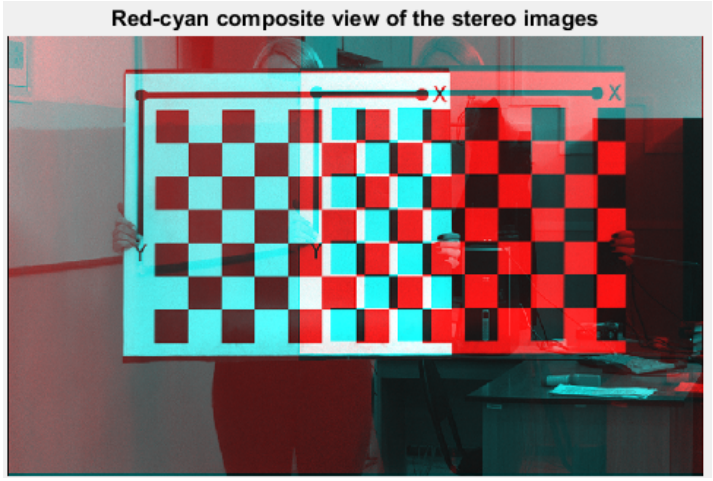


Рис. 1 – Стереоанаглиф

И в итоге кода, сформирована непосредственно сама карта глубины. Её получение было необходимо для того, чтобы узнать на каком расстоянии от камеры расположены объекты. Белые пиксели позволяют определить, что объекты ближе, чем на черных пикселях.

При увеличении расстояния карта глубины будет получаться точнее.

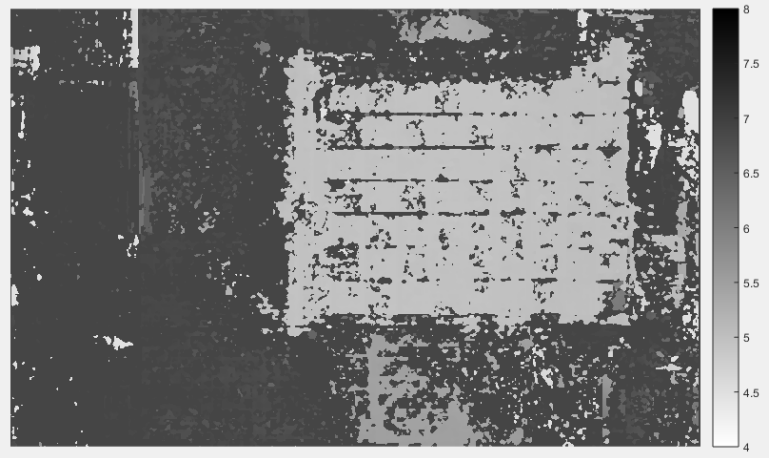


Рис. 2 – Карта глубины

Но также, у стереокамер в настоящий момент есть ряд минусов. Стереокамеры могут работать только в ясную погоду, в другое время будет получена некорректная информация.

Стереокамеры находят применение в различных сферах жизни. Помимо навигации в беспилотных автомобилях, NASA запустила проект STEREO в 2006 году, суть этого проекта состояла в том, что были запущены два одинаковых космических аппарата, которые наблюдают за Солнцем из двух разных точек, чтобы получать трехмерные изображения структур и явлений на Солнце [4]. И это только лишь малая часть возможностей применения стереокамер в жизни. Именно поэтому так важно дальнейшее развитие стереозрения.

Литература

1. Лидары в беспилотных автомобилях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vc.ru/transport/61028-lidary-v-bespilotnyh-avtomobilyah (дата обращения: 31.10.2019).

2. An Improved Stereo Match Algorithm Based on Support-Weight Approach [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.semanticscholar.org/paper/An-Improved-Stereo-Match-Algorithm-Based-on-Long-Lei/8c74bb26196d90c27cef8e9faf597bf382f4df29 (дата обращения: 17.10.2019).

3. Вахитов А.Т., Гуревич Л.С., Павленко Д.В. Обзор алгоритмов стереозрения [Электронный ресурс] / А.Т. Вахитов, Л.С. Гуревич, Д.В. Павленко. – Режим доступа: http://www.math.spbu.ru/user/gran/soi4/pavlenko.pdf (дата обращения: 17.10.2019).

4. STEREO Overview [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nasa.gov/mission_pages/stereo/mission/index.html (дата обращения: 7.11.2019).

СВЕТОДИОДНАЯ ЛАМПА ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ПРОЕКТОРА

А.А. Максименко, студент каф. РЭТЭМ

Научный руководитель: В.С. Солдаткин, канд. техн. наук, доцент каф. РЭТЭМ
г. Томск, ТУСУР, soldatkinvs@main.tusur.ru
г. Томск, ТУСУР, e-mail:alex_m_1910@mail.ru

Проект ГПО РЭТЭМ-1501 – Исследование и разработка полупроводниковых источников света

В работе излагаются результаты работы над проектированием светодиодной лампы для мультимедийного проектора.
Ключевые слова: *светодиод, световой поток, индекс цветопередачи, проектор.*

Обилие технологий, использующихся для производства проекторов, рождает проблему выбора. Покупатели, намеревающиеся приобрести проектор, редко представляют, чего именно хотят, что не редко приводит к ошибкам при выборе. Пока самыми распространёнными источниками света в проекторах являются газоразрядные лампы высокого давления. И именно эти лампы признаны ахиллесовой пятой большинства современных проекторов, так как большинство из них требуют замены через 1000–4000 (в редких случаях 8000) часов работы.

Альтернативой газоразрядным лампам, которые появились ещё в начале прошлого столетия, стали светодиоды и лазеры. Каждый из этих источников обладает преимуществом длительной работы. Фактически, и светодиоды, и лазеры способны обеспечить не менее 20 000 часов работы, а в ряде случаев работают дольше. Кроме того светодиодные и лазерные проекторы позволяют уменьшить минимальное расстояние до экрана. К большим преимуществам лазерных проекторов перед остальными типами относятся высокое качество изображения и отсутствие «привередливости» к поверхности, на которую проецируется изображение. Но они обладают высокой стоимостью.

Целью данной работы является создание макета светодиодной лампы для проектора.

Задачей данного этапа является анализ и выбор светодиодов, светотехнические и тепловые расчёты, разработка печатной платы.

Практической значимостью является то, что разработанный макет светодиодной лампы для мультимедийного проектора будет обладать характеристиками, превосходящими аналоги на рынке. В процессе проведения исследований лампа будет дорабатываться, затем планируется подача заявки на патент на полезную модель и участие в программах УМНИК и/или СТАРТ.

Научной новизной является то, что в лаборатории ГПО каф. РЭТЭМ есть полный технологический цикл сборки макетов светодиодов, в том числе приготовления люминофорной композиции с нужным спектром излучения.

Был проведен обзор литературы. Проанализированы аналоги на рынке и их характеристики. На основе этого были определены предполагаемые характеристики для макета лампы.

Таблица 1 – Предполагаемы характеристики лампы

Световой поток	(1200 ± 100) лм
Мощность	Не более 10 Вт
Угол излучения по уровню 0,5 от максимальной силы света	15 градусов
Срок службы	Не менее 25 000 часов
Индекс цветопередачи	Не менее 85
Напряжение питания	

Было измерен световой поток у 30 видов светодиодов и выбраны светодиоды с максимальным световым потоком в 120 лм.

Таблица 2 – Основные характеристики светодиодов lemwa33x70hx1000-x

Угол излучения по уровню 0,5 от максимальной силы света	120 градусов
Прямое напряжение	2,9 В
Прямой ток	350 мА
индекс цветопередачи	85

В конструкции лампы будут использованы отражатели для уменьшения угла излучения.

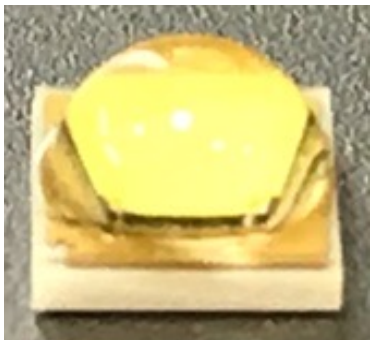


Рис. 1 – Фотография светодиода lemwa33x70hx1000-x

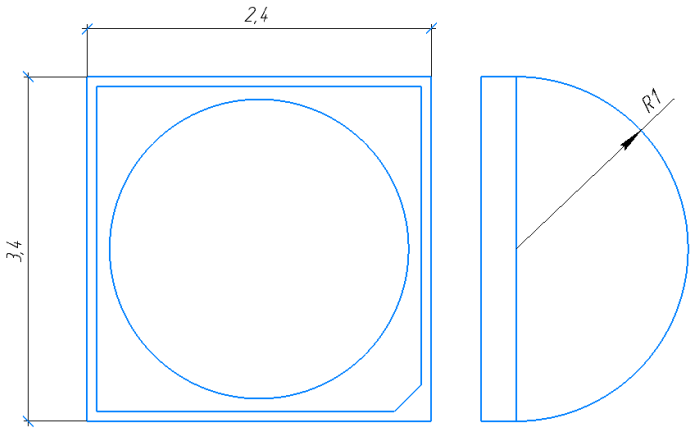


Рис. 2 – Габаритные размеры светодиода lemwa33x70hx1000-x

Был спроектирован макет печатной платы для пайки светодиодов с использованием программа Sprint-Layout60.

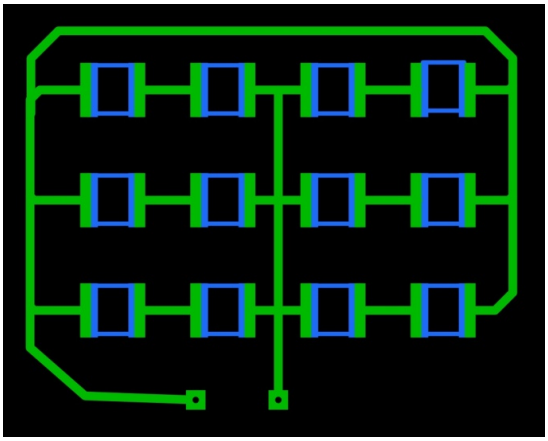


Рис. 3 – Схема печатной платы

Была произведена травка платы с помощью перекиси водорода, лимонной кислоты и поваренной соли. Далее лужение дорожек припоем ПОС-61.

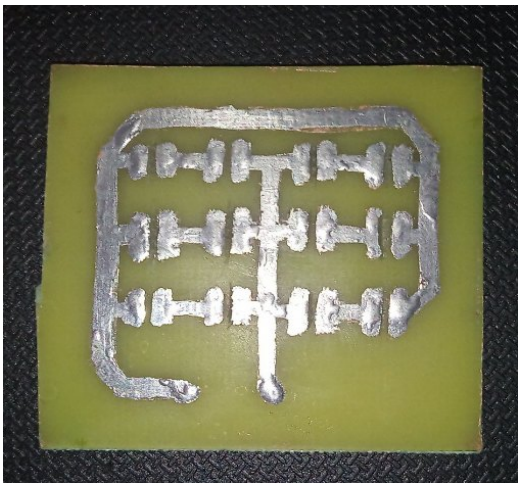


Рис. 4 – Макет печатной платы

Вывод: установлено, что наиболее подходящие светодиоды для лампы мультимедийного проектора является lemwa33x70hx1000-x. Они обладают наибольшим световым потоком, чем у аналогов при токе 350мА.

Литература

1. Светодиоды LEMWA33X70HX1000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ic-contract.ru/produktsiya/svetodiody/moshchnye/item/902-svetodiody-serii-3535.html(дата обращения: 06.11.2019).

2. Большой пост о проекторах: технологии, назначение, выбор, перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/pult/blog/403175/(дата обращения: 06.11.2019).

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

С.С. Максимов, Т.А. Шершнева, студенты каф. ТУ

Научные руководители: А.Н. Дементьев, доцент каф. ТУ;
А.Ю. Латышев старший преподаватель каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, tshiershnieva@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1701 – Электронные системы безопасности

Представлены результаты анализа эффективности солнечной энергии в г. Томске. Предложены способы увеличения эффективности солнечной станции.

***Ключевые слова**: альтернативные источники питания, солнечная энергия, преобразователь DC-AC.*

На сегодняшний день, в век информационных технологий, встала проблема реализации бесперебойной подачи электрической энергии в тех местах, где она нужна постоянно. Такими примерами могут служить охранные системы безопасности, больницы, предприятия государственной важности. Обычно для особо важных объектов созданы системы резервного питания, которые могут поддерживать работу определенных систем определенное количество времени, однако различные человеческие или природные факторы могут существенно уменьшить время работы таких систем.

В основе нашей системы питания лежит принцип преобразования солнечной энергии в электричество с дальнейшим накоплением её в тяговых аккумуляторах с последующей трансформацией постоянного напряжения в переменное 220 В 50–60 Гц. Солнечная энергетика один из источников получения

электроэнергии не традиционным способом, поэтому относится к альтернативным источникам энергии [1]. Солнечная энергетика использует солнечное излучение и преобразовывает его в электричество или в другие виды энергии. Солнечная энергия является не только экологически чистым источником энергии, т.к. при преобразовании солнечной энергии не выделяется вредных побочных продуктов, но еще энергия солнца самовосстанавливающийся источник альтернативной энергии.

Потребление солнечной энергии зависит от количества солнечных дней. На рис. 1 представлено количество солнечных дней в Томской области [2].

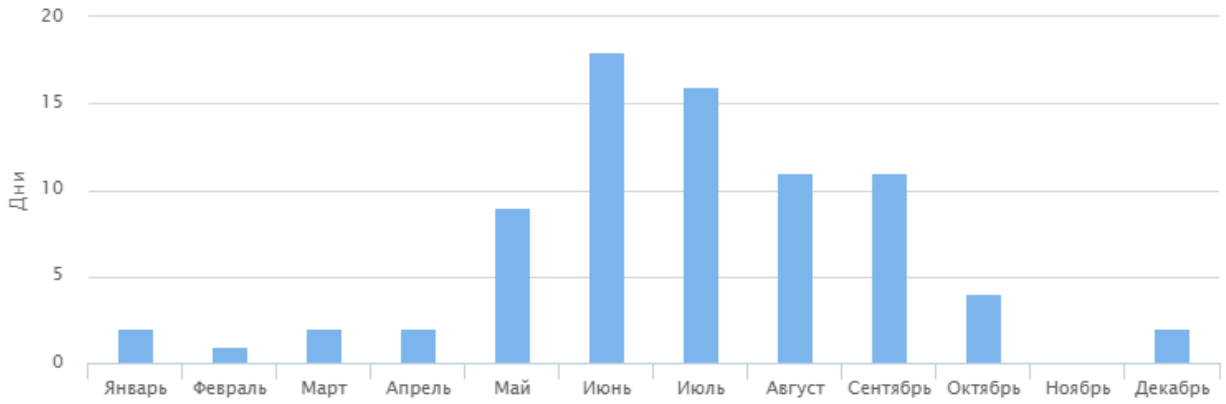


Рис. 1 – Количество солнечных дней в Томской области

Исходя из представленных данных можно сделать вывод, что в нашем регионе количество солнечных дней не является наиболее высоким.

Решить эту проблему можно будет увеличением количества тяговых аккумуляторов и повышением коэффициента полезного действия (КПД) преобразователя, то есть чем меньше потерь будет в преобразовании энергии, тем дольше система будет способна отдавать энергию потребителю. На сегодняшний день можно добиться КПД солнечной станции порядка 33%, которая включает в себя:

– КПД солнечной панели;

– КПД аккумуляторной батареи;

– КПД преобразователя.

Повлиять на КПД такой системы можно увеличив КПД преобразователя. КПД солнечной панели можно изменить, только если заменить на более совершенную модель с мощным КПД. Аналогично и с КПД аккумуляторной батареи.

На данный момент собрана установка солнечной электростанции, состоящая из:

– CHN100-36M – солнечная панель(100Вт/12В) предназначена для прямого преобразования солнечного света в электрический постоянный ток;

– Sprinter P12V2130 – стационарный аккумулятор напряжением 12В емкостью 94Ач изготовлен по технологии AGM (с жидким электролитом);

– Tracer 2215BN – программируемый MPPT контроллер, позволяющий отслеживать точку максимальной мощности солнечных панелей. Пиковая эффективность контроллера равна 98%.

Для получения ожидаемого результата ведется исследование преобразователя DC-AC с целью повышения его КПД до 70% и снижение его стоимости.

Литература

1. Уделл С. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии. – Издательство Знание, 1980. – 88 с. (дата обращения: 12.04.2018).

2. 365 по Цельсию. Погода в Томске по месяцам. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://pogoda.365c.ru/russia/tomsk/po_mesyacam (дата обращения: 19.09.2019).

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

А.П. Байцев, В.О.Мартьянов, студенты кафедры РЭТЭМ

Научный руководитель: С.А. Полякова канд. биол. наук, доцент каф. РЭТЭМ
г. Томск, ТУСУР, baitzev96@mail.ru

Проект ГПО РЭТЭМ-1903 – Электробезопасность на производстве и в быту

В статье затрагивается тема значимости электробезопасности на производстве и в быту. Особое внимание уделено современным трёхфазным системам электроснабжения. Целью статьи является привлечение внимания к необходимости подготовки специалистов в области электробезопасности. Так же выявлена необходимость заблаговременного обучения специалистов в данной области.

***Ключевые слова**: Электробезопасность, трехфазный, БЖД, Электроснабжение, нейтраль, заземление, напряжение.*

Для того, чтобы охрана труда на предприятии была на высоком уровне, необходимо начинать подготовку специалистов в данной области ещё с периода обучения в ВУЗе. Такая подготовка состоит в изучении дисциплины БЖД и посещении занятий по ней, которые включают в себя лекции, практические занятия и лабораторные работы. Использование современного технического обеспечения в лабораторных работах по данной дисциплине позволяет повысить эффективность подготовки специалистов в области электробезопасности.

В рамках ГПО наша группа создаёт методические пособия по лабораторным стендам, которые позволяют смоделировать различные ситуации на производстве и в быту, связанные с нарушением мер по обеспечению электробезопасности. Причём, чтобы правильно и своевременно найти выход из таких ситуаций, обучающимся необходимо понимать принцип того, каким образом в промышленные и жилые здания поставляется электроэнергия, иметь представление об основных компонентах, участвующих в этом процессе, а также понимать принцип функционирования таких базовых средств электробезопасности, как заземляющее устройство, защитное зануление и т.д. [1].

В наши дни наибольшее распространение получила трёхфазная система электроснабжения, используемая как в жилых зданиях, так и на промышленных объектах. Она представляет собой соединение трёх цепей (фаз) с действующими переменными, а именно ЭДС одной частоты, сдвинутые относительно друг друга на определённый фазовый угол. Современные трёхфазные системы представляют собой три фазных провода, один нейтральный и дополнительный заземляющий. Ток высокого напряжения, который генерируется на электростанциях, распределяется по кабелям на электрические подстанции, где силовой трансформатор редуцирует напряжение до меньшего значения.

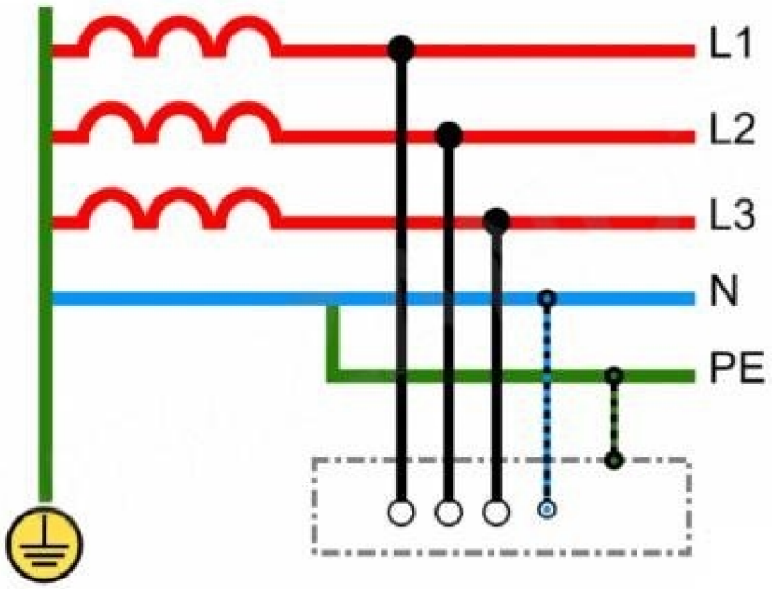


Рис. 1 – Схематическое изображение трёхфазной цепи:
L1, L2, L3 – фазные провода, N – нейтраль, PE – заземляющий проводник

Непосредственно от электрической подстанции, обеспечивающей здание электроэнергией, ток протекает по фазному проводу. Но при этом в случае подключения разной нагрузки на разные фазы, в трехфазной системе может возникнуть смещение нейтрали (точки схода трёх фаз), что приводит к неравномерному распределению напряжения на нагрузке [2].

Результатом этого явления станет то, что в зависимости от поступаемого напряжения (пониженного, либо повышенного), подключённые электроустановки могут либо не получить нужную мощность, либо сгореть. Во избежание этого необходимо использование нейтрального провода – провода, соединяющего между собой нейтрали электроустановок в трёхфазных электрических цепях и выполняющего функцию выравнивания напряжения. В случае, когда подстанция обслуживает несколько зданий, нейтральный провод (также его называют нулевым) обычно заземлён в распределительном щите в каждом здании. Таким образом, переменный ток подаётся в распределительный щит, используя два провода – фазный и нулевой. Фазный провод соединяется через счётчик электроэнергии с переключателем и предохранителем (или с автоматическим выключателем). Из распределительного щита провода питания идут к выключателям и розеткам.

Поскольку нейтральная линия заземлена на распределительном щите и силовой подстанции, человек, стоящий на земле, фактически связан с нейтральным выводом электропитания. Для замыкания этой схемы человеку достаточно лишь дотронуться до фазного контакта (или к чему-либо, что соединено с ним), что приведёт к электроудару [3]. В этом случае ток будет протекать от фазного контакта через тело человека к земле и, следовательно, к нейтральному соединению в распределительном щите или силовой подстанции. Поэтому в современных розетках, к которым подключаются

электротехнические устройства, помимо фазного и нулевого обязательно предусмотрен третий контакт – земля. Этот контакт соединён с заземляющим проводом, который проходит через всё здание и обеспечивает его защитное заземление. Непосредственно заземляющий провод подключен к корпусу аппарата, чтобы гарантировать отсутствие на нём напряжения.

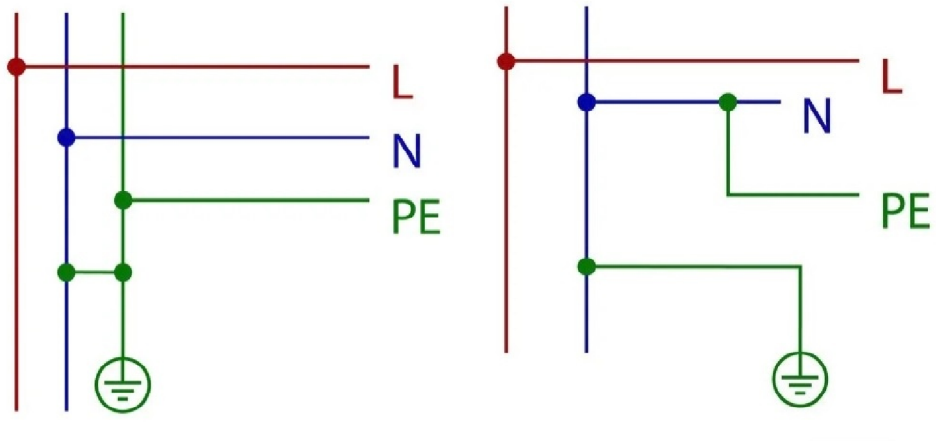


Рис. 2 – Схематическое изображение заземления и зануления

Если внутри аппарата происходит случайный контакт фазного провода с кожухом, то происходит короткое замыкание и перегорает предохранитель, что

приводит к отключению от источника питания. До тех пор, пока заземляющий провод и соединения остаются неповреждёнными, риск удара током от прикосновения к аппарату сведён к нулю. В таком случае устройство, подключаемое к сети, благодаря защитному занулению становится полностью безопасным для человека. Если рассматривать заземление, то посредством параллельного соединения заземляющего провода и проводника, соединяющегося с электрооборудованием, опасное для человека напряжение отводится на землю через заземляющий провод, в то время как непосредственно через человека проходит безопасное для него напряжение. Это происходит благодаря тому, что сопротивление заземляющего провода значительно ниже сопротивления тела человека. Иначе говоря, прямое назначение заземления — снизить величину напряжения, проходящего через тело человека.

Таким образом соблюдение всех требований электробезопасности позволяет предупредить и исключить случаи травматизма сотрудников на производстве и в быту.

Литература:

1. Мероприятия по электрбезопасности [Электронный ресурс]. – URL: https://websot.jimdo.com/суот/мероприятия-по-электробезопасности (дата обращения: 19.11.2019).

2. Трехфазная система электроснабжения [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Трёхфазная_система_электроснабжения (дата обращения: 19.11.2019).

3. Электробезопасность: заземление и зануление [Электронный ресурс]. – URL: https://www.centrattek.ru/info/jelektrobezopasnost-zazemlenie (дата обращения: 19.11.2019).

4. Белов С.В., Барбинов Ф.А., Козьяков А.Ф., Павлихин Г.П. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 1983. – С. 264.

5. Образовательный стандарт вуза ОС ТУСУР 01-2013. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления. Приказ ректора от 03.12.2013 г. № 14103 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/education/documents/inside/tech_01-2013_new.pdf (дата обращения: 19.11.2019).

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС КЛИМАТ КОНТРОЛЯ

А.С. Житникова, магистрант каф. ТОР;
Д.В. Митченков, студент каф. ТОР

Научный руководитель: А.В. Пуговкин, д-р техн. наук, проф. каф. ТОР
г. Томск, ТУСУР, anutazitnikova@gmail.ru, everest1000@list.ru

Проект ГПО ТОР-1202 – Инфокоммуникационные системы интеллектуальных зданий

В настоящее время большое внимание обращается на обеспечение комфортных условий в помещении.
Для создания комфорта нужно учитывать такие факторы как температура, влажность, состояния насыщенности воздуха углекислым и другими газами. Эти показатели можно контролировать с помощью системы разнородных датчиков и устройств сбора передачи и обработки информации. Такой подход является одним из вариантов применении технологии интернет вещей, в нашем случае для контроля микроклимата в помещении.
Ключевые слова: *датчик углекислого газа, температуры и влажности, микроконтроллер, математическая модель.*

Одним из важнейших показателей климат контроля является температура T воздуха в помещении, которая зависит от ряда факторов: температура внешней среды, эффективность тепловых источников, ветровой нагрузки и др. Для оценки поведения этой температуры запишем математическую модель в виде балансного дифференциального уравнения [1](1):

$$C \cdot \frac{dT}{dt} = G_{\text{ист}} \cdot (T_{\text{ист}} - T) + P_{\text{эл}} - G_{\text{внеш}} \cdot (T - T_{\text{внеш}}), \quad (1)$$

где, C – теплоемкость помещения; $G_{\text{ист}}$ – коэффициент теплоотдачи отопительного прибора; $P_{\text{эл}}$ – мощность дополнительного электронагревателя; $G_{\text{внеш}}$ – коэффициент теплопередачи во внешнюю среду; $T_{\text{внеш}}$ – температура внешней среды; $T_{\text{ист}}$ – средняя температура радиатора центрального отопления.

В этом уравнении изменение внутренней тепловой энергии помещения обеспечивается притоком тепловой мощности от радиатора центрального отопления (основной тепловой контур) и электронагревателя (контур управления). Тепловая энергия расходуется за счет теплоотдачи во внешнюю среду.

Данное уравнение позволяет провести анализ теплового режима помещения как в стационарном режиме, так и в режиме управления.

Структурная схема изображена на рис. 1. Здесь данные с датчиков температуры, влажности и углекислого газа поступают на микроконтроллер, который передает информацию и управляет работой датчиков. Связь датчик-микро-

контроллер идет через интерфейс 1-Wire [3]. Параметры микроклимата, а именно температура, влажность и концентрация углекислого газа, уже записаны на микроконтроллере. По полученным данным с датчиков, которые приходят раз в минуту, микроконтроллер выполняет определенные действия с устройствами управляющими микроклиматом.

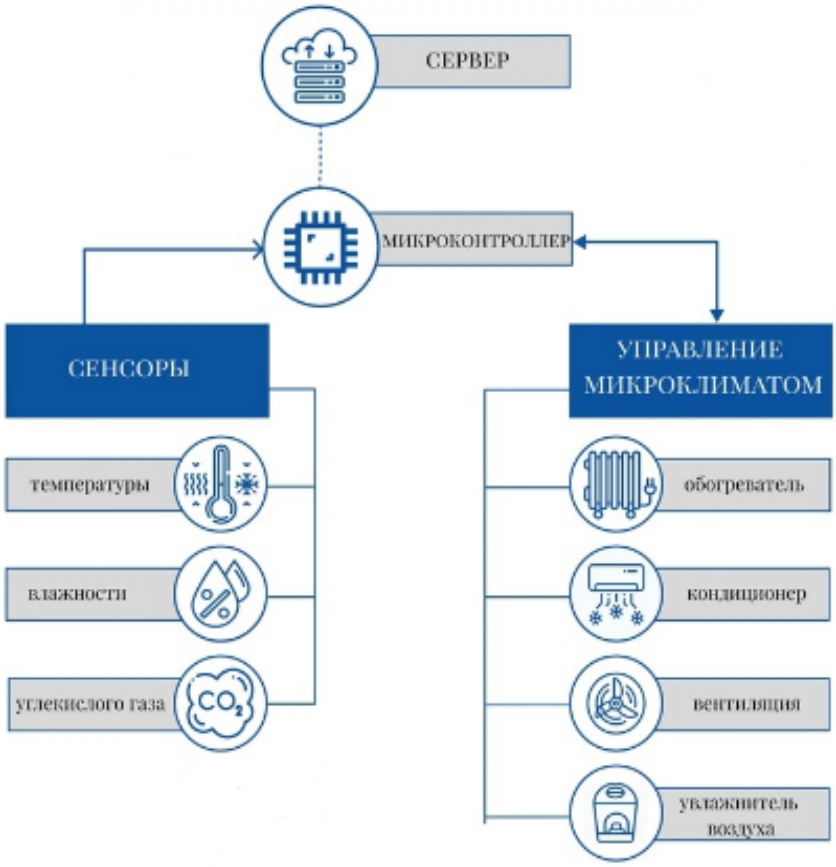


Рис. 1 – Структурная схема климат контроля

Для снятия показаний концентрации углекислого газа был выбран датчик MQ-135 с диапазоном измеряемых параметров 10–2000 ppm и точностью в 5%. При температурных измерениях необходимы три датчика. Датчик для измерения температуры воздуха в помещении и за окном, и датчик измерения температуры отопительного прибора. Снятие показаний внутренней и наружной температуры производится датчиком DHT22. Этот же датчик измеряет влажность воздуха. Температуру отопительного прибора измеряет автономный датчик, данные с которого передаются с помощью радиомодема. Для этого датчика необходим автономный источник питания с низким энергопотреблением. Также, для управления датчиками было решено использовать микроконтроллер Arduino Uno.

Записана норма температуры помещения. Данные с датчика приходят ниже установленной температуры. Микроконтроллер считывает эту информацию и отправляет сигнал на отопительный прибор ($P_{эл}$), чтобы включить его. Если же данные с датчика приходят выше записанной нормы, микроконтроллер так-

же отправляет сигнал, но теперь на кондиционер ($P_{эл}$), чтобы тот остудил воздух в помещении.

Для экспериментальной проверки был рассчитаны нормы микроклимата для помещения, в котором снимались показания с датчиков. Это расчеты основаны на номы СанПиНа [2][4] (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты расчетов

t, ºС	Ф, мм. рт. ст.	$\varphi_р$, %
20,2	12.3002	62

где t – температура воздуха в помещении, ºС; Ф – абсолютная влажность воздуха, мм. рт. ст; $\varphi_р$ – относительная влажность воздуха, %.

В ходе проведения эксперимента и расчетов было подтверждено, что все параметры микроклимата соблюдены и соответствуют нормам СанПиНа, что означает адекватную работу системы.

Литература

1. Автоматизация мониторинга и управления теплоснабжением зданий и помещений / А.В. Пуговкин, Н.И. Муслимова, С.В. Купреков. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники.

2. Методическое пособие по программированию микроконтроллеров / сост.: А.В. Пуговкин, И.А. Куан, Н.К. Ахметов, А.В.Бойченко.

3. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. Руководство «Общие требования к построению, изложению и оформлению санитарно-гигиенических и эпидемиологических нормативных и методических документов» от 9 февраля 1994 года. Р 1.1.004-94.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЗОНДИРОВАНИЯ СУБНАНОСЕКУНДНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

В.Д. Репенко, М. Муктаганов, студенты каф. ТОР

Научный руководитель: Б.И. Авдоченко, д-р техн. наук, проф. каф. РСС
г. Томск, ТУСУР, repvlad@mail.ru, avdochenkobi@rss.tusur.ru

Проект ГПО РСС-1602 – Мощные быстродействующие коммутаторы

Описывается конструкция установки для радиолокационного зондирования дорожного покрытия сверхширокополосными видеоимпульсными сигналами. Описывается метод определения электрофизических параметров покрытий и приводятся результаты экспериментальных исследований многослойных покрытий.
Ключевые слова: *многослойная структура, импульсная локация, дорожное покрытие.*

Состояние дорожного покрытия являются важнейшей транспортно-эксплуатационной характеристикой автомобильной дороги. Вовремя проведенный контроль состояния покрытия позволяет определить однородность и толщину каждого слоя покрытия, состояние грунта под дорожным покрытием и предотвратить интенсивное разрушение автомобильной трассы проведением профилактических работ.

Радиолокационный метод зондирования позволяет быстро оценить состояние слоев дорожного покрытия и их толщину, поэтому непрерывно проводится разработка и усовершенствование приборов для измерения характеристик слоистых сред [1, 2]. Параметры среды определяются на основе измерения характеристики поглощения и отражения каждого слоя. В разработанных приборах определяется усредненное значение диэлектрической проницаемости, поэтому толщина каждого слоя определяется условно, без точных размеров. До сих пор отсутствуют лицензионные приборы, работающие на основе радиолокационного метода и позволяющие точно определить состав и толщину каждого слоя покрытия.

Субнаносекундное импульсное зондирование подповерхностных сред имеет следующие преимущества.

- Сверхширокополосный спектр зондирующего импульса (500 МГц – 6 ГГц) наилучшим образом подходит для подповерхностного зондирования. Эти частоты расположены ниже частоты резонанса молекул воды и в наименьшей мере ослабляются различными подповерхностными средами.

• Малая пространственная протяженность сигналов позволяет получить высокое разрешение по размерам неоднородностей, определять внутреннюю структуру и небольшие изменения диэлектрической проницаемости среды.

• Использование коротких импульсов с высокой скважностью позволяет накапливать энергию в промежутках между импульсами и при генерации мощных импульсов использовать маломощные источники питания.

• Спектральная плотность субнаносекундных импульсов с высокой скважностью весьма мала и сравнима со спектральной плотностью шума. Работающая аппаратура не создает помех, уровень сигнала безопасен для обслуживающего персонала.

В разработанной установке приемная и передающая антенны располагаются над поверхностью на расстоянии 50 см. Для сужения диаграммы направленности и исключения боковых лепестков антенны расположены внутри каналов из радиопоглощающего материала и смещены относительно друг друга (рис. 1).

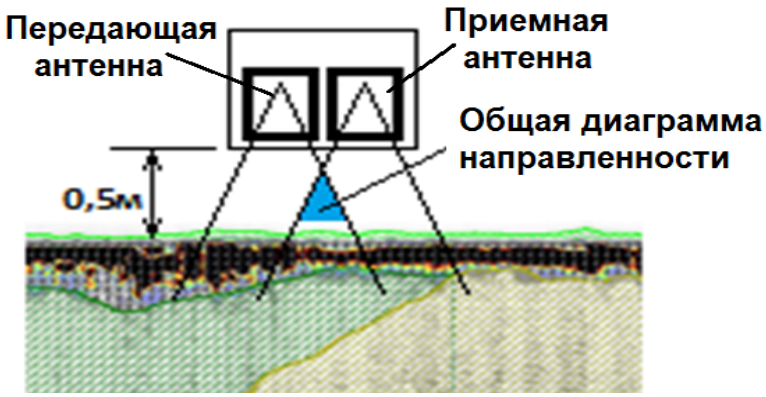


Рис. 1 – Расположение антенн

В состав установки входят:

– сверхширокополосные (500 МГц – 6 ГГЦ) приемная и передающая антенны с линейными фазовыми характеристиками;

– генератор зондирующих импульсов с фронтом 300 пс, длительностью 2 нс и амплитудой 30 В;

– стробоскопический приемник на основе двухканального стробоскопического осциллографа АКИП 4112;

– ноутбук с программным обеспечением;

– устройства синхронизации.

Взаимодействие зондирующего импульса с подповерхностными слоями описывается отражением плоского фронта волны от слоистой среды моделью, показанной на рис. 2.

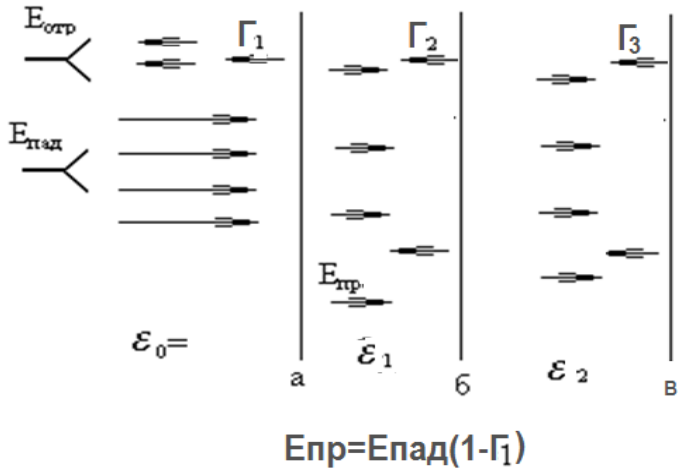


Рис. 2 – Взаимодействие зондирующего импульса с подповерхностными слоями

Коэффициент отражения от подповерхностных неоднородностей [3]:

$$\Gamma(j\omega) = \Gamma_0(j\omega) + \frac{\sum_{p=1}^{m} \Gamma_p(j\omega)\exp\left(-j2\beta lp\right) + \sum 2\Gamma_p(j\omega)\Gamma_{p-1}(j\omega)\exp\left(-2\beta l_{p+1}\right)}{1 - \sum_{p=1}^{m}\sum_{q=1}^{m} \Gamma_p(j\omega)\Gamma_q(j\omega)\exp\left(-2\beta l_{pq}\right)},$$

где l_{pq} – расстояние между неоднородностями p и q; $l_1 - l_m$ – расстояние от поверхности до соответствующей неоднородности; $\Gamma_0(j\omega) - \Gamma_m(j\omega)$ – комплексные отражения от неоднородностей; β – постоянная распространения.

Без учета вторичных отражений приближенное выражение:

$$\Gamma(j\omega) = \Gamma_0(j\omega) + \sum_{p=1}^{m} \Gamma_p(j\omega)\exp(-j\beta lp),$$

где $\Gamma_0(j\ \omega)$ – комплексный коэффициент отражения от поверхностного слоя; $\Gamma_p(j\ \omega)$ – комплексный коэффициент отражения от следующих слоев. Комплексный коэффициент отражения определяется на основе преобразования Фурье выделением временного интервала, соответствующего исследуемому слою, и дальнейшей фильтрацией. Типовая форма принимаемого отраженного сигнала показана на рис. 3.

Приближенное измерение диэлектрической проницаемости, характеристик и толщины верхнего слоя проводилось временным методом по известным выражениям:

$$\varepsilon_{\text{отн}} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} = \frac{(1+\Gamma_0)^2}{(1-\Gamma_0)^2}, \qquad h = \frac{Ct}{2\sqrt{\varepsilon_{\text{отн}}}},$$

где t – время задержки импульса между первым и вторым слоем, определяемое по расстоянию между производными отраженного сигнала. Амплитуда производной является информацией о величине отражения между слоями (изменении диэлектрической проницаемости).

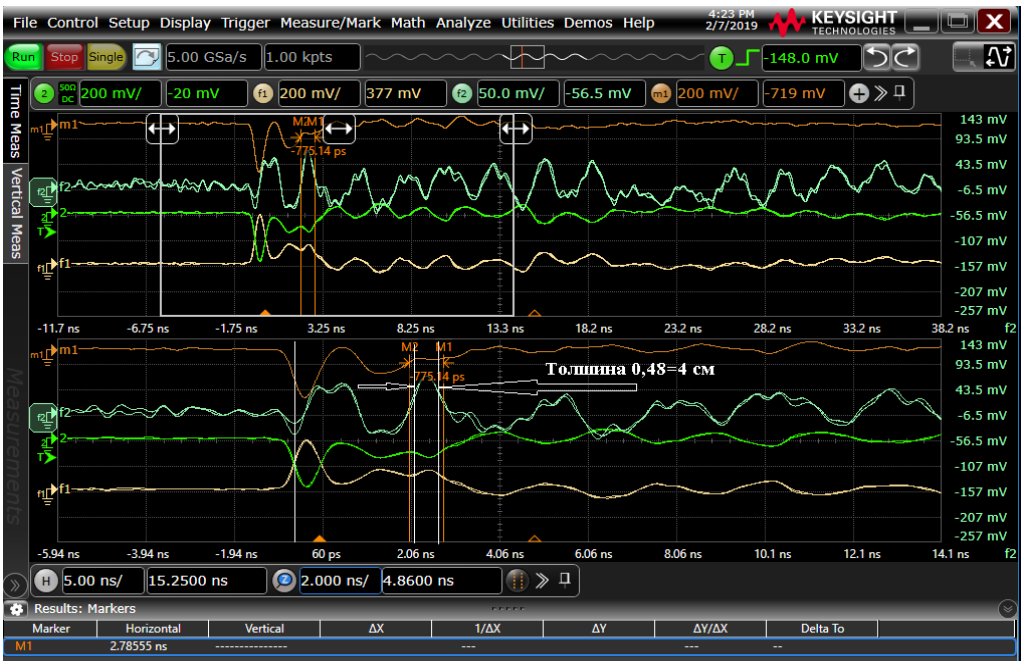


Рис. 3 – Форма отраженного от слоистой среды сигнала

Проведенные экспериментальные исследования показывают возможность определения профильного изменения диэлектрической проницаемости до глубины 1 м с разрешением, соответствующим фронту зондирующего импульса, т.е. 4,5 см (в воздухе). Для получения разрешения по толщине асфальта в 5 мм необходим зондирующий сигнал с фронтом 70 пс и амплитудой на эквиваленте нагрузки 10В, что вполне реально. Примененные антенны и оборудование позволяют использовать подобный сигнал.

Коэффициент отражения электромагнитной волны от профильных неоднородностей в дорожном покрытии содержит полную информацию об электропроводности и диэлектрической проницаемости каждого слоя, обработка отраженного от слоистой среды дорожного покрытия сигнала позволяет идентифицировать вид материалов покрытия. При известных физическим свойствах материалов покрытия и измеренных задержках электромагнитных волн можно определить толщину слоя и строение дорожного покрытия.

Литература

1. Многоканальный георадар SIR-20 (США) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bnti.ru/des.asp?itm=5018&tbl=07.01.02. (дата обращения: 16.11.2019).

2. Семейкин Н.П., Помозов В.В., Эквист Б.В., Монахов В.В. Геофизические приборы нового поколения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008.

3. Исследование объектов с помощью пикосекундных импульсов / Г.В. Глебович, А.В. Андриянов, Ю.В. Введенский [и др.] ; под ред. Г.В. Глебовича. – М.: Радио и связь, 1984. – 256 с.

ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ СТУПЕНЧАТОГО ИНДУКЦИОННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) ПО ПРИЗНАКАМ СОБСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.Б. Петров, студент каф. КУДР

Научный руководитель: А.А. Бомбизов, канд. техн. наук, нач. СКБ «Смена»
г. Томск, ТУСУР, petrov_a_b97@mail.ru

Проект ГПО КУДР-1804 – Устройство обнаружения беспилотного летательного аппарата (БПЛА)

Анализируется проблема достоверного и заблаговременного обнаружения малозаметных беспилотных летательных аппаратов, осуществляющих несанкционированный доступ к охраняемым объектам. Рассматривается направление, основанное на регистрации и анализе собственного электромагнитного излучения летательных аппаратов.
***Ключевые слова**: беспилотный летательный аппарат, собственное электромагнитное излучение, индукционный датчик, спектральный анализ.*

Большинство беспилотных летательных аппаратов, используемых в гражданской сфере деятельности, осуществляют работу с помощью электродвигателей. Электродвигатель посредством своей работы выделяет электромагнитное излучение, обнаружить которое целесообразней индукционным датчиком. Первое исследование по возможности обнаружения БПЛА по признакам электромагнитного излучения описано в работе [1]. В статье [2] исследовался подход обнаружения БПЛА по признакам их собственного электромагнитного излучения, определена связь параметров и режимов работы двигателей БПЛА и зарегистрированными спектральными составляющими. В [2] был использован чувствительный элемент с цилиндрическим каркасом. В данной работе предлагается использовать индукционный датчик со ступенчатой формой чувствительного элемента. В [3] был смоделирован входной аналоговый тракт и конструкция индукционного датчика. В рамках группового проектного обучения № 3 были спроектированы печатные узлы и конструкции корпусов макета.

Чувствительный элемент имеет форму шестиступенчатого конуса. Перед тем как выполнить намотку медной проволоки на каждую ступень, был произведен расчет индуктивности и количества витков.

На рис. 1 представлена модель чувствительного элемента с нумерацией ступеней.

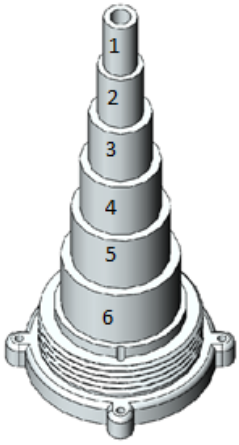


Рис. 1 – Модель чувствительного элемента

Ступени выполнены одинаковой длиной, равной 25 мм. Диаметры ступеней составляют: 1 – 12,9 мм; 2 – 17,5 мм; 3 – 24,1 мм; 4 – 30,6 мм; 5 – 37,3 мм; 6 – 45 мм.

Индуктивность зависит от размеров, формы проводника, магнитных свойств среды. Ниже представленные формулы являются самыми важными в расчете. По формуле (1.1) [4, 5] была рассчитана индуктивность каждой ступени.

$$L = \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{n^2}{l} S \tag{1.1}$$

Индуктивность каждой ступени рассчитывается по формуле (1.2)

$$L1 = \frac{\mu fe1 \cdot \mu_0 \cdot n1^2 \cdot S1}{H1} = 0{,}013 \text{ Гн.} \tag{1.2}$$

Количество витков одного слоя определяется по формуле (1.3)

$$Nn = \frac{H1}{Dp} = \frac{0{,}025}{0{,}00009} = 278, \tag{1.3}$$

где *Dp* – диаметр проволоки = 0,0009 м.

Количество слоев для каждой ступени вычисляется по формуле (1.4).

$$nn = \frac{n1}{Nn} = 1{,}07\ . \tag{1.4}$$

Представленный расчет выполнен для первой ступени. В результате было определено, что индуктивности и количества витков всех шести ступеней сопоставимы.

На рис. 2 представлен намотанный чувствительный элемент. Общее количество витков составляет 1715, индуктивность – 110 мГн, общее сопротивление катушки – 400 Ом.

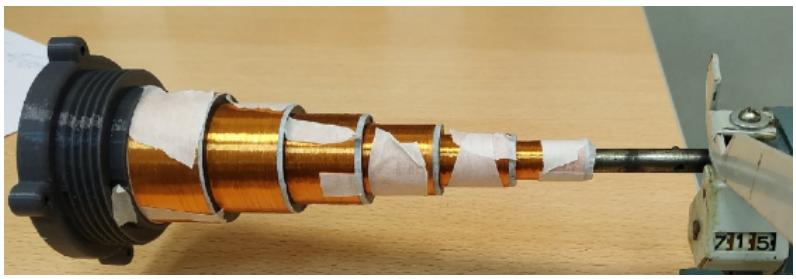


Рис. 2 – Ступенчатый чувствительный элемент

На рис. 3 представлен макет для исследования возможности обнаружения БПЛА по его собственному электромагнитному излучению. Индукционный датчик имеет два сменных чувствительных элемента разной конструкции: шестиступенчатой и цилиндрической.

Рис. 3 – Макет для обнаружения БПЛА

На рис. 4–5 представлены спектрограммы – электромагнитных излучений двигателей БПЛА с использованием ступенчатого и цилиндрического чувствительного элемента индукционного датчика. Расстояние датчика от объекта исследования постепенно увеличивается до 2 м. Стрелкой на спектрограммах показана работа двигателей БПЛА.

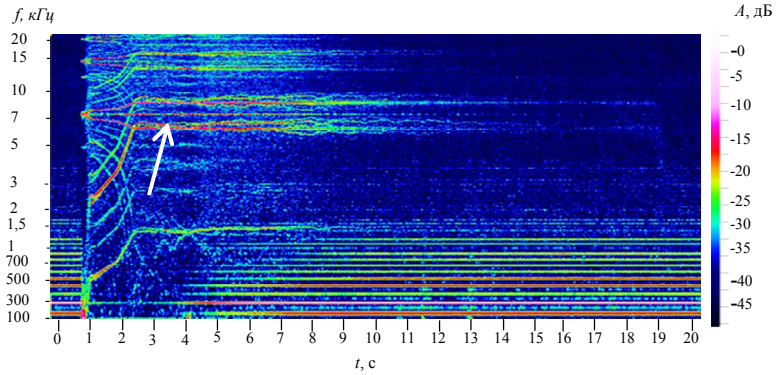


Рис. 4 – Зарегистрированная спектрограмма ЭМИ БПЛА
с использованием ступенчатого чувствительного элемента

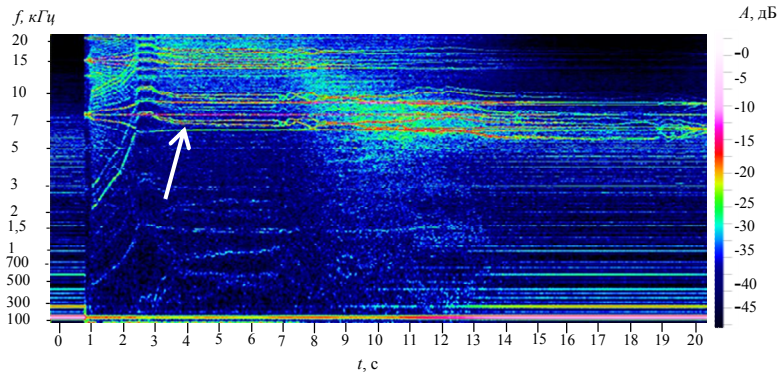


Рис. 5 – Зарегистрированная спектрограмма ЭМИ БПЛА
с использованием цилиндрического чувствительного элемента

На рис. 6–7 представлены спектры с использованием ступенчатого и цилиндрического чувствительного элемента индукционного датчика. Данные спектры это исследуемые отдельные участки выше приведённых спектрограмм с сильной амплитудой сигнала электромагнитного излучения БПЛА (примерное расстояние 25 см).

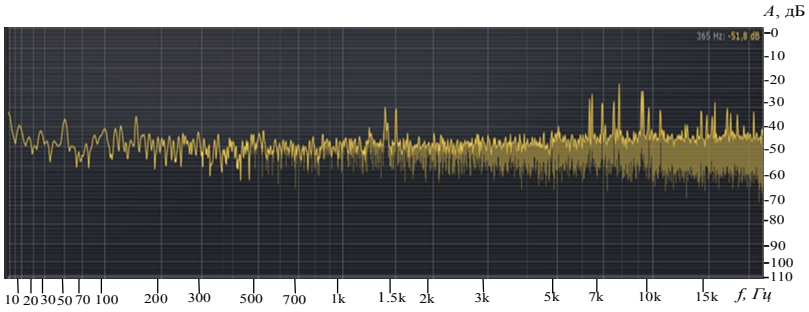


Рис. 6 – Спектр ступенчатого индукционного датчика

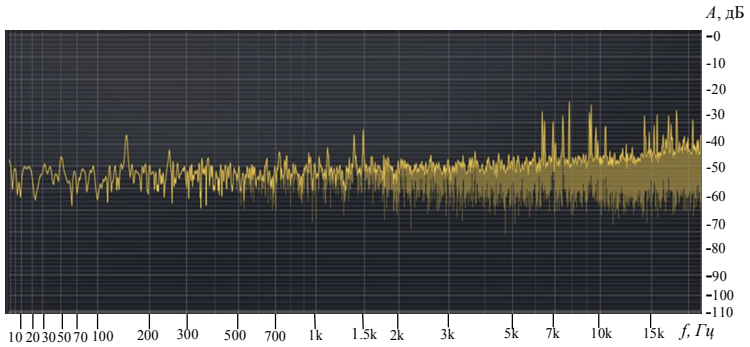


Рис. 7 – Спектр цилиндрического индукционного датчика

Первичная оценка спектра показала, что у ступенчатого индукционного датчика выше резонансная частота, это свидетельствует о малой паразитной емкости. Но увеличенные диаметры катушек по сравнению с сердечником и разрывы в каркасе на практике вносят потери, уменьшая результирующую чувствительность.

Литература

1. An experimental detection of eletromagnetic radiation generated by unmanned aerial vehicles / A. Bombizov, S. Artishchev, A. Loschilov, N. Malyutin // AIP Conference Proceedings 1899, 060021 (2017); URL https://doi.org/10.1063/1.5009892.

2. Бомбизов А.А. Исследование электромагнитного и акустического излучения беспилотных летательных аппаратов в области низких частот / А.А. Бомбизов, А.Б. Петров, А.Г. Лощилов // Доклады ТУСУР. – 2018. – Т. 21, № 1. – С. 57–61.

3. Петров А.Б., Захаров Р.А. Разработка датчика первичной регистрации для задачи обнаружения беспилотного летательного аппарата // Материалы докладов VII Региональной науч.-практ. конф. «Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения», Томск, 15 октября – 30 ноября 2018 г. – Томск: Изд-во ТУСУРа. – 2018. – С. 391–395.

4. Расчет индуктивности по заданным: количеству витков, диаметру каркаса и длине намотки – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.translatorscafe.com/unit-converter/RU/calculator/coil-inductance.

5. Расчет индуктивности на ферритовом стержне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://coil32.ru/man/ferrite-rod.html.

СВЕТОДИОДНЫЙ ПОИСКОВЫЙ ПРОЖЕКТОР СУДОВОЙ

А.Г. Саинский, студент каф. РЭТЭМ

Научный руководитель: В.С. Солдаткин, канд техн. наук, доцент каф. РЭТЭМ
г. Томск, ТУСУР, soldatkinvs@main.tusur.ru

Проект ГПО РЭТЭМ-1501 – Исследование и разработка полупроводниковых источников света

В работе излагаются результаты исследований влияние типов и концентрации люминофоров в люминофорной композиции на индекс цветопередачи светодиодов белого цвета свечения. В результате проведённых исследований установлено, что индекс цветопередачи равный 80 обеспечивается смешиванием люминофоров типа 1 – 7% с типом 2 – 3%.

Ключевые слова: *поисковый прожектор судовой, светодиод, люминофорная композиция, элементы вторичной оптики, теплоотвод.*

В соответствии с [1] прожекторы судовые делятся по светотехнической функции на осветительные (заливающего света, поисковые) и светосигнальные, по назначению для речных судов и для морских судов, по применяемому источнику и по способу управления с дистанционным управлением и с ручным

управлением. В настоящее время на рынке представлен широкий ассортимент поисковых прожекторов с ксеноновыми, галогеновыми и светодиодными источниками света. Прожектор [2] – световой прибор, перераспределяющий свет лампы (ламп) внутри малых телесных углов и обеспечивающий угловую концентрацию светового потока с коэффициентом усиления более 30 для круглосимметричных и более 15 для симметричных приборов. Технико-экономический анализ показал, что преимущественно все прожекторы судовые поисковые имеют коррелированную цветовую температуру 3500 К. Известно, что использование прожекторных источников света белого цвета свечения в условиях тумана крайне неэффективно, так в автомобилях в условиях тумана применяются противотуманные фары жёлтого цвета свечения. При прохождении света через туман, часть его рассеивается, а часть поглощается. Коротковолновое излучение в большей степени подвержено рассеиванию в аэрозольных частицах тумана чем длинноволновое [3]. Известно, что на реках в тёмное время суток как правило туман существует постоянно. Качество освещения водного пути напрямую влияет на безопасность передвижения судов. Поисковый прожектор используется как основной источник света при движении судна для поиска препятствий и опасных неосвещённых объектов.

Задачей данного этапа является изготовление и исследование светотехнических характеристик макета светодиодного поискового прожектора судового.

Для решения поставленной задачи необходимо подобрать люминофорную композицию, провести тепловой расчёт, выбрать корпус, рассчитать и изготовить элементы вторичной оптики и спроектировать устройство питания.

Практическая значимость работы заключается в разработке изделия – светодиодного поискового прожектора судового для конечного потребителя.

Научной новизной является то, что в лаборатории ГПО каф. РЭТЭМ есть полный технологический цикл сборки макетов светодиодов, в том числе приготовления люминофорной композиции с нужным спектром излучения, что позволит провести необходимые исследования и подобрать спектр излучения прожектора для противотуманного применения.

Таблица 1 – Предполагаемы характеристики лампы

Световой поток	(2700 ± 100) лм
Мощность	Не более 50 Вт
Угол излучения по уровню 0,5 от максимальной силы света	30 градусов
Срок службы	Не менее 25 000 часов
Индекс цветопередачи	Не менее 85

Было измерен световой поток у 30 видов светодиодов и выбраны светодиоды с максимальным световым потоком в 270 лм.

Таблица 2 – Основные характеристики светодиодов lemwa33x70hx1000-x

Угол излучения по уровню 0,5 от максимальной силы света	120 градусов
Прямое напряжение	2,9 В
Прямой ток	350 мА
Индекс цветопередачи	85

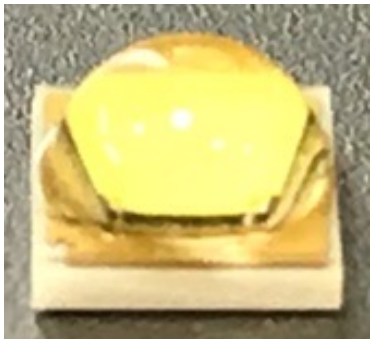


Рис. 1 – Фотография светодиода lemwa33x70hx1000-x

Был спроектирован макет печатной платы для пайки светодиодов с использованием программа Sprint-Layout60.

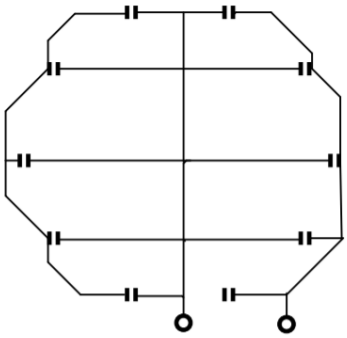


Рис. 2 – Схема печатной платы

Был выбран корпус для прожектора с хорошей теплоотдачей и подходящими габаритными размерами.

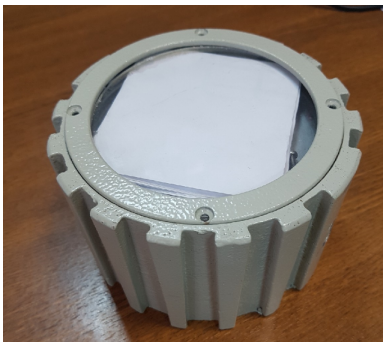


Рис. 3 – Макет корпуса прожектора

Так же был спроектирован вторичный отражатель, что бы на выходе угол излучения получился 30 градусов.

Вывод: в ходе проекта планируется разработать судовой светодиодный поисковый прожектор с цветовой температурой 3500 К

Литература

1. ГОСТ 26360-84. Прожекторы судовые. Общие технические условия (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200013532 (дата обращения: 28.10.2019).

2. ГОСТ 16703-89. Приборы и комплексы световые. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/gost-16703-79 (дата обращения: 28.10.2019).

3. Акименко Т.А. Прохождение света сквозь аэрозольную среду // Известия ТулГУ. Сер. Технические науки. – 2011. – Вып. 5, Ч. 3. – С. 82–87.

4. Приказ Министерства транспорта РФ от 19 января 2018 г. № 19 «Об утверждении Правил плавания судов по внутренним водным путям» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71794832/ (дата обращения: 28.10.2019).

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ DC-AC ИЗ ПОСТОЯНОГО ТОКА В ПЕРЕМЕННЫЙ

Т.А. Акаева, Т.А. Шершнева, студенты каф. ТУ

Научные руководители: А.Н. Дементьев, доцент каф. ТУ;
А.Ю. Латышев старший преподаватель каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, ttnakaeva@gmail.com

Проект ГПО ТУ-1701 – Электронные системы безопасности

Представлено использование преобразователя DC-AC в питании электронных систем. Описан принцип работы преобразователя.
***Ключевые слова**: альтернативные источники питания, солнечная энергия, преобразователь DC-AC, синусоидальный сигнал.*

В настоящее время существует множество источников питания для различных систем, таких как охранные системы безопасности, больницы, предприятия государственной важности, или питание частных домов в отдаленных населённых пунктов. Основное питание систем осуществляется на основе дизельных генераторов. Нас заинтересовал вопрос, что, если использовать природные источники?

Солнечная энергия один из постоянных и доступных ресурсов [1]. Принцип ее состоит в преобразовании солнечной энергии в электричество. На рис. 1 представлена структурная схема такой системы питания.

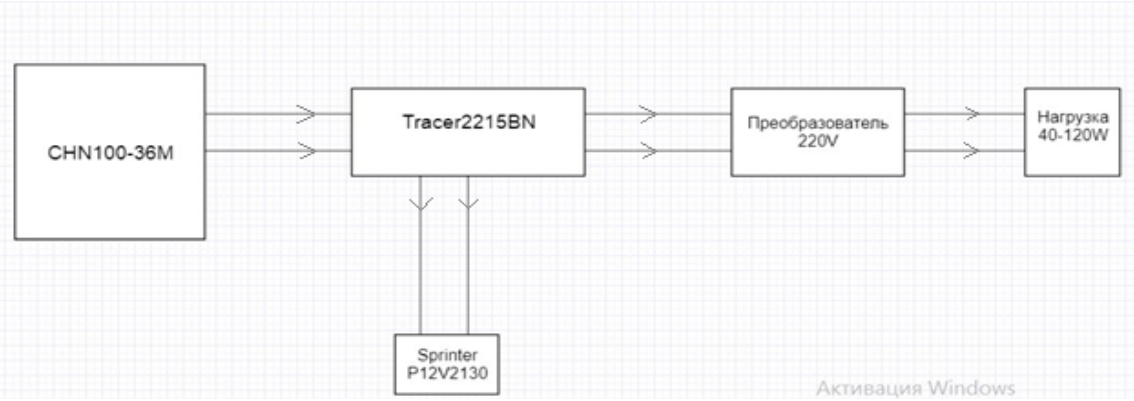


Рис. 1 – Структурная схема

– CHN100-36M – солнечная батарея (100Вт/12В) предназначена для прямого преобразования солнечного света в электрический постоянный ток.

– Sprinter P12V2130 – стационарный аккумулятор напряжением 12В емкостью 94Ач изготовлен по технологии AGM (с жидким электролитом).

– Tracer 2215BN – программируемый MPPT контроллер позволяет отслеживать точку максимальной мощности солнечных панелей. Пиковая эффективность контроллера равна 98%.

В нашей схеме присутствует преобразователь постоянного тока в переменный с увеличением напряжения, нас интересовал результат получения напряжения величиной в 220 В.

Силовой DC/AC преобразователь (инвертор) – устройство для преобразования постоянного тока в переменный с изменением величины напряжения [2]. Обычно представляет собой генератор периодического напряжения, по форме приближённого к синусоиде, или дискретного сигнала. Такое устройство может иметь разнообразные схемотехнические решения, в которых активная или реактивная нагрузка подключается к АС-выходу.

Отличительными особенностями DC/AC преобразователей считаются следующие две характеристики:

– эти инверторы могут работать под разными типами нагрузки;

– они не могут изменять направление потока мощности.

Входное напряжение этих приборов, как правило, 12 В или 24 В. Выходное напряжение 230 В, 47…57 Гц. DC/AC инверторы выпускаются на разные мощности: от десятков до сотен ватт. Инверторы позволяют пользоваться электроприборами в напряжение питания 220 В там, где нет осветительной сети. Например, в автомобиле доступно только постоянное напряжение 12 или 24 В. В нашем случае, будет преобразовываться постоянное напряжение 12 В от аккумуляторной батареи.

Большинство известных преобразователей постоянного напряжения в переменное имеют выходной сигнал прямоугольной формы. Однако крутые фронты прямоугольных импульсов создают сильные помехи. Двигатели переменного тока при питании их прямоугольным напряжением сильно шумят, нагреваются и имеют низкий коэффициент полезного действия (КПД). Эти проблемы устраняются, если питать нагрузку синусоидальным напряжением.

Для получения «синусоиды» на выходе преобразователя обычно используют широтно-импульсную модуляцию.

Для исследования была выбрана следующая схема преобразователя, представленная на рис. 2.

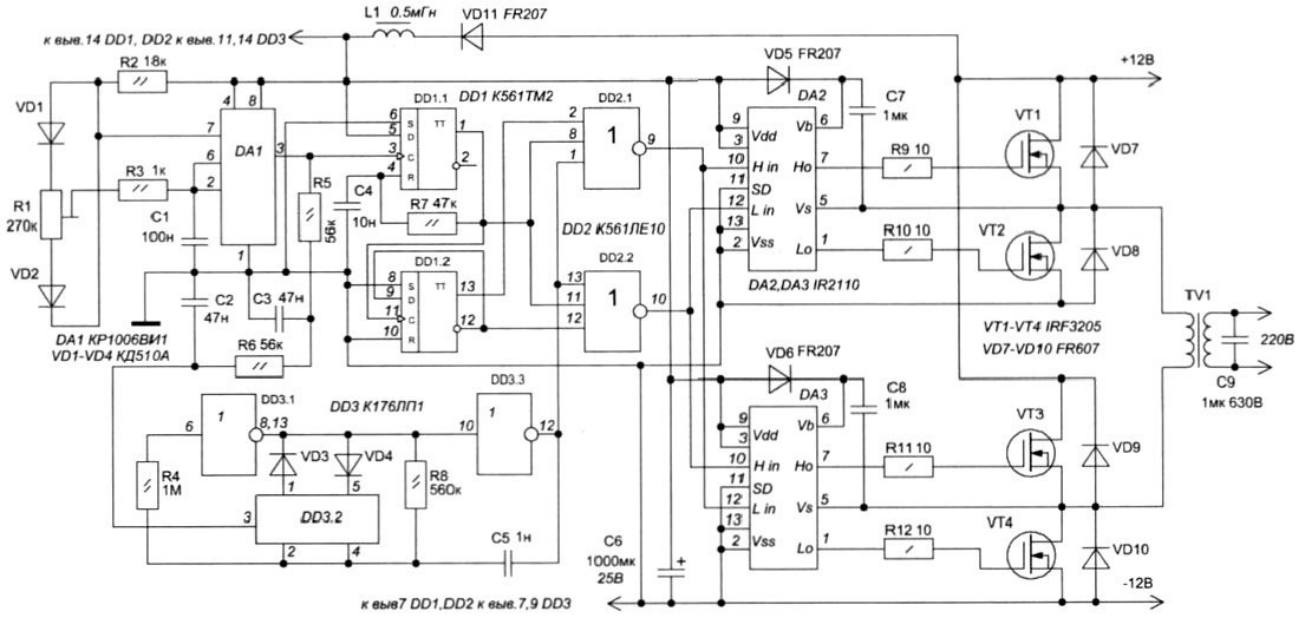


Рис. 2 – Исследуемая схема преобразователя DC–AC

Преобразователь выполнен по схеме полного моста, выполненного на четырех транзисторах VT1-VT4. Синусоидальный выходной сигнал формируется методом широтно-импульсной модуляции. Управляется мост двумя высокочастотными драйверами типа IR2110, способными перезаряжать затворы полевых транзисторов током до 2 А.

Максимальное напряжение между затвором и истоком указанных на схеме транзисторов составляет 20 В. Задающий генератор преобразователя выполнен на микросхеме DA1. Частота его колебаний определяется величиной резистора R1, а скважность импульсов равная 2 достигается установкой движка резистора R1 в нужное положение. Выходной сигнал с задающего генератора поступает на две последовательно соединенные интегрирующие цепочки R5C3 и R6C2, а также на одновибратор, выполненный на D-триггере микросхемы DD1.1. Выходной сигнал интегрирующей цепочки представляет собой приближенную синусоиду с периодом в 10 мс. Выходной сигнал одновибратора - прямоугольный

импульс длительностью 0,5 мс и периодом в 10 мс. Длительность импульса можно регулировать, изменяя величину резистора R7.

На D-триггере микросхемы DD1.2 построен делитель частоты на 2, т.е. период его выходного сигнала равен 20 мс (частота 50 Гц). Из прямых и инверсных выходных сигналов триггера DD1.2 и выходного сигнала одновибратора DD1.1 логические элементы DD3.1 и DD3.2 формируют сигналы управления силовыми ключами моста.

Широтно-импульсный модулятор построен на микросхеме DD3, содержащей два инвертора b полевые (p-канальные и n-канальные) транзисторы. Выходное сопротивление транзисторов этой ИМС почти линейно зависит от входного напряжения. На инверторах DD3.1 и DD3.3 выполнен мультивибратор по стандартной схеме. Полевые транзисторы включены через диоды VD3-VD4 параллельно резистору R8. При высоком уровне на выходе генератора диод VD4 будет проводить, т.е. выходное сопротивление p-канала транзистора будет включено параллельно с резистором R8. Подобным образом выходное сопротивление n-канала транзистора включается параллельно резистору R8 при низком уровне на выходе генератора.

Основной задачей на данный момент является усовершенствование инвертора с увеличение его КПД, а также получение наиболее чистого синусоидального сигнала.

Литература

1. Уделл С. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии. – Издательство Знание, 1980. – 88 с (дата обращения: 12.04.2018).

2. DC-AC инвертор: принцип работы, схемотехника, встроенное ПО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/358172/ (дата обращения: 22.03.2019).

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

В.Р. Балюк, В.В. Смирнова, студенты каф. УИ

Научный руководитель: М.А. Костина, ст. преподаватель каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, vlada29_06@mail.ru, vikusik_97_2010@mail.ru

Проект ГПО УИ-1902 – Умный дом

Для тех, кто еще не сталкивался с понятием «умный дом», информация об этой чудесной системе управления всеми домашними процессами станет увлекательной сказкой. Но технологии домашней автоматизации давно шагнули за грань вымыслов, становясь частью нашей повседневной

жизни. Об этом говорят и цены на умные дома, которые вплотную приблизились к финансовым возможностям рядовых покупателей. Данная статья посвящена плюсам и минусам системы «Умный дом».
Ключевые слова: *умный дом, система, плюсы, минусы.*

Актуальность данной статьи заключается в рассмотрении плюсов и минусов современной технологии «Умный дом».

В настоящее время возможности и функции «умного дома» способны кардинальным образом изменить взгляды на устройство быта в квартире или загородном доме. Интеллектуальная сеть, которая функционирует на основе единой для используемых устройств операционной программы. Она дает возможность, как управлять домом в целом, так и обеспечивать полный контроль инженерных систем и разных бытовых приборов. О том, какие именно преимущества и недостатки системы, пойдет речь ниже [1].

К основным плюсам стоит отнести несколько следующих пунктов:

1. Возможность дистанционно контролировать безопасность своего дома. С помощью смартфона можно видеть, что происходит в доме, также включать и отключать различные устройства, которые расположены в помещении. Система умный дом очень популярна среди европейцев. Это обусловлено огромным количеством преимуществ системы.

2. Возможность перенастраивать основные параметры системы, исходя из собственных потребностей. Мастер, который будет устанавливать систему, может настроить ее таким образом, чтобы было максимально удобно ею управлять.

3. Такого рода система наиболее рационально распределяет расход электроэнергии и контролирует работы всех бытовых приборов, которые находятся в доме. Также с помощью данной системы можно обезопасить дом от утечки газа или воды. При первой необходимости все будет отключено.

4. Система отключает все приборы, которые не используются в данный момент. Это позволяет снизить нагрузку на сеть и значительно сэкономить на электроэнергии. В пассивном состоянии техника тоже ее потребляет. Полная окупаемость системы «Умный дом» рассчитана на 5-8 лет, она сразу позволяет экономить на коммунальных расходах до 30%.

Не смотря на многочисленные положительные аспекты использования интеллектуальной системы в доме, есть у нее и свои минусы, о которых не стоит забывать [2].

К основным недостаткам системы «Умный дом» можно отнести следующие:

1. Высокая стоимость системы. Цена технологии зависит от пожеланий заказчика, базовый набор функций не дорогой, его могут позволить практически

все слои населения. Но если оснастить дом самыми инновационными технологиями, стоимость проекта будет очень высокой;

2. Еще один недостаток заключается в человеческом факторе, а именно в мастерстве и профессионализме людей, которые будут устанавливать систему в доме. Действительно опытных мастеров, которые бы смогли собрать все компоненты в работающую сеть, особенно если речь идет о системах, где приходится совмещать разное оборудование, сегодня мало. Основной риск для хозяина жилища, устанавливающего интеллектуальное программное обеспечение, заключается в ошибках мастеров.

3. Оборудование должно функционировать безотказно и без поломок. В случае каких-то непредвиденных обстоятельств, для обеспечения бесперебойной работы системы «умный дом» потребуется резервный источник питания. Что, несомненно, повлечет дополнительные расходы и поиск места для его установки. В данном качестве, как правило, используются генераторы, которые работают на дизельном топливе или бензине. Для них необходимо выделять специально оборудованные помещения, их к тому же необходимо обслуживать.

Таким образом, в данной статье были рассмотрены положительные и отрицательные стороны системы «Умный дом».

В заключение можно сказать, что у каждого есть право выбора, но вначале нужно взвесить основные достоинства и недостатки, так как система является новой в сфере нано технологий и требует тщательного подхода к ее реализации. Тогда не возникнет никаких неожиданных и неприятных моментов в процессе установки, и можно оптимально использовать финансы и время [3].

Литература

1. Новый взгляд на умный дом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://izvestia.ru/news/556919 (дата обращения: 09.11.2019).

2. Богданов С.В. Умный дом / С.В. Богданов. – Наука и Техника, 2015. – 95 с.

3. Петин В.А. Создание умного дома на базе Arduino / В.А. Петин. – М.: Пресс, 2017. – 100 с.

АППАРАТУРА БЕСКОНТАКТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН ТРЕЩИНОВАТОСТИ В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

И.И. Смирнягин, студент каф. КТРС

Научный руководитель: А.А. Бизяев, ст. преподаватель каф. КТРС
г. Новосибирск, НГТУ, Ocelot2501@gmail.com

Обсуждаются вопросы построения аппаратуры для прогнозирования динамических проявлений горного давления методом электромагнитного излучения. Приведены результаты натурных испытаний, показаны осциллограммы, зарегистрированные на разных участках горной выработки. Показано, что на исследуемых участках горной выработки шахты им. С.М. Кирова опасными являются динамические проявления в виде стреляния, а в глубине выработки не происходит рост трещин, которые могут проявиться в виде горного удара.
Ключевые слова: *Угольные месторождения, удароопасность, естественное напряженное состояние, массив, электромагнитное излучение, аппаратура прогнозирования.*

Один из перспективных и малоизученных бесконтактных методов прогнозирования динамических проявлений горного давления является метод электромагнитного излучения. Суть метода заключается в том, что при разрушении горной породы наблюдается электромагнитное излучение, по характеристикам которого можно говорить о характере нарушения сплошности в массиве горной выработки. Для данного метода были разработаны регистраторы электромагнитного излучения, но эта аппаратура не позволяет проводить частотный анализ, поскольку оперирует только интегральной составляющей сигнала [1], но один из ключевых параметров при прогнозировании динамических проявлений горного давления является спектр сигнала. Так было показано [2], что при приближении спектра сигнала для породы мрамора к 500 кГц, происходит лавинообразное обрушение. Институтом горного дела СО РАН совместно с Новосибирским государственными техническим университетом был разработан регистрационно-диагностический комплекс РЭМИ-4С. Комплекс состоит из портативного регистратора и программного обеспечения, показанных на рис. 1. Регистратор оснащен энергонезависимой памятью для записи и хранения регистрируемых сигналов, а так же графическим индикатором, позволяющим наблюдать результаты измерений в реальном времени. Сохраненную регистратором информацию подробно анализировать и визуализировать с помощью программного обеспечения.

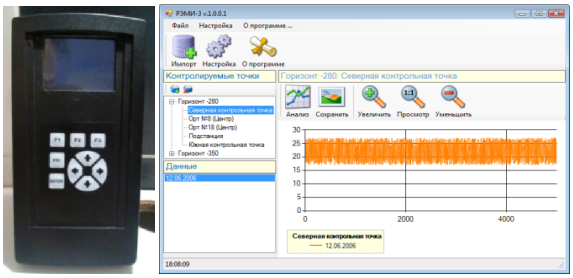


Рис. 1 – Внешний вид регистратора и программного обеспечения электромагнитного излучения РЭМИ-4С

Данный прибор был апробирован шахте им. С.М. Кирова, АО «СУЭК-КУЗБАСС», расположенная в г. Ленинск-Кузнецке, Кемеровской области. Категория шахты по метану – сверхкатегорийная. Работы по выявлению опасных зон проводились в продуктивных пластах: пл. «Болдыревский» – мощностью 1,8–2,4 м, угле залегания от 0 до 10°; пл. «Поленовский» – мощностью 1,4–1,8 м, угле залегания от 0 до 12°. Абсолютная газообильность шахты – 181,7 м^3/мин. На шахте две действующие лавы по добыче угля, 4 проходческих забоя. Исследования проводились в лаве 25-101, проходческом забое ЦМПШ 25-03, капитальных выработках, вентиляционной печи 25-97 в зоне геологического нарушения и влияния лавы 25-101. Результаты замеров прибором РЭМИ-4С с интеграцией на интервале 1 мс фиксировались, а сигнальная составляющая на интервале 15 секунд записывалась в память. Из осциллограмм, записанных прибором РЭМИ-4С видно, что в тех местах, где наблюдается повышенное трещинообразование и обрушение, период одиночных импульсов увеличивается с 5 мс до 100 и более. В местах, где наблюдается обильное шелушение, амплитуда сигнала увеличивается с 5 мВ до 20мВ, непосредственно вблизи источника. В процессе профилирования горной выработки приборами РЭМИ-4С пикеты выбирались на интервале 50 метров. Был найден участок, на котором наблюдалось превышение фоновой составляющей более чем в 10 раз. В ходе проведения измерений произошло динамическое проявление горного давления в виде стреляния, после чего значения приборов приблизились к фоновым.

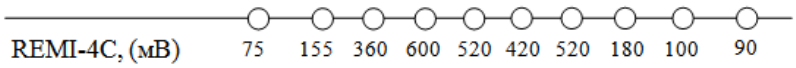


Рис. 2 – Профилирование горной выработки на участке сопряжения с лавой

Выводы

1. Разработано новое оборудование регистрации электромагнитного излучения с энергонезависимой памятью и графическим экраном, способное отображать характер сигнала электромагнитного излучения на исследуемом участке горной выработке в реальном времени.

2. Проведены натурные исследования участка горной выработки, при помощи оборудования РЭМИ-4С. Показано, что на исследуемых участках массива горных пород порода не способна накапливать опасные механические напряжения способные проявиться в виде горного удара, но способна накапливать механические напряжения проявляющиеся в виде шелушения и стреляния.

3. В местах с вероятным проявлением горного давления наблюдается превышение фоновой составляющей более чем в 10 раз.

Работа выполнена при финансовой поддержке конкурса «УМНИК», договор 0045347.

Литература

1. Яковицкая Г.Е. Прогноз динамических проявлений массива горных пород на основании регистрации сигналов электромагнитного излучения // Физические проблемы разрушения горных пород: сб. трю третьей междунар. науч. конф. 9–14 сентября 2002 г. – Новосибирск: Наука. – 2003. – С. 98–103.

2. Куксенко В.С. Физические и методические основы прогнозирования горных ударов / В.С. Куксенко, И.Е. Инжеваткин, Б.Ц. Манжиков // ФТПРПИ. – 1987. – № 1. – С.9–22.

СВЕТОДИОДНОЕ АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Ю.И. Стасенко, студент каф. РЭТЭМ

Научный руководитель: В.С. Солдаткин, канд. техн. наук, доцент каф. РЭТЭМ
г. Томск, ТУСУР, soldatkinvs@main.tusur.ru
г. Томск, ТУСУР, yura-stas@mail.ru

Проект ГПО РЭТЭМ-1501 – Исследование и разработка полупроводниковых источников света

В работе излагаются результаты исследований спектральных, электрических и световых характеристик светодиодов для архитектурного освещения.

Ключевые слова: *светодиод, световой поток, угол рассеивания линзы, микроконтроллер.*

В соответствии с ПНСТ 28-2015 архитектурное освещение классифицируют по следующим основным приемам: заливающего освещения; локализованного освещения, акцентирующего освещения, светящегося фасада, световой

графики (контурного освещения), световой живописи, иллюминационного освещения. Функционально-декоративное освещение подразделяют на утилитарное освещение дорожных покрытий и пространств в пешеходных зонах и декоративное освещение элементов ландшафта и благоустройства.

В настоящее время архитектурное освещение массово используется в городских центрах, между тем рынок архитектурного освещения в частном секторе, архитектурное освещение домов, коттеджей, дач и т.д. только развивается. Это связано с высокой стоимостью такого освещения, т.к. для его применения требуется дизайнер, который сделает проект с расстановкой светильников разных типов, электромонтажник, который установит светильники и подключит их к системе управления, а также стоимость самих светильников и системы управления. Если создать комбинированный светильник со встроенным устройством управления можно будет использовать как для общего назначения, так и для архитектурного освещения.

Целью данной работы является создание комбинированного светильника со встроенным устройством управления.

Задачей данного этапа является анализ и выбор светодиодов, корпуса и микроконтроллера, светотехнические и тепловые расчёты, разработка устройства управления.

Практической значимостью является универсальность данного архитектурного прожектора, обладающего более совершенными характеристиками, чем у аналогов на рынке.

Научной новизной является то, что в лаборатории ГПО каф. РЭТЭМ есть полный технологический цикл сборки макетов светодиодов, в том числе приготовления люминофорной композиции с нужным спектром излучения.

Был проведен обзор литературы. Проанализированы аналоги на рынке и их характеристики. На основе этого были определены предполагаемые характеристики для макета лампы.

Таблица 1 – Предполагаемые характеристики архитектурного прожектора

Потребляемая мощность	Не более 30 Вт
Световой поток	800 лм
Цвет свечения светодиода:	4000 К
Габаритные размеры	Высота: 9.3 см Длина: 10.5 см Ширина: 2.2 см
Коррелированная цветовая температура светодиодов белого цвета свечения	3500 К
Длина волны светодиодов красного цвета свечения	625 нм
Длина волны светодиодов красного цвета свечения	525 нм
Длина волны светодиодов красного цвета свечения	450 нм

Для данного макета архитектурного прожектора необходимо использовать RGB-светодиоды.

Таблица 2 – Характеристика светодиода

Прямой ток	350 мА
Тип светодиода	RGB
Световой поток	50-60 лм (красный), 80-90 лм (зелёный), 20-30 лм (синий)
Угол излучения по уровню 0,5 от максимального значения силы света	120 градусов
Мощность	1 Вт

Контроллером для светодиодов будет являться микроконтроллер NodeMCU. Это платформа, основанная на базе модуля esp8266. Используется для управления схемой на расстоянии при помощи интернета через Wi-Fi. Плата малогабаритная, компактная, стоит дёшево, на лицевой стороне имеется разъем для USB. Рядом кнопки для отладки и перезагрузки микроконтроллера. Также установлен чип ESP8266.

Больше всего места на плате занимает **чип ESP8266**, на котором уставлен микропроцессор с тактовой частотой 80 МГц (можно разогнать до 160 МГц). Плата имеет 4 мегабайта Flash-памяти.

Для питания на плату можно подавать напряжение от 5 до 12 В, но рекомендуется от 10 В.

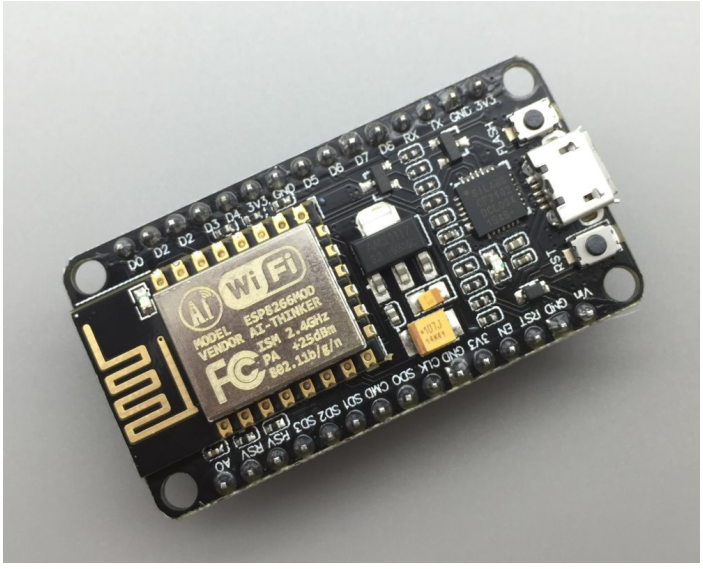


Рис. 2 – микроконтроллер NodeMCU на базе esp8266

Создание прошивки для микроконтроллера будет проводиться в программе Arduino IDE на языке C++.

Литература

1. NodeMCU (ESP8266) [Электрронный ресурс]. – Режим доступа: http://edurobots.ru/2017/04/nodemcu-esp8266/ (дата обращенрия: 06.11.2019).

2. ГОСТ ПНСТ 28-2015. Освещение архитектурное и функционально-декоративное (дата обращения: 06.11.2019).

РАДИОКАНАЛ УЛЬТРАУЗКОПОЛОСНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ

Н.Ю. Ежова, студент каф. РТС; К.Е. Алексеев, студент каф. ТОР

Научный руководитель: А.В. Пуговкин, д-р техн. наук, профессор каф. ТОР
г. Томск, ТУСУР, pugovkinav@ngs.ru

ТОР-1202 – Инфокоммуникационные системы интеллектуальных зданий

В статье рассматривается система радиосвязи технологии «Интернет – вещей» для автоматизированного учета коммунальных ресурсов, работающей в диапазоне ультраузкополосного радиоканала связи.
***Ключевые слова**. Технология «Интернет-вещей», ультраузкополосная связь, энергоснабжение.*

В настоящее время актуальнейшей задачей является – автоматизировать учет коммунальных ресурсов. Среди энергоресурсов наибольший удельный вес (более 50%) составляет потребляемая тепловая энергия. Учет этой энергии на уровне отдельных потребителей (квартиры, помещения) является нерешенной проблемой.

Поэтому разработка бюджетной системы сбора и обработки данных – является приоритетной задачей.

В соответствие с предложенными алгоритмами, рассмотренными в [1], необходимо измерять следующие температуры: среднюю температуру отопительного прибора, и температуру воздуха в помещении. При этом температуру отопительного прибора необходимо измерять в двух режимах:

– в режиме калибровки (с частотой 1 раз в минуту);

– в режиме эксплуатации (с частотой 1 раз в час).

Скорость передачи данных при различных режимах относительно низкая (примерно бит/с), что соответствует ультраузкополосной связи.

Поскольку датчик отопительного прибора должен быть совмещен с радиомодемом, то радиомодем должен обладать низким энергопотреблением.

Так же необходимо учитывать, что проектируемый радиоканал обязан обеспечивать передачу информации внутри здания через несколько стен и перекрытий.

Обладая вышеперечисленными техническими характеристиками, данная система должна иметь невысокую себестоимость.

Для реализации радиоканала было бы целесообразнее выбрать частоты, не требующих лицензирования. Наиболее подходящими для решения поставленной задачи являются 3 диапазона: 433, 869 и 2400 МГц.

Частотный диапазон 433 МГц является фактически полностью израсходованным – на нем работают автомобильные сигнализации, промышленная автоматика, носимые радиостанции и многое другое.

Использовать 2.4 ГГц частотный диапазон так же не рекомендуется, так как он тоже существенно перегружен. В этом диапазоне работает множество беспроводных технологий передачи данных, такой как Wi-Fi, Bluetooth. Так же диапазон 2.4 ГГц имеет весьма сильное затухание внутри задания.

На частоте 869 МГц работает большинство современных устройств, подобных разрабатываемому. Данный диапазон за счет достаточно низкой несущей частоты обеспечивает неплохую зону покрытия внутри зданий и в городе, а так же имеет достаточно небольшое затухание внутри здания.

Исходя из вышеизложенного был выбран частотный диапазон 869 МГц. Самое дешевое решение для частоты 868 МГц на базе системы на кристалле (SoC) CC1310 стоит порядка 500 рублей, а мощность может достигать до 25 мВт.

Рассмотрим уже существующие аналогичные технологичные решения, работающие в диапазоне 869 МГц, других торговых марок.

LoRa (от английского Long Range) – физический уровень радиосвязи, обеспечивающий непосредственно передачу данных.

SigFox – технология беспроводной низкоскоростной связи устройств в сетях с низким потреблением энергии.

Применение этих технологий для поставленной задачи затруднительны. В силу того, что в них не предусмотрен режим калибровки. Кроме того они не допускают в конструкции совмещение радиомодема и температурного датчика.

Для разработки радиомодема была выбрана микросхема CC1310, так как она имеет низкую стоимость, максимальную входную мощность и высокую чувствительность. Так же была разработана печатная плата радиомодема вместе с температурным датчиков (рис. 1).

В качестве протокола обмена данными используется протокол CSMA/CA [2]. Для устраняя возможной коллизии при передачи информации с множества датчиков учета энергоресурсов, устанавливается следующий порядок обмена данными:

1) температурный датчик выходит из режима «сна» в отведенное ему время;

2) отправляет запрос на радиомодем для подтверждения передачи данных;

3) получив сигнал на разрешение от радиомодема, передает пакет данных (остальные датчики, входящие в данную систему, не могут передавать свои данные);

4) получив подтверждение о приеме данных, завершает работу, перейдя в низкопотребляемый режим до следующего пробуждения, время которого устанавливает разработчик.

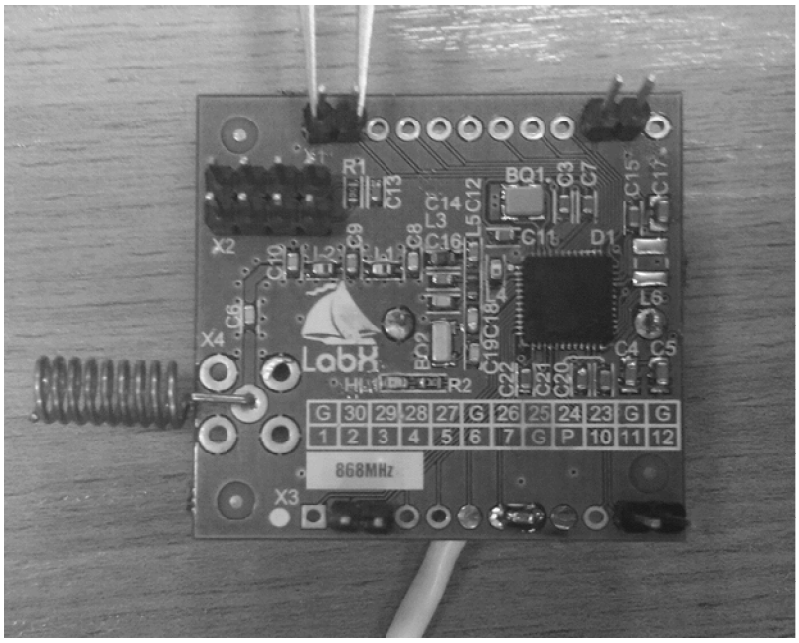


Рис. 1 – Печатная плата радиомодема

Для решения данной задачи, была реализована программа «режим сна», которая позволяет наиболее рационально использовать электропитание радиомодема.

Одной из важнейших прикладных задач в построении беспроводных сетей – является оценка зоны покрытия, основываясь на известных данных. Ее решение сводится к математическому моделированию затухания мощности радиосигнала. Результат математического решения показал, что модель COST 231 Multi-Wall [3] является достаточно точной для определения уровня сигнала в любой точке здания. Модель учитывает нелинейное изменение затухания в межэтажных перекрытиях с увеличением числа этажей.

Так как система сбора данных со счетчиков будет эксплуатироваться преимущественно в многоквартирных жилых домах, необходимо определить коэффициенты затухания в стенах для таких зданий. Был проведен эксперимент. В качестве объекта был выбран типовой панельной семнадцатиэтажный двухподъездный жилой дом на этапе заселения. В ходе эксперимента было установлено, что при незначительном перемещении приемника происходило изменение уровня принимаемого сигнала на 10–20 дБ, вызванное интерференцией различных пространственных составляющих электромагнитной волны (многолучевым распространением).

В ходе научно-исследовательской работы были решены следующие задачи: сформулированы основные технические требования к каналу ультраузкопо-

лосной связи, разработана электрическая схема и печатная плата радиомодема, совмещённого с температурным датчиком, проведено математическое моделирование распространения радиоволн внутри многоэтажного здания, произведено экспериментальное определение затухания сигнала в многоквартирном панельном жилом доме.

Литература

1. Пуговкин А.В. Мониторинг теплового режима отдельных помещений / А.В. Пуговкин, Н.И. Петрова, С.В. Купреков, С.И Абрамчук // Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий». – Новосибирск. – 2015. – С. 101–107.

2. CSMA/CA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https: //studopedia.ru/5_29517_CSMACA.html (дата обращения: 27.10.2019).

3. Digital mobile radio towards future generation system. COST 231 Final Report под ред. Eraldo Damosso. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1999. – 474 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВЕТЛЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СОЛИТОНОВ В КРИСТАЛЛАХ НИОБАТА ЛИТИЯ

В.Е. Бодренин, А.В. Щукин, студенты каф. СВЧиКР

Научный руководитель А.С. Перин, канд. техн. наук, доцент каф. СВЧиКР
г. Томск, ТУСУР, mr.avshchukin@gmail.com

Проект ГПО СВЧиКР-1807 – Разработка метода формирования и создание фотонных волноводных схем на основе сегнетоэлектрических кристаллов ниобата лития

В работе приведены результаты разработки программы для моделирования формирования оптических светлых пространственных солитонов в кристаллах ниобата лития.
***Ключевые слова**: ниобат лития, пространственный солитон, фоторефрактивный эффект, пироэлектрический эффект, моделирование.*

При распространении лазерных пучков в оптически нелинейной среде возможно проявление эффектов самовоздействия, результатом которых является изменение пространственной структуры световых полей. Частным случаем эффекта самовоздействия является режим пространственных оптических солитонов, при котором дифракционное уширение светового пучка полностью ком-

пенсируется за счет нелинейности среды при распространении в ней лазерного излучения. В прикладном плане интерес к такому режиму связан с формированием пространственными солитонами оптических волноводов и нелинейных линз. Для анализа и проверки корректности полученных экспериментальных результатов необходимо проводить расчеты, учитывающие ряд факторов. Для проведения аналитических расчетов существует математическая модель, описывающая формирование оптических светлых пространственных солитонов в кристаллах ниобата лития с учетом вклада фоторефрактивного и пироэлектрического эффектов [1, 2].

Целью данной работы является разработка программы для моделирования формирования оптических светлых пространственных солитонов в кристаллах ниобата лития с возможностью изменения доли вклада фоторефрактивного и пироэлектрического эффектов.

Программа написана в среде QT на языке программирования C++, а графический интерфейс разработан в QT Designer.

В главном окне программы отображается график распределения интенсивности светового пучка, который расчитывается с учетом различных параметров моделирования (рис. 1, область 1). В панели быстрого доступа (рис. 1, область 2) возможо сохранить график, получить описание программы, выйти из программы, а с помощью кнопки (рис. 1, область 3) запускается расчёт программы.

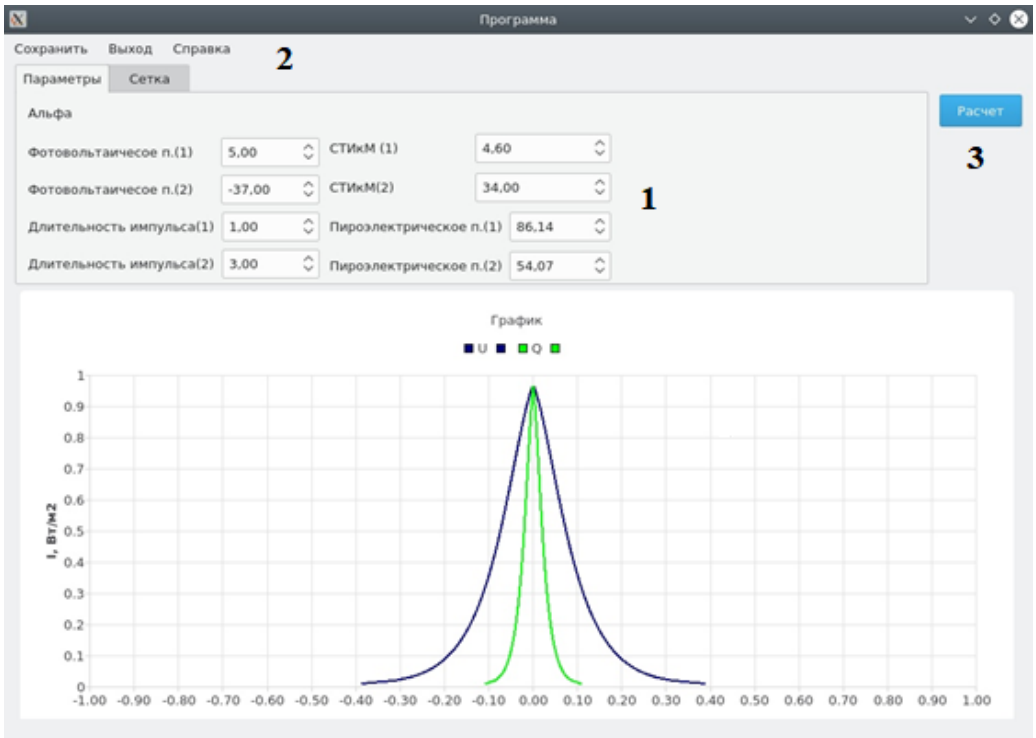


Рис. 1 – Графический интерфейс программы

Во вкладке «Сетка» можно задать масштаб и интервал отображение графика программы (рис. 2).

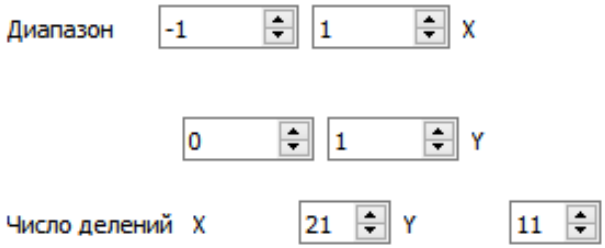


Рис. 2 – Вкладка «Сетка»

В программе можно задавать значение фотовольтаического и пироэлектрического полей, длительность импульса, значения электрооптических коэффициентов среды, в которой распространяется оптическое излучение.

На рис. 3 представлен результат моделирования формирования оптических светлых пространственных солитонов в кристаллах ниобата лития при следующих параметрах:

Фотовольтаическое поле: –37 кВ/см;

Длительность импульса: 1 с;

Пироэлектрическое поле (1): 92,14 кВ/см;

Пироэлектрическое поле (2): 46,07 кВ/см;

Электрооптический коэффициентов среды (1): 8,6 пм/В;

Электрооптический коэффициентов среды (2): 30 пм/В.

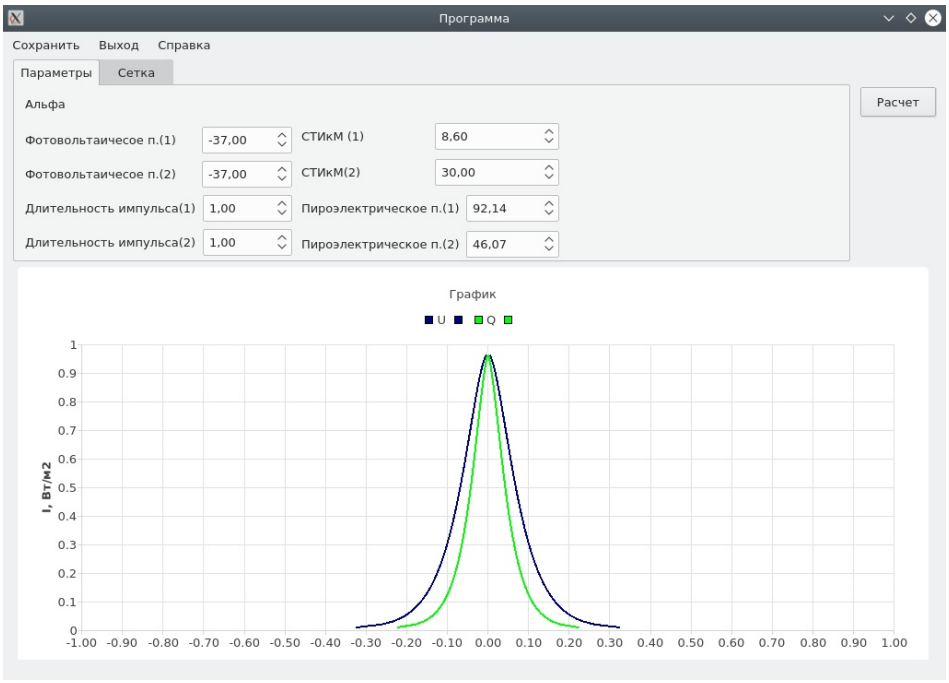


Рис. 3 – Результат моделирования формирования оптических светлых пространственных солитонов в кристаллах ниобата лития

Таким образом, была разработана программа для моделирования формирования оптических светлых пространственных солитонов в кристаллах ниобата лития с возможностью изменения доли вклада фоторефрактивного и пироэлектрического эффектов [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Томской области в рамках научного проекта № 18-42-703018. Программа написана с использованием оборудования ЦКП «Импульс» при финансовой поддержке Минобрнауки РФ по соглашению 075-15-2019-1644, идентификатор проекта RFMEFI62119X0029.

Литература

1. Математическая модель распространения когерентных светлых пространственных солитонов в фоторефрактивном ниобате лития с учетом вклада пироэлектрического эффекта / М. Н. Гаппарова, Н. А. Иванченко // Сб. избранных ст. научной сессии ТУСУРа (Томск, 22–24 мая 2019 г.): в 2 ч. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 1. – 219 с.

2. Jiang Q. Pyroelectric photovoltaic spatial solitons in unbiased photorefractive crystals / Q. Jiang, Y. Su, X. Ji // Physics Letters A. – 2012. – Vol. 376, № 45. – P. 3085-3087/.

3. Свид. 2019619108 РФ. Программа для моделирования формирования оптических светлых пространственных солитонов в кристаллах ниобата лития / А.С. Перин, А.В. Щукин, В.Е. Бодренин, М.Н. Гаппарова, Н.А. Иванченко. – № 2019617567; заявл. 24.06.19; опубл. 10.07.19. Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПОСТОЯННОГО СМЕЩЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ И МНИМОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ КВАДРАТУРНОГО ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННОГО (QPSK) СИГНАЛА

В.С. Черный, студент каф. РТС

Научный руководитель: А.Ю. Абраменко, канд. тех. наук, доцент каф. ТОР
Томск, ТУСУР, vovachernyy7@gmail.com

Проект ГПО СВЧиКР-1808 – Компоненты широкополосных измерительных комплексов СВЧ

В данной статье рассматривается вариант реализации алгоритма оценки постоянного смещения действительной и мнимой компонент QPSK сигнала, а также приводятся результаты анализа максимальных оцениваемых значений.

***Ключевые слова**: QPSK, постоянное смещение, алгоритм оценки.*

В настоящее время всё чаще используются цифровые виды модуляции вместо аналоговых, благодаря чему уменьшается полоса сигнала при той же пропускной способности, либо увеличивается пропускная способность при той же полосе.

Влияние постоянного смещения действительной и мнимой составляющих на сигнал

Рассмотрим влияние постоянного смещения на примере сигнала с QPSK модуляцией [1]. Для визуальной оценки искажений была использована диаграмма созвездия, для этого отобразили созвездие сигнала без искажений и созвездие сигнала с постоянным смещением действительной и мнимой составляющих сигнала, рис. 1.

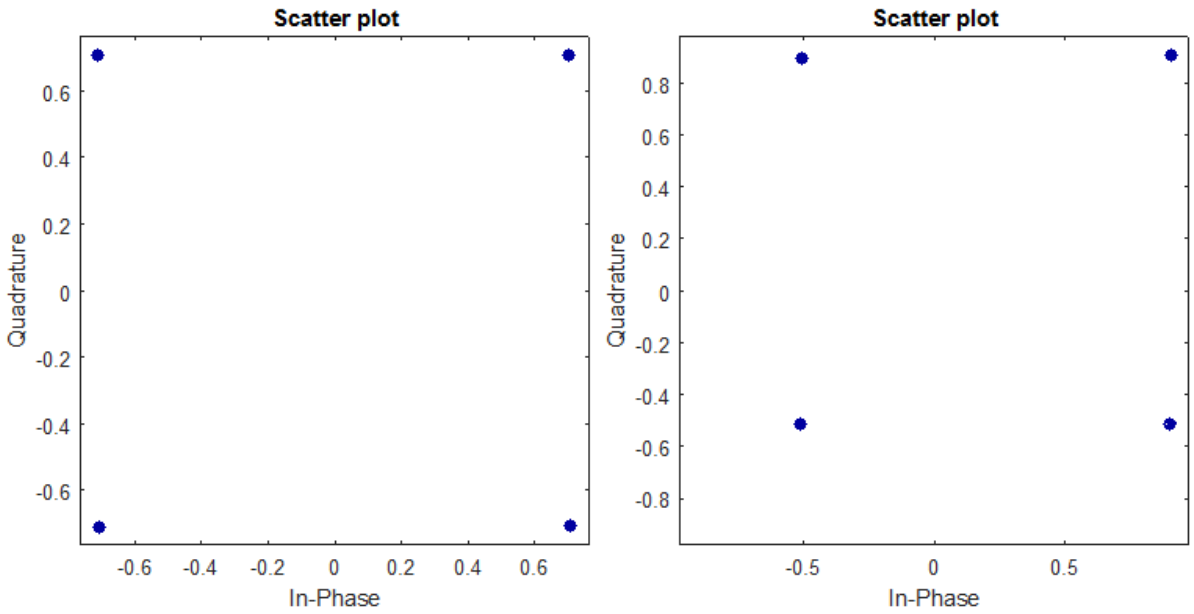


Рис. 1 – Сравнение диаграмм созвездия QPSK сигнала без искажений (слева) и с постоянным смещением действительной и мнимой составляющих (справа)

Из рис. 1 видно, что достаточно большое значение постоянного смещения, в представленном случае 0.7, приведёт к ошибкам при декодировании сигнала.

Алгоритм оценки постоянного смещения

Оценка постоянного смещения выполняется в два этапа, выбор двухэтапного метода обусловлен влиянием ошибки по частоте несущего сигнала и начальной фазы на оценку постоянного смещения. Комбинация с ранее реализованным алгоритмом оценки смещения частоты, не рассматриваемого в рамках этой статьи, позволяет повысить точность (рис. 2).

В качестве первичной оценки постоянного смещения используется метод наименьших квадратов [2], с помощью которого производится аппроксимация окружности (находится её центр и радиус). Известно, что центр аппроксимированной окружности сигнала без искажений совпадает с началом координат,

таким образом, не нулевые значения центра окружности принимаются за значения постоянного смещения анализируемого сигнала.

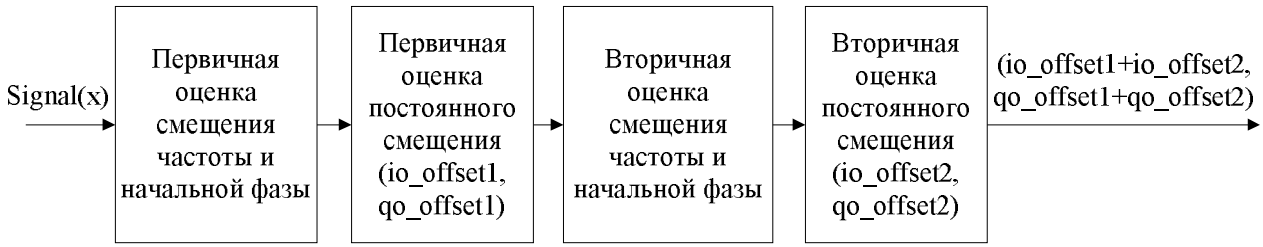


Рис. 2 – Структура алгоритма оценки постоянного смещения

Так как первичная оценка имеет низкую точность из-за влияния смещения частоты и начальной фазы, производится вторичная оценка смещения частоты и начальной фазы, затем оценка постоянного смещения проводится еще раз, для уменьшения ошибки.

Вторичная оценка производится следующим образом:

– усреднение точек принятого сигнала в каждой четверти;

– сравниваются значения усредненных точек с опорными точками и рассчитываются значения постоянного смещения.

Проведена оценка влияния шума на работу разработанного алгоритма, результаты оценки приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость максимально возможного значения оценки постоянного смещения от отношения сигнал шум

Отношение сигнал/шум, дБ	Максимально возможное оцениваемое значение постоянного смещения одной из компонент сигнала, %
30	15
40	16
50	18
60	20
70	22

В статье рассмотрен вариант реализации алгоритма оценки постоянного смещения действительной и мнимой составляющих сигнала. Разработанный алгоритм позволяет оценивать значения постоянного смещения, равные 15% от амплитуды сигнала, при отношении сигнал/шум 30 дБ.

Литература

1. Understanding Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) Modulation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.allaboutcircuits.com/technical-

articles/ quadrature-phase-shift-keying-qpsk-modulation/, свободный (Дата обращения 26.03.2019).

2. Методика неэталонной оценки отношения сигнал/шум и вероятности битовой ошибки для сигналов с квадратурной модуляцией [Электронный ресурс] / М.А. Дубов, А.Л. Приоров // Цифровая обработка сигналов. – 2012. – № 4. – Режим доступа: http://www.dspa.ru/articles/year2012/jour12_4/art12_4_8.pdf (дата обращения: 02.10.2019).

АНАЛИЗ КОРОТКОВОЛНОВОГО КОМПЕНСАЦИОННОГО РАДИОМЕТРА ДЛЯ ЗОНДИРОВАНИЯ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Д.С. Кречетов, студент каф. РСС

Научный руководитель: А.В. Убайчин, канд. техн. наук, доцент каф. РСС
г. Томск, ТУСУР, den.krechetov@mail.ru

Проект ГПО РСС-1901 – Разработка микроволнового радиометра L-диапазона

В статье рассмотрены вопросы разработки радиометра для измерения яркостной температуры объектов, скрытых для обнаружения в видимом и инфракрасном диапазоне радиочастот.
***Ключевые слова**: дистанционное зондирование, тепловой контраст, стабильность измерения, радиометрия.*

На сегодняшний день в мире пассивная радиолокация занимает очень важное место. Она в качестве сигналов несущих информацию об объекте использует естественное радиоизлучение этого объекта, т. к. любое тело нагретое выше нуля градусов термодинамической температуры излучает в пространство электромагнитные волны. Она используется для изучения объектов, находящихся в космосе и за пределами солнечной системы, изучение которых не возможно по средствам обычной оптической и инфракрасной радиоастрономии.

Изучению объектов в космосе в оптическом диапазоне затруднено наличием в космосе туманностей, состоящих из межзвездной пыли которые не прозрачны для оптического диапазона. Радиометры СВЧ диапазона в таком случаи имеют значительное преимущество, так как туманности и пыль в этом диапазоне прозрачны для наблюдения.

Пассивная радиолокация так же широко используется в сканировании почв, водоемов, определении их яркостной температуры. Радиометры СВЧ диапазона позволяют исследовать глубинные слои и обнаруживать температурные неоднородности подповерхностного слоя.

Также пассивные радиометры получили очень широкое распространение среди военных систем. Пассивные радиосистемы имеют ряд преимуществ по сравнению с активными. В отличии от активных систем пассивные системы не могут быть обнаружены, так как они ничего не излучают для обнаружения целей, а значит не могут быть обнаружены и подавлены системами противодействия. Особенно хорошо себя зарекомендовали такие системы при обнаружении целей на фоне неба, водной поверхности, так как цели на их фоне имеют четкий контраст.

Существует множество видов радиометров, такие как компенсационные, модуляционные радиометры, корреляционные радиометры, нулевые радиометры.

В этой статье был рассмотрен компенсационный радиометр, так как это наиболее простой вид радиометра, его структура наиболее проста и состоит из небольшого количество структурных элементов, так же он использует максимум энергии поступающего на вход. Такой радиометр обладает максимальной флуктуационной чувствительностью, так как накопление сигнала антенны происходит непрерывно [6]. Чувствительность радиометра определяется по формуле.

$$\Delta T = (T_{Ш} + T_A)\sqrt{\frac{1}{\Delta f \tau} + \left(\frac{\Delta G}{G}\right)^2} .$$

где Δf – полоса пропускания низкочастотной части измерительного тракта; τ – постоянная времени интегратора радиометра, равная $1/2\Delta f$; ΔG – изменения коэффициента усиления приемника по мощности; G – коэффициент усиления; $T_{Ш}$ – шумовая температура радиометра; T_A – эффективная температура шумов антенны.

На рис. 1 приведена структурная схема компенсационного супергетеродинного приемника [2].

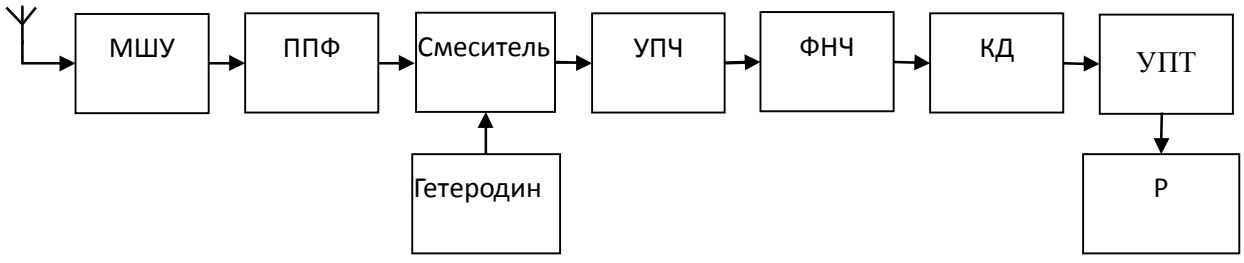


Рис. 1 – Структурная схема гетеродинного приемника

Главный лепесток диаграммы направленности Антенны приемника направлена на исследуемый объект. Энергия излучения объекта преобразуется в

энергетическую температуру антенны. Энергетическая структура спектра сигнала антенны напоминает структуру белого шума, поэтому при дальнейшей обработке сигнала собственный шум приемника сложно отличить от полезного сигнала. Это и является главным препятствием для точных измерений радиометра.

Для уменьшения влияния собственного шума приемника на входе ставят широкополосный малошумящий усилитель (МШУ), после МШУ сигнал поступает на полосовой фильтр ППФ. Затем для подавления аномальных флуктуаций через ответвитель в смеситель вводят гетеродин, там он смешивается с более слабым входным сигналом, на выходе смесителя мощность сигнала промежуточной частоты пропорциональна мощности высокочастотного сигнала. После смесителя установлен усилитель промежуточной частоты (УПЧ), далее сигнал поступает на фильтр нижних частот (ФНЧ) где выделяется низкочастотная составляющая нашего сигнала. Далее квадратичный детектор (КД) выделяет постоянную составляющую, поступающую от ФНЧ. После квадратичного детектора постонная составляющая усиливается на усилителе постоянного тока (УПТ) и регистрируется цифровым устройством (Р).

Такая структура приемника обеспечивает приемлемый выходной уровень полезного сигнала к шуму.

Литература

1. Николаев А.Г., Перцов С.В. Радиотеплолокация. – М.: Изд-во советское радио, 1964. – 335 с.

2. Джон Д. Краус. Радиоастрономия / под ред. В. В. Железнякова. – М.: Советское радио, 1973. – 456 с.

3. Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н. Радиотелескопы и радиометры. – М.: Наука, 1973. – 416 с.

4. Финкельштейн М.И., Мендельсон В.Л., Кутуев В.А. Радиолокация слоистых земных покровов / под ред. М.И. Финкельштейна. – М.: Советское радио, 1977. – 176 с.

5. Конникова В.К., Лехт Е.Е., Силантьев Н.А. Практическая радиоастрономия. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2011. – 304 с.

6. Убайчин А.В. Многоприемниковые микроволновые радиометрические системы на основе модифицированного метода нулевых измерений / А.В. Убайчин, А.В. Филатов. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2014. – 154 с.

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛИТОННОГО РЕЖИМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТОВЫХ ВОЛН В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ НИОБАТЕ ЛИТИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЗНАЧЕНИЯ ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

М.Н. Гаппарова, студент каф. СВЧиКР

Научный руководитель: А.С. Перин, канд. техн. наук, доцент каф. СВЧиКР
г. Томск, ТУСУР, maftuna.gapparova@gmail.com

Проект ГПО СВЧиКР-1807 – Разработка метода формирования и создание фотонных волноводных схем на основе сегнетоэлектрических кристаллов ниобата лития

В работе приведены результаты разработки математической модели формирования пространственных солитонов в фоторефрактивном ниобате лития с учетом вклада пироэлектрического эффекта.
***Ключевые слова**: ниобат лития, пространственный солитон, пироэлектрический эффект.*

Исследования пространственных солитонов в фоторефрактивных средах теоретически и экспериментально продемонстрировали, что приложение внешнего поля E_{phsc} к этим материалам позволяет получить солитоны, также исследования показали, что фотоэлектрические материалы, такие как ниобат лития, могут поддерживать светлые и темные стационарные солитоны [1].

Приложение внешнего поля позволяет создавать солитоны, возникающие в результате неравномерного экранирования внешнего поля. Интенсивность света возбуждает заряды, которые мигрируют в присутствии внешнего поля и захватываются (рекомбинируют) глубокими (ионизированными донорами или акцепторами) ловушками. Форма светового пучка приводит к неравномерному захвату, что приводит к неравномерному экранированию внешнего поля. Таким образом, величина электрического поля уменьшается в областях с более высокой оптической напряженностью, и это поле изменяет показатель преломления с помощью линейного электрооптического эффекта Поккельса. Эти солитоны отличаются своей зависимостью от интенсивности света.

Целью данной работы является разработка математической модели распространения когерентных светлых пространственных солитонов в фоторефрактивном кристалле ниобата лития с учетом вклада пироэлектрического эффекта.

В работе был рассмотрен когерентный лазерный пучок, который распространяется вдоль направления оси Z, что соответствует необыкновенной поляризации вектора $\bar{E}$. Для описания распространения электромагнитного поля че-

рез кристалл ниобата лития, возникающего при воздействия лазерного пучка, было использовано уравнение (1):

$$\left(i\frac{\partial}{\partial z}-\frac{1}{2k}\cdot\frac{\partial^2}{\partial x^2}\frac{k}{n_e}\right)A(x,z)=\frac{ik}{n_e}\cdot\Delta n(\bar{E})A(x,z), \quad (1)$$

где A – огибающая оптического луча; Δn – изменение показателя преломления среды; k=$k_0 n_e$ – волновой вектор; k_0 – волновое число; n_e – необыкновенный показатель преломления. Изменение показателя преломления определяется как [1]:

$$\Delta n(\bar{E})=-\frac{1}{2}n_e^3 r_{ij}E_{sc}. \quad (2)$$

Здесь E_{sc} – поле пространственного заряда в среде; r_{ij} – электрооптический коэффициент.

В случае учета пироэлектрического эффекта поле E_{sc} (3) будет включать в себя две части, одна из которых представляет собой поле пространственного заряда E_{phsc} (4), формируемое за счет проявления фоторефрактивного эффекта (при фотовольтаическом механизме транспорта носителей заряда), а другая – поле пространственного заряда E_{pysc} (5), обусловленное пироэлектрическим эффектом [2]:

$$E_{sc}=E_{phsc}+E_{pysc}, \quad (3)$$

$$E_{phsc}=-E_{ph}\frac{I}{I+I_d}, \quad (4)$$

где I – интенсивность лазерного пучка; I_d – темновая интенсивность; $E_{ph}=\frac{\beta_{ph}\gamma N_A}{e\mu s}$ – фотовольтаическое поле.

$$E_{pysc}=E_{py}\frac{\sigma_{ph}}{\varepsilon_0\varepsilon_r}\approx E_{py}\frac{\sigma\cdot I}{I_d}, \quad (5)$$

где $E_{py}=-\frac{1}{\varepsilon_0\varepsilon_r}p\Delta T$ – пироэлектрическое поле, возникающие при изменении температуры; $p=\frac{\partial \mathrm{P_s}}{\partial \mathrm{T}}$ – пироэлектрический коэффициент; P_s – спонтанная поляризация; ΔT – изменение температуры; σ_{ph} – фотопроводимость; ε_0 – диэлектрическая проницаемость в вакууме; ε_r – диэлектрическая проницаемость материала, σ – удельная проводимость кристалла.

Подставляя (4) и (5) в (6), получим:

$$E_{sc}\approx -E_p\frac{I}{I+I_d}+E_{py}\frac{\sigma I,}{I_d}. \quad (6)$$

$\bar{E}$ – поле пространственного заряда внутри кристалла; A – медленно меняющаяся амплитуда оптического поля, определяется как:

$$\bar{E}=A(x,z)\exp\left(ikz-iwt\right) \quad (7)$$

Далее, подставляя выражения (6) в (1), мы получим:

$$\mathrm{i}\frac{\partial U_\xi}{\partial \xi}+\frac{1}{2}\frac{\partial U}{\partial s}+\beta(|U|^2)U+\frac{\alpha(|U|^2)}{1+|U|^2}U=0, \qquad (8)$$

где для упрощения вычислений переопределим переменные: $U=\frac{\left(\frac{2\eta_0 I_d}{n_e}\right)^{\frac{1}{2}}}{A}$, $\eta_0=\left(\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}\right)^{\frac{1}{2}}$, $\xi=\frac{z}{kx_0^2}$, $s=\frac{x}{x_0}$, $\beta=\sigma\tau E_{py}$, $\alpha=\tau E_{ph}$.

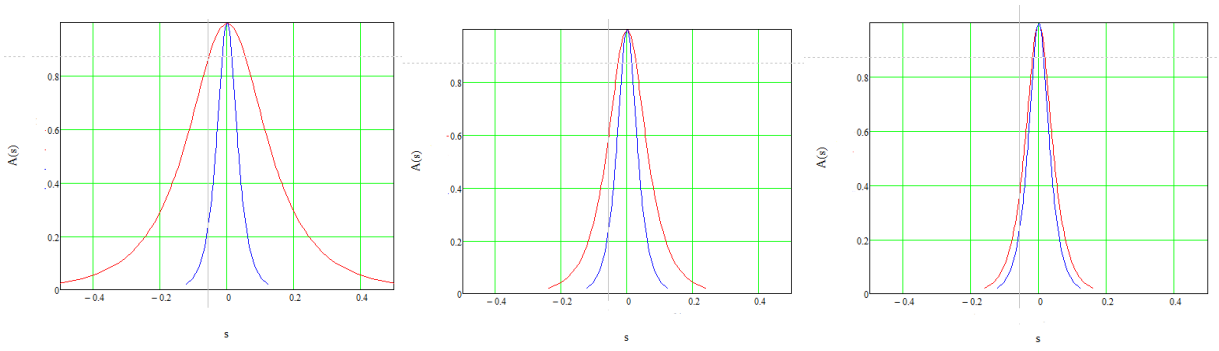
В случае светлого солитона выражение (8) решается как [3]:

$$E=\sqrt{r}A(s)exp\,(i\mu\xi), \qquad (9)$$

где $r=\frac{I_{max}}{I_d}$ обозначает отношение максимальной плотности мощности света к плотности темнового излучения; $I_{max}=I(0)$ – максимальная интенсивность солитонного пучка; I_d – это темная интенсивность излучения; $A(s)$ – нормализованная ограниченная функция, которая удовлетворяет условию $0\le A(s)\le 1$ и граничным условиям $A(\pm\infty)=0$, $A'(0)=0$ $A'(\pm\infty)=0$, $A''(\pm\infty)=0$, $A(0)=1$. Путем математических преобразований получим выражение (10):

$$s=\pm\int_A^1\frac{dA}{\left[\beta r A^2(1-A^2)+\frac{2\alpha}{r}(\log(1+rA^2)-A^2\log(1+r))\right]^{1/2}} \qquad (10)$$

По выражению (10) строим зависимость (рис. 1) интенсивности от параметра *S* при следующих значениях: λ=0,532 мкм; α – коэффициент, зависящий от значения фоторефрактивного поля; β – коэффициент, зависящий от значения пироэлектрического поля. Отметим, что синим цветом отмечена кривая, характеризующая распределение интенсивности пучка в начальный момент времени.



а *б* *в*

Рис. 1 – График зависимости функции *A*(*S*) при увеличении пироэлектрического поля (коэф. β):
а – α = –50 и β =10; *б* – *а* = –50 и β = 46,07; *в* – *а* = –50 и β=100,8

Таким образом из рис. 1 видно, что при увеличении значения пироэлектрического поля E_{py} ширина пучка уменьшается. При правильно подобранных параметрах, ширина пучка будет сравнима со входной шириной по всей длине

кристалла, что обеспечит солитонный режим распространения оптических волн.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Томской области в рамках научного проекта № 18-42-703018. Модель разработана с использованием оборудования ЦКП «Импульс» при финансовой поддержке Минобрнауки РФ по соглашению 075-15-2019-1644, идентификатор проекта RFMEFI62119X0029.

Литература

1. Buse K. Pyroelectrically induced photorefractive effect in: Sro.61 Bao.39Nb2O6: Ce / Buse K, R. Pankrath, and E. Kratzig // OPTICS LETTERS. – 1994. – Vol. 19, № 4 – P. 512–518.

2. Safioui Jassem. Pyroliton: pyroelectric spatial soliton / Jassem Safioui, Fabrice Devaux and Mathieu Chauvet // Optics Express. – 2009. – Vol. 17, № 24. – P. 22209–22216.

3. Qichang Jiang. Bright–dark self-coupled vector spatial solitons in biased two-photon photovoltaic photorefractive crystals / Qichang Jiang Yanli Su, Xuanmang Ji // Optics Communications. –2010. – Vol. 283. – P. 3512–3515.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЭГ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

В.А. Калиниа, студент каф. ТОР; В.Р. Газизянов, студент каф. РТС

Научный руководитель: А.В. Пуговкин, д-р техн наук, каф. ТОР г. Томск ТУСУР, pugovkinav@ngs.ru

ТОР-1202 – Инфокоммуникационные системы интеллектуальных зданий

В статье представлено исследование и результаты проделанной работы в области применения метода ЭЭГ для исследования активности головного мозга.

Благодаря Нейро-гарнитуре мы можем узнать, что происходит в головном мозге во время учебы. Как изменения окружающей среды влияют на головной мозг. Как мозг реагирует на эти изменения. Все это делается, для более высокой работоспособности учеников и рабочих.

***Ключевые слова**: нейрогарнитура, альфа волны, бета волны, анализатор спектра, временная характеристика, спектральная характеристика.*

Очень часто, сидя на парах, вы испытываете дискомфорт. Любое изменение микроклимата влияет на вашу работоспособность. Этот проект направлен

на устранение данных проблем. Умная лаборатория представляет собой помещение, где созданы все условия для хорошей учебы. Лаборатория оснащена различными датчиками, такими как: датчик влажности, давления, температуры, углекислого газа [1]. Так же дополнительно могут быть установлены датчики шума и освещенности. Для более точной настройки параметров микроклимата, нужно провести исследования активности головного мозга с применением методов ЭЭГ (электроэнцефалография). В этом нам поможет нейрогарнитура, а именно Neurosky Mindwave Mobile Starter Kit. Нейрогарнитура в данном случае будет использоваться для качественной оценки реакции мозга на изменения микроклимата. С помощью датчиков в нейрошлеме считываются импульсы головного мозга, отправляется сигнал на смартфон или планшет, и выполняется визуализация результата на экране. Применение нейрогарнитуры позволяет считать сигнал, возникающий в результате мозговой деятельности. Далее с помощью современных методов анализа и обработки сигналов, можно определить текущее состояние человека. В нашем случае обработка сигналов выполнена в пакете прикладных программ для решения задач технических вычислений MATLAB. Гарнитура в состоянии получать полное ЭЭГ с медицинской точностью 96%, а поэтому в более серьезных и профессиональных программах можно отображать и анализировать гораздо более сложные состояния сознания. Однако это требует развития определенных навыков для анализа и обработки результатов измерений.

В процессе мыслительной деятельности и смены эмоциональных состояний в головном мозге происходит взаимодействие между структурно-функциональными единицами нервной системы (нейронами) через специальные отростки называемые аксонами. Данного рода взаимодействие имеет электрохимическую природу. Во время взаимодействия больших групп нейронов (более сотен тысяч) единовременно, то в результате электрохимической активности генерируется электрическое поле достаточной мощности для того, чтобы быть зафиксированным с внешней части головы. Таким образом датчики расположенные в определенных местах головы и прилегающие к коже могут воспринять такого рода информацию. Данный проект будет использоваться в учебных и производственных комплексах. Потребителем данной технологии являться сотрудники образовательных, научных и производственных учреждений. Цель проекта разработать нейрофизиологическую технологию мониторинга когнитивной деятельности учащихся и научных сотрудников.

При измерении с нейрошлема поступает необработанный сигнал в диапазоне от 0 до 70 Гц. Исследования показали, что в данном сигнале можно выделить определенные диапазоны, которые отражают определенные виды активности головного мозга. Обычно выделяют 5 основных диапазонов, а именно:

– α (альфа) волны (от 8 до 13 Гц. Амплитуда 5–100 мкВ)

– β (бета) волны (14 до 40 Гц. Амплитуда 20 мкВ, обычно 3–7 мкВ)
– γ (гамма) волны (выше 30 Гц, амплитуда не превышает 15 мкВ)
– δ (дельта) волны (от 1 до 4 Гц. Амплитуда 20–200 мкВ)
– θ (тета) волны (от 4 до 8 Гц. Амплитуда от 20 до 100 мкВ) [1].

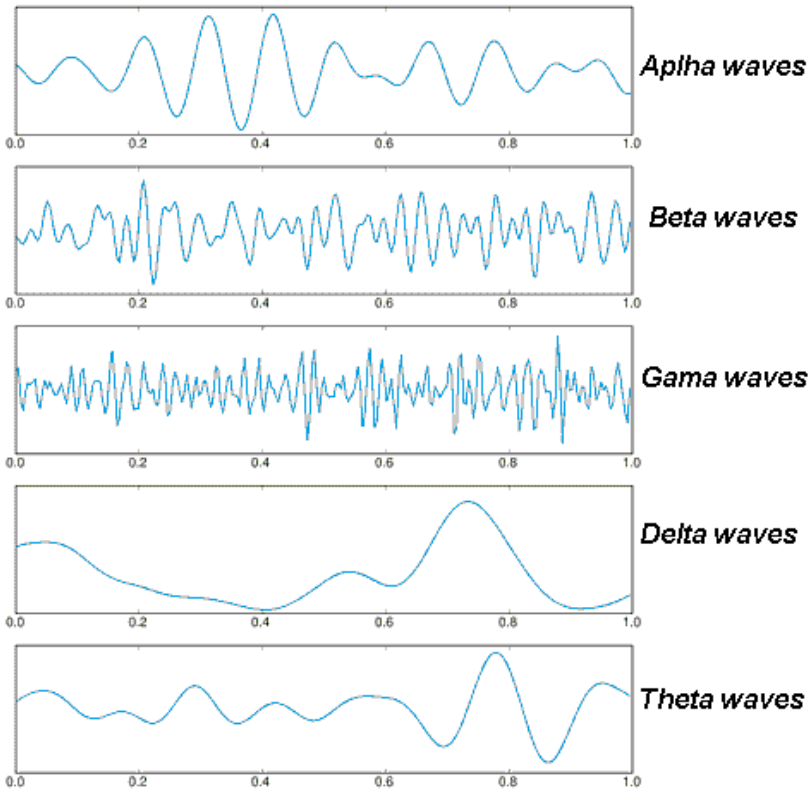


Рис. 1 – Типы волн выделенные из общего спектра

В MATLAB был создан сигнал, схожий с сигналом, получаемым при ЭЭГ головного мозга и был получен его спектр:

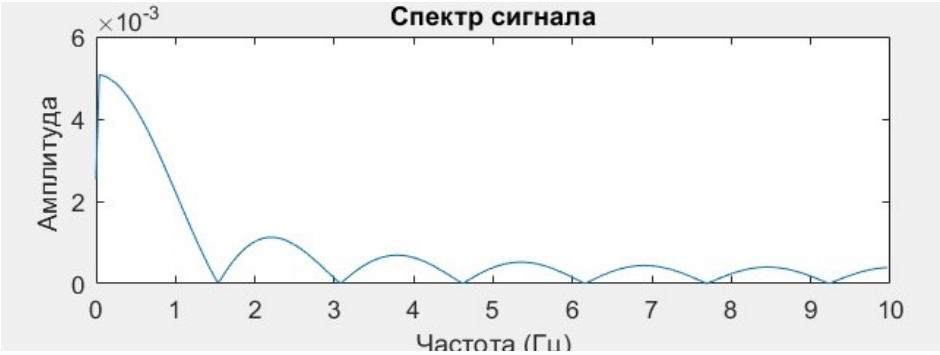


Рис. 2 – Спектр сигнала альфа волны

В результате проведённой работы была подготовлена база для дальнейшей работы с нейрошлемом.

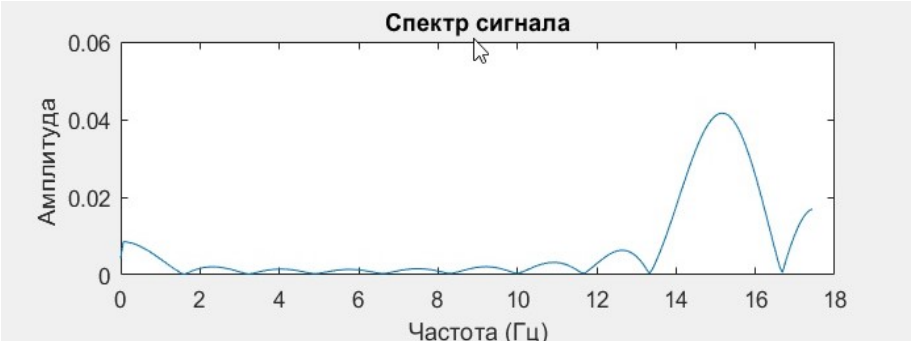


Рис. 3 – Спектр сигнала бета волны

Далее было произведено суммирование двух сигналов.

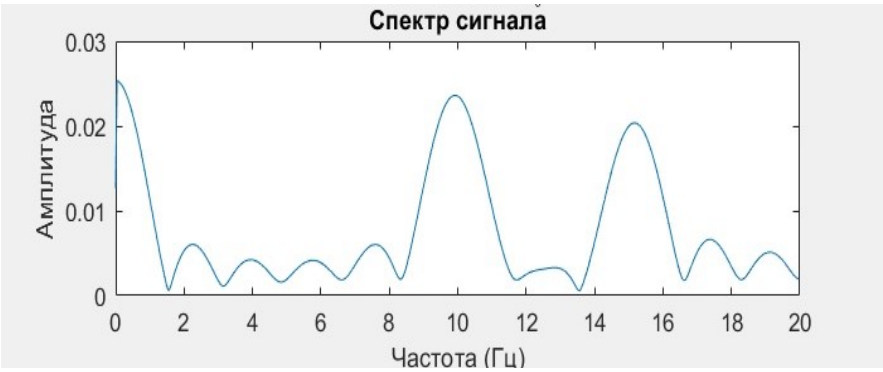


Рис. 4 – Сумма спектров сигналов альфа и бета волн

Литература

1. Ритмы головного мозга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ритмы_головного_мозга (дата обращения: 18.11.2019).

МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ FSK-МОДУЛЯЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПРИЁМА

А.А. Игумнова, Н.А. Игумнова, студенты каф. РТС

Научный руководитель: В.А. Кологривов, доцент каф. РТС
г. Томск, ТУСУР, alna.igumnova.98@mail.ru, nadegda-1998-igumnova@mail.ru

Приведены результаты модельного исследования влияния способа приёма сигналов на помехоустойчивость FSK-модуляции. Произведено сравнение различных способов приёма. В качестве основной характеристики рассматривается помехоустойчивость.

***Ключевые слова**: модуляция, помехоустойчивость, коррелятор, синхронный детектор, эффективность.*

Введение. FSK модуляция (частотная манипуляция, Frequency Shift Keying) является наиболее распространенным видом цифровой модуляции радиочастотных сигналов и нашла широкое применение в связи и телефонии [1].

Предпосылки. Исследования проводятся в относительном масштабе времени и частоты, соблюдаются соотношения между длительностью битов информационного потока, частотами опорных колебаний и полосами пропускания фильтров.

Модем. Функциональные модели приведены на рисунках 1 и 2, в каждой модели присутствуют: источник информационного потока данных (S), модулятор, модель канала распространения, фильтры, демодулятор, подсистема принятия решений (Decide), опирающаяся на значение порога (Lim), регистрирующие приборы в виде двухканального осциллографа (Scope) и подсистемы детектора ошибок (Err), подключенной к дисплею (Display). На вторые входы осциллографа и детектора ошибок от источника данных организуется «прямой канал» с необходимой задержкой. Для контроля соотношения сигнал/шум на входе системы принятия решений предусмотрено подключение подсистемы измерения мощности (Pm). В качестве опорных колебаний несущих используются синусоиды, различные по частоте.

Модулятор. Модулятор включает в себя переключатель (Sw), два генератора синусоидального сигнала (ω_1, ω_2). Переключатель в зависимости от входного потока данных переключает генераторы гармонических колебаний большей либо меньшей частоты. С выхода модулятора сигнал поступает в канал распространения, где к нему добавляются гауссовские шумы (CN).

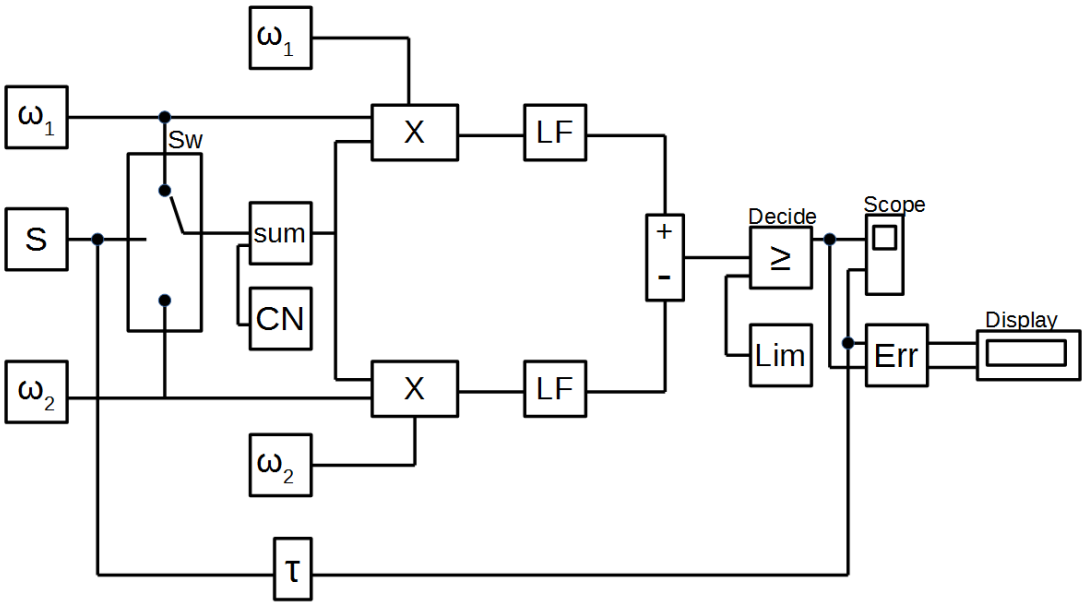


Рис. 1 – Функциональная модель BFSK-модема

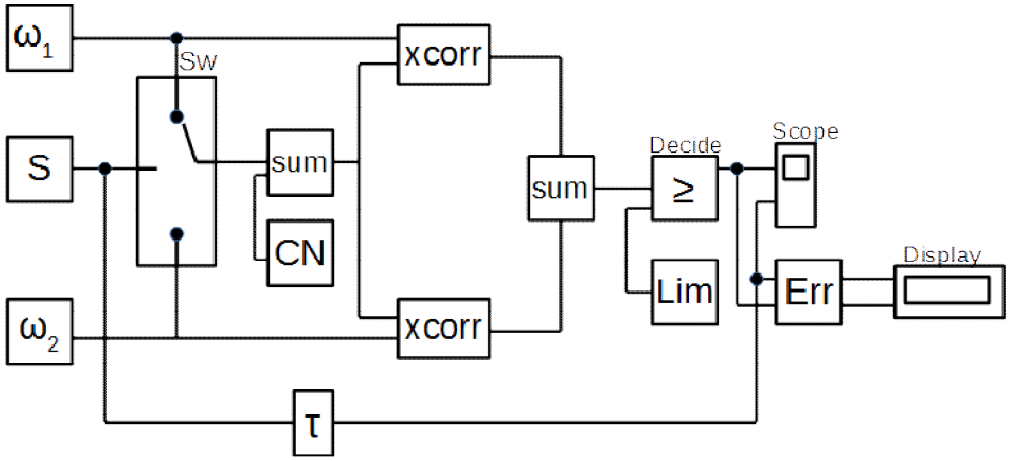


Рис. 2 – Функциональная модель BFSK-модема, с использованием коррелятора

Тогда FSK-сигнал можно представить в виде суммы сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$:

$$S(t) = S_1(t) + S_2(t);$$
$$S_1(t) = b(t) * \sin(\omega_1 * t);$$
$$S_2(t) = b(t) * \sin(\omega_2 * t),$$

где $b(t)$– информационный сигнал [2].

Демодулятор. Модель демодулятора состоит из двух перемножителей каналов (X). На первые входы перемножителей поступает зашумленный в канале распространения модулированный сигнал, в котором с помощью полосовых фильтров (RF), помещенных на входе демодулятора, исключаются составляющие сигнала, частоты которых отличаются от опорной, на вторые входы перемножителей подключены опорные колебания несущих. На выходах демодулятора для исключения высокочастотных составляющих процесса преобразования включены ФНЧ (LF). Масштабирование выходных сигналов демодулятора осуществляется подключением блоков усиления на 2.

Далее производится суммирование каналов с помощью сумматора (sum), они всегда находятся в противофазе. Благодаря такому способу приема, из схемы исключается декодер (Decoder).

Оптимальному приёму препятствует появление разностных частот в процессе обработки сигналов:

сигнал в первом «плече»

$$\langle b_k \cdot \sin(\omega_1 t) + n_k \rangle \cdot \sin(\omega_1 t) = \langle \frac{b_k}{2} \cdot (1 + \cos(2\omega_1 t)) \rangle + n_k \cdot \sin(\omega_1 t),$$

где b_k – информационные биты, n_k – белый гауссовский шум.

После прохождения ФНЧ сигнал будет иметь следующий вид: $b_k/2$, и с учетом блока усиления на 2 на выходе демодулятора остается b_k, т.е. в первом «плече» сигнал восстановлен верно.

В это время во втором «плече»

$$\langle b_k \cdot \sin(\omega_1 t) + n_k \rangle \cdot \sin(\omega_2 t) = \langle \frac{b_k}{2} \cdot (\cos(\omega_1 - \omega_2) \cdot t + \cos(\omega_1 + \omega_2) \cdot t) \rangle + n_k \cdot \sin(\omega_2 t)$$

составляющая $\cos(\omega_1 + \omega_2) \cdot t$ будет подавлена с помощью ФНЧ, однако $\cos(\omega_1 - \omega_2) \cdot t$ пройдет через фильтр и внесет вклад в конечный результат приёма.

Методика оценки помехоустойчивости. Соотношение сигнал/шум можно измерить, отключая генератор шумов канала распространения. Изменение отношения сигнал/шум достигается изменением параметра дисперсии генератора псевдослучайной гауссовской последовательности.

Для схемы, ведущей приём с помощью коррелятора, методика измерения помехоустойчивости другая, мощность сигнала измерялась на входе канала распространения, мощность зашумленного сигнала измерялась на выходе канала распространения, т.е. измерения велись на входе приемника.

Результаты исследований. Для первой схемы SNR составило 10.83 дБ, при дисперсии шума равной 1,7 (в данном случае 1 ошибка приема).

Для схемы, в которой применён корреляционный способ обработки сигналов, SNR составило 12,3 дБ (при 1 ошибке приема). Данное значение получено по следующему алгоритму:

1. Измерено соотношение сигнал/шум на входе приемника, которое составило –5,76 дБ;

2. Определено влияние коррелятора на сигнал 10*log(64) = 18,062, т.к. коррелятор накапливал по 64 отсчета;

3. Эквивалентное отношение сигнал/шум на выходе: –5,76 + 18,062 = = 12,3 дБ.

Применение корреляционной обработки ухудшило помехоустойчивость, отношение сигнал/шум уменьшилось на 1,47 дБ. Повысить отношение сигнал/шум можно, увеличив количество накапливаемых отсчетов, но это сделает требования к быстродействию системы более жесткими.

Выводы. В ходе модельного эксперимента были исследованы два способа приёма (синхронное детектирование и корреляционный). Помехоустойчивость обоих методов оказалась примерно одинаковой, однако, могут быть ситуации, когда один метод будет лучше другого, например, применение корреляционного приёма в радиоастрономии.

Литература

1. FSK: сигналы и их демодуляция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://leoniv.diod.club/articles/pdf/fskdemod.pdf (дата обращения: 18.09.2019).

2. FSK-модуляция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.dsplib.org/content/signal_fsk/signal_fsk.html (дата обращения: 10.10.2019).

ПРОГРАММА ТРИАНГУЛЯЦИИ ДВУХМЕРНЫХ СТРУКТУР ПРОИЗВОЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ

Д.В. Клюкин, студент каф. ТУ

Научный руководитель: С.П. Куксенко, доцент каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, yuhoo11@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1502 – Вычислительная ЭМС

Представлены результаты разработки программы триангуляции двухмерных структур произвольной сложности и некоторые особенности её проектирования.
Ключевые слова: *триангуляция, проектирование, UML, C++, Qt.*

При решении задач электромагнитной совместимости часто приходится сталкиваться с проблемой расчета матриц погонных параметров линии передачи, сложной в поперечном сечении. Метод конечных элементов (МКЭ) является мощным и универсальным способом выполнения таких расчетов. При использовании метода осуществляется декомпозиция структуры на конечные элементы. Как правило, это треугольники, позволяющие с достаточной степенью точности аппроксимировать границу любой формы. Цель работы – освещение особенностей разработки программы триангуляции двухмерных структур.

Разработка программы выполнена на языке C++ с применением кросс-платформенного фреймворка Qt, что позволяет использовать её на большинстве современных операционных систем без изменения исходного кода [1]. Помимо стандартных классов Qt при её разработке использовалась библиотека Fade2D, разработанная на языке программирования C++ и позволяющая выполнить триангуляцию двухмерных структур по алгоритму Делоне [2]. Интерфейс программы представлен на рис. 1.

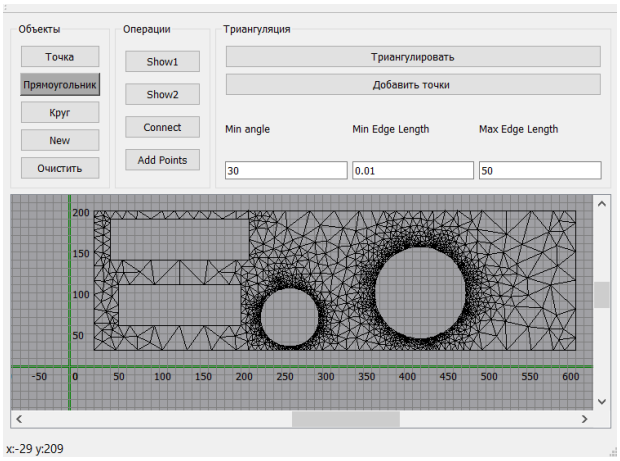


Рис. 1 – Интерфейс разработанной программы и пример триангуляции

Построение сложных структур достигается путем создания двухмерных графических объектов и установкой между ними связи при помощи булевых операций. Процесс выполнения программы в виде диаграммы последовательности UML представлен на рис. 2.

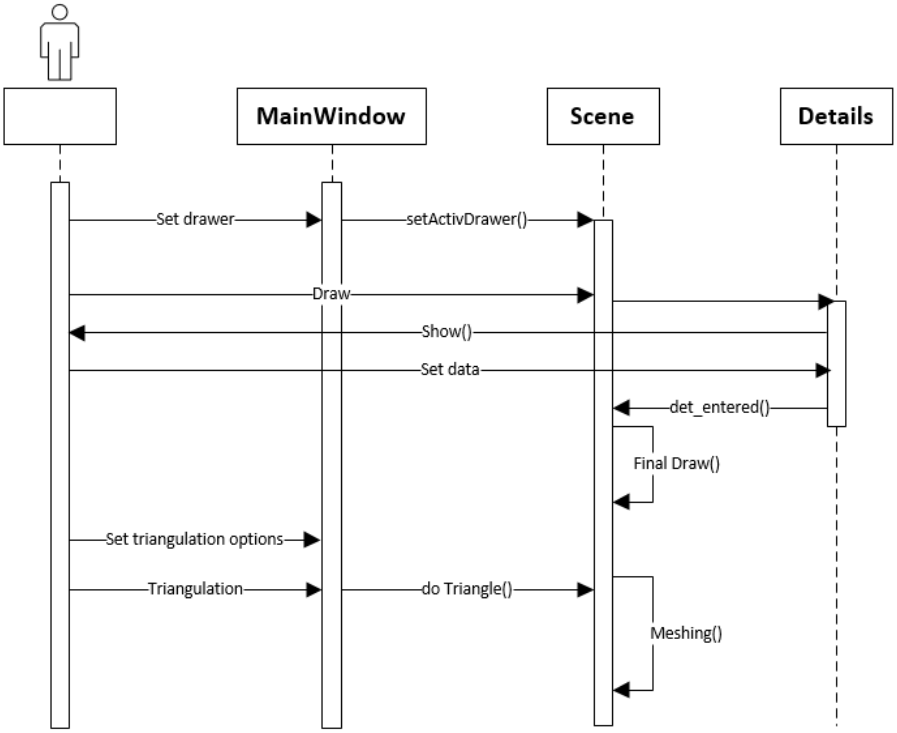


Рис. 2 – UML диаграмма последовательности процесса работы программы

Работа с программой начинается с выбора способа построения двухмерных объектов путем нажатия на основном окне («MainWindow») кнопок «Точка», «Прямоугольник» или «Окружность». После нажатия этих копок на графическую сцену («Scene») приходит сигнал об установке объекта построения. Пользователь строит двухмерную структуру на графической сцене. После окончания построения доступно окно с уточнением геометрических размеров объекта («Details»). Для триангуляции структуры пользователь задает следующие параметры: минимальный угол треугольника («Min angle»), минимальная («Min Edge Length») и максимальная («Max Edge Length») стороны треугольников. При нажатии кнопки «Триангуляция» на основном окне сцены производит построение сетки и вывод полученных результатов (массив точек вершин треугольников).

Структура программы в виде диаграммы классов UML представлена в рис. 3. Основное окно программы («mainwindow») инициализирует пользовательский интерфейс и графическую сцену («scene»). Пользовательский интерфейс состоит из виджетов и фреймворка графического представления. Основное окно отвечает за обработку взаимодействий с виджетами пользовательского интерфейса. Фреймворк графического представления обеспечивает поверх-

ность для управления и взаимодействия с большим количеством созданных пользователем двумерных графических элементов. Графическая сцена отвечает за обработку построения этих элементов и их триангуляцию. Для этих целей в ней хранятся данные о геометрии структур, в виде массивов точек, а также параметры триангуляции. Уточнение геометрии обеспечивают два класса «circledetails» и «rectdetails». В этих классах хранятся новые значения геометрии объектов, введенные пользователем и метод для их записи в сцену. Класс «mouse event» отвечает за обработку взаимодействий со сценой при помощи мыши. Триангуляция структуры обеспечивается библиотекой Fade2D, к которой обращается сцена для построения сетки.

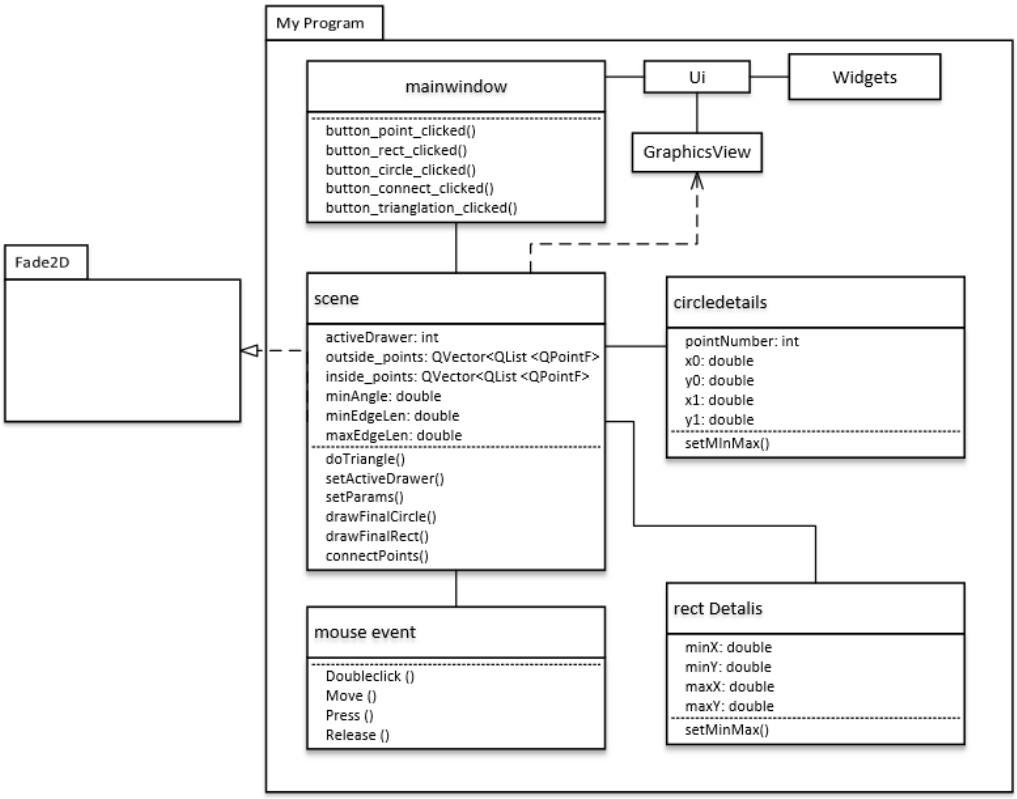


Рис. 3 – Структура программы в виде диаграммы классов UML

В результате проделанной работы был разработана программа построения триангуляции двухмерных объектов произвольной сложности. Далее будет реализовано расчет матриц погонных параметров структуры МКЭ, а также реализовано отображение напряженности электрического поля.

Литература

1. Qt | Cross-platform software development for embedded & desktop [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.qt.io (дата обращения: 12.09.2019).

2. Fade2D Delaunay Triangulation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.geom.at/products/fade2d (дата обращения: 21.09.2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СВЧ ФИЛЬТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПРИНТЕРНОЙ ПЕЧАТИ

С.А. Рамазанова, К.С. Колесов, студенты каф. КУДР

Научный руководитель: С.А. Артищев, канд. техн. наук, доцент каф. КУДР
г.Томск, ТУСУР, ramazanova_sonya@mail.ru

Проект ГПО КУДР-1901 – Разработка технологии аддитивного изготовления узлов и деталей РЭА

В данной статье рассматривается СВЧ фильтр, изготовленный методом принтерной печати. Выполнен расчет фильтра в программе AWRDE, изготовлена топология фильтра с использованием принтера Voltera V-One и измерены частотные характеристики изготовленного фильтра.
Ключевые слова: *технология, СВЧ фильтр, топология, проводник, моделирование в AWRDE, частотная характеристика.*

Научная новизна проекта заключается в особенности прецизионного способа дозирования функциональных материалов с помощью плоттера. В ходе выполнения проекта планируется определение зависимостей электрических характеристик печатных проводников от технологических параметров нанесения и термической обработки пасты, разработка и получение типовых структур пассивных СВЧ-элементов.

Для расчета был выбран полосно-пропускающий фильтр с центральной частотой f_0 = 3 ГГц и с полосой пропускания Δf = 0,2 ГГц. Проектирование фильтра осуществлялось на основе связанных микрополосковых линий. Разработанная модель фильтра представлена на рис. 1.

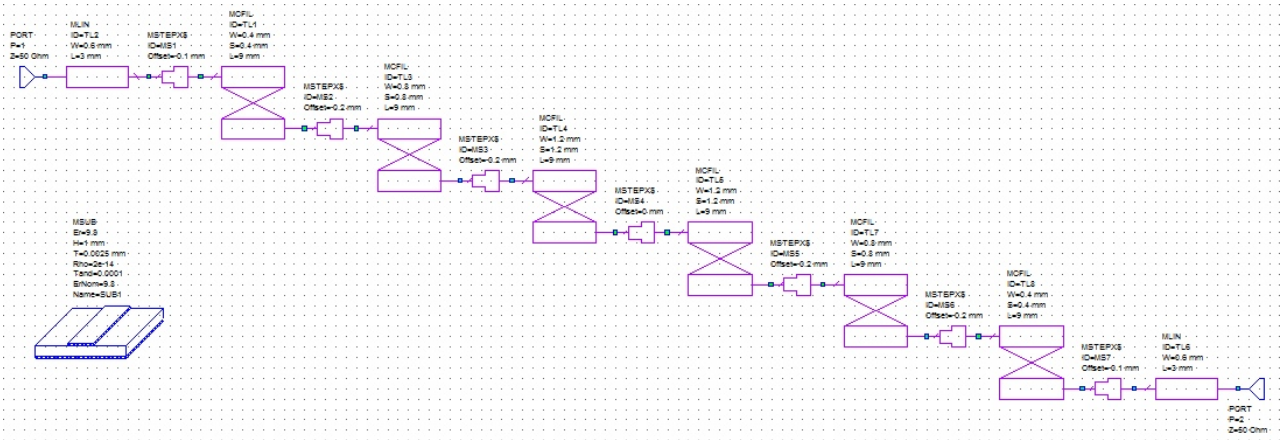


Рис. 1 – Модель фильтра в AWRDE [2]

На рис. 4 представлена зависимость коэффициента передачи от частоты, полученной в результате схемотехнического моделирования. При моделирова-

нии фильтра были определены геометрические параметры резонаторов. Исходя из этого, была разработана топология фильтра в САПР Altium Designer 19.

Для изготовления макета фильтра в качестве технологического оборудования использовался принтер Voltera V-One, показанный на рис. 2. Материалом для дозирования и формирования проводников использовалась проводниковая паста Conductive Ink, Voltera [1].

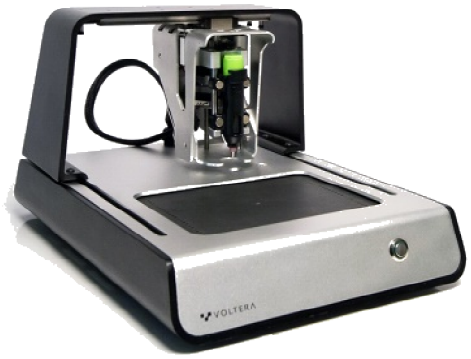


Рис. 2 – Принтер Voltera V-One

Данное устройство работает следующим образом: печатная головка движется по подложке, выдавливая дорожки специальной токопроводящей пасты с высоким содержанием серебра в составе. Созданный файл топологии экспортируется в формат Gerber-файлов для дальнейшего использования в программе Voltera. После нанесения пасты образец подвергается термической обработке. Под воздействием нагрева связующее вещество испаряется (остаются частицы проводящего материала) и паста переходит в твердое состояние. Сушка занимает около 30 минут. Максимальная температура обработки составляет 190^{o}C.

На рис. 3 приведена топология напечатанного фильтра. Печать топологии осуществлялась на керамической подложке ВК-100 (диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 9{,}8$).

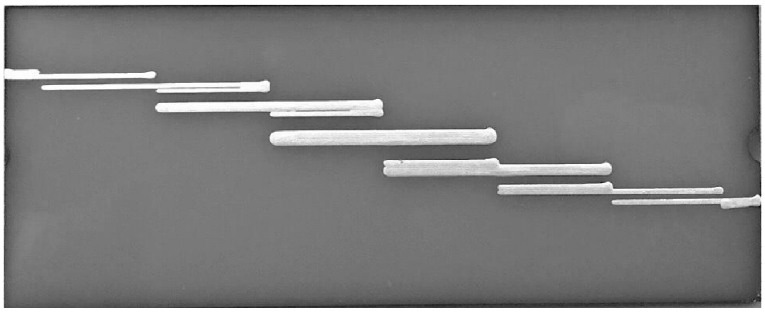


Рис. 3 – Напечатанная топология фильтра

Измерение частотных характеристик изготовленного образца производилось на векторном анализаторе цепей S5048. На рис. 4 приведены частотные характеристики модели и образца фильтра.

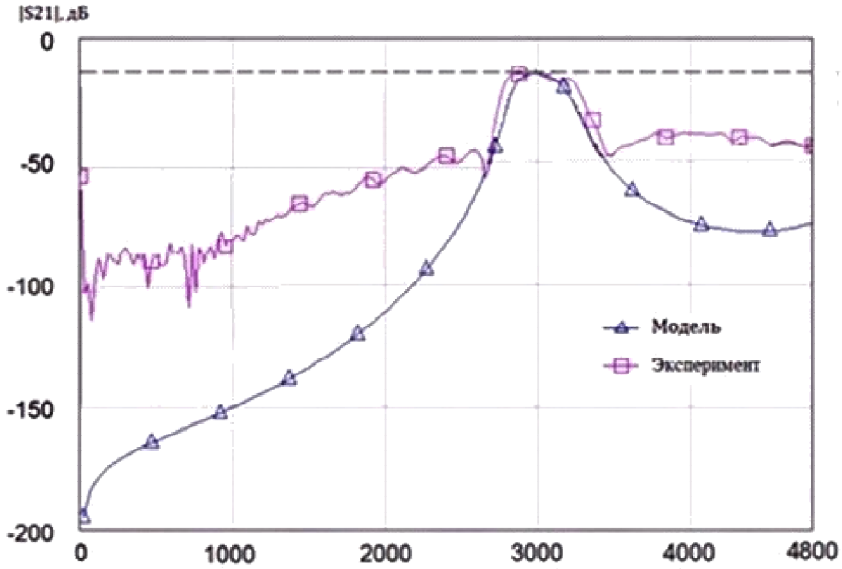


Рис. 4 – Частотные характеристики модели и образца фильтра

Из рисунка видно, что на заданной частоте обеспечивается резонанс; полоса пропускания модели и образца фильтра совпала; коэффициент подавления на уровне 40 дБ.

На основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что технология принтерной печати применима для изготовления СВЧ фильтров. СВЧ фильтр, полученный с использованием проводящей пасты, обладает большими потерями (–12 дБ) в отличие от рассчитанной модели. Это обосновано тем, что паста, используемая в данной технологии, обладает плохой проводимостью.

К дальнейшим рекомендациям по работе следует отнести уточнение модели, чтобы правильным образом учитывать проводимость паст при проектировании топологии за счет изменения параметров проводника. Помимо этого разрабатывается принтер [3], в котором выявленные недостатки данной технологии будут учтены.

Литература

1. Voltera V-One [Электронный курс]. – Режим доступа: https://www.voltera.io/ (дата обращения: 15.09.19).

2. Основы моделирования в Microwave Office 2009 [Электронный курс]. – Режим доступа: http://www.eurointech.ru/products/AWR/Dmitriev_mwo_2009_1.pdf (дата обращения: 15.09.19).

3. Микрополосковая линия, изготовленная методом плоттерной печати чернилами, содержащими наночастицы серебра. Ее частотные и импульсные характеристики / А.Е. Здрок, Д.В. Шерстюк, А.М. Умаров, С.А. Артищев, А.Г. Лощилов, Н.Д. Малютин // Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век. – М.: Радиотехника, 2016 г. – С. 3–8.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛА АРФЛОН AR200 ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЧ УСТРОЙСТВ

А. В. Коренев, аспирант каф. СВЧиКР

Научный руководитель: Г.Г. Гошин, д-р физ.-мат. наук, проф. каф. СВЧиКР
г. Томск, ТУСУР, korenev_av@irzirk.ru

Приведены результаты применения материала Арфлон AR200 в качестве замены для Фторопласт-4 при изготовлении опорных шайб коаксиальных соединителей типа N, работающих в диапазоне частот до 12,4ГГц.
Ключевые слова: *Коаксиальные соединители, Арфлон, материалы для СВЧ устройств.*

Фторопласт-4 (Ф-4) является едва ли не самым популярным материалом для изготовления различных диэлектрических элементов СВЧ устройств ввиду сочетания хороших физических характеристик и технологичности обработки [1]. Однако этот материал не лишен некоторых весьма существенных недостатков. Так, для изготовления опорных шайб СВЧ соединителей важно использовать материал, подверженный минимальной деформации при внешней механической нагрузке, что является одним из недостатков фторопласта. В качестве альтернативы Ф-4 в конструкции соединителя был выбран материал Арфлон AR200[2]. Некоторые характеристики обоих материалов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – показатели свойств AR200 в сравнении с Ф-4

Показатели	AR200	Ф-4
Модуль упругости при сжатии при 20С по ГОСТ 9550, МПа	600–700	250-400
Модуль упругости при растяжении при 20С по ГОСТ 9550, МПа	500–600	250-350
Напряжение при 10%-деформации на сжатие по ГОСТ 4651 при 20С, МПа	25	12
Необратимая деформация при растяжении при 12 МПа, 20С за 100 час, %	0,1	180
Необратимая деформация при сжатии при 14 МПа, 20С за 24 час, %	0,2	12
Относительная диэлектрическая проницаемость	2,1–2,2	2–2,2
Тангенс угла диэлектрических потерь	$(1...3)\cdot10^{-4}$	$(1...3)\cdot10^{-4}$

Обладая гораздо лучшими механическими характеристиками AR200 схож с Ф-4 как диэлектрик.

На рис. 1 изображена изготовленная из AR200 опорная шайба, установленная в соединитель. Были измерены параметры нескольких устройств, включающих два представленных соединителя, соединенных отрезком прямоугольной воздушной коаксиальной линии длиной 22,35 мм. Покрытия корпусов соединителей и наружного проводника прямоугольной коаксиальной линии — никель. Центрального проводника – золото. Измеренные значения КСВн представлены на рис. 2, а вносимых потерь (S21) – на рис. 3.

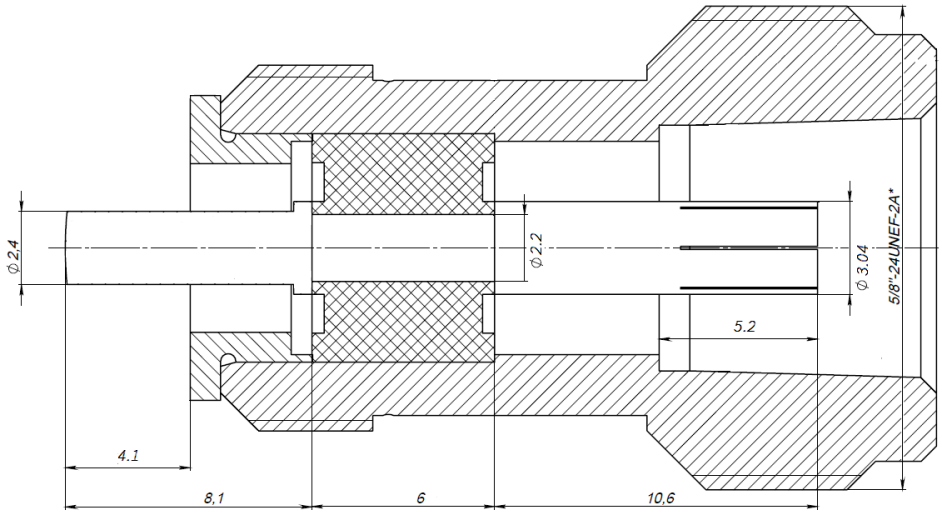


Рис. 1 – Конструкция соединителя с опорной шайбой из AR200

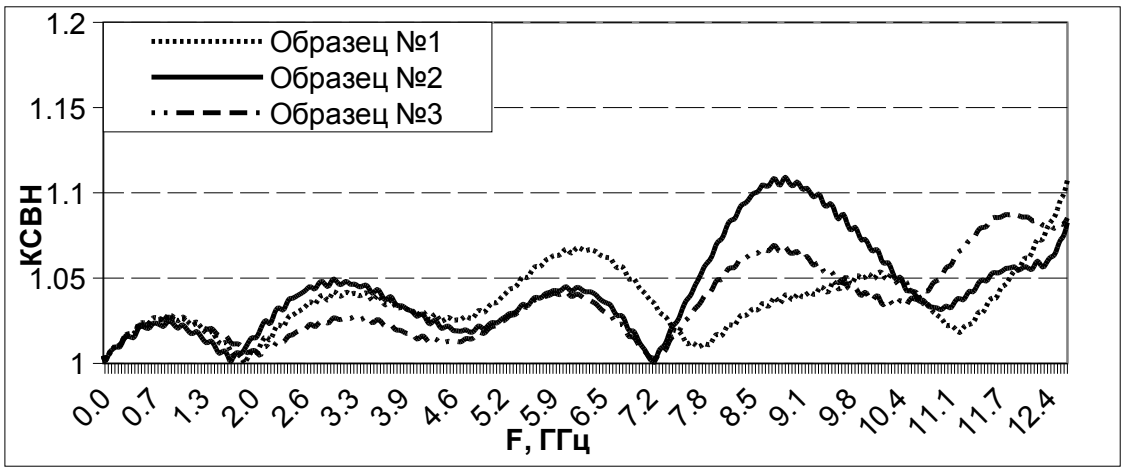


Рис. 2 – Зависимость КСВн устройств от частоты

Хотя электрические характеристики материала не были измерены непосредственно, полученные низкие значения КСВн и вносимых потерь устройств говорят о том, что они соответствуют заявленным, которые были использованы при моделировании. Были также проведены испытания устройств на виброустойчивость 10–2000 Гц с ускорением 10g методом 102-1 [3], удароустойчивость 50g, 11 мс методом 105-1[3], которые были успешно завершены, что говорит о высоких механических характеристиках разработанных устройств.

В результате проведенной работы был получен успешный опыт применения материала AR200 при конструировании коаксиальных СВЧ соединителей. Данный материал схож с Ф-4 в части механической обработки и диэлектрических свойств, но при этом позволяет обойти присущие последнему ограничения.

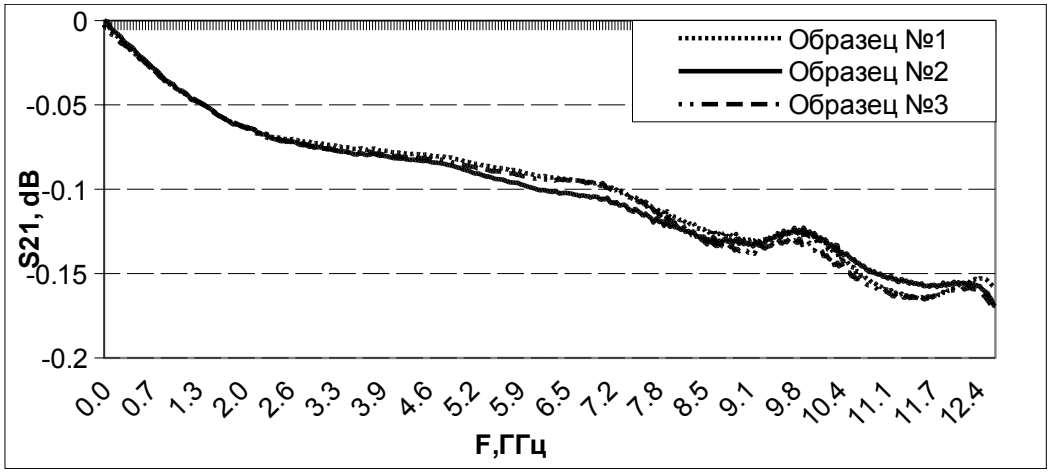


Рис. 3 – Зависимость вносимых потерь устройств от частоты

Литература

1. Прокимов А., Джуринский К., Смирнова Ю. Перспективные изоляционные материалы для радиочастотных кабелей и соединителей // Компоненты и технологии. – 2017. – № 2. – С. 105–113.

2. ТУ 20.16.30-002-06335753-2017. Антифрикционные уплотнительные материалы Арфлон.

3. ГОСТ 20.57.406. Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.

ПОРТАТИВНОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЙМОРИТА

А.С. Крыгин, аспирант ОЭИ

Научный руководитель: А.И. Солдатов, д-р техн. наук, проф. ОЭИ
г. Томск, ТПУ, anton.s.krygin@sibmail.com

На данный момент, существует разные диагностические методы, для определения гайморита. У них есть определенные недостатки, поэтому предлагается разработать портативный ультразвуковой метод. Представлен экспериментальный стенд для исследований уровня заполнения гайморовых пазух.

***Ключевые слова**: КТ, МРТ, эхометод.*

Симптомы начинающегося гайморита мало чем отличаются от признаков обычного простудного заболевания, поэтому мало кто обращает на них повышенное внимание.

Диагностические методы:

– КТ;

– МРТ;

– Термографический метод.

Применение ультразвукового исследования позволяет обнаружить скопление жидкости в гайморовых пазухах и утолщение воспаленной слизистой оболочки.

Достоинства ультразвукового исследования:

– безвредность (отсутствие лучевой нагрузки);

– относительная дешевизна;

– безопасность для беременных и детей;

– кратковременность исследования;

– отсутствие инвазивного вмешательства;

– возможность получения информации (о движении крови по сосудам, скорости кровотока) в реальном времени;

Недостатки ультразвукового исследования:

– ограничение четкости изображения площадью датчика;

– более низкое разрешение, чем при МРТ и КТГ.

Ультразвуковые методы исследования – это методы использующие лучевую диагностику, при которых используются высокочастотные звуковые (ультразвуковые) волны для получения характеристик и параметров изображений.

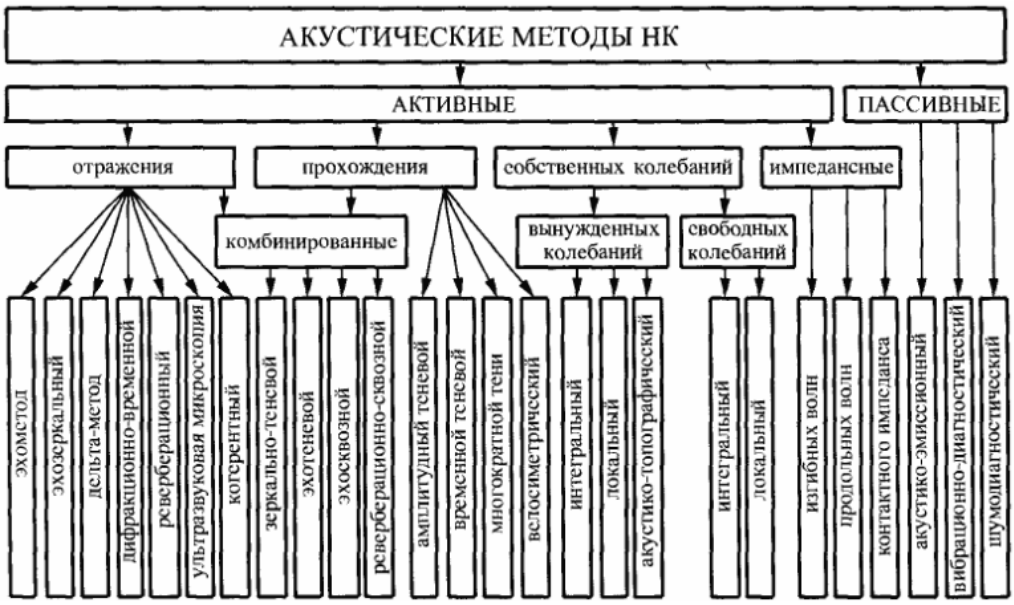


Рис.1 – Ультразвуковые методы исследования

На сегодняшний день, существует достаточно большое количество методов ультразвукового исследования, дающие права, проводить различные исследования, в области ультразвукового контроля.

Эхометод основан на регистрации эхосигналов от дефектов – несплошностей.

Специальная часть

Генератор (1), излучатель (2), блок управления и индикации (3), счетчик (4), приемник (5), предварительный усилитель (6), пиковый детектор (7), система управления доступом к памяти (8), аналого-цифровой преобразователь (9), пороговое устройство (10), оперативное запоминающее устройство(11), тактовый генератор (12).

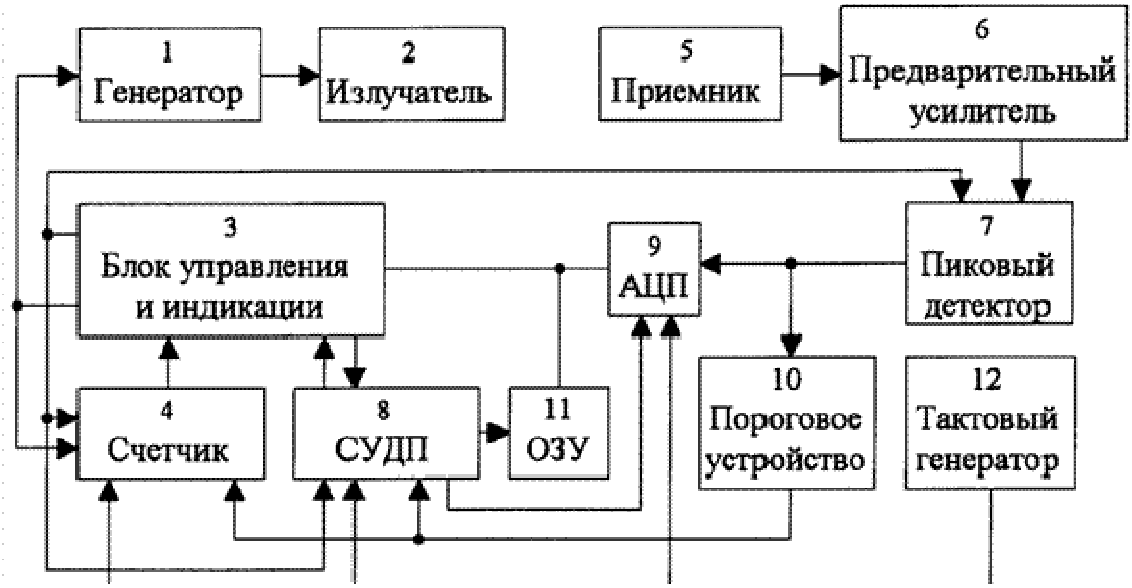


Рис. 2 – Схема устройства

Для начала работы схемы блок 3 формирует импульс, сбрасывающий 7, 4 и 8. Затем происходит измерение временного интервала между излученным и принятым сигналами $t_{ПОР}$, для чего блок 3 формирует сигнал, который формирует импульс ультразвуковой частоты 1 и 4, отсчитывающий импульсы 12. 2 преобразует импульс в ультразвуковые колебания и излучает их. Отраженный сигнал достигает 5, преобразуется в электрические колебания, которые усиливаются 6. Сигнал с 6 проходит обработку 7 и поступает на 9 и 10. Амплитуда сигнала 7 достигает значения $U_{ПОР}$, 10 формирует сигнал, который остановит 4. После измерения временного интервала проводят оцифровку и сохранение начального участка, предварительно обработанного 7 принятого сигнала.

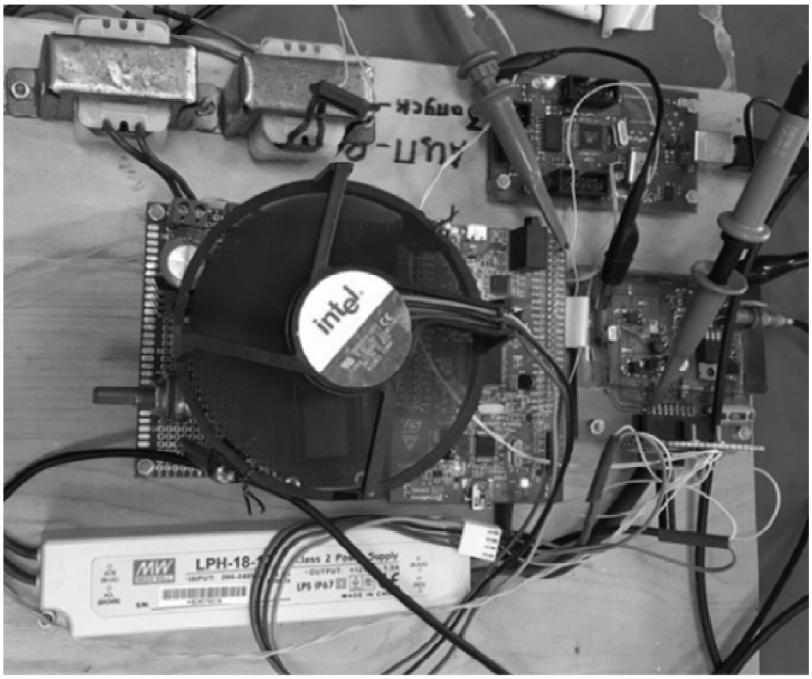


Рис. 3 – Экспериментальный стенд портативного устройства

В заключение хочется отметить, что был выбран ЭХО-метод, акустический метод, используемый в основном, глубиномерах, что как раз предпочтительно для нашего исследования, так как портативный прибор, планируется использовать по методу глубомера, для определения уровня заполнения гайморовых пазух.

Литература

1. Патент 2471158 РФ. Способ компенсации погрешности измерения ультразвукового уровнемера / А.И. Солдатов, А.И. Селезнев, А.А. Солдатов, И.И. Фикс // Бюл. – 2012. – № 36. – С. 2 с.

ДВУХЧАСТОТНЫЙ МЕТОД СОКРАЩЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ В ЭХОЛОКАЦИИ

А.В. Крыхтин, студент кафедры УИ

Научный руководитель: А.И. Солдатов, проф. кафедры УИ, д-р техн. наук
г. Томск, ТУСУР, SaniokYHB@gmail.com

Проект ГПО УИ-1904 – Ультразвуковые сенсоры для позиционирования роботов

В данном докладе рассказывается о том, что из себя представляет эхолокация, как она была открыта, где используется сейчас и почему важно стремиться к максимальному сокращению погрешности в ней. Также здесь описывается двухчастотный метод сокращения погрешности вычисления расстояния до объектов при помощи эхолокации и реализация его в нашем проекте.
***Ключевые слова**: эхолокация, двухчастотный метод, сокращение погрешности, расстояние до объекта.*

Эхолокация – способ, при помощи которого положение объекта определяется по времени задержки возвращений отражённой волны. Если волны являются звуковыми, то это звуколокация, если радио – радиолокация.

Открытие эхолокации связано с именем итальянского естествоиспытателя Ладзаро Спалланцани. Он обратил внимание на то, что летучие мыши свободно летают в абсолютно тёмной комнате (где оказываются беспомощными даже совы), не задевая предметов. В своём опыте он ослепил несколько животных, однако и после этого они летали наравне со зрячими. Коллега Спалланцани Ж. Жюрин провёл другой опыт, в котором залепил воском уши летучих мышей, – и зверьки натыкались на все предметы. Отсюда учёные сделали вывод, что летучие мыши ориентируются по слуху. Однако эта идея была высмеяна современниками, поскольку ничего большего сказать было нельзя – короткие ультразвуковые сигналы в то время ещё было невозможно зафиксировать.

Впервые идея об активной звуковой локации у летучих мышей была высказана в 1912 году Х. Максимом. Он предполагал, что летучие мыши создают низкочастотные эхолокационные сигналы взмахами крыльев с частотой 15 Гц.

Об ультразвуке догадался в 1920 году англичанин Х. Хартридж, воспроизводивший опыты Спалланцани. Подтверждение этому нашлось в 1938 году благодаря биоакустику Д. Гриффину и физику Г. Пирсу. Гриффин предложил название эхолокация (по аналогии с радиолокацией) для именования способа ориентации летучих мышей при помощи ультразвука.

Эхолокация может быть основана на отражении сигналов различной частоты – радиоволн, ультразвука и звука. Первые эхолокационные системы направляли сигнал в определённую точку пространства и по задержке ответа определяли её удалённость при известной скорости перемещения данного сигнала в данной среде и способности препятствия, до которого измеряется расстояние, отражать данный вид сигнала. Обследование участка дна таким образом при помощи звука занимало значительное время.

Сейчас используются различные технические решения с одновременным использованием сигналов различной частоты, которые позволяют существенно сократить погрешность вычисления расстояния до объекта. Именно данный принцип и использовался в нашей работе.

У нас имеется два эхолокатора, которые могут подключаться к плате Arduino. Данная плата через USB-порт подключается к компьютеру. Через компьютер на плату загружается специальная программа, написанная на языке программирования C++. При помощи данной программы осуществляется запуск генератора и локатора. Генератор отправляет пульсирующие ультразвуковые сигналы, которые отражаются от ближайшего препятствия. Локатор считывает отражённые сигналы и передаёт информацию о них на плату. При помощи программы, загруженной на плату, вычисляется расстояние до объекта и выводится в наглядном виде на экран.

Далее применяется уже вышеупомянутый двухчастотный метод. Нам известны частоты наших локаторов и известно время, за которое сигнал прошёл расстояние от генератора до объекта и обратно. Так как известна частота, следовательно, известен и период. Таким образом, мы вычитаем из каждого времени прохождения сигнала соответствующие периоды сигналов локатора и результаты сравниваем между собой. В случае, когда разница между результатами положительная, проводится новая итерация вычитания периода сигнала. Так происходит до тех пор, пока разница не станет отрицательной. В таком случае мы возвращаемся на одну итерацию назад и вычисляем разницу между итоговыми результатами. Ей и будет равна итоговая погрешность вычисления расстояния до объекта.

Если сравнить получившуюся в результате вычисления погрешность двухчастотного метода, можно увидеть, что она существенно меньше, чем погрешность при использовании одного генератора или двух генераторов с одинаковой частотой.

Так как в наше время технология эхолокации активно внедряется в медицину и, в частности, в хирургию, вопрос сокращения погрешности становится всё более актуальным. Чем меньше будет погрешность, тем точнее диагноз и тем больше вероятность успешного исхода хирургической операции.

МЕТОД РАСЧЕТА ТЕПЛОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ КАНАЛА БУФЕРНОГО УСИЛИТЕЛЯ МР546

Д.А. Лужайцев, студент каф. ФЭ

Научный руководитель: Ю.В. Сахаров, доцент каф. ФЭ,
В.В. Курикалов, инженер II категории АО «НПФ «Микран»
г. Томск, ТУСУР, danil.wow67@gmail.com

Проект ГПО ФЭ-1303 – Технология тонких пленок с низкой диэлектрической проницаемостью

В основе статьи лежит расчет теплового сопротивления и температуры канала в режиме насыщения буферного усилителя МР546 разработанного на основе моделей по технологии PP15-51, GaAs pHEMT 0,15 мкм в виде монолитной интегральной схемы.
Ключевые слова: *буферный усилитель, температура канала, насыщение, тепловое сопротивление, затвор, теплопроводность.*

Введение

Эксплуатация приборов микро и нанотехнологий происходит в разных температурных условиях, при этом заказчик нередко предъявляет различного рода требования стабильности структур в разных условиях, поэтому немаловажным делом является расчет теплового сопротивления наиболее энергопотребляемого элемента на кристалле, а именно транзистора, и посредством этого расчет температуры канала в режиме насыщения.

Методика эксперимента

По методике, описанной в статье «Accurate Determination of Thermal Resistance of FETs» Али Мухаммеда Дервиша [1] производилось определение теплового сопротивления и температуры канала в режиме насыщения.

Суть расчета заключается в том, что для подложки характеризующейся толщиной t и теплопроводностью k. Затвор транзистора в свою очередь представляет источник тепла с длиной L_g и шириной W_g, и пространством между двумя соседними затворами s. Также по данной теории существуют следующие допущения – площадь подложки должна считается достаточно большой, чтобы исключить эффект сдерживания тепла, который, если рассматривать реальную физику процессов все же присутствует. Тогда для решения задачи мы получаем следующие граничные условия:

1) постоянная теплового потока Q через подложку площадью $L_g \cdot W_g$ представляет собой рассеиваемую мощность;

2) Вся поверхность (за исключением обратной стороны при $z = t$) адиабатическая, то есть не обменивается теплом с окружающим пространством. Нижняя поверхность подложки изотермическая (температура постоянна).

Целью расчетов является нахождение теплового сопротивления, а следовательно, температуры канала непосредственно под затвором. Существует несколько методом определения этого параметра как более старые с большей погрешностью, так и более новые погрешность которых относительно мала.

Распространение тепла в транзисторе можно условно разделить на две области. В первой области, тепло распространяется в лучеобразном направлении генерируя изотермальные линии, характеризующиеся разной температурой, имеющие форму распространения в виду эллипсоиды. Во второй области, тепло распространяется вниз и также производит изотермальные линии, характеризующиеся отличной от предыдущих изотерм температурой, имеющих форму похожую на эллиптический цилиндр. Это связано с образованием численно генерируемых температурных контуров в связи с решением симуляции конечных элементов.

Исходя из того, что имеются две области, общее тепловое сопротивление находится как сумма сопротивлений в обеих областях:

$$\theta_{total} = \theta_1 + \theta_2, \tag{1}$$

где θ_1, θ_2 – тепловое сопротивление первой и второй области соответственно.

В свою очередь тепловой поток в первой области находится по следующей формуле:

$$\theta_1 = \frac{1}{\pi W_g k} \ln\left[\frac{f\left(g\left(\sqrt{2}s\right)+1\right)-1}{f\left(g\left(\sqrt{2}s\right)+1\right)+1} \cdot \frac{f\left(g\left(L_g\right)\right)+1}{f\left(g\left(L_g\right)\right)-1} \right], \tag{2}$$

где $f(x) = \sqrt{\frac{\sqrt{x}+1}{\sqrt{x}-1}}$; $g(y) = \left(\frac{W_g}{y}\right)^2$.

При этом тепловое сопротивление во второй области находится по следующей формуле:

$$\theta_2 = \frac{1}{2\pi s k} \ln\left[\frac{h(2.3 \cdot t)}{h(s)} \right], \tag{3}$$

где $h(x) = \frac{\sqrt{2x^2 + W_g^2} + \sqrt{2}x}{\sqrt{2x^2 + W_g^2} - \sqrt{2}x}$.

Значение теплопроводности (k) рассчитывается по следующей формуле:

$$k = 5{,}6873 \cdot 10^4 \cdot T^{-1{,}23}, \tag{4}$$

где T – температура окружающей среды (Кельвин).

Температура канала определяется следующим образом по формуле:

$$T_к = (T^{-0.23} - 0.23\left[\theta_{total} \cdot P\right]T^{-1.23})^{(-1/0.23)}, \quad (5)$$

где P – суммарная мощность источника, приходящаяся на один палец затвора, определяющаяся следующим образом:

$$P = \frac{U \cdot I}{NOF}, \quad (6)$$

где U – напряжение питания транзистора (для MP546 – 4 В); I – ток в режиме насыщения (для MP546 – 78 мА); NOF – количество пальцев затвора.

Результаты экспериментов

Задавая реальные параметры подложки и выбранного выходного транзистора, получаем следующие начальные условия:

$t = 100$ мкм $\qquad W_g = 75$ мкм

$L_g = 0.15$ мкм $\qquad s = 17$ мкм

$NOF = 4$

Тогда мы можем определить значение теплопроводности по формуле (4) для трех различных температур из диапазона, выбранного для построения частотно-температурных зависимостей:

$$k_{T_в} = 5.6873 \cdot 10^4 \cdot (-40 + 273)^{-1.23} = 41.8 \text{ Вт/(м·К)}.$$

Далее необходимо определить значение мощности, приходящейся на один палец затвора по формуле (6):

$$P = \frac{4 \cdot 78 \cdot 10^{-3}}{4} = 0.078 \text{ Вт/затвор}$$

Зная значение теплопроводности и констант структуры можно определить значение тепловое сопротивление в первой и второй области для одной из температур по формулам (2) и (3):

$$\theta_{1в} = \frac{1}{\pi \cdot 75 \cdot 10^{-6} \cdot 41.8} \ln\left[\frac{f\left(g\left(\sqrt{2} \cdot 17 \cdot 10^{-6}\right)+1\right)-1}{f\left(g\left(\sqrt{2} \cdot 17 \cdot 10^{-6}\right)+1\right)+1} \cdot \frac{f\left(g\left(0{,}15 \cdot 10^{-6}\right)\right)+1}{f\left(g\left(0{,}15 \cdot 10^{-6}\right)\right)-1}\right] = 513 \text{ К/Вт};$$

$$\theta_{2в} = \frac{1}{2\pi \cdot 17 \cdot 10^{-6} \cdot 41.8} \ln\left[\frac{h(2.3 \cdot 100 \cdot 10^{-6})}{h(17 \cdot 10^{-6})}\right] = 832 \text{ К/Вт}.$$

Суммарное тепловое сопротивление канала тогда будет определятся по формуле (1):

$$\theta_{totalв} = 513 + 832 = 1345 \text{ К/Вт}.$$

Тогда по формуле (5) определим температуру канала при различной температуре окружающей среды:

$$T_к = ((80+273)^{-0.23} - 0.23[1345 \cdot 0.078](80+273)^{-1.23})^{(-1/0.23)} = 474 \text{ К}.$$

Рассчитанные значения, теплопроводности, теплового сопротивления и температуры канала при разных температурах окружающей среды приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Расчетные данные теплопроводности, теплового сопротивления и температуры канала при температурах Тн = –40 ºС, Тср = 25 ºС, Тв = 80 ºС

Температура, К	Теплопроводность (k), Вт/(м·К)	Суммарное тепловое сопротивление (θ_{total}), К/Вт	Температура канала в режиме насыщения, К	Температура канала в режиме насыщения, ºС
233	69.7	807	304	31
298	51.5	1092	395	122
353	41.8	1345	474	201

Выводы

Анализ рассчитанных значений теплового сопротивления и температуры канала буферного усилителя MP546 изготовленного по технологии PP15-51, GaAs pHEMT 0,15 мкм позволяет иметь представление о том, что при увеличении температуры окружающей среды происходит увеличение теплового сопротивления, а следовательно температуры канала, что говорит о том, что при введение в эксплуатацию данного прибора необходимо опираться на рассчитанные данные, что даёт представление о тепловыделении данной интегральной микросхемы и при эксплуатации в условиях повышенной температуры необходимо использовать теплоотводящие элементы, такие как радиаторы, естественную, либо искусственную вентиляцию для предотвращения перегрева.

Литература

1. Darwish A.M. (2005). Accurate Determination of Thermal Resistance of FETs. In: IEEE MTT-S Int. Mircrowave Sym. Dig., Phoenix, Vol. 53, pp. 306–313.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО СВЧ ИНТЕГРАЛЬНОГО АКТИВНОГО ДЕТЕКТОРА ПРОХОДЯЩЕЙ МОЩНОСТИ

А.А. Метель, студент каф. ФЭ

Научный руководитель: Сальников А.С., канд. техн. наук, доцент каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, aleksandr.metel@50ohm.tech

Проект ГПО ФЭ-1501 – Построение моделей интегральных СВЧ транзисторов

В настоящей работе выполнено проектирование СВЧ монолитной интегральной схемы (МИС) активного детектора проходящей мощности (АДПМ) на основе отечественного технологического процесса 0,5 мкм GaAs pHEMT АО «Светлана-Рост» (г. Санкт-Петербург). Данный вид детекторов обеспечивает высокие уровни детектируемого напряжения при малом уровне входной мощности.
Ключевые слова: *СВЧ, монолитная интегральная схема, активный детектор проходящей мощности, GaAs pHEMT.*

Измерение и контроль уровня мощности в СВЧ-диапазоне является достаточно важной задачей. Для её решения широкое распространение получили пассивные и активные детекторы проходящей мощности (ПДПМ и АДПМ). ПДПМ имеют прямую детекторную характеристику, то есть уровень детектируемого напряжения возрастает с увеличением мощности в СВЧ-тракте. Уровни напряжений на выходе ПДПМ составляют не более 1,5 В при уровнях мощности в сигнальном тракте +20 дБм, что значительно затрудняет обработку выходного напряжения детектора при измерении малых уровней входной мощности [1]. Благодаря обратной детекторной характеристике, АДПМ позволяют обеспечить высокие уровни детектируемых напряжений при малом уровне входной мощности СВЧ-сигнала [2, 3]. Принцип работы данного типа детекторов заключается в следующем, транзистор смещается близко к пороговому напряжению и при отсутствии сигнала в СВЧ-тракте напряжение на выходе детектора соответствует напряжению источника питания. При наличии в тракте СВЧ-сигнала, его часть подается на затвор транзистора, в результате транзистор открывается и напряжение на выходе детектора уменьшается. Характеристики АДПМ достаточно сильно зависят от периферии затвора транзистора, а также напряжений питания и смещения. При данной конфигурации детектора выходной сигнал обратно пропорционален мощности сигнала.

Целью настоящей работы является разработка тестовой МИС АДПМ на основе 0,5 мкм GaAs pHEMT технологии АО «Светлана-Рост» (г. Санкт-Петербург). Частотный диапазон работы детектора от 4 до 20 ГГц, динамический диапазон детектирования от минус 5 дБм до 20 дБм.

Наиболее распространенная принципиальная схема АДПМ [4,5] изображена на рис. 1. В качестве преобразовательного элемента в АДПМ используется транзистор. Стоит отметить, что варианты включений в СВЧ-тракт аналогичны пассивным диодным детекторам проходящей мощности [4].

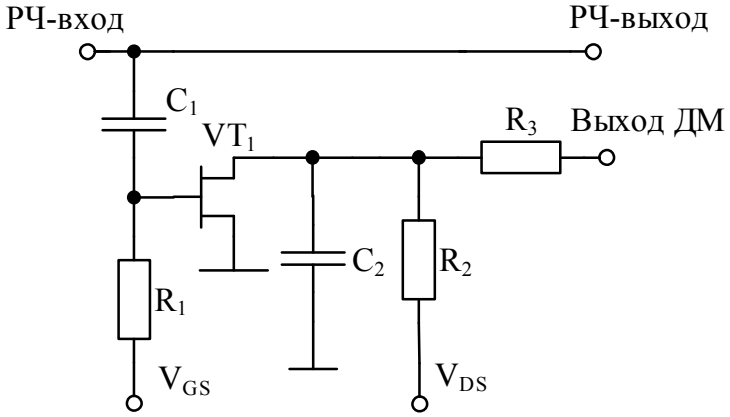


Рис. 1 – Типовая схема АДПМ

СВЧ-сигнал подается на затвор транзистора через разделительный конденсатор C_1. Транзистор VT_1 обеспечивает выпрямление сигнала. Напряжения смещения и питания подаются через резисторы R_1 и R_2, соответственно. Параллельное включение емкости C_2 образует сглаживающий фильтр, путем увеличения постоянной времени. Резистор R_3 уменьшает пульсации напряжения на выходе детектора. Периферия затвора транзистора выбирается исходя из обеспечения оптимального потребления тока, а также требуемой детекторной характеристики.

Тестовая МИС АДПМ была спроектирована на технологическом процессе 0,5 мкм GaAs pHEMT АО «Светлана-Рост», периферия затвора транзистора составила 2×30 мкм. Схемное решение, приведенное на рис. 1, было модифицировано с целью реализации схемы автосмещения транзистора, что позволило исключить необходимость использования отрицательного источника питания, а также уменьшить габаритные размеры функционального блока. Финальная схема детектора представлена на рис. 2.

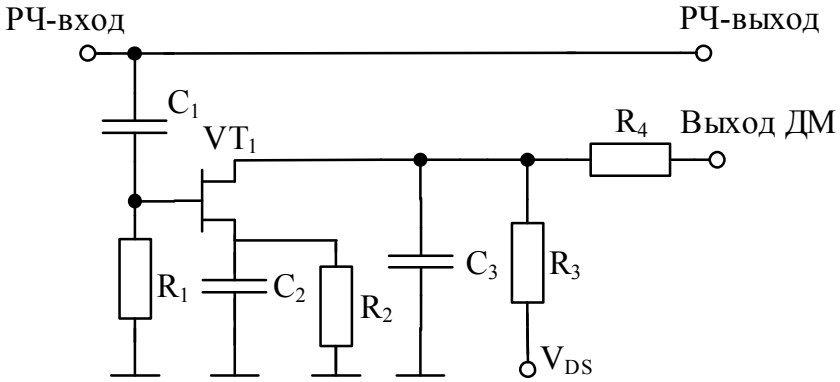
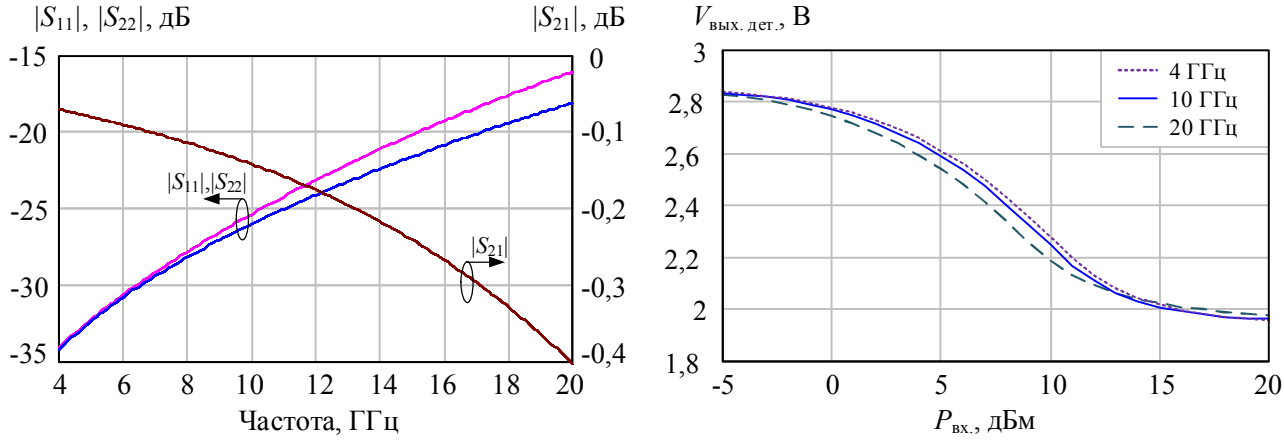


Рис. 2 – Схема АДПМ

На рис. 3 изображены результаты моделирования основных характеристик детектора. На данный момент тестовая МИС находится в процессе изготовления.



а *б*

Рис. 3 – Результаты моделирования АДПМ: *а* – основные СВЧ-характеристики; *б* – детекторная характеристика

Заключение. На основе проведенного анализа схемных решений разработана СВЧ МИС АДПМ на отечественном технологическом процессе 0,5 мкм GaAs pHEMT АО «Светлана-Рост» (г. Санкт-Петербург). Динамический диапазон детектора составляет от минус 5 дБм до 20 дБм, полоса рабочих частот от 4 ГГц до 20 ГГц, коэффициенты отражения по входу $|S_{11}|$ и выходу $|S_{22}|$ не более минус 16 дБ, коэффициент передачи $|S_{21}|$ не менее минус 0,4 дБ, ток потребления 1,2 мА. Использование активных детекторов уменьшает ошибку детектирования при малых уровнях мощности, по основным СВЧ-характеристикам данный тип дикторов не уступает ПДПМ.

Литература

1. Метель А.А. Анализ схемных решений СВЧ интегральных детекторов проходящей мощности [Электронный ресурс] / А.А. Метель // Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения. – Томск: Изд-во ТУСУРа. – 2018. – С. 438–442.

2. Jonsson R. SiGe wideband power detector and IF amplifier RFICs for Wband passive imaging systems / R. Jonsson, C. Samuelsson, S. Reyaz, R. Malmqvist, A. Gustafsson, M. Kaynak, A. Rydberg // 2013 International Semiconductor Conference. – 2013. – Vol. 2. – P. 225–228.

3. Zhang J. A compact V-band active SiGe power detector / J. Zhang, V. Fusco, Y. Zhang // 7th European Microwave Integrated Circuit Conference. – 2012. – P. 528–531.

4. Метель, А.А. Анализ схемных решений и разработка СВЧ интегрального детектора проходящей мощности / А.А. Метель // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУРа. – Томск: Изд-во В-Спектр. – 2019. – С. 69–72.

5. Canales, F.D. A 75-90 GHz High Linearity MMIC Power Amplifier with Integrated Output Detector / F.D. Canales, M. Abbasi // IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest. – 2013. – P. 1–4.

ПАТЧ АНТЕННА ДЛЯ РАДАРА С ЛИНЕЙНО-ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

В.Г. Баканова, М.С. Никишкин, студенты каф. СВЧиКР

Научный руководитель: А.А. Трубачев, канд. техн. наук, доцент каф. СВЧиКР
г. Томск, ТУСУР, 280111varya.bakanova@mail.ru

Проект ГПО СВЧиКР-1802 – Разработка узлов приёмо-передающего тракта радиоэлектронной аппаратуры микроволнового диапазона

В докладе представлены результаты расчёта и моделирования печатной антенны используемой для изучения принципа работы ЛЧМ-радара.
Ключевые слова: *FMCW-радар, линейно-частотная модуляция, патч-антенна.*

FMCW-радар (Frequency-Modulated Continuous-Wave) представляет собой радар с линейно-частотной модуляцией.

Сигналы с линейно-частотной модуляцией относятся к сложным сигналам (с большой базой), широко применяются в измерительной технике, системах связи и во многих других областях. Высокочастотное заполнение ЛЧМ-сигналов имеет переменную частоту, что позволяет достаточно точно измерять расстояние до объектов. ЛЧМ-сигналы используются для достижения больших девиаций частоты и значительной скорости перестройки.

Также, ЛЧМ-сигналы имеют ряд преимуществ: простота изменения формы огибающей ЧМ-сигнала и скорости частотной модуляции для улучшения параметров сжатого сигнала, простота оценки, измерения и коррекции искажений [1].

Зависимость амплитуды от времени для ЛЧМ-сигнала показана на рис. 1.

Принцип работы *FMCW* радара (*Frequency-Modulated Continuous-Wave* (частотно-модулированная непрерывная волна)) основан на непрерывных частотно-модулированных волнах, которые излучает особый тип радиолокационных датчиков. Благодаря линейно-частотной модуляции FMCW радар может изменять свою рабочую частоту во время измерения, следовательно, излучаемый сигнал модулируется по частоте (фазе) [2].

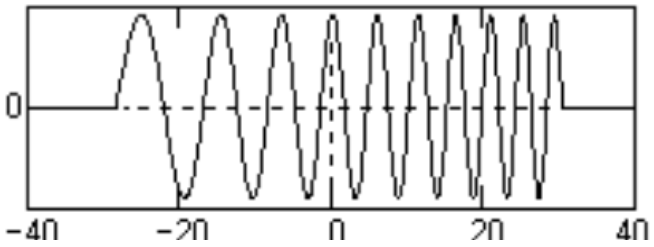


Рис. 1 – ЛЧМ-сигнал

Радар состоит из следующих блоков.

1. Антенна (передающая и принимающая).
2. МШУ – малошумящий усилитель.
3. УПЧ – усилитель промежуточной частоты.
4. Смеситель.
5. Умножитель частоты.
6. БУ – буферный усилитель.
7. Генератор, управляемый напряжением.
8. ФАПЧ – схема фазовой автоподстройки частоты.
9. УМ – усилитель мощности.
10. *SDR – software-defined radio* (программно-определяемое радио).

Структурная схема *FMCW* радара представлена на рис. 2.

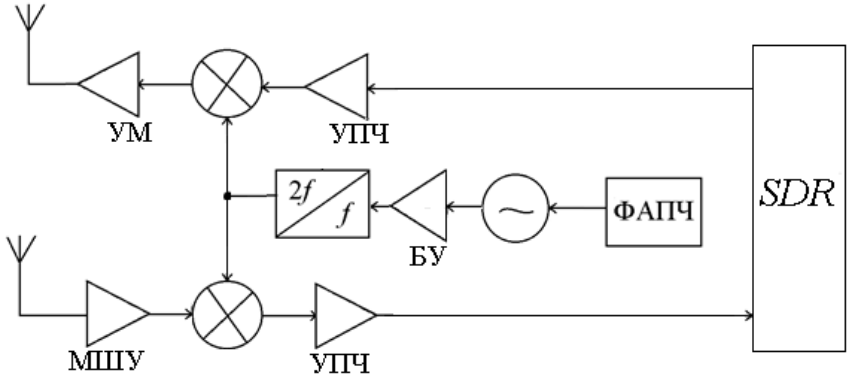


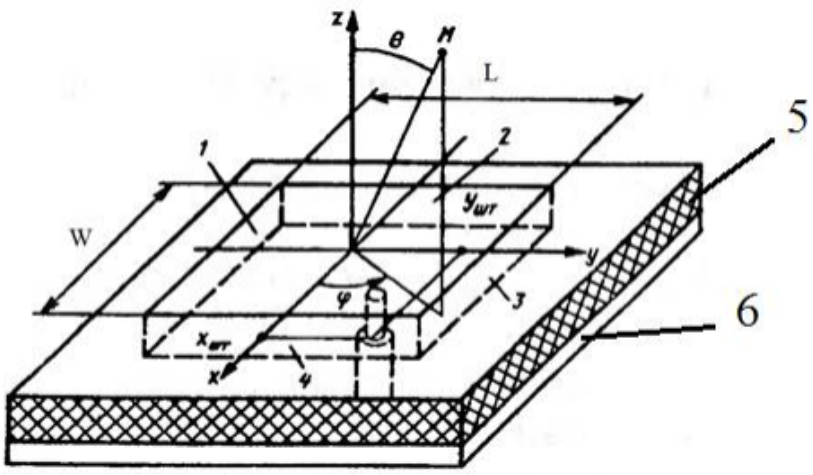
Рис. 2 – Структурная схема FMCWрадара

Антенной является печатный излучатель (ПАТЧ антенна). Данная антенна представляет собой прямоугольную пластину, возбуждаемую одним или несколькими штырями (рис. 3).

В соответствии с [3] ниже приведены формулы для расчета геометрических размеров антенны (в метрах).

Для расчета необходимо иметь следующие данные:

- центральная частота f_0;
- значение относительной диэлектрической проницаемости материала подложки ε_r;
- высота подложки h.



1, 3 – торцевые щели, излучающие волны с основной поляризацией;
2, 4 – торцевые щели, излучающие волны с кросс-поляризацией;
5 – диэлектрическая подложка; 6 – металлический экран;
φ, θ – значения углов в сферической системе координат;
W, L – Нерезонансный и резонансные размеры пластинки;
ушт – смещение штыря вдоль оси y относительно средней точки

Рис. 3 – Конструкция патч-антенны

Нерезонансный размер антенны определяется по формуле (1):

$$W = \frac{c}{2f_0\sqrt{\frac{\varepsilon_r+1}{2}}}, \quad (1)$$

где *c* – скорость света.

Необходимо пересчитать значение диэлектрической проницаемости в эффективную диэлектрическую проницаемость по формуле (2):

$$\varepsilon_{reff} = \frac{\varepsilon_r+1}{2} + \frac{\varepsilon_r-1}{2}\left(\sqrt{1+10\frac{h}{W}}\right) \quad (2)$$

Резонансный размер излучателя определяется по формуле (3):

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\varepsilon_{reff}}}, \quad (3)$$

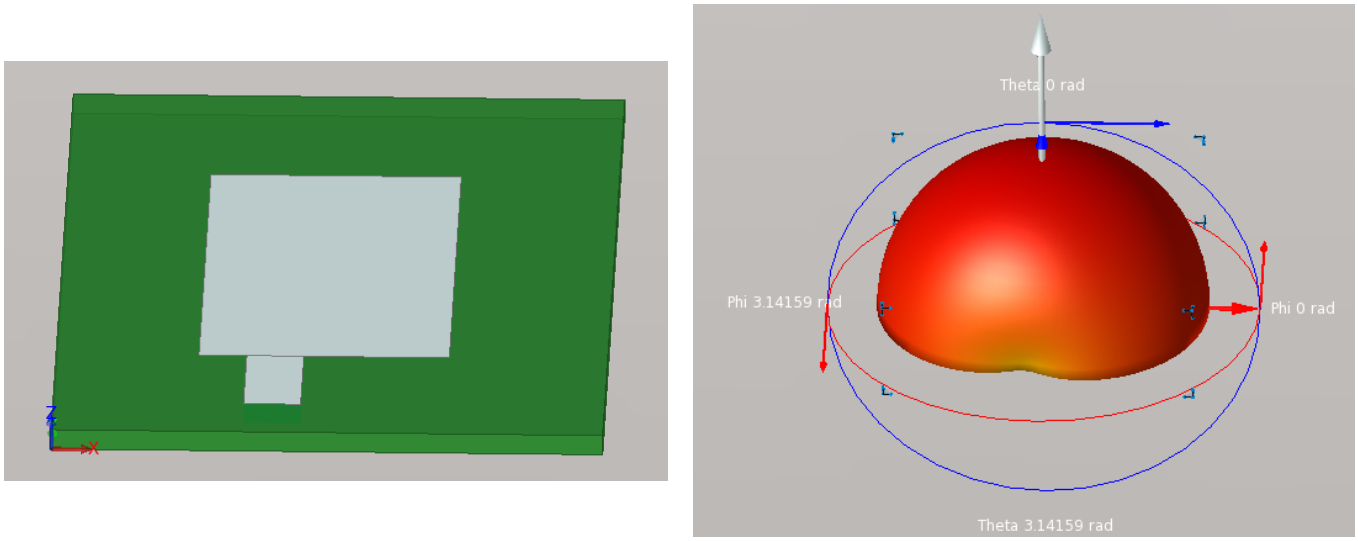
где *c* – скорость света.

С помощью программного обеспечения *EmPro* (*Electromagnetic Professional*) была смоделирована ПАТЧ антенна с центральной частотой 5,85 ГГц (рис. 4,а), построена трёхмерная диаграмма направленности (рис. 4,*б*).

В итоге моделирования были получены следующие результаты:

1. В соответствии с графиком модуля коэффициента отражения (рис. 5), на центральной частоте 5,85 ГГц имеем хорошее согласование с входным сопротивлением радара;

2. Вектор максимума излучения направлен перпендикулярно плоскости антенны.



а *б*

Рис. 4 – Модель патч-антенны (*а*); трёхмерная диаграмма направленности (*б*)

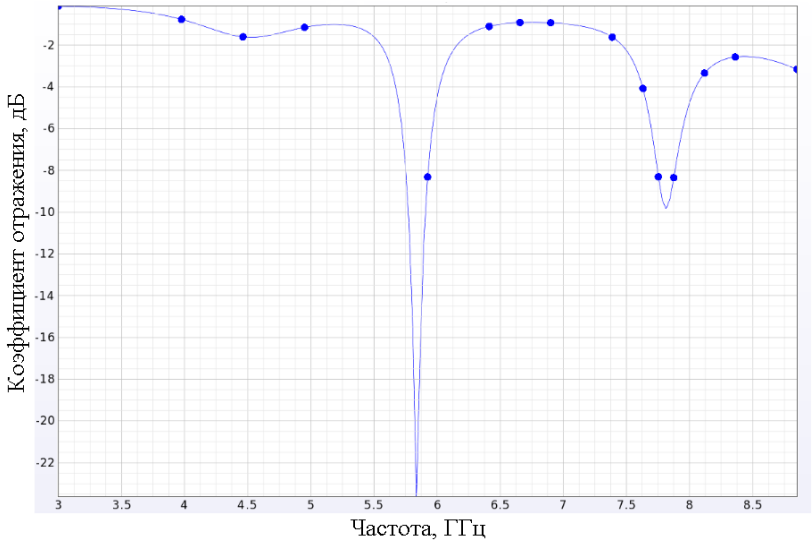


Рис. 5 – Частотная зависимость модуля коэффициента отражения от входа антенны

Литература:

1. Сигналы с линейной частотной модуляцией [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://m.studme.org/285807/tehnika/signaly_lineynoy_chastotnoy_modulyatsiey (дата обращения: 08.11.2019).

2. Радиолокатор непрерывного излучения с частотной модуляцией [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.radartutorial.eu/02.basics/rp08.ru.html (дата обращения: 19.10.2019).

3. Лабораторный практикум «Антенны»: учеб. пособи е/ А.В. Фатеев, А.С. Запасной, А.В. Клоков, В.В. Левяков, А.Ф. Юнчис. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2018. – 66 с.

МАКЕТ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФОТОЛИТОГРАФИИ

И.В. Никитин, студент каф. СВЧиКР

Научный руководитель: А.А. Трубачев, канд. техн. наук, доцент каф. СВЧиКР
г. Томск, ТУСУР, varivan2015@mail.ru

Проект ГПО СВЧиКР-1802 – Разработка узлов приёмо-передающего тракта радиоэлектронной аппаратуры микроволнового диапазона

В докладе представлены результаты разработки и макетирования устройства для производства печатных плат в лабораторных условиях.
***Ключевые слова**: фоторезист, Proteus Design Suite, микрополосковая линия.*

В рамках проекта ГПО было реализовано устройство для воспроизведения заданного рисунка на печатной плате. Описание принципа работы представлено ниже.

При изготовлении печатных плат на слой меди фольгированного стеклотекстолита наносится фоточувствительный материал, далее через фотошаблон ультрафиолетовым излучением засвечиваются определенные участки, после чего в специальном растворе смываются ненужные участки фоточувствительного слоя. Таким образом, на медном слое формируется необходимый рисунок топологии.

Пленочный фоторезист состоит из трех слоев пленки. В центре находится фоточувствительная пленка, покрытая с двух сторон защитными слоями. Пленочный фоторезист обладает рядом преимуществ перед аэрозольным. Во-первых, он не обладает пахучими свойствами при нанесении, не требует сушки, очень удобен при работе с небольшим количеством плат. В отличие от аэрозольного фоторезиста, при использовании которого толщину слоя сложно контролировать, толщина пленочного фоторезиста одинакова по всей площади печатной платы. Это упрощает подбор времени засветки. После формирования рисунка следует операция травления [1].

Сама установка представляет собой куб из направляющих, который необходим для предания конструкции устойчивости и крепления на него стенок защиты от излучения. Внутри куба помещается механическая часть, которая состоит из передвижной платформы со светодиодами и схемой управления, двух шпилек, закрепленных на краях каркаса для передвижения и установки платформы на необходимой высоте. Вращение шпилек и, соответственно, передвижение площадки осуществляется вручную, впоследствии планируется модификация с использованием роликов и шагового двигателя. Первым этапом был собран каркас и закреплены на нем защитные стенки со шпильками, к которым крепиться подвижная платформа. После этого в подвижной платформе было

просверлено сто двадцать отверстий под светодиоды и два отверстия под крепежные гайки, как показано на рис. 1.

Рис. 1 – Каркас установки и разметка подвижной платформы

Схема управления

Для отработки схемы управления была использована среда KiCad EDA. В данной среде есть возможность симулировать работу микроконтроллера и проверить работоспособность написанной для него программы [2]. После разработки схемы, была написана программа для микроконтроллера ATmega328P-PU, которая реализовывавает управление, таймер, измерение расстояния и вывод информации пользователю. Программа написана на языке C++ с помощью среды Arduino IDE[3].

Разработанная схема в среде KiCad EDA показана на рис. 2. Пример вывода информации пользователю с помощью виртуального терминала показан на рис. 3.

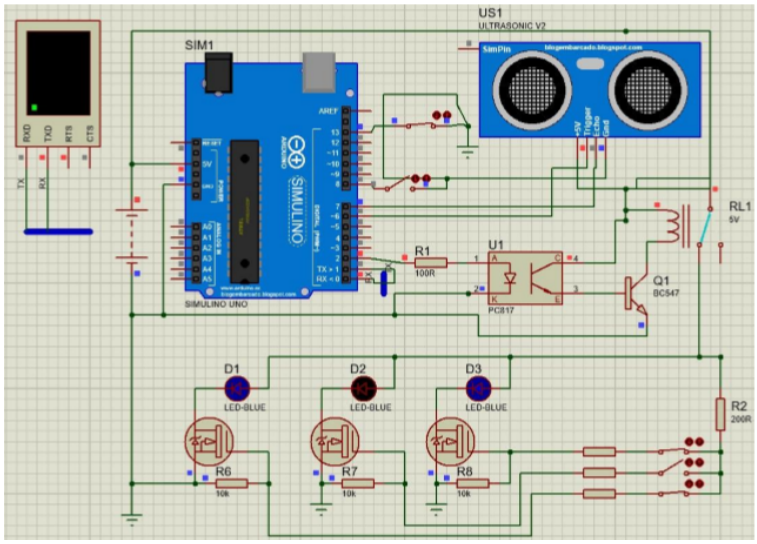


Рис. 2 – Электрическая схема управления в среде Proteus 8

Схема состоит из дисплея, гальванической развязки, микроконтроллера, реле, датчика дальности, трех нагрузок в виде ультрафиолетовых светодиодных цепей и кнопок, служащих для контроля интенсивности освещением и управления таймером.

Рис. 3 – Вывод информации пользователю

На рис. 4 показана собранная схема управления.

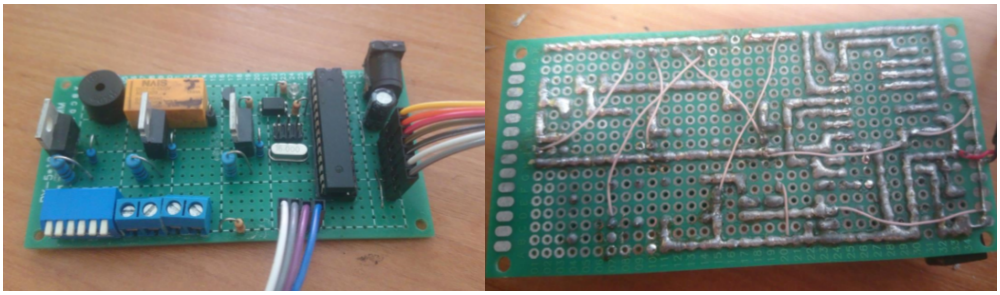


Рис. 4 – Обратная сторона схемы управления на макетной плате

По окончанию сборки была проведена проверка работоспособности схемы и установки платформы в корпус рис. 6.

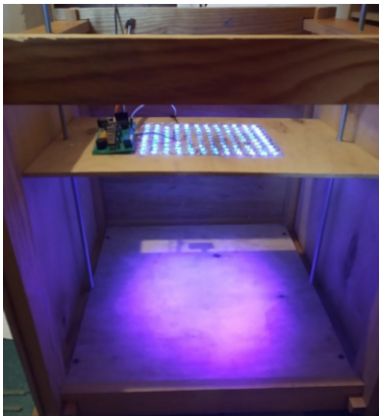


Рис. 5 – Вид готовой установки

В результате работы была разработана и собрана установка для фоторезиста печатных плат с удобным интерфейсом, который позволяет оптимизировать процесс изготовления печатных плат.

Литература

1. Берлин М. Планарная технология кремниевых приборов / Е.З. Мазель, Ф.П. Пресс // Фотолитография и оптика. – М. – 1974. – 230 с.

2. Ширяев А.В. Лекции по дисциплине «Проектирование электронных приборов и устройств микроволнового диапазона» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gigabaza.ru/doc/149134.html (дата обращения: 10.05.2019).

3. Улли Соммер. Электроника / Улли Соммер // Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino». – 2016. – 256 с.

МОДИФИКАЦИЯ ОКНА СОЗДАНИЯ БЛОКОВ В ПРОГРАММЕ РАСЧЕТА КАСКАДНЫХ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНЫХ ЦЕПЕЙ CASCADEAPP

Ф.И. Кропочев, Ю.А. Новичкова студенты каф. КСУП

Научный руководитель: А.А. Горяинов, канд. техн. наук, доцент каф. КСУП;
А.А. Калентьев канд. техн. наук, доцент каф. КСУП
г.Томск, ТУСУР, uncle.thed@gmail.com

Проект ГПО КСУП-1807 – Разработка программного обеспечения в области радиоэлектроники-4

Разработка универсальной страницы редактирования блоков позволило динамически генерировать интерфейс окна создания блоков и избавило его от дублирования элементов.

Ключевые слова: *САПР, четырехполюсник, коллекция, блок.*

Современные САПР позволяют рисовать схемы любой сложности. Однако, такие СВЧ-устройства как фильтры, аттенюаторы, усилители, согласующие и корректирующие цепи часто проектируются в виде каскадного соединения четырехполюсников. Для решения такого рода узконаправленных задач было разработано приложение для создания каскадных четырехполюсных цепей (рис. 1). Приложение позволяет составлять каскадные четырехполюсные цепи из набора блоков, представленных различными включениями пассивных компонентов [1].

Проблема исходной версии программы заключалась в сложности добавления новых видов блоков в пользовательский интерфейс, в частности, в окно создания блоков (рис. 2). Окно было реализовано для строго определенного на-

бора блоков, где для каждого блока сверстана собственная панель. Панели блоков однотипны, отличаются подписями и количеством задаваемых параметров. Данное решение приводит к дублированию кода, и усложнению поддержки программы при необходимости добавления новых блоков.

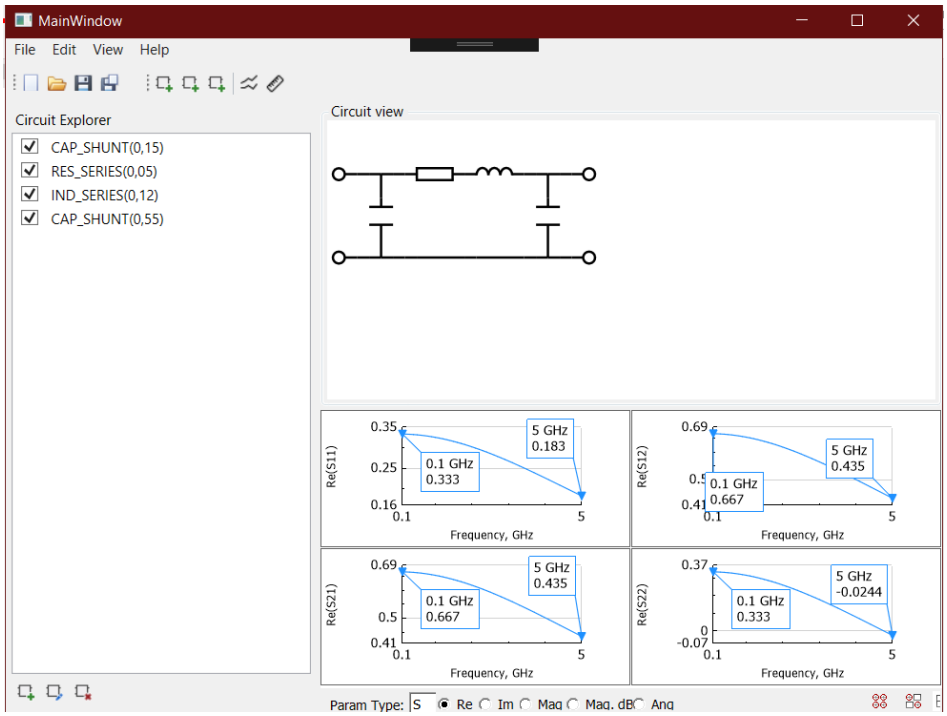


Рис. 1 – Интерфейс приложения CascadeApp

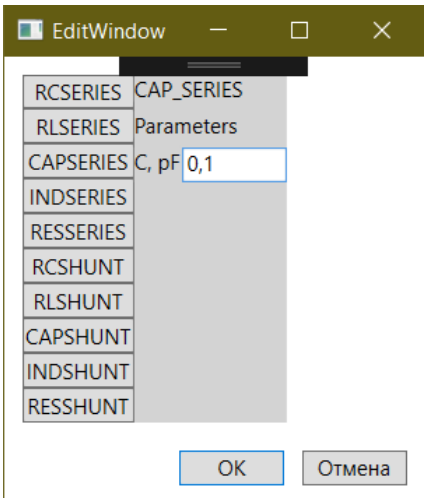


Рис. 2 – Исходное окно создания блоков

Для решения проблемы было принято решение о переработке окна. Модифицированное окно предполагает инициализацию по списку допустимых блоков, перечисленных в списке слева (рис. 3), что позволяет гибко добавлять и исключать доступные пользователю блоки в приложении. В зависимости от выбранного в списке блока формируется правая панель окна, где указываются название, описание и условное графическое обозначение блока, а также перечень его параметров. Класс блока устроен таким образом, что все его задавае-

мые численные параметры хранятся в виде коллекции. Данное решение позволяет генерировать необходимое количество текстовых полей в пользовательском окне для задания значений параметров.

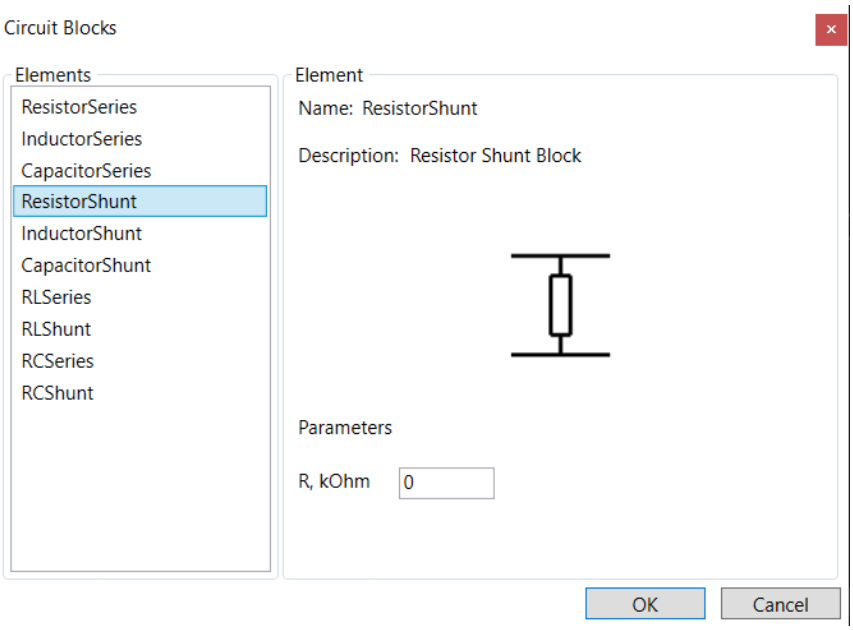


Рис. 3 – Модифицированное окно создания блоков

Результатом работы стало переработанное окно создания блоков, реализованное без необходимости дублирования кода. Для добавления новых типов блоков в программу достаточно создать класс блока, отнаследованный от базового класса блоков, и добавить его экземпляр в список блоков, передаваемых модифицированному окну.

Литература

1. Научная сессия ТУСУР-2019: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 22–24 мая 2019 г.: в 4 ч. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 1. – 340 с.

РАДАР С ЛИНЕЙНО-ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

А.Н. Корягин, студент, А.А. Плешков, студент каф. СВЧиКР

Научный руководитель: А.А. Трубачев, канд. техн. наук, доцент каф. СВЧиКР
г. Томск, ТУСУР, leha.pleshkov98@mail.ru

Проект ГПО СВЧиКР-1802 – Разработка узлов приёмо-передающего тракта радиоэлектронной аппаратуры микроволнового диапазона

В докладе представлена структурная схема разработанного макета ЛЧМ-радара, описан принцип его работы и приведены характеристики используемых узлов.

***Ключевые слова**: FMCW радар, линейно-частотная модуляция.*

FMCW радар (*Frequency-Modulated Continuous-Wave*) представляет собой радиолокационный датчик с линейно-частотной модуляцией, который излучает непрерывные частотно модулированные волны. Главным отличием от других радаров является то, FMCW может изменять свою рабочую частоту во время измерения. *FMCW* радар обладает следующими преимуществами:

- возможность проведения измерений с высокой точностью;
- возможность обнаружения неподвижных целей;
- возможность измерения небольших расстояний до цели;
- возможность одновременного измерения расстояния до цели и ее относительной скорости;
- возможность обработки сигнала в диапазоне низких частот, что значительно упрощает реализацию схем обработки;

Высокочастотный сигнал формируется генератором управляемым напряжением (ГУН), который напрямую запитывает передающую антенну, при необходимости его мощность дополнительно усиливается буферным усилителем (БУ). Далее передатчик излучает сигнал, который отражается от цели и принимается приемной антенной. Измерение скорости и расстояния до цели осуществляется путем сравнения частоты принятого сигнала и эталонного. Эталонным обычно является непосредственно передающий сигнал.

Расстояние R до отражающего объекта можно определить по формуле (1).

$$R = \frac{c_0|\Delta t|}{2} = \frac{c_0|\Delta f|}{2(\frac{df}{dt})}, \quad (1)$$

где R – расстояние между антенной и отражающим объектом; c_0 – скорость света; Δt – временная задержка; Δf – измеренная разность частот; df/dt – сдвиг частоты за единицу времени. [1]

Компоненты, из которых состоит радар:

1. Антенна (передающая и принимающая);
2. МШУ – малошумящий усилитель;

3. УПЧ – усилитель промежуточной частоты;
4. Смеситель:
5. Умножитель частоты;
6. БУ – буферный усилитель;
7. ГУН – генератор, управляемый напряжением;
8. ФАПЧ – фазовая автоподстройка частоты;
9. УМ – усилитель мощности;
10. *SDR – software-defined radio* (программно-определяемое радио).

Структурная схема *FMCW* радара представлена на рис. 1.

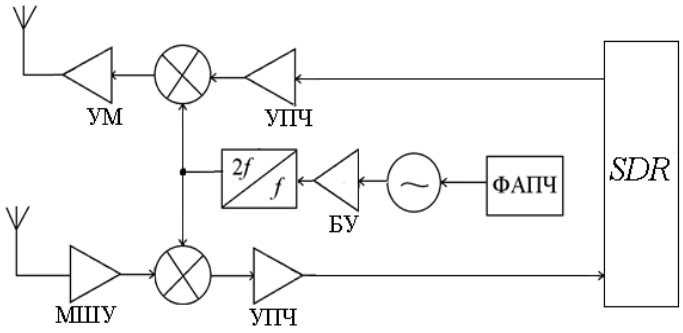


Рис. 1 – Структурная схема *FMCW* радара

МШУ ZX60-83LN-S+

– полоса рабочих частот: 0,5–8 ГГц;
– коэффициент шума: 1,4 дБ на частоте 2 ГГц;
– высокий IP3: +34 дБм;
– коэффициент усиления: ±0,9 дБ на частоте 0,5–7 ГГц [2].

Смеситель ZX-05-73L-S+

– полоса рабочих частот: 2,4–7 ГГц;
– низкие потери преобразования: 6,2 дБ [3].

Умножитель частоты ZX90-2-36-S+

– полоса рабочих частот: 1,7–7,2 ГГц;
– входная мощность: 8–13 дБм;
– низкие потери преобразования: 11 дБ [4].

Усилитель ZX-60-V63+

– полоса рабочих частот: 0,05–6 ГГц;
– коэффициент усиления: 21 дБ на частоте 0,8 ГГц;
– высокий IP3: +33,3 дБм на частоте 0,8 ГГц [5].

ГУН ZX95-2500WA-S+

– полоса рабочих частот: 1,550–2,5 ГГц;
– выходная мощность: +9,5 дБм [6].

3D модель *FMCW*-радара, выполненная в программе *Solid Edge*, представлена на рис. 2.

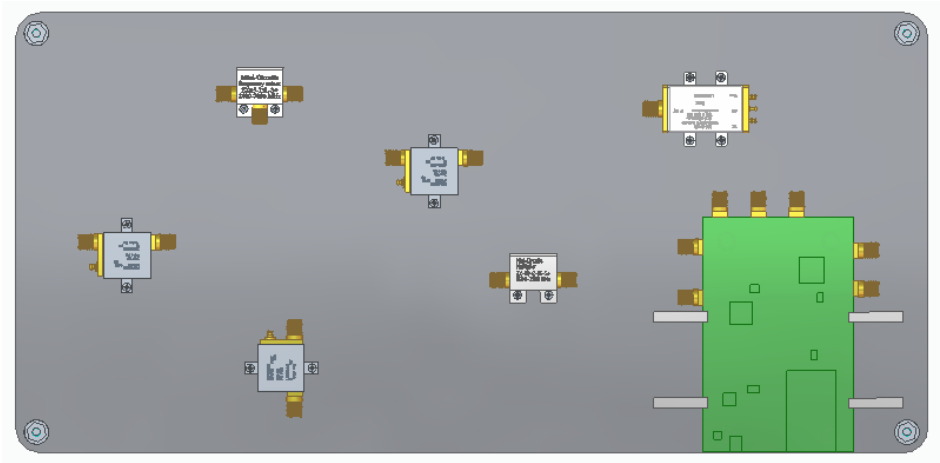


Рис. 2 – Моделирование радара в *Solid Edge*

Был разработан макет *FMCW*-радара для изучения принципа его работы, который изображен на рис. 3.

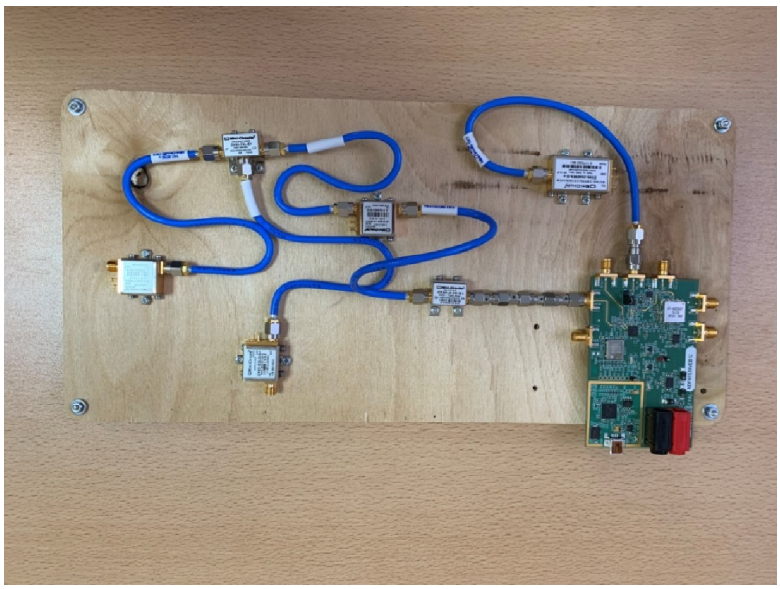


Рис. 3 – Макет для изучения FMCW-радара

В ходе работы была смоделирована 3D модель и разработан макет *FMCW*-радара для изучения принципа его работы.

Литература

1. Принцип работы Frequency-Modulated Continuous Wave радара [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gyrnal.ru/uploads/statyi/uejo9kyydfmsaiz3exbwj0fr167givx3z7hzh6nk.pdf (дата обращения: 4.11.2019).

2. Coaxial Low Noise Amplifier ZX60-83LN+Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eee.gubkin.ru/LECTURES_RF_files/LEAKAGE_DETECTION.pdf (дата обращения: 5.11.2019).

3. Frequency Mixer wideband ZX05-73L+ Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.minicircuits.com/pdfs/ZX05-73L+.pdf (дата обращения: 8.11.2019).

4. ZX90-2-36-S+ Datasheet (HTML) - Mini-Circuits [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://html.alldatasheet.net/html-pdf/1055692/MINI/ZX90-2-36-S+/116/1/ZX90-2-36-S+.html (дата обращения: 13.11.2019).

5. Wideband Amplifier High Gain, High IP3 ZX60-V63+ Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.minicircuits.com/pdfs/ZX60-V63+.pdf (дата обращения: 14.11.2019).

6. ZX95-2500WA-S+ Datasheet (PDF) - Mini-Circuits [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pdf1.alldatasheetru.com/datasheet-pdf/view/1029055/MINI/ZX95-2500WA-S+.html (дата обращения: 14.11.2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ ЧАСТОТНЫМ ДАЛЬНОМЕРОМ В УСЛОВИЯХ АДДИТИВНОГО ГАУССОВОГО ШУМА

К.Д. Зайков, Д.Д. Приходченко, студенты каф. РТС

Научный руководитель А.С. Аникин, доцент каф. РТС
г. Томск, ТУСУР, rrb86@inbox.ru

Проект ГПО РТС-1804 – Усилители сигналов низкочастотного и высокочастотного диапазона для программно-аппаратных комплексов формирования и обработки сигналов

Особенность данной работы в том, что к данному радару нет информации об ошибке определения дальности. В рамках ГПО РТС-1804 моделируется данный радар и необходимо знать о величине ошибки от отношения сигнал/шум.

***Ключевые слова**: ошибка определения дальность, ЛЧМ, дальномер.*

Цель доклада – представить результаты исследования ошибки определения расстояния для дальномера с непрерывным излучением с частотной модуляцией (FMCW – Frequency-Modulated Continuous-Wave) при некогерентном суммировании во временной и частотных областях в условиях аддитивного гауссовского шума. Данные виды суммирования проще в реализации, чем когерентное суммирование, именно поэтому в работе будут рассмотрены именно они.

Ошибка при определении дальности могут быть вызваны искажением сигналов из-за влияния шума в приёмных каналах, влиянием трассы распространения радиоволн. В данной работе рассматривается искажения принятых сигналов из-за влияния тепловых шумов приёмного тракта, которые считаются

аддитивными, гауссовскими и некоррелированными. Предполагается, что цель неподвижна и находится на расстоянии 100 м от дальномера. Сигнал состоит из 5 чирпов ЛЧМ-сигналов, два из которых изображены на рис. 1 сплошной линией.

Исследование ошибки при определении дальности будем проводить в среде Matlab.

В данном докладе рассматривается дальномер, прототип которого изложен в работе [1] «Конструкция коммутируемой антенной решётки с улучшенными показателями для 77 ГГц FMCW автомобильного радара». В данной статье подробно описана структурная схема приемо-передатчика, объяснён принцип работы радара, и приведены характеристики сигнала.

Как и во всех активных системах, дальность до объекта наблюдения измеряется по задержке принятого сигнала относительно зондирующего. Согласно [2], в FMCW задержка измеряется по изменению частоты между моментами приёма и передачи (рис. 1).

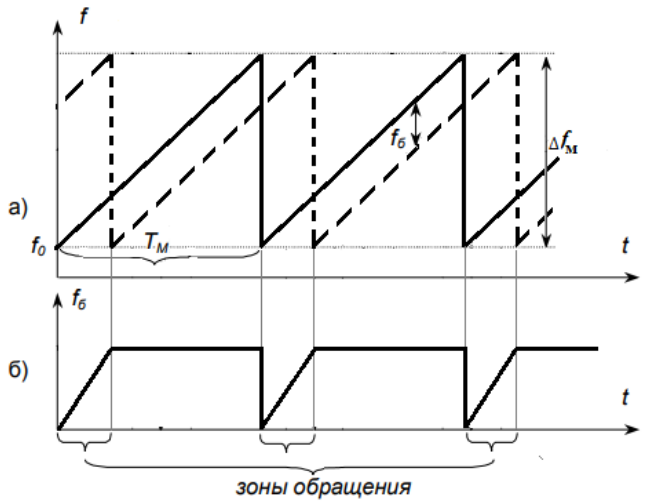


Рис. 1 – Частотные соотношения:
а) зондирующего (сплошная – излучаемая,
пунктирная – эхо-сигнал); б) частота биения

Опираясь на учебное пособие [3], расстояние до цели определяется следующим выражением:

$$R = \frac{c}{4}\frac{f_б}{f_м \cdot \Delta f_м}.$$

Модель одного чирпа в излучённом ЛЧМ-сигнале запишем следующим образом [1]:

$$S(t) = cos\left(2\pi\left(f_0 t + \frac{a}{2}t^2\right)\right), \quad (1.1)$$

где f_0 – несущая частота; a – крутизна (скорость изменения частоты) в одном импульсе, находится по формуле:

$$a = \frac{Bw}{Pw} = \frac{200 \cdot 10^6}{7 \cdot 10^{-6}} = 2.8571 \cdot 10^{13}\ [\text{Гц}^2],$$

где Pw – длительность одного импульса; Bw – полоса частот.

Модель одного чирпа в принятом ЛЧМ-сигнале запишем следующим образом:

$$S(t) = A \cdot cos\left(2\pi\left(f_0 t + \frac{a}{2}t^2\right) + \theta\right) + \eta(t), \quad (1.2)$$

где A – константа, характеризующая ослабление сигнала; θ – случайная начальная фаза принятого сигнала, распределённая по равномерном закону в интервале $[0,2\pi]$; $\eta(t)$ – гауссовский шум, ограниченный в полосе сигнала.

Некогерентное суммирование во временной области подразумевает суммирование обработанных сигналов в сигнальном процессоре с 12 приёмных антенн без подстройки фаз. Некогерентное суммирование в частотной области подразумевает суммирование амплитудных спектров обработанных сигналов в сигнальном процессоре с 12 приёмных антенн.

Рассмотрим результаты исследования ошибки при определении дальности при различных отношениях сигнал/шум, выполненной методом моделирования. При моделировании имитировались последовательности из 5 чирпов ЛЧМ-сигналов, которые передаются 5-ю антеннами, и принимается антенной решёткой из 12 элементов. Расположение элементов представлено на рис. 2.

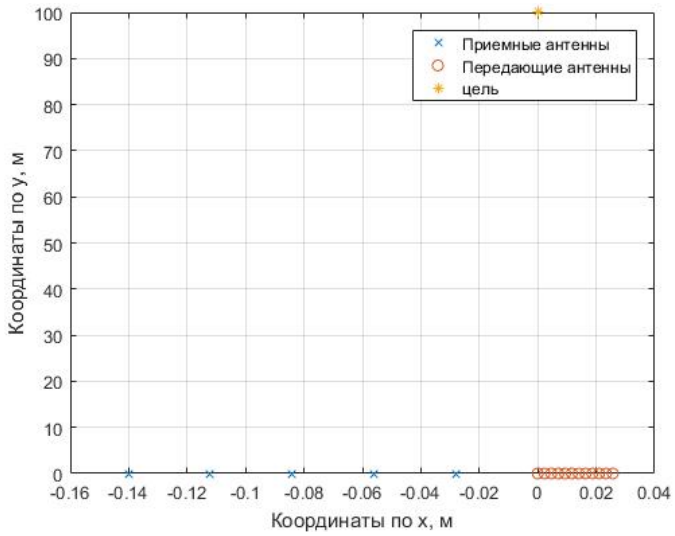


Рис. 2 – Расположение передающих, приёмных антенн и цели

Зависимость погрешности оценки дальности от отношения сигнал/шум при различных видах суммирования представлена на рис. 2. На этом же рисунке показана теоретическая кривая оранжевым цветом [3].

Из рис. 3 видим, что при суммировании в частотной области ошибка намного меньше, чем при суммировании во временной области. Однако суммирование во временной области при значениях отношения сигнал/шум 54 дБ даёт меньшую погрешность оценки расстояния, чем теоретическая оценка. Теоретическая оценка измерения дальности прямо пропорциональна разрешающая способность по дальности и обратно пропорционально квадрату отношения сигнал/шум.

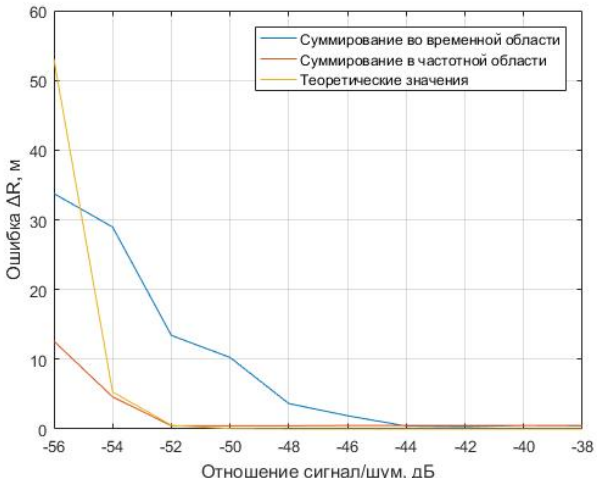


Рис. 3 – Зависимость погрешности оценки дальности
от отношения сигнал/шум

На данном этапе сложно выбрать метод суммирования, должны быть проведены исследования зависимости ошибки от отношения сигнал/шум при движущейся цели.

Литература

1. Doo-Soo Kim, Dong-Hee Hong, Ho-Sang Kwon, Jin-Mo Yang. A Design of Switch Array Antenna with Performance Improvement for 77 GHz Automotive FMCW Radar.

2. Денисов В.П. Радиотехнические системы: учеб. пособие [Электронный ресурс] / В.П. Денисов, Б.П. Дудко. – Томск: ТУСУР, 2012. – 334 с. – Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664.

3. Radartutorial. Основы радиолокации. Точность радиолокационных измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.radartutorial.eu/01.basics/rb17.ru.html.

РАЗРАБОТКА МАКЕТА УСТАНОВКИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЛНОВОДНЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОГО ИНДУЦИРОВАНИЯ

Д.К. Романенко, А.В. Сокольников, студенты каф. СВЧиКР

Научный руководитель: А.С. Перин, канд. техн. наук, доцент каф. СВЧиКР
г. Томск, ТУСУР, romanenko_dima1999@mail.ru

Проект ГПО СВЧиКР-1807 – Разработка метода формирования и создание фотонных волноводных схем на основе сегнетоэлектрических кристаллов ниобата лития

В работе приведены результаты разработки макета установки для формирования волноводных структур методом оптического индуцирования.
Ключевые слова: *оптический волновод, ниобат лития, пространственный солитон, фоторефрактивный эффект, дифракционная расходимость, пироэлектрический эффект.*

Одним из базовых элементов современных интегрально-оптических схем являются оптические волноводы. Распространенным материалом для изготовления таких элементов является сегнетоэлектрический кристалл ниобата лития. Существует множество способов формирования волноводных структур в ниобате лития: метод протонного обмена, метод ионообменной диффузии, метод термодиффузии ионов титана, метод модификации свойств кристалла путем воздействия фемтосекундных лазерных импульсов. Данные методы имеют ряд существенных недостатков, заключающихся главным образом в соблюдении сложного технологического процесса, а также наличия дорогостоящего оборудования. Относительно простым в реализации и экономичным является метод оптического индуцирования [1].

Метод оптического индуцирования заключается в том, что формирование волноводных структур происходит путем модуляции показателя преломления кристалла при проявлении фоторефрактивного и пироэлектрического эффектов [2].

Целью данной работы является разработка макета установки для формирования волноводных структур методом оптического индуцирования.

Схема разрабатываемой экспериментальной установки представлена на рис. 1 [2].

Источником излучения является твердотельный лазер YAG:Nd^{3+} с длиной волны света $\lambda = 0{,}532$ мкм и выходной мощность излучения до 50 мВт. Диаметр пучка на выходе лазера составляет 520 мкм по уровню половинной интенсивности.

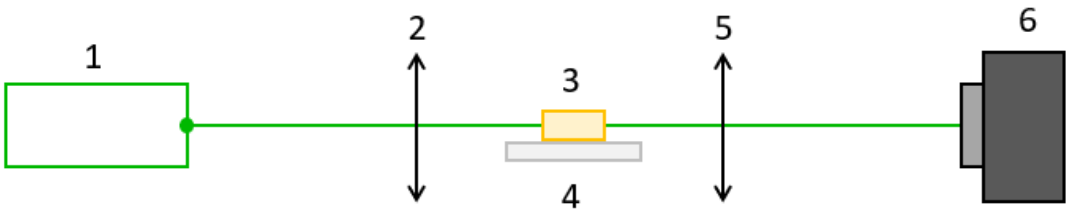


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки: 1 – источник лазерного излучения; 2 – фокусирующая линза; 3 – кристалл ниобата лития; 4 – элемент Пельтье; 5 – изображающая линза; 6 – анализатор лазерных пучков

Линза (2) необходима для фокусировки лазерного пучка и получения светового пятна размером, который будет соответствовать диаметру формируемого волноводного канала. Фокусное расстояние данной линзы равнялось 8 мм. В фокусе диаметр пучка составлял 10 мкм. Исследуемый образец ниобата лития (3) размещался таким образом, чтобы входная грань кристалла была совмещена с фокусом линзы (2). Для контроля температуры образца применялся элемент Пельтье (TEC1-127060-40 с габаритами 40×40×4 мм^3) (4), на котором был закреплен кристалл. Линза (5) проецировала изображение с выходной грани кристалла в увеличенном масштабе на анализатор лазерных пучков (АЛП, Standa BEAMAGE-3.0) (6). Крепежный элемент линзы имел возможность перемещаться в продольном направлении для того, чтобы фиксировать изображение, как с входной, так и с выходной грани образца.

На рис. 2 представлен общий вид разработанного макета установки.

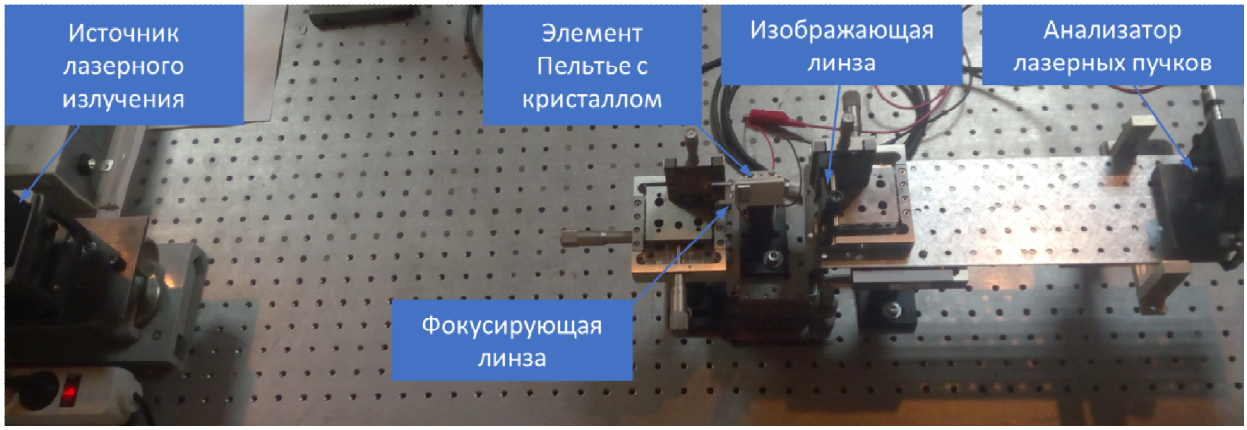


Рис. 2 – Общий вид макета, разработанной экспериментальной установки

Для настройки расположения фокусирующей линзы в пространстве было использовано три линейных транслятора, закреплённых по трём осях (рис. 3,*а*). Для крепления фокусирующей линзы применялся фиксатор с возможностью установки линз с диаметрами до 1 см. Элемент Пельтье с закрепленным на нем кристаллом (рис. 3,*б*) был установлен на трёхпозиционный транслятор, что позволяло с микрометрической точностью перемещать образец в пространстве.

Габариты нагревательного элемента позволяют размещать на нем кристаллы с максимальными размерами 40×40×4 мм^3. При формировании волноводной структуры необходимо контролировать размер светового пятна на входной и выходной гранях кристалла. Для этого изображающая линза и АЛП были размещены на подвижной платформе, что позволяло проецировать изображения любой плоскости исследуемого образца (рис. 3,*в*). Размер платформы подобран таким образом, чтобы варьировать масштаб проецируемого изображения от 2 до 7 раз. Это играет существенную роль при оценке параметров сформированных оптических волноводных структур.

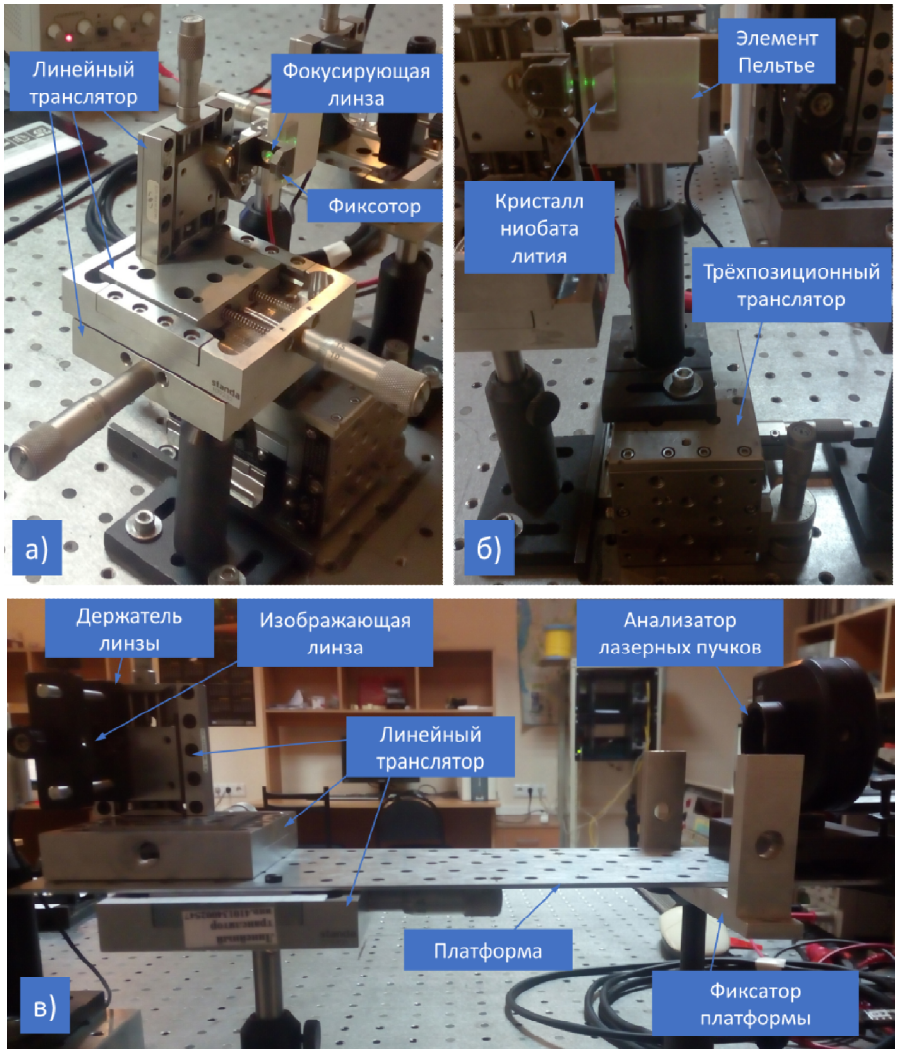


Рис. 3 – поэлементный состав макета:
а) модуль фокусировки; б) размещение образца; в) модуль получения изображения

Таким образом, в данной работе был разработан макет установки для формирования волноводных структур методом оптического индуцирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки в рамках проектной части Госзадания (№ 3.1110.2017/4.6), РФФИ и администрации Томской области в рамках научного проекта № 18-42-703018. Изготовление макета вы-

полнено с использованием оборудования ЦКП «Импульс» при финансовой поддержке Минобрнауки РФ по соглашению 075-15-2019-1644, идентификатор проекта RFMEFI62119X0029.

Литература

1. Courjal N. [et al.]. Lithium Niobate Optical Waveguides Microwaveguides // Emerging Waveguide Technology. – 2018. – P. 153–174.

2. Исследование дифракционной расходимости лазерных пучков в кристалле ниобата лития с учётом вклада пироэлектрического эффекта / Д.К. Романенко, А.В. Сокольников, М.Н. Гаппарова, А.С. Перин // Сб. избранных ст. научной сессии ТУСУРа (Томск, 22–24 мая 2019 г.): в 2 ч. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 1. – С. 207–209**.**

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ МАЛОСИГНАЛЬНОЙ СВЧ МОДЕЛИ pHEMT С ОБЩИМ ЗАТВОРОМ

В. И. Степанов, Л. В. Кореков, студенты кафедры ФЭ

Научный руководитель: А.С. Сальников, канд. техн. наук, доцент кафедры ФЭ
г. Томск, ТУСУР, lkorekov@mail.ru, vladislavstepanov72@gmail.com

Проект ГПО ФЭ-1501 – Построение моделей интегральных СВЧ транзисторов

В данной статье представлена линейная малосигнальная СВЧ модель pHEMT с общим затвором. При помощи представленной модели были восстановлены значения элементов известной схемы на 1 ГГц, погрешность не более 5% была обнаружена в извлечении паразитных емкостей, остальные элементы были восстановлены в точности.
Ключевые слова: *транзистор, параметры, модель, эквивалентная схема, паразитные параметры.*

Введение

HEMT транзисторы отличаются высоким быстродействием за счет образования двумерного электронного газа, и низкими шумами, из-за малого изменения тока. Благодаря этому они широко применяются в качестве ключа в различных устройствах: многоразрядных аттенюаторах, коммутаторах и т.д.

На сегодняшний день математические модели играют важнейшую роль в различных сферах электроники, но наиболее широкое применение они нашли в микроэлектронике за счет возможности отказаться от дорогостоящего производства экспериментальных образцов в пользу компьютерного моделирования схем. Так же актуальность данной темы подтверждается многочисленными ис-

следованиями, такими как [1], [2], [3]. На основе множества работ была получена следующая модель.

Основная часть

Начнем с представления эквивалентной схемы pHEMT. Общий вид эквивалентной схемы pHEMT с общим затвором представлен на рисунке 2.1

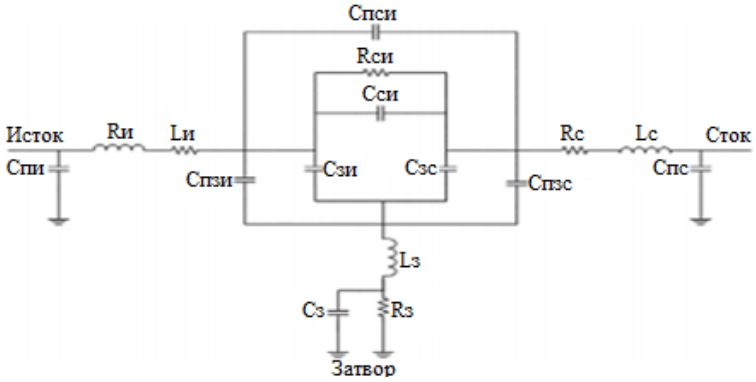
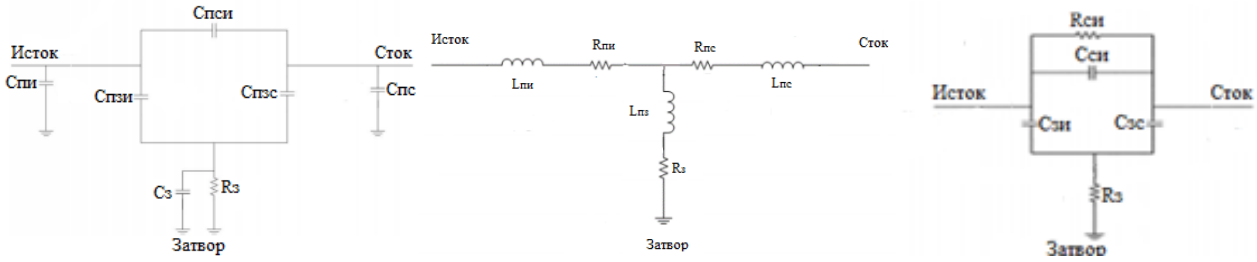


Рис. 1 – Эквивалентная схема pHEMT

Она состоит из внутренней части, содержащей внутренние параметры транзистора: сопротивление канала $R_{си}$, две подзатворные емкости $C_{зи}$ и $C_{зс}$, емкость сток–исток $C_{си}$, и из внешних паразитных элементов, таких как межэлектродные емкости $C_{пзи}$, $C_{пзс}$, $C_{пси}$, а также емкости, индуктивности и сопротивления металлизации $C_з$, $C_с$, $C_и$, $L_з$, $L_с$, $L_и$, $R_з$, $R_с$, $R_и$.

Для вывода *Y* и *Z*-параметров получим схемы паразитных емкостей (а), индуктивностей и сопротивлений (б) и внутренней части (в) представленные на рисунке 2.2



а *б* *в*

Рис. 2 – *а* – схема паразитных емкостей;
б – схема паразитных сопротивлений и индуктивностей;
в – схема внутренних параметров

Учтем, что сопротивление на затворе делается достаточно большим ($R_з$ = 1500 Ом), чтобы не допускать утечку радиосигнала из транзистора, таким образом емкостью металлизации на затворе $C_з$, подключенной параллельно с резистором $R_з$, можно пренебречь при выводе *Y*-параметров.

Из *Y*-параметров схемы (а) экстрагируем формулы для расчета паразитных емкостей, с учетом, что *a* равен отношению реальных частей Y_{11} и Y_{21}.

$$C_{пзс}=\sqrt{\frac{\mathrm{Re}(Y_{22})}{\frac{1}{R_з}-\mathrm{Re}(Y_{22})(a+1)^2}}\cdot\frac{1}{\omega R_з},\quad C_{пзи}=\sqrt{\frac{\mathrm{Re}(Y_{22})}{\frac{1}{R_з}-\mathrm{Re}(Y_{22})(a+1)^2}}\cdot\frac{a}{\omega R_з},$$

$$C_{пси}=-\frac{1}{\omega}\left[\mathrm{Im}(Y_{21})+\frac{a(a+1)\left(\mathrm{Re}(Y_{22})\right)^{\frac{3}{2}}}{\left(\frac{1}{R_з}-\mathrm{Re}(Y_{22})(a+1)^2\right)^{\frac{1}{2}}}\right]$$

$$C_{пс}=\frac{1}{\omega}\left[\mathrm{Im}(Y_{22}+Y_{21})-\sqrt{\mathrm{Re}(Y_{22})\left(\frac{1}{R_з}-\mathrm{Re}(Y_{22})(a+1)^2\right)}\right],$$

$$C_{пи}=\frac{1}{\omega}\left[\mathrm{Im}(Y_{11}+Y_{21})-\sqrt{\mathrm{Re}(Y_{22})\left(\frac{1}{R_з}-\mathrm{Re}(Y_{22})(a+1)^2\right)}\right].$$

Далее получим выражения для паразитных индуктивностей и сопротивлений, из Z-параметров схемы (б)

$$R_{пс}=\mathrm{Re}(Z_{22}-Z_{12}),\qquad R_{пи}=\mathrm{Re}(Z_{11}-Z_{12}),\qquad L_{пи}=\frac{\mathrm{Im}(Z_{11}-Z_{12})}{\omega},$$

$$L_{пс}=\frac{\mathrm{Im}(Z_{22}-Z_{12})}{\omega},\quad L_{пз}=\frac{\mathrm{Im}(Z_{12})}{\omega}.$$

Произведем экстракцию аналитических соотношений для расчета внутренних параметров pHEMT из *Y*-параметров схемы (в)

$$C_з=C_{зи}=C_{зс}=\frac{\mathrm{Re}(Y_{11}+Y_{12})}{2\,\mathrm{Im}(Y_{11}+Y_{12})\omega R_з},\qquad C_{си}=-\frac{\left(\frac{2\omega^3C_з^3R_з^2}{1+4R_з^2\omega^2C_з^2}+\mathrm{Im}(Y_{12})\right)}{\omega},$$

$$R_{си}=\frac{1}{\mathrm{Re}(Y_{11})-\frac{3\omega^2C_з^2R_з}{1+4R_з^2\omega^2C_з^2}}.$$

Используя полученные выражения, рассчитаем значения элементов эквивалентной схемы pHEMT. Результаты расчетов приведены в табл. 1

Таблица 2.1 – Сравнение полученных данных с исходными

Паразитные			Внутренние		
Величина	Исходные	Расчетные	Величина	Исходные	Расчетные
$C_{пзс}$, фФ	11,71	11,16	$C_{си}$, фФ	20,1	20,1
$C_{пзи}$, фФ	18,04	17,19	$C_{зс}$, фФ	86.1	86.1
$C_{пси}$, фФ	8,1	8,36	$C_{зи}$, фФ	86,1	86,1

Паразитные			Внутренние		
Величина	Исходные	Расчетные	Величина	Исходные	Расчетные
$C_{пс}$, фФ	1,45	1,56	$R_{си}$, Ом	4,2	4,2
$C_{пи}$, фФ	4,04	4,22			
$L_{пи}$, пГн	7,19	7,19			
$L_{пз}$, пГн	40,14	40,14			
$L_{пс}$, пГн	27,04	27,04			
$R_{пи}$, Ом	2,22	2,22			
$R_{пс}$, Ом	2,44	2,44			

Заключение

В ходе работы была проведена экстракция внутренних и паразитных параметров, а именно: емкостей, индуктивностей и сопротивлений эквивалентной схемы малосигнальной модели СВЧ pHEMT. Произведено восстановление параметров известной эквивалентной схемы, полученные значения для паразитных емкостей отличаются от исходных не более чем на 5%, остальные восстановленные элементы совпадают с исходными.

Дальнейшая работа будет сосредоточена на устранении погрешности в паразитных емкостях и моделировании *S* – параметров с дальнейшим сравнением с реальным pHEMT.

Литература

1. Dambrine G. A new method for determining the FET small – signal equivalent circuit / G. Dambrine, A. Cappy, F. Heliodore, E. Playez // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. – 1988. – Vol. 36, No 7. – P. 1151–1159.

2. Gang M. Small-signal modeling of GaN HEMT switch with a new intrinsic elements extraction method / M. Gang // Chinese Physics B. – 2016. – Vol. 25, No. 311. – P. 117301.

3. Dambrine G. The large world of FET small – signal equivalent circuits (invited paper) / G. Dambrine, G. Crupi, A. Caddemi, D. M. M. –P. Schreurs // International Journal of RF and Microwave Computer – Aided Engineering. – 2016. – Vol. 26, No 9. – P. 749–762.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРОСА И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ С ДАЧИКОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ТЕМ-КАМЕРЫ

А.С. Толмачева, М.А. Панченко, студенты кафедры ТУ

Научный руководитель: А.В. Осинцев, ассистент каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, 89131003680@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1503 –Разработка устройств для испытаний на ЭМС

В научно-исследовательской лаборатории «Безопасность и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств» ТУСУР разрабатывается климатическая экранированная ТЕМ-камера для совместных климатических и электромагнитных испытаний радиоэлектронных средств [1].
Так как есть потребность в получение достоверных и своевременных значений с делителя напряжения и датчика тока питания климатической экранированной ТЕМ-камеры, а так же их отображение в графическом виде, возникла необходимость в разработке программного обеспечения (ПО).
Цель проекта ГПО разработка устройств для исследования и испытания радиоэлектронных средств на электромагнитную совместимость. В рамках данной работы необходимо выполнить следующие задачи: разработать программу для считывания показания с датчиков тока и напряжения, а так же вести мониторинг принятых данных; провести обзор открытых программных средств (библиотек, модулей) для отображения информации в графическом виде: таблицы, графики, гистограммы и т.д.
***Ключевые слова**: датчик, микроконтроллер, график.*

Для разработки ПО для считывания показаний тока и напряжения была выбрана интегрированная среда разработки Keil uVision5 [2]. Для автоматизации подбора драйверов используется бесплатная программа STM32CubeMX. В качестве микроконтроллера (МК) был выбран STM32F103C8T6 [3]. Схема подключения МК для измерения постоянного тока представлена на рис. 1.

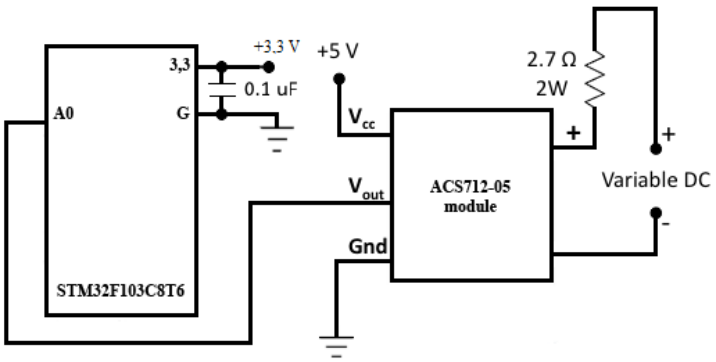


Рис. 1 – Схема подключения МК для измерения постоянного тока

В данном МК два 12-битных аналого-цифровых преобразователя (АЦП). АЦП принимает сигнал от делителя напряжения и датчика тока источника питания климатической экранированной ТЕМ-камеры. Полученные данные хранятся в памяти МК. Для выполнения процесса преобразования сигнала были выбраны инжекторные каналы, так как при таком режиме работе каждый АЦП имеет свой отдельный регистр памяти, откуда получаем актуальные данные. В качестве интерфейса обмена данными между МК и персональным компьютером (ПК) используется универсальный асинхронный приемопередатчик (УАПП). По схеме, представленной на рис. 1, была реализована программа, которая считывает сигналы с АЦП и передает полученные значения по УАПП на ПК.

В качестве языка программирования выбран Python 3 [4]. Он обладает большим количеством открытых библиотек для разработки графического интерфейса пользовательского ПО и взаимодействия с различными устройствами посредством УАПП. Для отображения принятой информации от МК и построения с полной поддержкой 2D и ограниченной поддержкой 3D-графики в Python используется библиотека matplotlib [5]. Пользовательская работа подразумевает операции с разными уровнями [6]: Рисунок (Figure), область рисования (Axes), координатная ось (Axis), элементы рисунка (Artists). Когда происходит отображение рисунка (figure rendering), все элементы рисунка Artists наносятся на основу-холст (Canvas). Большая часть из них связывается с областью рисования Axes.

Данные тока и напряжения полученные с регистра можно преобразовать в графические изображения. Это делается для того чтобы наглядно ознакомиться с информацией. Примеры графиков созданных в Python 3 с помощью библиотеки Matplotlib можно увидеть на рис. 2.

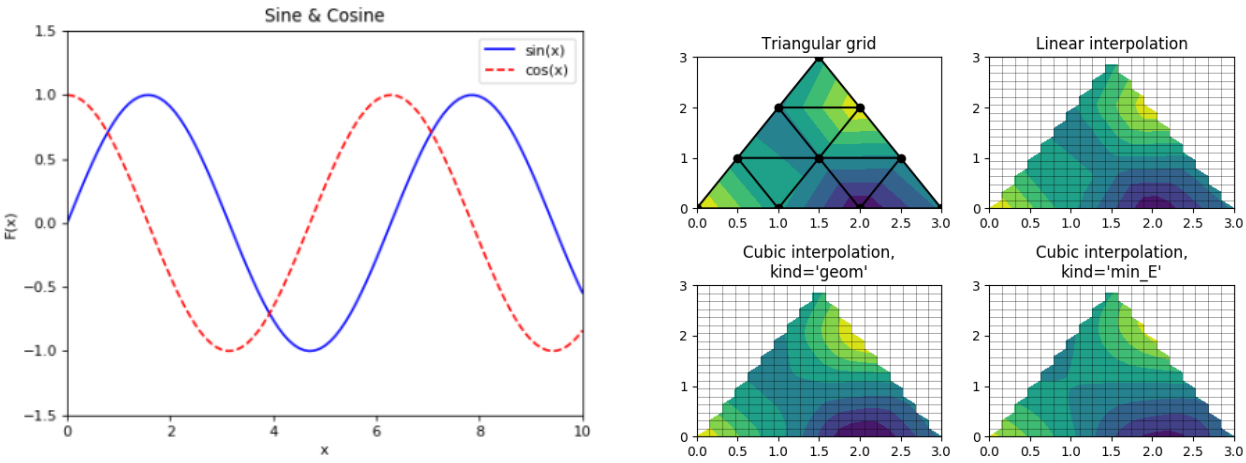


Рис. 2 – Примеры графиков созданных в Python3

В результате выполненной работы было разработано ПО для МК, которое считывало значения с АЦП и передавала их через УАПП на ПК. ПО для ПК выполняющее отображение информации в графическом виде.

Литература

1. Комнатнов М.Е., Газизов Т.Р. Камера для совместных климатических и электромагнитных испытаний электронных компонентов // Техника радиосвязи. – 2014. – № 3(23). – С. 84–91.

2. Keil uVision [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www2.keil.com/mdk5/uvision/ (дата обращения: 12.09.19).

3. Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf (Дата обращения 05.09.19).

4. Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.python.org/ (дата обращения: 5.09. 2019).

5. Matplotlib [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://matplotlib.org/index.html (дата обращения: 19.09.19).

6. Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nbviewer.ipython.org (дата обращения: 19.09.19).

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРОСА И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ С ДАЧИКОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ТЕМ-КАМЕРЫ

А.С Толмачева, М.А. Панченко, студенты кафедры ТУ

Научный руководитель А.В. Осинцев ассистент каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, 89131003680@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1503 Разработка устройств для испытаний на ЭМС

Цель проекта ГПО разработка устройств для исследования и испытания радиоэлектронных средств на электромагнитную совместимость. В рамках данной работы необходимо выполнить следующие задачи: разработать программу для считывания показания с датчиков тока и напряжения, а так же вести мониторинг принятых данных; провести обзор открытых программных средств (библиотек, модулей) для отображения информации в графическом виде: таблицы, графики, гистограммы и т.д.

***Ключевые слова**: датчик, микроконтроллер, график.*

Для разработки программного обеспечения (ПО) для считывания показаний тока и напряжения была выбрана интегрированная среда разработки Keil uVision5 [1]. Для автоматизации подбора драйверов используется бесплатная

программа STM32CubeMX. В качестве микроконтроллера (МК) был выбран STM32F103C8T6 представленный на рис. 1 [2].

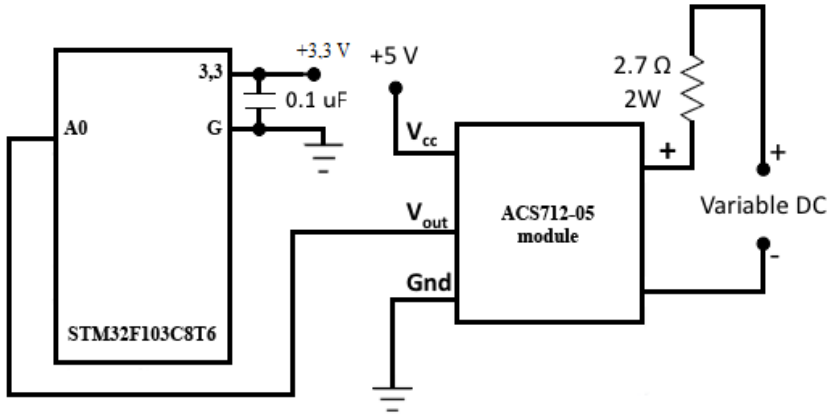


Рис. 1 – Схема подключения МК для измерения постоянного тока

В данном МК два 12-битных аналого-цифровых преобразователя (АЦП). АЦП принимает сигнал от делителя напряжения и датчика тока источника питания климатической экранированной ТЕМ-камеры [3]. Полученные данные хранятся в памяти МК. Для выполнения процесса преобразования сигнала были выбраны инжекторные каналы, так как при таком режиме работе каждый АЦП имеет свой отдельный регистр памяти, откуда получаем актуальные данные. В качестве интерфейса обмена данными между МК и персональным компьютером (ПК) используется универсальный асинхронный приемопередатчик (УАПП). По схеме, представленной на рисунке 1, была реализована программа, которая считывает сигналы с АЦП и передает полученные значения по УАПП на ПК.

В качестве языка программирования выбран Python 3 [4]. Он обладает большим количеством открытых библиотек для разработки графического интерфейса пользовательского ПО и взаимодействия с различными устройствами посредством УАПП. Для отображения принятой информации от МК и построения с полной поддержкой 2D и ограниченной поддержкой 3D-графики в Python используется библиотека matplotlib [5]. Пользовательская работа подразумевает операции с разными уровнями [6]: Рисунок (Figure), область рисования (Axes), координатная ось (Axis), элементы рисунка (Artists). Когда происходит отображение рисунка (figure rendering), все элементы рисунка Artists наносятся на основу-холст (Canvas). Большая часть из них связывается с областью рисования Axes.

Данные тока и напряжения полученные с регистра можно преобразовать в графические изображения. Это делается для того чтобы наглядно ознакомиться с информацией. Примеры графиков созданных в Python 3 с помощью библиотеки Matplotlib можно увидеть на рис. 2.

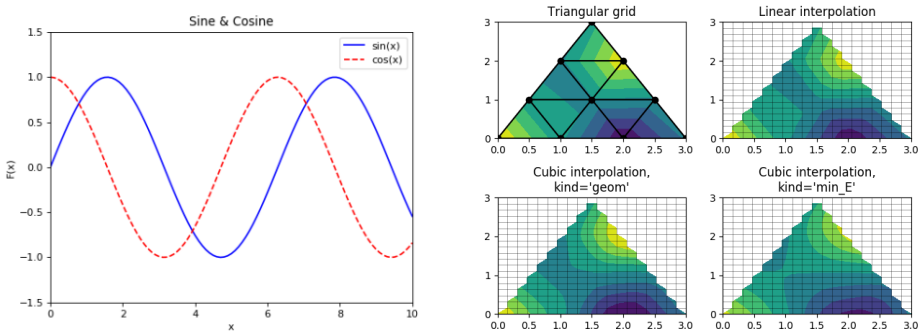


Рис. 2 – Примеры графиков созданных в Python3

В результате выполненной работы было разработано ПО для МК, которое считывало значения с АЦП и передавала их через УАПП на ПК. ПО для ПК выполняющее отображение информации в графическом виде.

Литература

1. Keil uVision [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http: //www2.keil.com/mdk5/uvision/ (дата обращения: 12.09.19).

2. Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.st.com/ resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf (дата обращения: 05.09.19).

3. Комнатнов М.Е., Газизов Т.Р. Камера для совместных климатических и электромагнитных испытаний электронных компонентов // Техника радио-связи. – 2014. – № 3(23). – С. 84–91.

4. Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.python. org/ (дата обращения: 5.09. 2019).

5. Matplotlib [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://matplotlib.org/ index.html (дата обращения: 19.09.19).

6. Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nbviewer.ipython. org (дата обращения: 19.09.19).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛЕЙ СО СДВИГОМ ФАЗЫ 180° НА ВСЕПРОПУСКАЮЩИХ ФИЛЬТРАХ И ФИЛЬТРАХ С НИЖНИМИ И ВЕРХНИМИ ЧАСТОТАМИ

А.М. Тюфякин, М.В. Хохлов, студенты каф. ФЭ

Научный руководитель: А.С. Сальников, канд. техн. наук, доцент каф. ФЭ
г. Томск, ТУСУР, allexxisklam@gmail.com

Проект ГПО ФЭ-1501 – Построение моделей интегральных СВЧ транзисторов

В статье показан расчет фазовращателей со сдвигом фазы равному 180° двумя методами: в структурах со всепропускающими фильтрами и с фильтрами нижних и верхних частот. Определение наиболее эффективного метода. Возвратные потери на рабочей частоте 5 ГГц в первом случае составили -65,7 дБ, во втором – 65,5дБ.
Ключевые слова: *фазовращатель, фильтры нижних и верхних частот, всепропускающий фильтр, полоса пропускания, сдвиг фазы.*

Введение

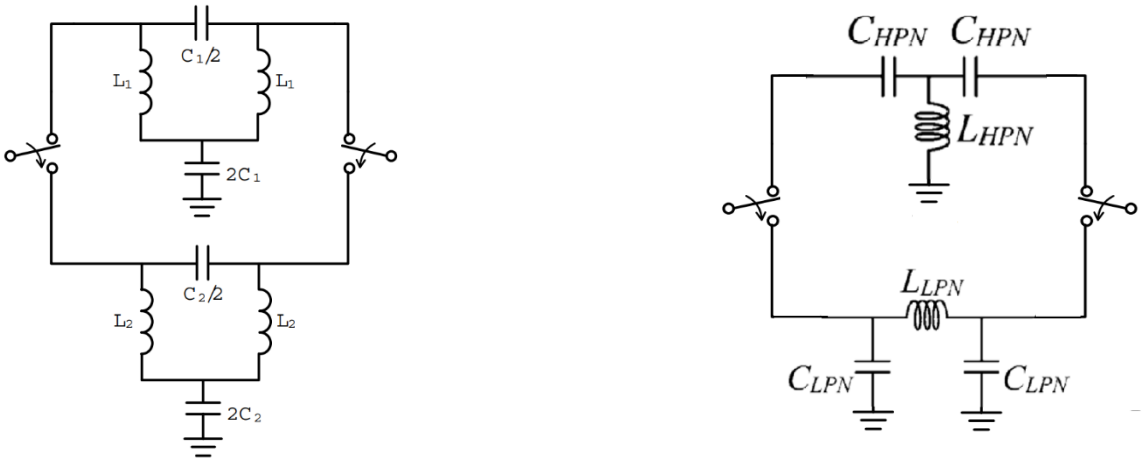
Фазовращатели являются распространенным управляющим устройством, которым было уделено большое внимание. В период с 60-х годов и по настоящее время развивается направление фазированных антенных решеток (ФАР). В ФАР управление лучом осуществляется путем управления фазой сигнала отдельных излучающих элементов в плоскости апертуры решетки, благодаря чему формируется требуемая диаграмма направленнности. Эту задачу решают фазовращатели.

На сегодняшний день, одной из основных тенденций развития фазовращателей является повышение точности установки фазы. Поэтому многие ученые разрабатывают методы для решения данной задачи. Один метод основан на рассмотрении всепропускающих фильтров [1], другой – с фильтрами нижних и верхних частот [2].

Основная часть

Фазовращателем называется устройство, которое используют для изменения проходящей через него электромагнитной волны и представляющее собой четырехполюсник, коэффициент передачи которого должен быть близким к единице, а разность фаз имеет определенное постоянное значение или меняется в некоторых пределах. Они строятся на комбинации пар фазовращающих ячеек (битов). Фазовращающие ячейки делятся на ячейки с опережением фазы (верхние частоты) и на ячейки с запаздыванием фазы (низкие частоты) [3]. Разница между ячейками с опережением фазы и с запаздыванием называется сдвигом фазы.

Рассмотрим топологию двух методов. Формулы для расчета основных параметров цепи представлены в статьях [1] и [2] для каждого метода соответсвенно.

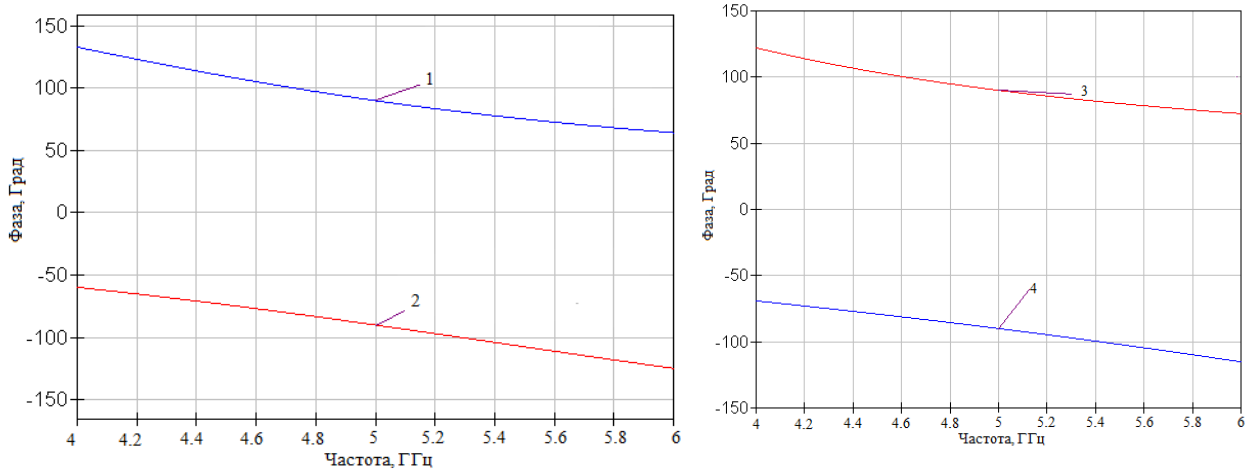


а *б*

Рис. 1 – Топология цепи, полностью пропускающей сигнал (*а*) и цепи, основанной на фильтрах верхних(HPN) и нижних (LPN) частот (*б*)

Экспериментальные результаты

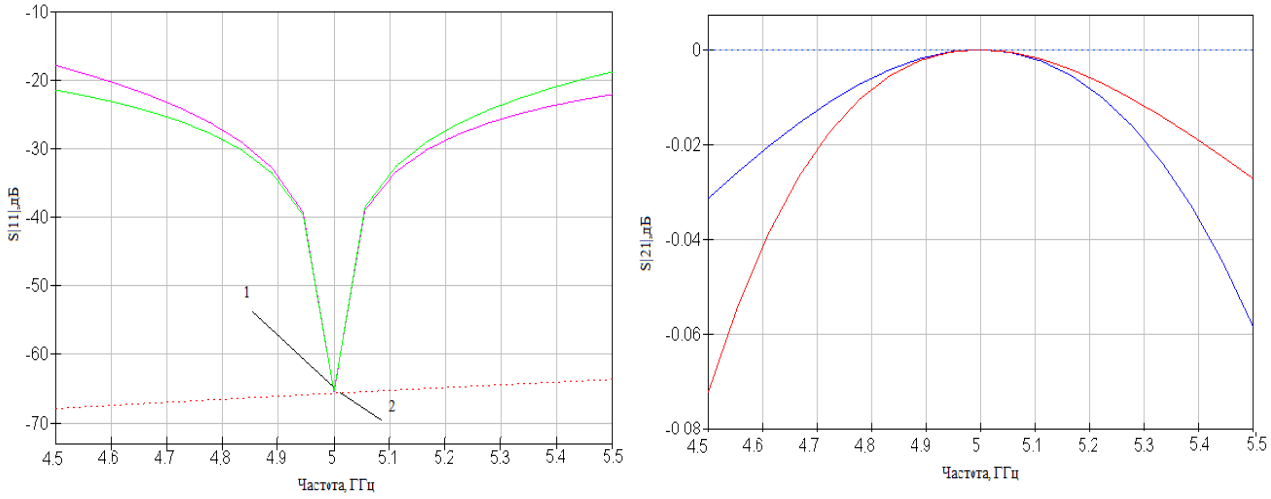
Подсчитав все значения и промоделировав, получим следующие графики при двух различных методах, где 1 и 2 соответствуют значения фазы 90 и –90,1 и 3 и 4 соответствуют значениям 89,9 и –90,1:



а *б*

Рис. 2 – *а* – фазовый сдвиг 180° на фазовращателе с всепропускающими фильтрами; *б* – фазовый сдвиг 180° на фазовращателе с нижними и верхними частотами

На данном этапе видно, что оба метода дают нужные значения сдвига фазы. Проверим отражательную и пропускательную способности и сравним результаты в обоих случаях. 1 и 2 соответствуют значениям –65,5дБ и –65,7дБ соответственно.



а *б*

Рис. 3 – График отражения сигнала от входа (*а*) для метода с нижними/верхними частотами (1) и для метода с всепропускающими фильтрами (2), график пропускания сигнала (*б*)

Проанализировав график, изображенный на рис. 3, можно сделать вывод, что два метода эффективные т.к. возвратные потери принимают очень малые значения, а вносимые потери приблизительно равны нулю.

Заключение

В данной работе была про изведена верификация и сравнение двух различных методов установки фазы в моделируемом фазовращателе. Оба метода действенные. Фазовый сдвиг, а также вносимые и возвратные потери для рассматриваемых двух методов принимают схожие значения. Отсюда следует, что при моделировании и дальнейшем проектировании фазовращателей стоит уделить внимание этим методам.

Литература

1. Xinyi Tang and Koen Mouthaan. A broadband 180º phase shifter with a small phase error using lumped elements // Asia Pacific Microwave Conference. – Singapore, 2009.

2. Xinyi Tang and Koen Mouthaan . Large bandwidth digital phase shifters with all-pass, high-pass, and low-pass networks // IEEE transactions on microwave theory and techniques. – Singapore. – june 2013. – Vol. 61, No. 6.

3. Ефимов А.Г., Копцев Д.А., Кузнецова О.С. Разработка свч фазовращателя на основе технологии КНИ 0,18 мкм // Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН. – Зеленоград. – 2016. – С. 33–38.

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ДЛЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ БПЛА

П.Ю. Чайков, М.Н. Якушин, студенты каф. РТС

Научный руководитель: А.В. Христенко, инженер 1к, СГ ДСВЧЭ, АО «НПФ «Микран»
г. Томск, ТУСУР, pasha.chaikov@gmail.com

Проект ГПО РТС-1901 – Разработка радиолокационной системы обнаружения малоразмерных БПЛА

В работе рассмотрены различные методы вычисления траекторий подвижных целей. Представлены как классические способы обнаружения, так и достаточно новые. Среди рассмотренных методов нет однозначно превосходящего, поэтому для каждого способа расписаны различные достоинства и недостатки.
***Ключевые слова**: РЛС; радиолокация; БПЛА; беспилотный летательный аппарат; Track-Before-Detect; преобразование Хафа; нейронные сети.*

Главной задачей данной работы является обнаружение и обработка траекторий движущихся целей типа малоразмерных беспилотных летательных аппаратов. За малоразмерные БПЛА будем считать современные модели по типу квадрокоптеров, данные аппараты в наше время используются для аэросъемки наземных объектов, топографии и для доставки посылок. Максимальная скорость и высота коммерческих квадрокоптеров находится в пределах до 100 км/ч и 6–7 км над уровнем моря соответственно, однако квадрокоптеры для промышленных и спасательных целей способны достичь 250 км/ч и 10–11 км над уровнем моря.

Рассмотрим способы обнаружения как классические, такие как последовательный анализ и серийные испытания, так и достаточно новые основывающиеся на преобразовании Хафа и интеллектуальных алгоритмов [1].

При радиолокационном обнаружении выполняются два этапа (поиск отметок от цели и траекторий цели), которые реализуются независимо друг от друга, исключая только то, что информация передается от первого этапа на вход второго.

В литературе [2] монография описывает алгоритмы обнаружения движущейся цели на основе теории случайных потоков. Результат обработки по обнаружению цели в данном алгоритме выносится после нескольких обзоров, так как по одному обзоры результат считается ненадежным. Однако за период нескольких обзоров цель может появиться в области обзора РЛС или покинуть ее, а также изменить свою позицию в пространстве. Главной задачей данного алго-

ритма является оценка «обстановки в контролируемой области фазового пространства на основе многократных измерений».

Существуют траекторные обнаружители одноэтапные, в которых обнаружение цели и траектории происходит одновременно. Для оптимальных одноэтапных алгоритмов следует хранить информацию об амплитуде принятых сигналов с начала наблюдения, что в наше время практически недостижимо, поэтому сейчас используют субоптимальные алгоритмы, в которых сохраняются результаты обнаружения цели только в соответствующих отметках из нескольких последних обзоров.

К таким методам совместного обнаружения цели относится сопровождение до обнаружения «Track-Before-Detect» [3]. Суть этого метода заключается в запоминании амплитуды сигналов без пороговой обработки и принятии на основе анализа их совокупности за несколько обзоров решения об обнаружении цели сразу на уровне траектории. Данный подход эффективен при обнаружении малозаметных целей.

Алгоритмы TBD можно разделить на блочные и рекуррентные. Блочные алгоритмы осуществляют обработку не прошедших пороговую обработку данных, к таким алгоритмам относится преобразования Хафа и динамическое программирование. Недостатком всех блочных методов является необходимость дискретизации пространства состояния. Кроме того, возникает необходимость хранения и одновременной обработки довольно большого количества информации.

Преобразование Хафа использует постоянное обнаружение за счёт некогерентного накопления данных [4]. Метод Хафа – это численный алгоритм, предназначенный для извлечения графический примитивов из изображений:

$$\rho = x\cos(\vartheta) + y\sin(\vartheta), \qquad (1)$$

где ρ – кратчайшее расстояние от начала координат до прямой; ϑ – угол между нормалью к прямой и осью Ox.

Преобразование точек изображения в параметрические линии, представляющие синусоиды, в пространстве полярных координат (ρ, ϑ) имеет существенное преимущество перед преобразованием в параметрические линии в пространстве декартовых координат.

Преобразование Хафа удобно для обнаружения как для объектов с высокой скоростью, так и целей с малой радиолокационной заметностью с постоянной радиальной скоростью. При этом обнаружение цели происходит не за счёт дополнительного увеличения энергии сигнала, а за счёт её накопления с разных элементов разрешения с предыдущих периодов наблюдения. Также данное преобразование позволяет повысить дальность обнаружения систем радиолокационных систем в среднем в 2,5 раза. Однако преобразование Хафа может применяться и для других классов целей при сохранении своих характеристик,

например для нахождения любых параметрических заданных фигур, на изображении.

Минусами данного метода является: чувствительность преобразования к шумам на изображении; чувствительность преобразования к размерам элементов разрешения пространства аккумулятора.

Рекуррентные методы, свободные от недостатков блочных, базируется на байесовском подходе. Первый из них заключается в вычислении логарифма отношения правдоподобия гипотезы о наличии траектории среди данных наблюдений. Фильтрацию траекторий осуществляется при помощи фильтра Калмана. Этот алгоритм хорошо работает при обнаружении медленных целей, но неприменим для обнаружения высокоскоростных и манёвренных целей типа крылатых ракет. В таком случае оценка вектора состояния скорости и координат может расходиться с истинными значениями. Решением могут служить искусственные нейронные сети [5].

Нейронные сети позволят предсказать, или спрогнозировать информационные пробелы о состоянии объекта на интервале от момента последнего наблюдения до некоторого рассматриваемого момента времени, например алгоритмом оценивания вектора состояния:

$$\hat{\alpha}_k = \hat{\alpha}_{k/k-1} + K_k\{\hat{\gamma}_k - h_k[\hat{\alpha}_{k/k-1}]\}, \quad (2)$$

где $h_k[\hat{\alpha}_{k/k-1}]$ – пересчёт прогнозированной оценки вектора состояния, в сферическую систему координат; $\hat{\alpha}_{k/k-1}$ – прогнозированная оценка вектора состояния; $\hat{\gamma}_k$ – вектор измерения; K_k – коэффициент усиления; k – номер такта фильтрации.

Вычисление прогнозированного значения $\hat{\alpha}_{k/k-1}$ зависит от точности оценки вектора состояния предыдущих измерений $\hat{\alpha}_{k-1}$. Чем с большей точностью вычислена оценка вектора состояния на предыдущем шаге фильтрации, тем точнее будет вычислена оценка прогнозированного значения $\hat{\alpha}_{k/k-1}$.

Для обучения нейронных сетей необходимо составить задачник, содержащий в себе информацию о видах траектории движения. При оценивании координат цели можно использовать на различных участках траектории разные искусственные нейронные сети, например, при прямолинейном движении цели – одну нейронную сеть, а после обнаружения маневра сразу переключиться на другую.

Недостатком данных сетей является необходимость обучения нейронной сети большому числу траекторий, а также широкому диапазону скоростей. Так же необходимы большие вычислительные средства и специальное программное обеспечение на этапе обучения нейронной сети.

В статье была поставлена задача обнаружения траекторий движения БПЛА и рассмотрены наиболее подходящие методы траекторного анализа.

Литература

1. Коновалов А.А. Основы траекторной обработки радиолокационной информации. – Спб.: СпбГУ, 2013. – Ч. 1.

2. Бакут П.А., Жулина Ю.В., Иванчук Н.А. Обнаружение движущихся объектов. – М.: Сов. радио, 1980.

3. Hadzagic M., Michalska H., Lefebvre E. Track-Before-Detect methods in tracking low-observable targets: A survey // Sensor & Transducers Magazine. – 2005. № 8. – P. 374–380.

4. Семёнов А.Н. Обнаружение радиолокационных целей с помощью преобразования Хафа // Наука и Образование. МТГУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. – 2014. – № 12. – С. 606–619.

5. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры: учеб. пособие: кн. 3 / А.И. Галушкин; ИПРЖР. – М., 2000. – 528 с. – (Нейрокомпьютеры и их применение).

СИСТЕМА «УМНЫЙ ДОМ»

В.С. Климова, А.В. Зайцева, студенты каф. УИ

Научный руководитель: М.А. Костина, ст. преподаватель каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, vsklimovavs@mail.ru, perelygina.alinka@mail.ru

Проект ГПО УИ-1902 – Умный дом

Комфорт всегда был одним из двигателей прогресса, заставляя человеческую мысль изобретать новые приспособления для облегчения собственной жизни. Начиная с древнейших времен, человек всегда стремился обустроить свой дом так, чтобы получать максимум комфорта, прилагая для этого минимум усилий. Данная статья посвящена возможностям системы «Умный дом».

Ключевые слова: *умный дом, система, контроллер, датчики,*

Актуальность темы исследования обусловлена высоким потенциалом развития систем «Умного дома» и отсутствием единых стандартов устройств, включенных в эти системы.

Система «Умный дом» – это комплексная система автоматизации управления различными устройствами, расположенными в частном доме или квартире. Основной особенностью данной системы является объединение отдельных устройств в единый управляемый комплекс [1].

Структура «Умного дома» включает три типа устройств:

1. Контроллер – управляющее устройство, соединяющее все элементы системы друг с другом и связывающее ее с внешним миром. Он активирует команды автономно или выполняет задачи, поставленные человеком.

В робототехнике часто используется аппаратно-программная платформа Arduino, главными компонентами которой являются плата-контроллер ввода-вывода и среда разработки. Целью Arduino является создание доступной среды для разработчиков программного обеспечения, которая позволит им войти в мир программирования микроконтроллеров.

2. Информационная шина является связующим звеном и нервной системой «Умного дома». Она передает команды от управляющих устройств к исполнительным.

3. Датчики – исполнительные устройства, непосредственно исполняющие команды. Они служат для преобразования сигнальных команд в импульс, запускающий работу оборудования, приборов и устройств [2].

Умный дом подразделяют на отдельные подсистемы, такие как:

1. Освещение – подсистема умного дома, которая позволяет создавать различные световые схемы, оптимально подстраивая их под потребности пользователя, а также обеспечивая удобное управление ими.

С помощью данной подсистемы возможно: управление всеми источниками света в доме с единого пульта управления, создание сценариев управления в зависимости от времени, даты, определенного события, регулировка включения и выключения светильников, регулировка процентов яркости, экономия ресурса светильников, автоматическое включение светильников при входе и выключение при выходе из комнаты.

2. Климат – данная подсистема включает в себя не только отопление, но и системы вентиляции и кондиционирования. Для управления применяют датчики, фиксирующие текущее состояние микроклимата в доме, а также средства управления – переключатели и панели.

С помощью данной подсистемы возможно управление: качеством воздуха (температура, влажность, озонирование) в зависимости от времени года и суток, режимом проветривания с помощью автоматического открывания окон, радиаторами отопления, теплыми полами.

3. Безопасность – подсистема, позволяющая настроить не только оповещение о незаконном проникновении в жилище, но и использовать систему «присутствие в доме», а также проводить мониторинг за утечками газа, воды и задымленностью.

Подсистема обеспечивает защиту от: возгораний и автоматическая система пожаротушения, протечек, проникновения посторонних лиц на охраняемую территорию.

4. Мультирум — это подсистема, позволяющая организовать аудио- и видеосигналы в пределах помещения, она позволит управлять треками и видеозаписями со смартфона или планшета.

С помощью данной подсистемы возможно выполнение следующих функций: управление всей AV-техникой в доме с помощью единого пульта управления, управление системой «домашний кинотеатр» нажатием одной кнопки, плавное регулирование включения и выключения освещения, включение и выключение AV-техники в зависимости от даты, времени, определенного события, срабатывания датчиков, нажатия звонка [3].

Таким образом, в данной статье было рассмотрено, что такое система «Умный дом» и изучена ее структура, которая состоит из контроллера, информационной шины и датчиков. Также изучены подсистемы, которые подразделяются на освещение, климат, безопасность и мультирум.

Литература

1. Словари и энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/220971 (дата обращения: 31.10.2019).

2. Стариков А.Н., Рощина С.И., Проектирование и эксплуатация конструкций и инженерных систем современных энергоэффективных зданий в развитии концепции Умный дом / А.Н. Стариков – Владимир, 2015. – 123 с.

3. Дементьев А., Умный дом 21 века / А. Дементьев – М.: Издательские решения, 2016. – 100 с.

Секция 8. УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ООО «ИРВИАРС»

А.А. Арышева, В.В. Друзина, студенты каф. УИ

Научный руководитель: В.К. Жуков, канд. пед. наук, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, v_step@bk.ru

Проект ГПО УИ ИИ–1505 – Разработка систем менеджмента качества организации

Важным фактором повышения уровня жизни населения является целенаправленная работа по повышению качества товаров и услуг, реализуемых на потребительском рынке. Наибольшее доверие оказывается фирмам-обладателям сертификатов качества продукции. Сертификация представляет собой процесс с помощью которого происходит подтверждение соответствия продукции (или услуг) некоторым требованиям по безопасности и качеству.
Ключевые слова: *качество, система менеджмента качества (СМК), сертификация, преимущества.*

Сертификация – это процедура подтверждения соответствия результата производственной деятельности, товара, услуги нормативным требованиям, посредством которой третья сторона (независимая от изготовителя (продавца) и потребителя продукции) документально удостоверяет, что продукция, работа (процесс) или услуга соответствует «заданным требованиям» [1].

ООО «Ирвиарс» является лидером среди предприятий, изготавливающих шоколадное печенье. Объектами подтверждения соответствия требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 в ООО «Ирвиарс» являются продукция, процессы производства (закупка, производство, транспортировка, управление персоналом, управление рисками, хранение, ремонт оборудования), а также могут быть и другие объекты, в отношении которых устанавливаются требования – стандартами, системами сертификации и договорами [2].

Для получения сертификата соответствия требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 ООО «Ирвиарс» отправила заявку в орган по сертификации.

Перед обращением в сертифицированный орган была разработана система, т.е. разработаны Политика и цели предприятия, распорядительные документы, программа о разработке СМК, Руководство по качеству (которое необязательно по стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2015), понимание всеми сотрудниками струк-

туры организации, разработаны документированные процедуры, инструкции на процесс, план-график внутренних аудитов, план внутренних аудитов [3].

На основании результатов внутренних аудитов и после положительных результатов анализа функционирования СМК всех перечисленных выше пунктов, можно подавать заявку в выбранный руководством орган по сертификации.

Сертификат СМК – подтверждает, что на предприятии создана и действует система менеджмента качества, соответствующая международным стандартам серии ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Решение о внедрении этой системы является одним из самых важных стратегических решений, которое приняло руководство предприятия. Ценность сертификата ГОСТ Р ИСО 9001-2015 в нашей стране повышается еще и потому, что подобный сертификат в России имеет только около 2% всех действующих предприятий, а значит, обладающее им предприятие получает значительное преимущество в конкурентной борьбе.

Внедрение системы менеджмента качества – это комплекс мероприятий, которые затрагивает все управленческие и производственные процессы предприятия, выводя его на качественно новый уровень функционирования. Получение сертификата СМК в ООО «Ирвиарс» является не формальным документом, который предприятие получает после выполнения обязательных мероприятий, а подтверждением высокого уровня, которого достигла система управления предприятием, а также гарантией того, что предприятие способно в полной мере отвечать по своим обязательствам и поставлять заказчикам продукцию или услуги высокого качества.

Преимущества, которые получило предприятие ООО «Ирвиарс» после получения сертификата о соответствии требованиям стандарта:

1. Доверие со стороны потребителей, заказчиков и поставщиков.

2. Сертификация минимизирует риск поставки некачественной продукции.

3. Заявитель получает независимую и максимально достоверную информацию о качестве своей продукции и может более эффективно продвигать ее торговую марку на потребительском рынке товаров.

4. Заявитель-изготовитель получает возможность использования сертификата и Знака системы в рекламных целях и увеличить сбыт продукции.

5. Заключать выгодные контракты, побеждая в коммерческих тендерах.

6. Система наиболее полно отвечает требованиям российского законодательства о добровольной оценке и сертификации продукции.

7. Добровольная сертификация повышает конкурентоспособность продукции.

8. Добровольное сертифицирование продукции дает право на получение изготовителем права маркировать изделия Знаком системы.

Литература

1. Аванесов Е.К. ISO 9001. Разработка, внедрение, сертификация, улучшение системы менеджмента качества. Практическое руководство для специалистов по качеству / Е.К. Аванесов. – М.: Форум Медиа, 2006. – 2300 с.
2. Приказ «О начале разработки СМК» от 20.09.2018 г. № 305.
3. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Техэксперт, 2015. – 24 с.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ СЕРВИСОВ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА

В.В. Баладурина, О.В. Бабайцева студентки каф. ЭФ

Научный руководитель: В.Э. Спрынцова, ассистент каф. экономики
г. Томск, ТУСУР, vika.baladurina@mail.ru, omelka1999@gmail.com

Проект ГПО экономики 1806-Школа бухгалтеров – Формирование финансовой и бухгалтерской отчетности по российским стандартам

Статья посвящена рассмотрению основных электронных сервисов бухгалтерского учета для предпринимателей малого бизнеса. Рассмотрены плюсы и минусы электронных сервисов бухгалтерского учета, а также приведены их основные сходства и различия.

***Ключевые слова**: электронный сервис, учет, управление, программа.*

В настоящее время многие предприниматели малого бизнеса сталкиваются с проблемами ведения бухгалтерского учета. В решении данных проблем можно пойти двумя путями: первый – это купить программное обеспечение и нанять бухгалтера или штат бухгалтеров, который непосредственно этим обеспечением будет пользоваться, или второй вариант, при котором кроме использования различных штатных программ, можно работать в электронных сервисах бухгалтерии, которые позволяют чувствовать себя комфортнее при старте и ведении бизнеса, ведь с ними не нужно быть привязанным к месту работы, ими можно пользоваться даже с телефона, достаточно иметь доступ к интернету.

Непосредственно электронный сервис представляет собой способ предоставления услуг в электронном виде, упрощающий и ускоряющий процесс получения какой-либо информации гражданами и организациями [1].

Сегодня, облачные электронные сервисы не стоят на месте и постоянно совершенствуются. Практически все популярные сервисы бухгалтерского учета

обладают простым интерфейсом, и работа с ними ведется в браузере в режиме онлайн.

Несомненно, у электронных сервисов бухгалтерского учета есть как преимущества, так и недостатки.

К плюсам можно отнести [2]:

1) не привязанность к конкретному рабочему месту;

2) процесс ведения бухгалтерии и составления отчетов относится к стандартизированным видам деятельности;

3) скачивания специальных приложений и программ не требуется;

4) гарантия безопасности: кража данных с серверов практически невозможна – для защиты информации применяются надежные технологии шифрования, не дающие ни малейшего шанса на перехват. Единственный способ кражи – получение доступа к аккаунту с использованием персональных данных пользователя. Так что, лучше не сообщать их третьим лицам;

5) экономическая выгода;

6) работа с мобильных устройств;

7) онлайн бухгалтерия доступна практически каждому.

К минусам можно отнести [2]:

1) необходимость иметь выход в интернет;

2) зависимость от браузера;

3) невозможность настройки под себя.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что преимуществ ведения онлайн бухгалтерии намного больше, чем недостатков.

Так как каждая операция должна быть отражена в учете, оформлена документально, а также бухгалтерский учет должен вестись в соответствии с положением Федерального закона 06.12.2011 № 402-ФЗ, существуют различные веб-сервисы. Они подбираются в зависимости от потребностей фирмы, ее оборотов, вида деятельности и, безусловно, удобства. К числу одних из наиболее популярных сервисов онлайн-бухгалтерии для малого бизнеса относят «Мое дело», «Контур» и «Небо».

«Моё дело» – с помощью данного сервиса можно самостоятельно рассчитывать налоги, создавать счета, заполнять декларации и отправлять документацию онлайн [3];

«Контур» – включает в себя сервисы для электронного документооборота и интернет-отчетности, решения для торговли и ведения бизнеса, проверки контрагентов и участия в закупках [3];

«Небо» – электронный сервис для самостоятельного ведения учета. Пользователь самостоятельно собирает и вносит в программу первичные документы, закрывает месяц и формирует отчеты, а «Небо» автоматически отправляет их в налоговую, фонды и Росстат [3].

Рассмотрим, чем схожи и чем различаются данные электронные сервисы.

Электронный сервис «Контур» имеет небольшое ограничение в выборе схемы налогообложения и может применять только такие системы, как УСН и ЕНВД, в то время как другие сервисы могут работать еще и с ОСНО. Также, возможности данных сервисов отличаются в обмене данными с банками в режиме онлайн, если для «Контур» и «Небо» он предусмотрен, то «Мое дело» позволяет обмениваться данными не на всех тарифах. Кроме этого, различается возможности данных сервисов в предоставлении электронной подписи в облаке, у «Контур» и «Небо» она предоставляется лишь за дополнительную плату, тогда как у «Мое дело» она предоставляется бесплатно. Также, стоит отметить, что «Контур» предоставляет демоверсию на самое длительное время, в отличии от всех остальных сервисов, но, к сожалению, функционал в этой самой версии у «Контур» ограничен, тогда, когда другие сервисы предоставляют полный функционал.

На основе приведенных выше характеристик, был построен многоугольник конкурентоспособности, который представлен на рис. 1.

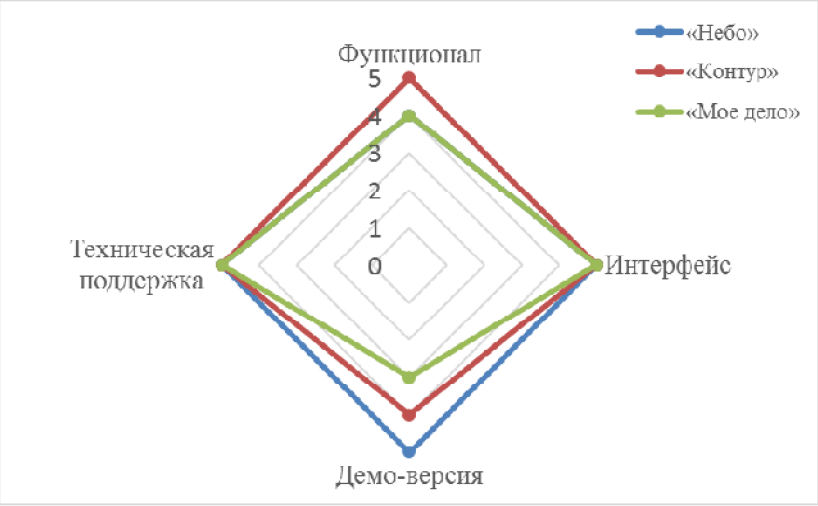


Рис. 1 – Сравнительная характеристика электронных сервисов бухгалтерского учета

Данный многоугольник включает в себя следующие функции: функционал – набор возможностей, который предоставляет электронный сервис; интерфейс – набор инструментов, позволяющих пользователю взаимодействовать с операционной системой компьютера, мобильного устройства или других видов техники; демо-версия – предварительная, ограниченная и, как правило, бесплатная версия продукта; техническая поддержка – множество услуг, посредством которых предприятия и организации обеспечивают помощь пользователям технологичных продуктов и услуг.

С помощью данного многоугольника можно сделать следующие выводы. По функционалу лучшим электронным сервисом является «Контур». По интер-

фейсу пользователей удовлетворяют все электронные сервисы. По предоставлению демоверсии лучшим сервисом является «Небо». По технической поддержке пользователей удовлетворяют все электронные сервисы.

Таким образом, электронные сервисы бухгалтерского учета схожи и предлагают приблизительно равный функционал, ведь каждый из них позволяет вести полный бухгалтерский учет. Однако, при выборе того или иного электронного сервиса, предприниматель малого бизнеса сам решает, какой электронный сервис является для него наиболее подходящим.

Литература

1. Электронный сервис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nips.ru/Products/ehlektronnye-servisy(дата обращения: 17.09.2019).

2. Онлайн бухгалтерия (минусы и плюсы) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online-buhuchet.ru/online-buhgalteriya-minusy-i-plyusy/ (дата обращения: 17.09.2019).

3. Обзор онлайн сервисов по бухгалтерии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spark.ru/startup/bookkeeper/blog/12454/obzor-onlajn-servisov-po-buhgalterii (дата обращения: 20.09.2019).

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ КОММУНИКАЙ В ИННОВАЦИОННОМ ПРОЕКТЕ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Н.С. Баулина, Т.А. Приколота, студенты каф. УИ

Научный руководитель: Е.П. Губин, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, pta.016.17@gmail.com, Baulina-Tasha217@yandex.ru

Проект ГПО УИ ИИ-1420 – Организационное проектирование бизнес-моделей инновационных систем

В данной статье представлены проблемы создания эффективных коммуникаций и предложение алгоритма работы по их устранению.
Ключевые слова: *проект, коммуникации, моделирование бизнес-процессов, «Битрикс24».*

Компании, разрабатывающие программно-аппаратные комплексы и начинающие работу со StartUp и постепенно подходящие к границе среднего предприятия, могут столкнуться с проблемой эффективности коммуникаций при внедрении проектного управления.

Наиболее часто встречаются следующие проблемы взаимодействия между участниками проектной группы или (и) отделами предприятия в процессах реализации проекта:

– планирование работ;

– согласование сроков каждого этапа и всего проекта в целом;

– закупка необходимых материалов и ресурсов;

– смена участников проектных групп, переназначение ответственных;

– подготовка проектной и конструкторской документации;

– подведение промежуточных итогов в иерархической структуре работ;

– согласование промежуточных результатов проекта.

Причинами возникновения проблем коммуникаций участников проекта являются обособленность как отделов компании в целом, так и каждого отдельного участника команды. Кроме того, руководителями проектов назначают не специалистов в области проектного управления, а более свободных руководителей отделов. Помимо этого в компании отсутствует общее понимание взаимосвязи процессов проекта, не прослеживается личный вклад каждого участника и любого отдела компании, а так же нет разграничение зон ответственности. Немаловажную роль играет и отсутствие строгих регламентов, стандартов и спроектированных шаблонов работы. Как итог, на каждом процессе реализации проекта присутствует неопределенность в принятии решений.

Для решения возникших проблем компанией принято решение создать модель управления проектами в компании. Данная работа подразумевает следующие этапы:

1. Анализ существующей работы в проектах, по результатам интервьюирования руководителя проекта, участников проекта и изучения документации компании;

2. Создание модели процессов проекта, начиная с процесса заключения договора и заканчивая сопровождением внедренной заказчику продукции;

3. Создание модели управления процессами проекта на всех этапах;

4. Создание наглядных материалов для каждого участника проектной группы и отделов компании, в которых прописаны зависимые от них задачи;

5. Внедрение в деятельность организации «Битрикс24» для оптимизации процессов в соответствии с новой моделью управления проектами.

Диагностика существующей работы позволила выявить следующие проблемные зоны:

– сроки;

– ресурсы;

– нерациональное использование финансов;

– компетенция участников проекта;

– отсутствие строгой иерархической структуры работ.

Данные проблемы в управлении проектом решаются благодаря формированию стандарта регламента управления проектом на основе технологии моделирования бизнес-процессов. В данном случае разрабатывается не по классическим методам моделирования бизнес-процессов, а по модели, схожей с методом SIPOC. Элементами данной модели являются:

– вход и выход процесса обозначаются стрелками (зеленый – информация, желтый – ПО, красный – материальные ресурсы);

– процесс обозначается прямоугольником (с подразделом, в котором указан ответственный за этот процесс);

– выносками указываются согласования промежуточных результатов работы.

Моделирование бизнес-процессов позволит:

– определить фиксированную структуру операций;

– разграничить зоны ответственности;

– области коммуникаций;

– планирование по срокам.

Создание наглядных материалов для каждого участника проектной группы и отделов компании позволит ознакомить персонал новой системой. В материалах будет указана в доступной форме информация о входных и выходных данных ко всем задачам, необходимым к исполнению для реализации проекта.

Это все позволит перевести бизнес-процесс в программный продукт «Битрикс24» и сформировать интрефейс, который позволит с использованием программного продукта «Битрикс24» обеспечивать эффективные коммуникации, и решать поставленные задачи без задержек.

«Битрикс24» – программный продукт для создания внутрикорпоративного информационного ресурса, решающего коммуникационные, организационные и HR-задачи компании, реализован в виде облачного сервиса или коробочной версии.

Представленные выше процессы позволят создать эффективные коммуникации участников проекта и отделов компании, что позволит создать общее понимание взаимосвязей процессов проекта, будет виден личный вклад каждого участника проекта и любого отдела компании, а также появится разграничение зон ответственности. Последующим этапом станет возможно создание регламентов и стандартов организации, позволяющие улучшить качество работы проектных групп и организации в целом.

Литература

1. Официальный сайт «Битрикс24» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bitrix24.ru/whatisthis/ (дата обращения: 17.11.2019 г.).

ВЫБОР АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

А.Е. Борисов, студент каф. БИС

Научный руководитель: С.В. Глухарева, ст. преп. каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, gsv@keva.tusur.ru

Проект ГПО КИБЭВС-1902 – Система кадровой безопасности предприятия

В статье рассматриваются алгоритмы в автоматизированных информационных системах для оценки персонала, приведены достоинства и недостатки алгоритмов, выявлены проблемы каждого алгоритма.
Ключевые слова: *оценка персонала, автоматизация, программный продукт, алгоритм, методики нейронные сети, теория нечетких множеств, балльная оценка.*

В настоящее время рынок все больше развивается и расширяется, возрастает конкуренция на рынке, вследствие чего все большее внимание уделяется оценке персонала, от которого, в первую очередь, зависит деятельность любой организации.

Широкое применение имеют автоматизированные системы оценки персонала, что позволяет экономить время на оценку, сокращению процента участия человека в данном процессе, позволяет моделировать ситуацию, а также предоставлять детальный анализ полученных результатов [1].

В автоматизированных системах используются разные алгоритмы. Алгоритм – это точно установленная инструкция о выполнении в определённом порядке некоторой последовательности операций, ведущих к решению той или иной конкретной задачи [2].

Все больше предприятий используют машинные алгоритмы для оценки персонала. В последнее время отбор таких сотрудников проводится на базе информационно-аналитических систем, основанных на искусственном интеллекте [3]. Для того, чтобы программа могла правильно анализировать и сводить к одному коэффициенту полученные результаты, для каждой из методик пишется алгоритм и выводится типовая шкала [4].

Алгоритмы позволяют дать быстро точную и качественную оценку персонала, ускорить процесс обработки результатов, а также упростить подсчеты полученных результатов. В основе технологий искусственного интеллекта лежат такие алгоритмы как теория нечетких множеств, алгоритмы нейронных сетей.

Нечеткое множество подразумевает под собой элементы произвольной природы, относительно которых нельзя точно сказать – обладают ли эти элементы каким-нибудь свойством, которое применяется для задания нечеткого

множества [5]. Нечеткое множество принимает любые значения от 0 до 1, а не только значения 0 и 1.

Для оценки персонала используются также и нейронные сети. Искусственные нейронные сети состоят из искусственных нейронов, которые аналогичны элементарной функций биологического нейрона. Эти элементы формируются по способу, который соответствует анатомии мозга. Нейронные сети используются в методике рейтинговой оценки персонала, который реализуется в программном продукте MATLAB.

Также существует метод балльной оценки персонала, который состоит в начислении баллов за каждое достижение сотрудника и суммирования их. Метод балльной оценки широко применяется в таких методиках как тестирование, анкетирование.

Суть метода балльной оценки заключается в следующем: каждый критерий, содержащийся в оценке персонала, получает оценку в баллах по десятибалльной шкале [7]. Худшему значению критерия присваивается один балл, лучшему – 10 баллов. Применение метода в интервале 1–10 баллов позволяет определить балльное значение критерия сотрудника.

В табл. 1 представлены достоинства и недостатки алгоритмов автоматизированных систем для оценки персонала.

Таблица 1 – Алгоритмы автоматизированных систем для оценки персонала

Алгоритм	Достоинства	Недостатки
Теория нечётких множеств	− Возможность получить точный ответ − Быстродействие;	–
Нейронные сети	− Обучаемость; − Простота применения	− Независимость нейронов между собой; − Скорость обучения
Балльная оценка	− Быстрая оценка сотрудника и сравнительный анализ выполнения функций; − Получение развёрнутой оценки	− Трудоёмкая обработка результатов

Качество работы нейронных сетей зависит от назначаемого ей в процессе обучение набора данных, выбор структуры сети, а именно характер связей, количество нейронов и слоев; проблема переобучения, заключающаяся в том, что сеть с превышающим количество числом элементов теряет способность обучения; выбор шага обучения, так как при малом шаге обучения сеть может виснуть, а при большом шаге вероятно расхождение процесса обучения и прерывание сети [6].

Балльная оценка также имеет свои проблемы: допущение ошибок, приводящих к снижению достоверности и объективности полученных результатов, обработка результатов довольно затратный процесс.

Теория нечетких множеств позволяет получить более качественные и точные результаты комплексности знаний, умений, навыков оцениваемых. Применение теории нечетких множеств исключает возможность получения неверной оценки уровня знаний по теме. Многофункциональность и гибкость методов теории нечётких множеств даёт возможность использовать их как надёжное средство для оценивания персонала предприятий.

Таким образом, разработка алгоритма для оценки персонала – это процесс творческий. Необходимо верно разобраться в методике и сопоставить шкалу с количеством баллов. Тщательно проработанный алгоритм – необходимое условие эффективной работы по составлению алгоритма. Он должен работать слаженно, непрерывно, в результате давать максимально качественную оценку персонала.

Литература

1. Круппа М.В. Искусственный интеллект: перспективы и тенденции развития, этические сложности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36834479 (дата обращения: 16.10.2019).

2. Чугайнова А. Алгоритм [Электронный ресурс]. − Режим доступа: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/matematika/ALGORITM.html (дата обращения: 17.10.2019).

3. Воронович А.А., Крист И.В., Девятериков Д.А., Лысак И. Ю. Искусственный интеллект в системе кадровой безопасности предприятия информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29055271& (дата обращения: 18.10.2019).

4. Тесленко В.И. методика анализа и оценка результатов тестирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/metodika-analiza-i-otsenka-rezultatov-testirovaniya (дата обращения: 19.10.2019).

5. Аньшин В.М., Демкин И.В., Царьков И.Н., Никонов И.М. Применение теории нечётких множеств к задаче формирования портфеля проектов [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.hse.ru/data/620/907/1224/Publ2_Anshin.pdf (дата обращения: 20.10.2019).

6. Зинченко А.А. применение нейросетевых моделей для принятия решений о подборе персонала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-neyrosetevyh-modeley-dlyaprinyatiya-resheniy-o-podbore-personala (дата обращения: 23.10.2019).

7. Бачина Е.С. Методы оценки персонала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://moluch.ru/archive/142/39944/ (дата обращения: 23.10.2019).

О ПРОБЛЕМЕ ИНВЕСТИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ПОЗИЦИИ СТУДЕНТА

А.В. Другова, Е.А. Корешкова, студенты каф. экономики

Научный руководитель: В.Ю. Цибульникова, канд. экон. наук, доцент каф. экономики
г. Томск, ТУСУР, tuv82@bk.ru

Проект ГПО 1801-Экономики – Применение проектного управления в образовании и бизнесе

Повышение уровня финансовой грамотности молодежи является одной из актуальных задач для развития экономики России. Особенно важно научить молодых людей использовать основные финансовые инструменты, которые позволяют повысить доходность сбережений. Поскольку в настоящее время все больше студентов стремится к финансовой независимости, и задумываются над тем, где и как можно заработать деньги. Одним из таких направлений является инвестирование в инструменты финансового рынка. При этом не все из них доступны для молодежи.
Ключевые слова: *финансовые инструменты, инвестирование, студенты, финансовая независимость, финансовая грамотность.*

Почему, будучи студентом, не всегда удается добиться финансовой независимости? Причин этому может быть множество. Устроиться студенту по получаемой профессии не всегда возможно, потому, что отсутствие практики и времени являются негативными факторами для работодателя. К тому же высокий уровень конкуренции. Чаще студенты занимаются трудом, не требующим квалификации и специальной подготовки. Неполный рабочий день и минимальная оплата не позволяют получать желаемую денежную сумму [1].

Один из способов, который поможет студенту заработать – попробовать себя в роли инвестора. Рассмотрим наиболее актуальные приемы инвестирования.

Вложение денежных средств в покупку валюты. Работать с данным инструментом можно двумя способами. Первый – это покупка наличной валюты. Приобретенную валюту нужно разместить ее на расчетном счете. Такой способ помогает сохранить свои деньги, как от инфляции, так и от ослабления российской валюты. Второй способ – это ежеминутно отслеживать курс валют и совершать сделки на бирже. Данный метод помогает зарабатывать денежные средства, как на росте, так и на падении валют. Но в этом способе есть и свои минусы: очень много спекуляций на валютном рынке [2].

Также можно инвестировать свои средства в ценные бумаги. Данная категория финансовых инструментов является самой большой частью инвестици-

онного портфеля. Это акции, облигации, структурные продукты со ставками выше, чем по банковским вкладам – 12–20%. При данном методе можно сохранить свои деньги, например, от инфляции, а также получить доход [3]. Но чтобы инвестиции в ценные бумаги приносили высокий доход, нужно иметь хотя бы 30-50 тысяч рублей.

Что касается самого простого способа, то можно откладывать со своей заработной платы, со стипендии и т.п. некую сумму, например, 10% от своего дохода в течение года. Необходимо учитывать, что в данном случае необходимо защищать свои сбережения от инфляции, и также вкладывать сберегаемые денежные средства в различные финансовые инструменты.

Исходя из вышесказанного, намного разумнее будет воспользоваться третьим способом. Это вложить деньги в свое обучение. Когда вы выйдете на рынок труда и начнете работать, то приобретенные навыки быстро позволят вернуть эти деньги.

Дело в том, что дополнительные компетенции могут легко добавить вам 10-30 тысяч в месяц к зарплате. Лучше всего совершенствоваться в своей профессии. Для любой сферы деятельности можно получить дополнительные знания и навыки. Например, совершенствование английского языка, навыков переговоров, общения с аудиторией, ораторские качества и т.д. Это будет полезно не только для работы, но и в повседневной жизни [4]. Иными словами самые выгодные инвестиции – инвестиции в себя. Например, в США работодатели не дают возможность обучаться своим сотрудникам дополнительным компетенциям. По их мнению, сотрудник в то время, пока он студент, должен сам в себя вкладывать в свое обучение: изучение языков, изучение ораторскому искусству и т.д.

Отметим, что студенты не рассматривают данные способы приумножения своего капитала. Считают, что инвестирование денежных средств можно будет делать потом, после окончания университета Но если выполнить простые расчеты, можно понять, что чем раньше студент начнет делать сбережения, тем большую сумму он сможет накопить, и чем раньше он разберется с основными инвестиционными инструментами, тем больше возможностей у него будет к моменту окончания университета. Главное на данный момент времени не деньги и не время, а то, как правильно их инвестировать в свое будущее, чтобы их поток рос после того, как студент выйдет во взрослую жизнь.

Литература

1. Проблемы заработка для студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://whiteprofit.ru/zarabotok-v-internete/kak-zarabotat-dengi-studentu-vovremja-ucheby.htm (дата обращения: 10.11.2019).

2. Валютные рынки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https: //vashifinancy.ru/ (дата обращения: 11.11.2019).

3. Способы инвестирование свободных денег [Электронный ресурс]. – Режимдоступа: https://thequestion.ru/questions/121726/kuda-mozhno-investirovat-svobodnye-dengi-3-5-tysyach-mesyac-bednomu-studentu (дата обращения: 10.11.2019).

4. Способы инвестирование свободных денег [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tsu.ru/podrobnosti/kak-nachat-investirovat-studentu/ (дата обращения: 10.11.2019).

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА СОТРУДНИКОВ

Е.Н. Евтушенко, А.Д. Хамзина, студенты каф. КИБЭВС

Научный руководитель: С.В. Глухарева ст. преподаватель каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, gsv@keva.tusur.ru

Проект ГПО-1902 – Система кадровой безопасности предприятия

В данной статье рассматривается актуальность оценки потенциала человека, а также влияние потенциала на трудовую деятельность. Рассмотрены существующие автоматизированные системы оценки потенциала и проведён их сравнительный анализ.
Ключевые слова: *потенциал, система оценки потенциала, сотрудник, персонал, инструменты, автоматизированная система.*

Оценка потенциала человека играет важную роль как в личном развитии, так и в профессиональной сфере. Очень важно оценивать потенциал человека с ранних лет, так как это позволяет обеспечить соответствующий уровень достижений в различных видах деятельности (учебной, профессиональной, спортивной и т.д). Анализ соответствия требований, предъявляемых профессией, к уровню профессиональных качеств человека необходим для оценки потенциала сотрудника.

Большинство организаций, осуществляющих оценку потенциала сотрудника, используют специальные автоматизированные системы:

1. *«Potential in Focus (PIF)»* – программа, разработанная консалтинговой компанией в области управления персоналом в России, позволяющая измерить потенциал сотрудников путем сочетания нескольких различных подходов: элементы теста способностей, кейсы, личностные опросники (психометрический инструмент). Такую программу используют такие компании как Сбербанк, Роснефть, Газпромнефть, Газпромбанк, Ростелеком, ТЕЛЕ2, РЖД и другие [2].

2. *«PROFILE XT»* – программа, разработанная консалтинговой компанией «Profiles International», позволяющая измерить потенциал сотрудников путем on-line оценки соответствия кандидата Профилю должности.

Данная программа используется для:

– подбора персонала, соответствующего требованиям для выполнения определённых задач конкретной должности организации;

– принятия решений о передвижении сотрудников на разные должности;

– принятия решений о развитии способностей и компетенций сотрудников;

– обеспечение взаимопонимания между конкретными сотрудниками и руководителями, для улучшения отношений в коллективе;

– повышения производительности команды и улучшения психологического климата в коллективе.

К настоящему времени проведено более 45 000 000 оценок в более 40 000 организациях в 140 странах мира. Данная программа работает с 50 000 организациями по всему миру, на 36 языках [3].

2. *«SURVEYS & ASSESSMENT ONLINE (S&A Online)»* – сетевой сервис, разработанный консалтинговой группой «BI to BE» позволяющий использовать различные инструменты дистанционной оценки в режиме online, путем автоматической обработки данных и генерации отчетов по результатам проведенной оценки. Такой сервис используют такие компании как Сбербанк, Газпром, Альфа банк, Сибур, Билайн, МТС, Норникель и другие [4].

Сравнение данных систем приведем в виде табл. 1.

Таблица 1 – сравнительная характеристика автоматизированных систем оценки потенциала сотрудников

Система	Проверяемые качества	Инструменты оценки	Достоинства	Недостатки
1) Potential in Focus (PIF)	– оценка сотрудника осуществляется по четырем компонентам (коммуникация, анализ, изменения и драйв) и позволяет получить информацию о том, как можно использовать потенциал человека для решения задач. – оценка обучаемости персонала (Learning Agility), с использованием инструмент LATe	– элементы тест; способностей; – кейсы; – личностные опросники	– невысокая стоимость тестирования; – отчет с кратким описанием результатов; – фокус на балансе способностей («могу») и мотивационной готовности («хочу»); – нацеленность на среднесрочную и долгосрочную	– отсутствие рекомендательной системы; – отсутствие интервью с экспертом; – не оценивает уровень благонадежности

Система	Проверяемые качества	Инструменты оценки	Достоинства	Недостатки
			перспективы; – возможность применения для оценки большого количества людей в короткий срок	
2) PROFILE XT	– когнитивные способности (стиль мышления); – поведенческие черты, которые определяют наиболее типичное поведение; – интересы (виды деятельности, к которым кандидат испытывает наибольший интерес)	– составление профиля должности на примере успешного представителя – тестирование на соответствие профиля, – интервью с экспертом	– работа на международном уровне; – интервью с экспертом; – отчет с выводами и рекомендациями по данному кандидату	– не оценивает уровень благонадежности; – оценка только способностей и компетенций
3) SURVEYS & ASSESSMENT ONLINE (S&A Online)	1) мотивационные предпочтения: – приоритеты в профессиональной деятельности, – ожидаемое трудовое поведение, – отношение к обучению, – отношение к изменениям. 2) управленческие навыки (методом 360 градусов); 3) опросник лояльности; 4) командная эффективность	– управленческие опросники, – психодиагностические методики, – кейсы, – интервью по компетенциям, – биографические опросники	– гибкость и кастомизация; – создание оптимального решения в соответствии с целями, потребностями и бюджетом конкретной компании; – обеспечение безопасности данных; – сравнение результатов самооценки сотрудника с оценкой его руководителя, коллег, подчиненных, оценками других сотрудников;	– высокая стоимость оценки одного сотрудника; – не оценивает уровень благонадежности

			– рекомендации по составлению индивидуального плана развития; – отчет по результатам, позволяющий ранжировать сотрудников по уровню проявленности оцениваемых компетенций	

Таким образом, данные системы оценивают потенциал сотрудника. Однако, представленные системы не учитывают оценку благонадежности сотрудника, которая также способствует раскрытию потенциала. В данный момент в ТУСУР разработана рекомендательная система кадровой безопасности предприятия, оценивающая 9 блоков компетенций, а также потенциал сотрудников.

Литература

1. Маклакова Е.А., Маклаков А.Г. Понятие «трудовой потенциал» и его основные характеристики [Электронный ресурс] / Е.А. Макакова, А.Г. Маклаков // Журнал «Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина». – 2009. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-trudovoy-potentsial-i-ego-osnovnye-harakteristiki/viewer (дата обращения: 24.11.2019).

2. Оценка потенциала с Potential in Focus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pif.ecopsy.ru/ (дата обращения: 24.11.2019).

3. Оценка потенциала сотрудника к работе (PROFILE XT) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zis.by/consulting/control-pers/oczenka-potencziala-sotrudnika-k-rabote-profile-xt (дата обращения: 24.11.2019).

4. Система автоматизированной оценки персонала SURVEYS & ASSESSMENT ONLINE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bitobe.ru/filedownload.php?file=7255 (дата обращения: 24.11.2019).

МОТИВАЦИОННЫЙ АУДИТ КАК ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

М.А. Халдеева, студент каф. УИ

Научный руководитель: В.К. Жуков, канд. пед. наук, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУ, marina.khaldeeva@mail.ru

Проект ГПО УИ ИИ-1503 – Подготовка и подбор команды для проведения аудитов систем менеджмента

Мотивация персонала зависит от большого количества факторов, которые в свою очередь постоянно меняются. Мотивы, побуждающие определенного сотрудника или группу сотрудников эффективно выполнять работу, могут меняться в зависимости от внутренних и внешних воздействий. Поэтому своевременно проведенный аудит поможет определить то, насколько адекватно применяется система мотивации сотрудников.

Ключевые слова: *мотивация, персонал, управление персоналом, система мотивации персонала, мотивационный аудит.*

В современной системе управления одним из основных элементов успешного ведения бизнеса выступает – человеческий фактор. Отсюда следует, что залогом экономического роста компании является именно система управления персоналом.

Для того чтобы компания успешно существовала на конкурентоспособном рынке, необходимо правильно применять систему мотивации персонала, поскольку именно она входит в основную часть системы управления любой организации и выступает неотъемлемым её атрибутом.

Мотивационный аудит или аудит мотивации, появившийся в 90-е года XX века, когда в системе управления организации резко возросла значимость человека и его личностных факторов, был создан для определения того, насколько разумно и уместно применяется система мотивации персонала на том или ином предприятии [1].

Мотивационный аудит не существует, как отдельный и самостоятельный вид проверки, он входит в аудит кадровых процессов, куда помимо этого также входят: аудит кадровой политики компании, аудит службы управления персоналом и некоторые другие позиции, связанные непосредственно с персоналом.

Мотивационный аудит, который иначе называют как аудит мотивации и стимулирования персонала – процедура оценки применяемых методов и способов стимулирования, их соответствия кадровой политике компании в целом и существующим потребностям персонала в частности [2].

Цели мотивационного аудита зависят от:

– целей руководства компании.

– специфики компании (площадь, отрасль, вид предприятия и многое другое).

– состояния рынка труда.

При проведении данного вида аудита решаются следующие задачи:

– выполняется анализ фактической стратегии предприятия в системе мотивации персонала.

Исследованию подвергаются такие позиции как: стратегия, а также план развития предприятия. В данном случае акцентируется внимание именно на систему мотивации персонала:

– осуществляется анализа действующей на данный момент системы мотивации персонала и определяется взаимосвязь между её процедурами и принципами.

Исследование базируется на изучении отличительных черт существующей системы стимулирования (анализ необходимых документов на предприятии), роли, отведённой высшему руководству в процессе реализации методов стимулирования (анализ необходимых документов, опрос сотрудников):

– выполняется оценка мотивационного потенциала персонала в организации.

При решении поставленной задачи предприятием проводится диагностика мотивации и потребностей работников. После проведения диагностики выявляются базовые потребности, необходимые для нормальной работы персонала, а также производится оценка демотивирующих факторов, требующих немедленного устранения:

– определение степени несоответствия параметрам.

В данном случае к параметрам можно отнести: фактическую систему мотивации стратегии организации в какой-то конкретной области, затраты на мотивацию и многое другое.

По результатам проведенной аудиторской проверки составляются отчет и аудиторское заключение, которые затем будут переданы главному руководителю компании. После выявленных несоответствий ответственное лицо должно провести корректирующие действия по всем выявленным отклонениям [3].

Таким образом, скорректировав работу по системе мотивации персонала, можно стабилизировать работу предприятия, что со временем приведет к успешному существованию на конкурентоспособном рынке. При постоянном же улучшении системы мотивации персонала, предприятие сможет зарекомендовать себя на рынке, как успешную, постоянно развивающуюся компанию.

Литература

1. Олехнович М. Мотивационный аудит как технология повышения эффективности управления персоналом / М. Олехнович // Управление персоналом. – 2006. – № 2.

2. Старцева Н.Н. Аудит и контроллинг персонала / Н.Н. Старцева. – Екатеринбург: УрГУПС, 2016. – 151 с.

3. ISO 19011:2018 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента [Электронный ресурс]. – URL: https://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-19011-2018-(rus).pdf (дата обращения: 01.11.2019).

АНАЛИЗ ПРОГРАММ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА

Ю.С. Куленцова, студент каф. ЭФ

Научный руководитель: В.Э. Спрынцова, ассистент каф. экономики
Томск, ТУСУР, kja1999@mail.ru

Проект ГПО экономики 1806-Школа бухгалтеров – Формирование финансовой и бухгалтерской отчетности по российским стандартам

В статье рассмотрены основные программы автоматизации бухгалтерского учета для малого бизнеса. Проведен сравнительный анализ по основным характеристикам автоматизированных программ.

***Ключевые слова**: автоматизация, бухгалтерский учет, управление, компьютерные программы, программное обеспечение.*

В последние годы наблюдается высокий темп развития информационных технологий в бизнес-управлении, в частности в организации бухгалтерского учета. Сегодня современный бухгалтер уже не может представить себе процесс ведения бухгалтерского учета без широкого использования средств автоматизации. Если несколько лет назад калькулятор был основным инструментом бухгалтера, то сейчас ни одно предприятие не сможет обойтись без компьютера. Существует множество программ автоматизации бухгалтерского учета, в связи с этим предприниматели малого бизнеса задаются вопросом «какой программой для ведения бухгалтерии лучше пользоваться?».

Автоматизированный бухгалтерский учет – это ведение учета с помощью инструментов управления, посредством использования программного обеспечения [1].

Рассмотрим основные программы для ведения бухгалтерского учета малого бизнеса.

1. «1С: Бухгалтерия». Сегодня эта программа является самым популярным и продаваемым продуктом в нашей стране. Основной комплект поставки включает определенный набор заполняемых форм первичной документации. Программа «1С: Бухгалтерия» относится в целом к подклассу инструментальных систем для квалифицированных бухгалтеров малых фирм, так как она требует соответствующих настроек для последующего индивидуального использования.

2. «Программа «ПАРУС-бухгалтерия» представляет собой систему, используемую для подготовки и учета документации финансово-хозяйственной деятельности предприятия, накопления информации о совершаемых хозяйственных операциях на бухгалтерских счетах, формирования внешней и внутренней отчетности. Систему поставляют в разной комплектации в соответствии с потребностью вести учет операций в валюте, расширенный аналитический учет, учет торговых операций. Программный продукт используется в федеральных и региональных органах власти, органах местного самоуправления, бюджетных учреждениях, коммерческих организациях.

3. Программа «Турбо Бухгалтер» используется торговыми, производственными, финансовыми, аудиторскими, страховыми, бюджетными компаниями. Она включает систему стандартных проводок и организацию принципов учета как от проводки, так и от первичного документа.

4. «Инфо-Бухгалтер». Программа обеспечивает комплексную автоматизацию всего предприятия, охватывая бухгалтерский, налоговый, складской, кадровый и управленческий учет, обеспечивает тесную связь с корпоративным сайтом, обеспечивает правовую поддержку. Здесь налоговая и бухгалтерская отчетности создаются в автоматическом режиме. Однако, бесплатная версия программы для ведения бухгалтерского учета доступна только если количество операций не превысит 1000 штук.

5. Программа «БЭСТ-ОФИС: Система управления малым предприятием», выпущенная компанией «Интеллект-Сервис», обладает гибкой настройкой ведения бухгалтерского и налогового учета в соответствии с предусмотренными для малого бизнеса системами налогообложения [2,3].

На основании сравнительных характеристик программ автоматизированного учета был построен многоугольник конкурентоспособности (рис. 1).

На данном рисунке представлены такие характеристики как масштабируемость, техническая поддержка, интерфейс и сфера применения.

Масштабируемость – это способность системы, сети или процесса справляться с увеличением рабочей нагрузки (увеличивать свою производительность) при добавлении ресурсов (обычно аппаратных).

Техническая поддержка – это служба, в которую пользователи продукта или услуги могут обратиться за оказанием технической поддержки по решению

возникшей проблемы, а также за получением дополнительной информации по интересующему вопросу.

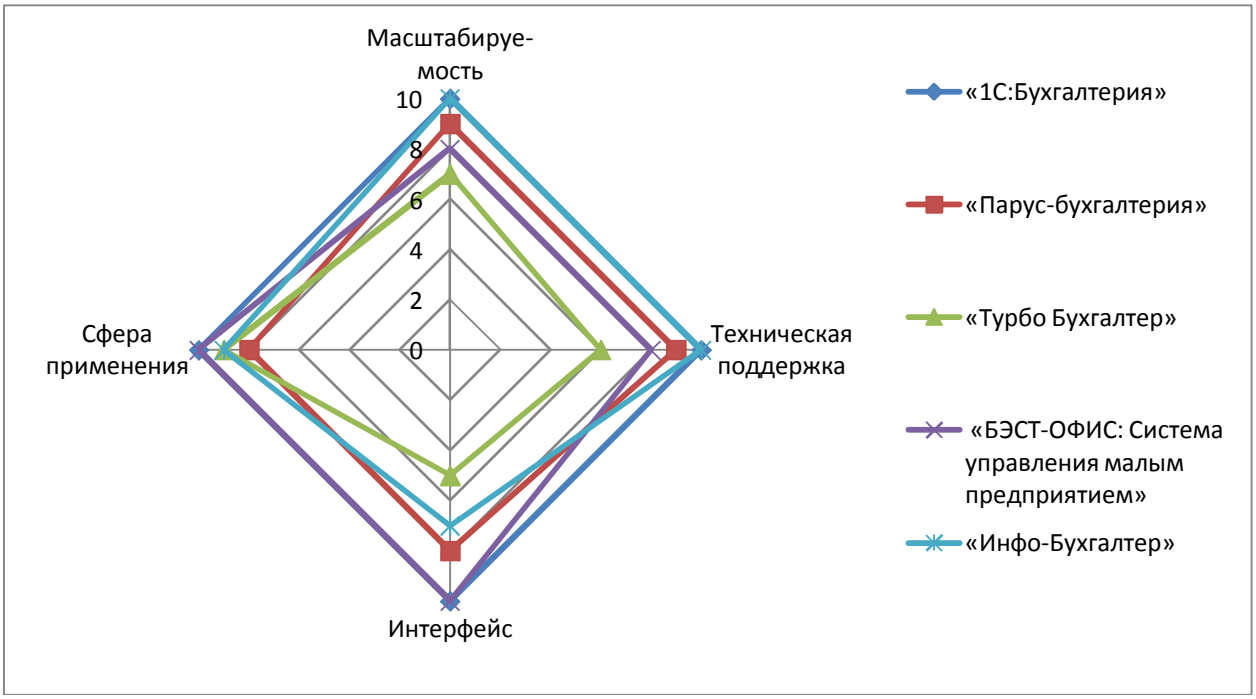


Рис. 1 – Сравнительная характеристика автоматизированного учета

Интерфейс – это набор инструментов, позволяющих пользователю взаимодействовать с операционной системой компьютера, мобильного устройства или других видов техники.

Сфера применения – это то, где применяются данные программы для автоматизации учета

По многоугольнику конкурентоспособности можно сделать вывод о том, что автоматизированный учет лучше всего использовать в программе «1С:Бухгалтерия», так как он является лидером по основным характеристикам. По технической поддержке и масштабируемости лидерами являются программы «1С:Бухгалтерия» и «Инфо-бухгалтер». Наиболее лучшими программами по интерфейсу и сфере применения являются «1С:Бухгалтерия», «БЭСТ-ОФИС: Система управления малым предприятием».

Таким образом, безусловно, в настоящее время программы для ведения бухгалтерского учета необходимы, поскольку они позволяют автоматизировать сложные процессы и операции, тем самым облегчают и ускоряют работу малого бизнеса. По результатам проведенного анализа можно сказать, что в каждой программе есть свои плюсы и минусы, и какую программу использовать зависит от запросов руководителя предприятия или бухгалтерской службы.

Литература

1. Автоматизация бухгалтерского учета: как выбрать и внедрить систему [Электронный курс]. – Режим доступа: https://www.gd.ru/articles/10060-avtomatizatsiya-buhgalterskogo-ucheta (дата обращения: 10.10.2019).

2. Автоматизация бухгалтерского учёта. Обзор эффективных инструментов для автоматизации вашего предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://promdevelop.ru/avtomatizatsiya-buhgalterskogo-uchyota/ (дата обращения: 19.09.2019).

3. Шарафеева Л.Р. Выбор программ автоматизации бухгалтерского учета для малых и средних предприятий [Электронный курс] // Молодой ученый. – 2016. – Режим доступа: https://moluch.ru/archive/105/24829/ (дата обращения: 26.09.2019).

АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЕМЩИКОВ В ОНЛАЙН-МИКРОФИНАНСОВЫХ КОМПАНИЯХ

В.Ю. Кузнецова, аспирант кафедры прикладной информатики,

Научный руководитель: И.М. Ажмухамедов, д-р техн. наук,
доцент каф. информационной безопасности
г. Астрахань, АГТУ, arhelia@bk.ru

Описаны ключевые проблемы онлайн-микрокредитования в сфере оценки благонадежности заемщиков. Оценены возможности использования методов построения цифрового профиля заемщика при реализации антимошеннического скоринга в системе микрозаймов.

***Ключевые слова**: микрозаймы, скоринг, социальные сети, финансовое мошенничество, машинное обучение, самообучающиеся системы.*

По данным ежеквартального «Обзора ключевых показателей микрофинансовых институтов» Центробанка за 2018 год в структуре совокупного портфеля микрозаймов доля микрозаймов, выданных физическим лицам, выросла за год с 79 до 82%, что говорит о востребованности быстрых займов среди населения Российской Федерации [6]. При этом доля просроченной задолженности на срок более 90 дней среди микрофинансовых компаний (МФК) выросла с 22,5 до 26,5%, а также стала наблюдаться тенденция уменьшения количества переуступок права по долгу в пользу третьих лиц, из чего следует вывод, что МФК стали самостоятельно прорабатывать проблемные задолженности, не взирая на высокий риск невозврата.

В банковской сфере применяются различные меры по уменьшению кредитного риска: снижение объемов, выдаваемых одному заемщику, кредитов, оформление залога в качестве обеспечения кредита, привлечение поручителей в качестве гарантов возврата кредита, страхование кредитов и других, использование инструментов оценки кредитоспособности заемщика. Принятие решения о банковском кредитовании занимает не менее 3 рабочих дней, однако МФК не могут себе позволить и получаса на это, т.к. организации, реализующие «быстрые» займы, среди конкурентных преимуществ имеют скорость и легкость в получении денег клиентом, тем более что личное взаимодействие в рамках микрофинансовой деятельности в сети Интернет сводится к идентификации личности посредством фото- или видеосъемки. Вследствие этого возникают высокие кредитные риски и большое количество невозвратов.

В связи с вышесказанным микрофинансовые организации заинтересованы в такой системе скоринга, которая сможет из всех заявок выбирать те, которые оставляют платежеспособные клиенты и отсеивать тех, кто обращается за финансовыми услугами с целью мошенничества или заранее зная, что заёмные средства не вернут.

Безусловно, в реализованных скоринговых моделях действующих микрофинансовых компаний при поддержке регуляторов существует базовая схема отсеивания мошеннических заявок, когда за финансовыми услугами обращаются по поддельным документам. Она чаще всего реализуется с помощью стандартных семантических проверок и проверок подлинности предоставленных данных (базы ГИБДД, МВД, пенсионного фонда, Росреестра, ФССП). К таким способам относится обязательное условие привязки к личному кабинету именной дебетовой банковской карты, имя на которой соответствует имени заемщика. Таким образом, система получает гарантию, что за заёмом обращается именно тот человек, документы которого прикреплены к заявке.

Мировая практика показывает реальные результаты использования соцсетей для извлечения информации в целях принятия решений, в том числе и в банковской сфере. На данный момент уже существуют технологии по определению неблагонадёжных заёмщиков путём анализа их аккаунтов в социальных сетях. Сознательно или нет, пользователи предоставляют материал для оценки рисков, сообщая массу информации — начиная от смены семейного положения или работодателя и заканчивая сведениями о покупках или месте отдыха. Все это отлично иллюстрирует возможную кредитоспособность человека [7]. Реализованные методы позволяют на первых этапах проверки выявить уже очевидные намерения совершения мошеннические действия, но определить потенциального мошенника, который еще не совершил никаких активных действий, данные механизмы отследить не позволят. Учитывая данный факт, возникает потребность в выявлении таких источников данных, которые позволят опреде-

лять склонность заявителей к совершению противоправных действий. Этот вопрос позволяет решить методика определения актентуаций характера.

Понятие акцентуации (ярко выраженной черты характера) впервые ввел немецкий психолог-исследователь Карл Леонгард. Им же разработана и описана классификация акцентуаций личности. Она служит для выявления уровня акцентуированности личности. Для категорирования заемщиков и определения потенциально предрасположенных к мошенничеству в автоматическом режиме предлагается использовать методику анализа страниц заемщиков в социальных сетях пр. Любая активность пользователя страницы социальной сети, будь то комментарии, лайки, перепосты или обновление статусов позволяет проанализировать и сделать выводы по типу характера заемщика и его склонности к мошенничеству [5].

Таким образом, скоринговый балл потенциального заемщика (В) будет иметь следующую численную характеристику:

$$B = \sum_1^n q_n \; i_n \qquad (1)$$

где q_n – показатели активности; i_n – коэффициент важности показателя.

К примеру, для определения акцентуаций по поведению потенциального заемщика в социальной сети приводятся разнообразные характеристики и их коэффициенты на примере анкеты в сети «Вконтакте», например, заполнение полей «номер телефона», «образование», «члены семьи», «дата рождения» и т.п. При оценке характеристики в социальной сети используется процентная оценка, где 0% – пункт не заполнен, 100% – заполнен максимально подробно и/или оригинально. Остальные параметры (например, деятельность, отношение к алкоголю и курению, работа, цитаты, а также контент на странице – лайки, репосты, комментарии, подписки) оцениваются после семантического анализа по усложненным категориям и их коэффициентам.

Общая идея разработки скоринговой модели с использованием информации из социальных сетей предполагает: выявление маркеров поведения пользователей в социальных сетях (Вконтакте, Instagram, Facebook как наиболее популярных в России), позволяющих сформировать психологический портрет заемщика; определение значения наборов признаков (например, материальное состояние, общительность, суицидальные наклонности), характерных для описанных выше категорий заемщиков на основе уже имеющейся клиентской базы; выявление среди них маркеров «потенциального мошенника» (семейные проблемы, жизнь не по средствам, финансовые затруднения, зависимости и т.д.), присвоение числовой характеристики каждому из показателей [1], построение скоринговой модели на основе самообучающейся системы, которая будет определять скоринг-балл будущих клиентов на основе оценок уже ранее обращавшихся заявителей, категория благонадежности которых уже заранее известна [3]. Предполагается, что страница в социальных сетях будет

указываться заявителем при оформлении заявки, что не нарушает законодательство в сфере персональных данных. Стимулировать заемщиков указывать свои настоящие страницы в социальных сетях будет условие пониженной процентной ставки и дополнительные бонусы.

По перечисленным выше признакам строится психологический профиль человека: иерархическая последовательность расположенных по степени влияния на его поведение радикалов.

Анализ методики акцентуаций позволил составить перечень наблюдаемых признаков, а также сформировать матрицу, отражающую влияние указанных признаков на степень выраженности в психологическом профиле человека определенного радикала:

$$M = \{m_{ij}\},$$

где $m_{ij} \in [0;1]$ – отражает влияние наличия i-го признака S_i ($S_i \in \{0; 1\}$) на уровень присутствия в психологическом профиле радикала R_j.

Исходя из этого, интенсивность проявления в психологическом профиле j-го радикала предложено определять по формуле:

$$R_j = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} m_{ij} S_i ,$$

где N_j – количество признаков, характерных для j-го радикала.

Величина R_j, изменяясь в диапазоне от 0 до 1, количественно отражает интенсивность проявления в психологическом профиле j-го радикала, а при построении психологического портрета – характеризует степень проявления черт характера, свойственных j-му радикалу.

Вышеописанная математическая модель была протестирована на достоверность результатов. Для ее проверки была сформирована экспериментальная группа из 44 студентов в возрасте от 20 до 25 лет, которые предоставили свои страницы в социальной сети «Вконтакте» для машинного анализа. Данная группа была сформирована из студентов разных специальностей. Были выбраны испытуемые из данной возрастной категории, т.к. они являются активными пользователями социальных сетей. Далее психологи Астраханского государственного университета, специализирующиеся на методике «7 радикалов», провели личное собеседование с каждым испытуемым для определения превалирующего радикала в психологическом портрете.

Допустимая точность идентификации была определена как 80%, и ее удалось преодолеть по 6 радикалам из 7. Сложность с определением тревожного радикала возникла в связи с тем, что представители данной акцентуации более скрытны в соцсетях, и данных для идентификации бывает недостаточно.

Таким образом, можно судить о том, что методика построения цифрового портрета с помощью данных из социальных сетей результативна, но требует корректировок для увеличения точности идентификаций.

Данная модель должна оказаться полезной кредитно-финансовым организациям, в которых основным или сопутствующим инструментом в принятии решения по кредитной заявке является скоринговая оценка клиента в короткий промежуток времени. Многие кредитные учреждения могут использовать социальный скоринг как инструмент для обогащения информации по заемщику дополнительными сведениями и фильтрации мошеннических заявок. А также распределение пользователей по психологическому профилю дает возможность выбрать правильный подход при взаимодействии с ним – в маркетинговых и юридических целях (например, в случае просроченной задолженности).

Литература

1. Ажмухамедов И.М. Выборнова О.Н. Введение метрических характеристик для решения задачи оценки и управления рисками // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 4(32). – С. 10–22.

2. Ажмухамедов А.И. Модели и методы информационной поддержки управления социальной подсистемой организации на основе нечеткого когнитивного подхода: дис. ... канд. тех. наук. – Астрахань: Астраханский. гос. тех. университет, 2017.

2. Досмухамедов Б.Р. Моделирование и подходы к управлению бизнес-процессами в микрофинансовых организациях // Вестник АГТУ. Серия. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2013. – № 2. – С. 121–130.

3. Евсюков В.В. Скоринг в системе потребительского кредитования с использованием социальных сетей // Известия Тульского гос. ун-та. Сер. Экономические и юридические науки. – 2017. – Вып. 4-1. – С. 86–94.

4. Скиба С.А., Лойко В.И. Социальный скоринг // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 91(07).

РОЛЬ АУДИТА В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

В.В. Чуйкина, К.Т. Макимова, студент каф. УИ

Научный руководитель: Е.А. Бухарова, ст. преподаватель каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, kmk998, vika4ka._.atb@mail.ru

Проект ГПО УИ-1906 Внутренний аудит СМК ИИ

В статье проведен анализ роли аудита в современных условиях рыночной экономики, исследованы основные проблемы аудита, определены возможные направления дальнейшего развития аудита.

Ключевые слова: *аудит, аудиторские фирмы, рыночная экономика, финансовая информация.*

На современном этапе развития Российской экономики предприятия с различными организационно-правовыми формами имеют возможность самостоятельно организовывать производство и реализацию любой продукции, выбирать подходящую систему оплаты труда, методы ведения бухгалтерского учета и многое другое.

Под аудитом принято воспринимать независимую проверку деятельности предприятия для выражения достоверности его бухгалтерской и финансовой отчетности. В связи с тем, что аудит как вид практической деятельности является неотъемлемой частью рыночной экономики любого государства, именно аудиторская деятельность играет важную роль в системе финансового контроля и условиях рыночной экономики. Роль аудита в экономике настолько важна, что без него практически невозможно принять правильные решения, которые позволят в будущем эффективно вести бизнес. Одним словом, вовремя проведенная аудиторская проверка позволит объективно оценить деятельность предприятия и разработать необходимый план действий для его дальнейшего успешного развития. Аудит выполняет сразу несколько важных функций: экспертную, аналитическую, управленческую, консультативную, производственную и информационную. Благодаря этим функциям аудит, играет важную роль в экономике и помогает не только улучшить финансовое состояние любого предприятия, но и избежать различных рисков, возникающих из-за искажения бухгалтерской отчетности.

Цель статьи заключается в определении роли аудита в условиях рыночной экономике на основе изучения теоретических и практических аспектов выбранной проблематики. Для достижения поставленной цели необходимо определить ключевые проблемные аспекты аудита в условиях рыночной экономики, выделить необходимые пути их устранения и предложить возможные направления дальнейшего развития аудита, учитывая процесс перехода субъектов хозяйствования на международные стандарты финансовой отчетности. Аудит является одним из инструментов, который помогает развивать международные экономические отношения, поскольку обеспечивает доверие к подтвержденной финансовой информации для пользователей разных уровней (международного, государственного, предпринимательского). Аудит как элемент рыночных отношений получил признание во всем мире. Информационная среда аудита развивается под влиянием научных теорий, системы стандартов, методологических основ и других специальных знаний. В научной литературе определяют предмет и метод аудита. Предметами аудита являются финансово-хозяйственная деятельность экономических субъектов и достоверное представление результатов этой деятельности в бухгалтерской (финансовой) отчетности.

Метод аудита – это совокупность элементов, с использованием которых формируется методика проведения аудита. Элементами метода являются: аудиторская выборка, аудиторские доказательства, рабочая документация аудитора, тесты контроля, аудиторские процедуры. На наш взгляд, важно разрабатывать и внедрять механизм регулирования экономического аудита, определить крупные штрафы за некачественные аудиты, страхование ответственности за аудит, развитие здоровой конкуренции на рынке аудиторских услуг и тому подобное. Существуют пробелы в правовой сфере и в практике судебного рассмотрения претензий к аудиторам (аудиторским организациям), отсутствует методология оценки степени вреда пользователям от некачественного аудита. В соответствии с этим основным аспектом повышения качества аудита остается профессиональный контроль за качеством аудита. Заметим, что в современных условиях правильная организация аудита важную роль и осуществляется с использованием информационных систем. Однако в настоящее время не существует четко модифицированных технологий и это негативно влияет на качество предоставляемых аудиторских услуг. Значительное количество аудиторских фирм соглашается, что внедрение автоматизированных систем в их операции является необходимым условием повышения эффективности и качества проведения аудита. Следует отметить, что сложность проведения проверок с помощью специализированного программного обеспечения заключается в том, что предоставление доступа к информационно-справочным системам вообще не эквивалентно систематизации нормативной информации, необходимой для проверки аудитора. Поэтому существовала потребность в специализированной системе с постоянным обновлением, которую должны собирать специалисты. Такая информационная система отсутствует. Однако, предпосылки для работы по проведению аудиту должны быть максимально автоматизированы. Для повышения конкурентоспособности аудиторской деятельности аудиторы должны использовать специализированные программные продукты.

Существуют следующие проблемные аспекты развития аудита в условиях рыночной экономики:

1) несовершенство методологических и теоретических разработок в сфере аудиторского контроля;

2) отсутствие достаточного опыта работы в сфере аудита;

3) недостаточное количество квалифицированного персонала по аудиту;

4) низкое доверие к аудитору;

5) отсутствие четкого механизма формирования цены аудиторских услуг;

6) существенное негативное влияние «теневого» бизнеса;

7) негативное влияние буквального перевода иностранных стандартов и концепций без учета особенностей экономического развития нашей страны;

8) отсутствие стандартных форм аудиторских документов.

Главной проблемой аудита является отсутствие четкого и однозначного терминологического аппарата, который является основой для понимания сути аудита, ее места, задач и роли в системе экономического контроля. Например, вместо того, чтобы управлять аудиторской деятельностью для улучшения проверок соответствия действующему законодательству, основные задачи аудитора сводится к выводам о достоверности финансовой отчетности компании. Одной из ключевых проблем аудита в условиях рыночной экономики является неадекватный контроль качества аудиторских услуг. Недостаток практического опыта аудиторов и необходимых ресурсов приводят к тому, что аудиторские фирмы не могут качественно выполнять задачи аудита, для которых они привлекаются.

Отметим, что в последнее время для большинства отечественных аудиторских фирм основным источником дохода являются поступления от оказания услуг, сопровождающих аудит, например, аутсорсинг и консалтинг.

Таким образом, проанализировав основные проблемы аудита, необходимо раскрыть пути их преодоления, а также перспективы развития аудиторской деятельности.

ПРОБЛЕМАТИКА ПОСЕЩАЕМОСТИ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТАМИ ВУЗА

О.Р. Малашонок, студент каф. Менеджмента

Научный руководитель: В.Н. Жигалова, канд. экон. наук, доцент, доцент каф. менеджмента
г.Томск, ТУСУР, orl-99@mail.ru

Проект ГПО Менеджмента-1504 – Разработка и развитие внутренней системы мониторинга успеваемости и посещаемости студентов экономического факультета

Статья посвящена одной из актуальных проблем современного образования – посещаемости занятий студентами. Посещаемость лекций и семинаров является первоначальной обязанностью студентов. Не смотря на то, что в настоящее время особое внимание уделяется повышению уровня качества образования, эта обязанность выполняется не в полной мере. Внедряются новые методы обучения и технологии, учебный материал берется с учетом современных изменений. Посещаемость напрямую влияет на успеваемость студента, поэтому вопросы повышения посещаемости занятий являются актуальными для исследования.

Ключевые слова: *посещаемость занятий, мониторинг посещаемости.*

Образование в современном мире очень ценится, так как оно является главным инструментом, раскрывающим потенциал человека. Обучение в любом вузе предусматривает посещение лекций и семинаров студентом, сдачу зачетов, экзаменов и курсовых работ в сроки, установленные учебным графиком. Посещаемость учащегося занятий в вузе, представляет собой важный фактор качества подготовки специалистов в высших учреждениях, который к тому же указывает на репутацию вуза и качественный уровень оказываемых им образовательных услуг. Пропуски занятий в вузе могут привести к следующим проблемам.

Во-первых, обучающихся: систематические пропуски часто негативно влияют на качество изучения материала, что впоследствии осложняет получение высшего образования, создает проблемы с нахождением работы и с достижением успеха в жизни в целом.

Во-вторых, вуза: пропуски связаны с тратой дополнительного административного и преподавательского времени, что влечет за собой увеличение материальных расходов на обеспечение образовательного процесса и контроля над успеваемостью.

В-третьих, общества в целом: пропуски создают проблему занятости молодежи, могут служить причиной асоциального поведения, а впоследствии дополнительных затрат ресурсов общества [1].

Посещаемость студентов можно разделить на 3 категории:

– индивидуальная посещаемость (по отношению к каждому студенту в отдельности);

– групповая посещаемость (по отношению к каждой группе в отдельности);

– поточная посещаемость (по отношению ко всему потоку в целом).

В период весеннего семестра 2018/2019 гг. учебного года была изучена групповая посещаемость студентов 1 и 2 курса Экономического факультета ТУСУР. На рис. 1 и 2 представлены диаграммы, иллюстрирующие неуважительные и уважительные причины пропуска занятий студентами.

Рис. 1 – Диаграмма неуважительных пропусков с 1–4 курс

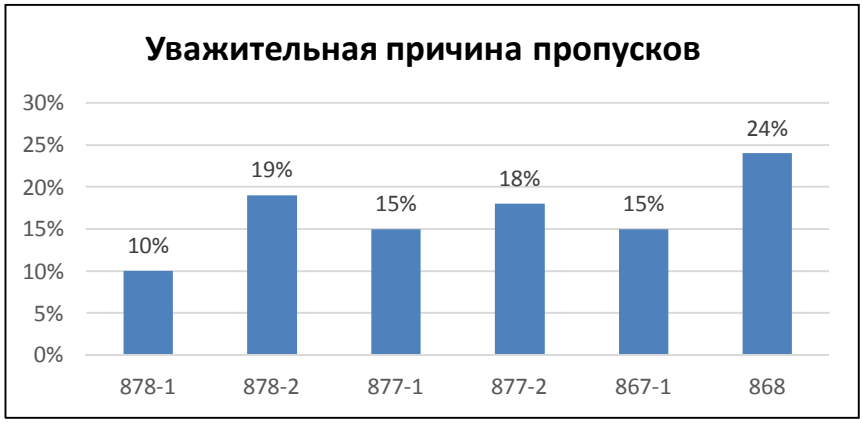


Рис. 2 – Диаграмма уважительных пропусков с 1–4 курс

Анализ показал, что в среднем в каждой группе общий процент пропуска занятий находится в пределах допустимых значений (до 20%). Однако из всех пропусков только 10–24% это пропуски по уважительной причине. Таким образом, большая часть занятий пропускается студентами без уважительной причины [2]. В ходе наблюдений из 99 студентов было выявлено 35 человек, индивидуальная посещаемость которых составляет от 90–100% (табл. 1). Это студенты, которые не пропускали пары или имеют пропуски по уважительной причине, и как следствие, ведут успешную учебную деятельность.

Таблица 1 – Соотношение, количества людей посещающих и не посещающих пары

Группа	Общее количество студентов	Количество человек, которые пары не пропускали или пропускали по УП	Количество человек, которые пропустили пары по НЕУП
878-1	20	5	15
878-2	9	1	8
877-1	26	10	16
877-2	16	6	10
867-1	13	2	11
868	15	11	4

На кафедре Менеджмента ТУСУР была создана группа ГПО для развития внутренней системы мониторинга посещаемости учащихся экономического факультета ТУСУР. Таким образом, было организовано еще одно отдельное звено цель которого – улучшение мониторинга показателей посещаемости и успеваемости студентов.

Для повышения процента посещаемости занятий студентами необходима мотивация, которая может быть вызвана различными факторами. Мотивация основывается на мотивах. Мотивы принято разделять на внешние и внутренние.

Внутренний мотив студента заключается в собственном желании узнать новый материал по выбранному направлению, стремление к саморазвитию.

Внешний мотив исходит в большинстве от семьи, чаще всего от родителей, а также от педагогов, учебной группы, друзей и окружения в целом. Выражается он в виде намеков, подсказок, советов, требований и указаний. Исходя из выше сказанного, необходимо сделать вывод, что решающее значение придается не внешнему нажиму, а внутренним побудительным силам.

Также к внешнему мотиву можно отнести поощрительную систему от кафедры менеджмента экономического факультета ТУСУР. Эта система заключается в том, что после анализа успеваемости и посещаемости студентов, группа ГПО проводит анализ и выявляет лучших студентов, которые впоследствии награждаются призами.

Положение посещаемости занятий студентами находится в очень тесной связи с успеваемостью, что способствует повышению качества подготовки специалиста. Пропуски занятий ведут к ухудшению успеваемости студента, напротив, отсутствие пропусков, наоборот ведет к усвоению материала и успешной сдаче сессии.

Литература

1. Миселимян Т.Л., Метелица Н.Т. Влияние посещаемости занятий учащимися на качество образовательного процесса [Электронный ресурс] // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 5. – С. 76–79. – Режим доступа: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=8484(дата обращения: 19.11.19).

2. Посещаемость и пропуски занятий студентами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studfiles.net/preview/2424473/page:5/(дата обращения: 20.11.19).

ПРИЛОЖЕНИЕ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ КАК ИНСТРУМЕНТ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ГРУППОВОГО ОБУЧЕНИЯ

А.Д. Исакова, И.В. Марков, студенты каф. УИ

Научный руководитель: М.Н. Янушевская, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, Anastasia999isakova@gmail.com

Проект ГПО УИ-1905 – Инновационная столовая

В данной статье будет рассмотрен способ улучшения организации группового обучения с помощью проектного приложения.
Ключевые слова: *приложение, проектное групповое обучение, эффективность, управление, веб-сервер, GitHub.*

Существует две основные формы организации труда: индивидуальная и групповая, каждая из которых имеет свои особенности и методы управления, направленные на достижение высоких результатов деятельности. Высокие результаты могут быть получены, только при грамотной работе участников процесса. Чем больше участников, тем сложнее добиться эффективной и слаженной работы.

На данный момент деятельность многих предприятий основывается на выполнение заказов или проектов. Поэтому перед руководителем стоит задача: как организовать группу людей (коллектив) таким образом, чтобы избежать накладки и добиться результата в срок с минимальными потерями? В таких случаях повысить эффективность работы позволяют приложения по управлению проектами, облегчающие совместную работу большого числа участников. Не только на предприятии данная система необходима. Работа группы людей над проектами осуществляется и в университете, например, групповое проектное обучение (далее – ГПО), которое также нуждается в грамотной организации.

Как из множества вариантов приложений по управлению проектами выбрать самое оптимальное? Выделяют 4 основных критерия по выбору приложения:

– пользовательский интерфейс (удобство доступа к данным, графические возможности, разделение интерфейса по обязанностям, простота изучения и использования);

– управление данными (удобство доступа и передачи данных, интеграция данных с другими приложениями, т. д.);

– механизм планирования (хранение системных календарей, ключевых дат и контрольных точек проекта, объемов работ проекта, расчет графиков работ, бюджетов и т. д.);

– обеспечение совместной работы (архитектура клиент-сервер, предоставление доступа к данным удаленным пользователям, оповещение и напоминание о работах) [1].

После того как определена цель самого проекта важно подобрать продукт таким образом, чтобы он одинаково удовлетворял всем 4 критериям, тогда выбранное приложение способно обеспечить качественную поддержку процесса управления проектами организации.

В общих чертах работа приложений по управлению проектами подразумевает создание или изменение плана работ по проекту, создание разных типов задач с указанием установленного времени на выполнение этой задачи, исполнителем задачи, описанием с приложенными файлами, конечным временем работы над задачей для визуальной отчетности о проделанной работе. Так, руководитель проекта может поставить собственную задачу, а может назначить задачу определенному участнику проекта. Для верификации проделанной рабо-

ты, тип поставленной задачи изменяется на выполненный и в поле исполнитель указывается руководитель, назначивший задачу, это необходимо для уведомления руководителя о выполненной работе и необходимости ее проверки.

Для эффективного руководства членам проектной команды необходимо видеть объективную информацию по каждому активному проекту. Таким образом, приложения по управлению проектами оказывают влияние на групповую проектную работу в виде систематизации, типизации, приоритизации задач с ходом и контролем их выполнения с устройства с доступом в интернет, временной отчетности, необходимого анализа производительности проекта, уведомления об изменениях в ходе проектных работ [2].

Рассмотрим ГПО ФИТ 1905 «Ин-столовая» в качестве примера. Основная задача данного проекта – создание программного продукта, позволяющего совершить онлайн заказ обеда. При выборе приложения для управления проектом были учтены все выше описанные критерии, а именно простота изучения интерфейса приложения, доступность, удобство передачи данных и интеграция с другим программным обеспечением, необходимыми для реализации проекта (Visual Studio Code), фиксация ключевых дат проекта, обеспечение совместной работы за счет предоставления студентам удаленного доступа к проекту. Таким образом, оптимальным приложением для данного ГПО является – GitHub.

GitHub – крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки. Так, руководитель проекта ГПО ФИТ 1905, с помощью функционала GitHub, имеет возможность распределять задачи между участниками проекта, при этом приложение уведомляет участников о появившихся новых задачах. Такой подход обеспечивает контроль качества выполнения задач проекта.

Также функционал задач используется для отслеживания дефектов при тестировании программного продукта (далее – ПП) проекта.

Интеграция GitHub со сторонними приложениями дает возможности синхронизированной разработки участниками проекта. Это обеспечивает контроль версий ПП проекта, с наглядным сравнением изменений, удобную передачу данных между участниками проекта и свободный доступ к наработкам, что позволяет работать над проектом в неучебное время.

Активное взаимодействие с GitHub позволило анализировать ход выполнения проекта и принимать соответствующие управленческие решения, оптимизировать время работы над проектом, а также способствовало слаженной работе участников команды проекта и их улучшению взаимодействия с руководителем проекта.

Таким образом, использование GitHub повысило эффективность организации процесса ГПО ФИТ 1905.

Литература

1. Выбор программы для управления проектами: сбалансированный подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.advanta-group.ru/blog/vybor-programmy-dla-upravlenia/ (дата обращения: 21.07.2019).

2. Варламов С.В. Система управления проектами организации: анализ подходов и существующих программных решений / С.В. Варламов, П.В. Скородумов // Вопросы территориального развития. – 2015. – № 5. – С. 1–10.

К ВОПРОСУ О ЗАВИСИМОСТИ МОТИВАЦИИ И УРОВНЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА

Гусейнова Ш.С., Матвеева М.М., студенты каф. менеджмента

Научный руководитель: В.Н. Жигалова, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры менеджмента
г.Томск, ТУСУР, lala.guseynova2017@gmail.com

Проект ГПО Менеджмента-1504 – Разработка и развитие внутренней системы мониторинга успеваемости и посещаемости студентов экономического факультета

В докладе отражены источники мотивации, направленные на рост активности познавательной деятельности у студентов. Ведущим условием в процессе формирования интереса студента к процессу обучения является учет предполагаемых мотивирующих факторов. В процессе обучения важно отдавать предпочтение групповым и коллективным формам учебной деятельности, так как именно они порождают в учебной группе здоровую мотивирующую ауру – «ответственной зависимости».

Ключевые слова: *успеваемость, мотивация, студенты, интерес, учебная деятельность, ответственная зависимость.*

Актуальность выбранной темы. Проблема успеваемости/неуспеваемости студентов высших учебных заведений широко обсуждается в педагогических и научных кругах по причине их недостаточной изученности. Успеваемость студента, равно, как его неуспеваемость зависят, в основном, от источников и степени его мотивации к познавательной деятельности в рамках учебного процесса. Следовательно, проблема определения эффективности процесса обучения может быть сведена к анализу текущих и поиску новых методов и способов мотивации обучающихся. В этом процессе ведущую роль играет мотивация к групповому обучению, наряду с индивидуальной мотивацией обучающихся.

В процессе группового обучения рождается учебный коллектив, который благотворно влияет на становление личности каждого члена коллектива, ведь

знание предмета оказывается более прочным, когда предмет учебной деятельности выступает как средство общения. А. С. Макаренко называл межличностный контекст, порождающий в учебной группе здоровую мотивирующую ауру – «ответственной зависимостью» [1].

Межличностное общение в учебном процессе повышает мотивацию за счет включения социальных стимулов: появляются личная ответственность, чувство удовлетворения от публично переживаемого успеха в учении. Все это формирует у обучающихся качественно новое отношение к знаниям, чувство личной сопричастности общему делу, каким становится совместное овладение знаниями. В связи с этим рождается корреляционная зависимость мотивации и уровня успеваемости студентов высших учебных заведений.

Студенты первого и четвертого курсов ЭФ ТУСУР обладают различной успеваемостью. Студенты первого курса, обучаясь, ориентированы на прямое вознаграждение и удовлетворение своих потребностей в достижении статуса и коммуникациях. У студентов же четвертого курса вектор мотивации направлен на решение деловых проблем, удовлетворение потребности в работе и её результатах с преобладанием прагматичных установок (получение диплома).

В результате группового обучения и применения методов изучения личности, студенты первого курса обладают более высокой мотивацией, по сравнению с обучающимися четвертого курса, у которых отсутствует групповое обучение и практически не применяются методы изучения личности обучающегося.

В рамках проекта ГПО были изучены результаты текущей успеваемости студентов с 1 по 4 курс Экономического факультета ТУСУР 2018/2019 учебного года. Средний балл успеваемости студентов первого курса составляет 4,13, второго – 4,0, третьего – 3,93, четвертого – 4,17. Результаты подтверждают предположение о высокой роли группового обучения в процессе мотивации обучающихся.

Индивидуальный подход совместно с групповым обучением являются высокодейственными средствами повышения успеваемости и предупреждения отсева студентов первого курса.

Для повышения успеваемости и предотвращения отсева необходимы не только методы изучения личности, но и методы стимулирования мыслительной активности студентов, способствующие лучшему усвоению учебной информации, которые применяются на протяжении последующих курсов.

И уже к четвертому курсу большинство студентов обосабливается и эффективность группового обучения резко снижается, следовательно, теперь, оно не может выступать мотивирующим фактором в процессе получения знаний.

Для мотивации старших курсов экономического факультета существует доска почета. На ней вывешиваются фотографии по следующим номинациям:

отличник года, профорг года, староста года, лучшая группа. Критериями отбора выступают, как полная академическая успеваемость и отсутствие прогулов, так и ответственный подход к выполнению должностных обязанностей, активное участие в общественной жизни факультета и ВУЗа в целом.

Исследования, проведенные Г.Р. Шагивалеевой и В.Ю. Калашниковой, описанные в статье «Мотивация учебной деятельности студентов вузов различных стран», позволяют утверждать о высокой успеваемости студентов, обладающих внутренней мотивацией, амбициями и собственной целью (немцы). Напротив, социально ориентированные студенты (в том числе, русские) лишь проявляют старания. Формирование высокой мотивации происходит, так же, под воздействием материально-технической составляющей. Для студентов из Германии мотивирующим фактором выступает практика в престижной организации, удобство учебных аудиторий, повышенная стипендия за хорошую учебу и активную научную деятельность. Приступая к учебе, немецкие студенты знают заранее, на каком предприятии они будут трудиться по окончании обучения. Только успешные студенты находят престижную работу.

Современная молодежь понимает, что реализация их планов зависит от собственной инициативы и от личных связей с нужными людьми [3].

Следовательно, мотивация российских студентов носит материальный характер, немецких – нацеленность на успешную карьеру на выбранном предприятии. Российские студенты могут идти учиться по причинам: отсрочки от армии, возможность пожить студенческой жизнью, освоить отдельные предметы.

А это значит, что, только изменив социально-экономическую составляющую российских бытовых реалий, возможно качественно поднять уровень мотивации студентов российских вузов.

Со стороны вуза для роста мотивации в процессе обучения важным выступает факт сплочения в учебной группе и создание положительной психологической атмосферы путем проведения спортивных соревнований, КВН, создания музыкальных коллективов, творческих клубов. В результате групповой работы студенты смогут преодолеть трудности учебного процесса и сформировать положительное отношение к учебе [2].

Лишь комплексная работа государственных структур, педагогического состава ВУЗа и студента позволит поднять успеваемость на новый, более качественный уровень.

На основании установленных фактов сделано предположение о корреляционной зависимости между академической успеваемостью студентов и уровнем их мотивации.

Литература

1. Бордовская Н.В. Психология и педагогика: учеб. / Н.В. Бордовская, С.И. Розум. – СПб.: Питер, 2017. – 624 с.

2. Динь Тхи Тхиен Ай Особенности мотивации к обучению студентов разных национальностей // Гуманизация образования. – 2016. – № 4. – С. 110 –115.

3. Каира Ю.В., Кузнецов Д.Н. Ценностные ориентации и качество жизни бедных слоев молодежи в современном российском обществе // Молодежь в современном мире: проблемы и перспективы: материалы XIV международной науч.-практ. интернет-конференции (г. Уфа, 28 – 31 мая, 2018 года). – Уфа: Изд-во БИСТ (филиала) ОУП ВО «АТиСО». – 2018. – С. 197–200.

4. Шагивалеева Г.Р., Калашникова В.Ю. Мотивация учебной деятельности студентов вузов различных стран // Теория и практика образования в современном мире: материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2015 г.). – СПб.: Свое издательство, 2015. – С. 43–47.

ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОМПАНИИ

А.А. Мишина, Н.С. Баулина, студенты каф. УИ

Научный руководитель: Е.П. Губин, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, tada9858@gmail.com

Проект ГПО УИ ИИ-1420 – Организационное проектирование бизнес-моделей инновационных систем

В данной статье описаны общие правила, необходимые руководителю при оптимизации процессов своего бизнеса.

Ключевые слова: *бизнес-процессы, организация, руководитель, управляющий, оптимизация.*

Каждая компания или бизнес-организация — это прежде всего дружный коллектив работников, полноценно выполняющий все поставленные вопросы. Главная цель управляющего — обеспечение эффективных путей решения задач, помогающих значительно увеличить общий доход компании. Поэтому для успешного развития любого проекта очень важно оптимизировать все процессы, протекающие в компании, в том числе и взаимосвязь сотрудников между собой и непосредственными клиентами [1].

В чем смысл оптимизации процессов.

Невозможно заранее узнать весь уровень риска, в какой бы отрасли не строился бизнес. Каждый рынок – это колебания ущерба и прибыли, следовательно, нужно вовремя проводить оптимизацию для достижения максимально-

го успеха. Так как «вовремя» понятие, имеющие широкие границы, важно уточнить, оптимизацию процессов нужно проводить на стадии планирования, что бы она входила в рамки «вовремя», а не в рамки «поздно».

Перед самим процессом оптимизации необходимо определить цель, т.е. для чего это нужно, каких результатов ожидать и когда начать сам процесс, чтобы отдача была максимально высокой [2].

Рассмотрим несколько правил для эффективной оптимизации.

Выше была определена общая цель оптимизации. Но, чтобы данный процесс принес максимальную прибыль, необходимо соблюдать ряд базовых правил, которые будут полезны для начала оптимизации.

Таких правил огромное количество, их руководитель будет узнавать уже в процессе оптимизации, что-то менять, модернизировать под свою компанию и.т.д. Но все их можно свести под четыре общих, базовых правила.

1. Важная составляющая оптимизации. Необходимо расставить процессы так, чтобы после оптимизации все было лучше, чем есть на данный период. Поэтому перед улучшением нужно составить такой отчёт, который бы отвечал на следующие вопросы:

– какова продолжительность бизнеса;

– эффективность проекта;

– какова структура организации/копании.

– состояние рабочей части;

– общие успехи за все время;

– особенность проекта;

– текущий ход бизнеса.

– как построены коммуникации внутри компании.

– как выстроена взаимосвязь с клиентами.

2. Оценить оптимальность проекта. Согласно данному правилу, необходимо оценить оптимальность отдельных частей продуктивности. Отвечая на всякого рода вопросы, связанные с продажей, спросом, качеством товара и др., специалист определяет дальнейшие шаги, способные привести компанию к максимальной выгоде.

3. Гибкость в оптимизации. Бизнес может слаженно идти в течение нескольких лет. В таком случае закрепилась некая стабильность, которая может быть нарушена после оптимизации. Поэтому, чтобы избежать этого негативного последствия, лучше проводить дополнительные исследования, способные выявить причину этой стабильности, и способы избежать ущерба, а так же заранее подготовить рабочий персонал к оптимизации , что бы работники были готовы к переменам.

4. Рабочий персонал. В процессе оптимизации часто наблюдается резкое сокращение рабочих мест. Это может быть связано со многими факторами.

Например, не всем сотрудникам может понравиться дополнительная работа, особенно непродуктивным. Также это может быть связано с финансовой составляющей и т.д. И, во избежание риска ущерба и получения максимальной отдачи от оптимизации, руководители бывают вынуждены сократить рабочий персонал. Это не значит, что оптимизация подразумевает обязательное сокращение работников. Но в случае, если это может привести к убытку, это обязательно.

Вот некоторые из общих правил, которые может соблюдать руководитель, если он хочет начать оптимизировать свой бизнес.

Литература

1. Иванова В.В., Лезина Т.А., Оптимизация бизнес-процессов через систему контроля показателей бизнес-процессов // Модернизация экономических отношений в отраслях народного хозяйства. – Киев, 2012. – С. 207–214.

2. Организация бизнес-процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://potapenko.ru/blog-d-potapenko/258-organizatsiya-biznes-protsessov (дата обращения: 10.11.2019).

ВЛИЯНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

С.В.Федоров, Ф.В. Надейкин, студенты каф. УИ

Научный руководитель: В.К. Жуков, канд. пед. наук, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, sergej.fedorov.1999@mail.ru; nadeykinf1999@mail.ru

Проект ГПО УИ ИИ-1503 – Подготовка и подбор команды для проведения аудитов систем менеджмента

Стандарты разрабатывают как на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ и т. п.), так и на нормы, правила, требования к объектам организационно-методического и общетехнического характера. Стандарт-это самое целесообразное решение повторяющейся задачи для достижения определенной цели. Стандарт содержит показатели, которые гарантируют возможность повышения качества продукции и экономичность ее производства, а также повышения уровня ее взаимозаменяемости.

Ключевые слова: *качество, продукция, стандартизация, стандарт.*

Качество продукции является одним из важнейших показателей деятельности предприятия. Выживаемость и конкурентоспособность предприятия в условиях рынка определяет улучшение качества. Также от него зависит темп технического прогресса, рост эффективности производства внедрение иннова-

ций и экономия всех видов ресурсов, которые используются на предприятии. В основном из-за качества выпускаемой продукции разворачиваются конкурентные войны.

Все товары и услуги связаны с качественными характеристиками. В рыночной экономике это проявляется особенно остро. Отечественным производителям нужно серьезно готовиться уже сегодня к работе в условиях жесткой конкуренции. Предприятия, которые не будут уделять особого внимания вопросам качества, потерпят крах на рынке. В этом случае даже защитные меры государства не смогут им помочь.

Стандартизация - это утверждение и использование правил с той целью, чтобы упорядочить деятельность в определенных областях и при участии всех сторон, которые в этом заинтересованы, в отдельности, для достижения всеобщей наилучшей экономии при соблюдении конкретных условий и требований по технике безопасности - именно такое определение стандартизации дает Международная организация по стандартизации.

Объектом стандартизации выступает определенная продукция, методы, нормы, термины, требования и обозначение, проще говоря, то, что в дальнейшей перспективе многократно применяется и используется в отраслях народного хозяйства, технике и науке, а также торговле на международном уровне.

Целью стандартизации является достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области с помощью многократного и широкого использования установленных правил, норм и требований для решения планируемых, потенциальных или реально существующих задач.

Стандартизация влияет на улучшение качества продукции посредством комплексной разработки стандартов на материалы, сырье, комплектующие изделия, полуфабрикаты, оснащение и готовую продукцию, оборудование, а также с помощью установления показателей качества и технологических требований в стандартах, средств контроля и общих методов испытаний.

В качестве объекта стандартизации обычно выступает продукция, услуга или процесс, для которого разрабатываются различные требования, параметры, правила и характеристики.

На каждом этапе жизненного цикла продукции методы и порядок планирования повышения ее качества определяют стандарты, а также они устанавливают определенные требования к методам и средствам оценки и контроля качества. На основе отраслевых, государственных, международных стандартов и стандартов предприятий осуществляется управление качеством продукции.

Защита интересов потребителей и государства по вопросам качества продукции, процессов и услуг является общей целью стандартизации.

Стандартизация позволяет решать следующие задачи.

– Улучшение степени безопасности.

– Здоровья и жизни граждан

– Собственности юридических и физических лиц

– Муниципальной и государственной собственности

– В экологической среде.

– Здоровья и жизни растений и животных.

– Объектов, где есть возможность возникновения экстренных ситуаций техногенного и природного характера.

Влияние стандартизации на улучшение качества продукции осуществляется через комплексную разработку стандартов на сырье, материалы, полуфабрикаты, комплектующие изделия, оборудование, оснастку и готовую продукцию, а также через установление в стандартах технологических требований и показателей качества, единых методов испытаний и средств контроля.

Стандартизацию следует рассматривать как эффективное средство обеспечения качества, совместимости, взаимозаменяемости продукции и ее составных частей, а также их унификации, типизации, норм безопасности и экологических требований, единства характеристик и свойств продукции, работ, процессов и услуг.

Литература

1. Роль стандартизации в повышении качества товара [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mirznanii.com/a/194572/rol-standartizatsii-v-povyshenii-kachestva-tovarov (дата обращения: 01.11.2019).

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

А.А. Штоколова, К. В. Наумова, студенты каф. УИ

Научный руководитель: В.К. Жуков, к-т пед. наук, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, Snastuha_99@bk.ru,tnaumova23@mail.ru

Проект ГПО УИ ИИ–1505 Разработка системы менеджмента качества организации

В статье исследуется процесс разработки и внедрения системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001:2015 на современных предприятиях, а также рассматриваются преимущества и недостатки сертификации СМК на соответствие международным стандартам ИСО.

Ключевые слова: *качество, аудит, стандарт, сертификация, система менеджмента качества (СМК), качество продукции, её ГОСТ Р ИСО 9001:2015, документированные процедуры.*

Разработка и внедрение системы менеджмента качества – это комплекс работ, который касается разных аспектов деятельности предприятия, документооборота, управления персоналом, производственную подсистему, внутренние коммуникации, подсистему стратегического управления, подсистему логистики, подсистема сбыта и реализации продукции [1].

Разработка и внедрение системы менеджмента качества реализуется в несколько этапов:

А) анализ существующей ситуации на предприятии и обучение персонала;

Б) разработка процессов и документации;

В) проведение внутреннего аудита системы качества [1].

На первом этапе создания СМК руководству предприятия необходимо определить цели, политику, обязательства в области качества, соблюдая следующие принципы: политика является основой для определения целей, необходимых для улучшения качества продукции; политика в области качества – это часть общей стратегии и политики предприятия [2].

В обязанности руководителя предприятия входит осуществление общего руководства работой и принятие стратегических решений по разработке и внедрению стандартом ГОСТ Р ИСО 9001:2015. Представитель высшего руководства обязан регулярно информировать руководство о ходе работ по разработке СМК и, если необходимо, участвовать в процессе для помощи или корректировки [3].

Создание СМК начинается с того, что назначенная рабочая группа разрабатывает план проведения работ, который должен утвердить руководитель предприятия. В плане прописываются этапы и виды работ, их сроки, исполнители, и, если необходимо, сумма реализации данного проекта [4].

А план, как правило, состоит из следующих работ:

– политика и цели предприятия в области качества, где политика должна быть в документированном виде, утверждена руководителем предприятия и доведена до каждого работника;

– подготовка организационной структуры СМК предприятия; определение ряда бизнес-процессов организации;

– установление полномочий должностных лиц предприятия в СМК и разработка «Матрицы распределения полномочий и ответственности в СМК»;

– разработка мотивационного механизма;

– обучения персонала предприятия, привлекаемого к разработке СМК.

Второй этап состоит из комплексного анализа управления качеством продукции или услуг в организации и из разработки концептуальной модели СМК [5].

Оценка соответствия реального состояния управления качеством в организации проводится по следующим критериям:

– определение уровня специализации и профессионализма персонала;

– оценка необходимого оборудования для производства качественной продукции (услуг);

– выявление методов проверки качества поставляемого сырья и материалов;

– организация контроля качества в производственном процессе и итогового контроля качества готовой продукции (услуг) [6].

В проведении анализа участвуют все отделы и службы предприятия, которым необходимо в установленный срок предоставить отделу качества необходимую информацию. Основные объекты анализа это:

– документы, необходимые для разработки СМК;

– деятельность отделов по обеспечению качества;

– организационная структура предприятия;

– информация о качестве предоставления услуг (продукции);

– бизнес процессы;

– ГОСТы и стандарты предприятия;

– классификаторы дефектов [7].

Анализируя состояние менеджмента качества, рабочая группа должна решить следующие задачи:

– каким образом выполняются процессы на рабочих местах;

– имеются ли механические или немеханические погрешности;

– выяснить, есть ли среди данных погрешностей случайные, и какие необходимо учесть при разработке СМК.

Вышеперечисленные вопросы должны охватить каждое подразделение на предприятии [8].

Система документированной информации менеджмента качества состоит из:

– руководства по качеству – является основным документом системы, где описаны все требования, предъявляемые к СМК предприятия стандартом ИСО 9001:2015, и включает в себя цели и политику предприятия в области качества;

– документированная информация, необходимая для согласования различных видов деятельности, которые обеспечивают эффективное функционирование СМК [9].

Характер и глубина документации должны быть прописаны в соответствие с требованиями, установленными законодательных и нормативных актах, в контрактах [10].

Четвертый этап включает в себя работы, которые связаны с внедрением СМК.

Службой качества проводятся внутренние аудиты (проверки), с целью установления работоспособности СМК. Одной из важнейших задач проведения

внутренних аудитов является обеспечение возможности улучшения СМК [11]. Соответствующие изменения в документацию СМК вносятся согласно результатам анализа [12].

Заключительный пятый этап состоит из работ, которые связаны с сертификацией СМК. Цели проведения сертификации систем менеджмента качества (СМК) на соответствие стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 заключаются в следующем: определение степени соответствия разработанной и внедренной системы менеджмента качества Заявителя, установленным требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015; определение результативности разработанной и внедренной системы менеджмента качества Заявителя [13].

Внедрение системы управления качеством на предприятии дает возможность точного определения всех сильных и слабых сторон в управлении организацией, возможность постоянного роста и развития, а также повышения качества продуктов или услуг производимых организацией.

В настоящее время даже незначительное повышение качества продукции над аналогичной продукцией конкурентов влечет за собой привлечение большого количества потребителей к своему товару. Это делает разработку и внедрение системы управления качеством еще более необходимыми и важными для нормального развития и функционирования организации.

Литература

1. Попова О.Г. Зарубежные организации по вопросам качества продукции / О.Г. Попова // Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. – № 10. – С. 80–81.

2. Захаров М.Г. Система качества – это инструмент самосохранения предприятия в условиях кризиса / М.Г. Захаров // Стандарты и качество. – 1999. – № 2. – С. 34–35.

3. Демина Н.В. Возможности применения некоторых методов управления качеством в деятельности современных компаний / Н.В. Демина, М.В. Чистова // Новая наука: опыт, традиции, инновации: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно- практической конференции (24 февраля 2016 г., г. Омск). – Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2016. – С. 203–206.

4. Чистова М.В. Направления повышения эффективности хозяйственной деятельности градообразующего предприятия / М.В. Чистова, Г.Е. Концевич // Градообразующие предприятия: назад в будущее или вперед в прошлое? Сборник тезисов докладов и статей международной интерактивной он-лайн видеоконференции. Российский экономический университет им. Г.В.Плеханова. – 2014. – С. 261–265.

5. Демина Н.В. К вопросу о функциях и методах управления качеством продукции / Н.В. Демина // Университетские чтения-2011. Материалы научно-методических чтений ПГЛУ. Отв. ред. З.А. Заврумов. – 2011. – С. 140–145.

6. Ефанов А.Н. Проблемы оценки качества / А.Н. Ефанов // Финансы и инвестиции. – 2013. – № 3. – С. 176–177.

7. Чайка И.И. Кризисный период экономики и проблемы управления качеством / И.И. Чайка // Сертификация. – 2011. – № 3.

8. Демина Н.В. Возможности использования аутсорсинга при отборе персонала в российских компаниях / Н.В. Демина // Вестник Пятигорского гос. лингвистического ун-та. – 2013. – № 4. – С. 279–283.

9. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования.

10. Коргова М.А. К Вопросу об ограничениях системы управления / М.А. Коргова, А.А. Кипа // Социально-гуманитарные знания. – 2013. – № 11. – С. 206–213.

11. Грибанов Д.Д. Сертификация систем менеджмента качества / Д.Д. Грибанов. – М: МГТУ МАМИ, 2004.

12. Адлер Ю.П. Анатомия организации с точки зрения физиологии / Ю.П. Адлер // Стандарты и качество. – 2013. – № 2. – С. 46–50.

13. Белокоровин Э.А. Малый бизнес: пути развития / Э.А. Белокоровин, Д.В. Маслов. – Архангельск: М'арт, 2013. – 342 с.

ПОВЫШЕНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА В СМК З А СЧЁТ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ

И.В. Гордеева, В.С. Николаева, студенты каф. УИ

Научный руководитель: Е.А. Бухарова, ст. преподаватель каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, gordeevairina9836@gmail.ru, nikolaevavs98@mail.ru

Проект ГПО УИ-1906 – Внутренний аудит СМК ИИ

В статье рассматриваются понятия вовлеченности персонала и внутреннего аудита. Так же описан процесс повышения вовлеченности персонала в СМК за счёт участия во внутренних аудитах.
Ключевые слова: *внутренний аудит, вовлеченность персонала, система менеджмента качества, совершенствование системы.*

Введение. В современном мире конкурентоспособность организации находится в зависимости от существующих подходов к вопросам управления бизнес-процессами.

Одним из ключевых моментов достижения успеха компании считается лидерство и ответственность высшего руководства при определении политики и целей в области качества, улучшение качества и повышение мотивации владельцев процесса, их стимулирование за достигнутые результаты.

Однако, огромную роль в результативном функционировании СМК играет весь персонал организации, который считается наиболее весомым ресурсом [1].

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [2] указывается, что в работе по внедрению системы менеджмента качества обязаны принимать участвовать все работники организации.

Одним из важных этапов внедрения системы считается проведение внутренних аудитов.

Внутренние аудиты являются одними из важных инструментов совершенствования системы менеджмента качества. Именно для определения соответствия деятельности организации установленным критериям, а также определение потенциала для улучшения процессов и организации в целом нужно проводить внутренний аудит.

Вовлечение персонала повышает способность организации создавать ценность для заинтересованных сторон. Вовлечение персонала необходимо осуществлять с помощью формирования коллективного видения и ценностей, внутренней среды, в которой персонал имеет возможность сосредоточиться на достижении целей организации.

В случае, когда персонал «не вовлечён», высшее руководство может ставить все новые и новые цели, изобретать способы стимулирования работников, но выполнение установленных задач станет сквозь призму личных интересов.

Целью высшего руководства организации является достижение устойчивого успеха, которую вполне вероятно реализовать на базе СМК при вовлечении персонала в процессы достижения целей в области качества, полагаясь на интересы всех заинтересованных сторон.

Для постоянного вовлечения персонала организации нужно:

– обеспечивать подготовку или предпринимать другие действия в целях достижения необходимой компетентности;

– определять компетентность персонала, который выполняет свои обязанности, ведь данный фактор влияет на соответствие требованиям к качеству продукции;

– поддерживать в рабочем состоянии надлежащие записи об образовании, подготовке, навыках и опыте;

– обеспечивать осведомлённость своего персонала об актуальности и значимости его работы и вкладе в достижение целей в области качества.

– оценивать результативность принятых мер.

Организация должна устанавливать процессы, которые позволяют персоналу выполнять действия, направленные на достижение целей в области качества и постоянное совершенствование компании.

Эти действия заключаются в:

1) принятии на себя ответственности за выполнение целей;

2) преобразовании стратегических целей и целей, касающихся процессов организации, в индивидуальные производственные задачи и разработке планов по их решению;

3) участии во внутреннем аудите организации;

4) обеспечивании обменом информацией;

5) оценивании собственной результативности по итогам выполнения персональных производственных заданий [3].

В практической деятельности в ходе проведения аудита было выявлено, что вовлечение персонала в СМК играет важную роль. При заинтересованности персонала во внутреннем аудите происходит полное вовлечение в процесс СМК. Происходит стремление сотрудников достигать индивидуальных целей.

Сотрудникам необходимо понимать, что его вовлечение в процесс внутреннего аудита считается обязательной частью системы менеджмента качества и требует изучения значительного объема информации. Так же возникает задача обучения персонала, что способствует повышению квалификации сотрудников.

Таким образом, работники принимают участие в разработке системы менеджмента качества как полноценные участники, предлагая собственные улучшения, участвуя во внутреннем аудите и формируя основу для развития системы менеджмента качества в организации.

По перечисленным выше причинам целесообразно привлекать персонал к добровольному участию в проведении внутренних аудитов.

Когда персонал считается не просто исполнителем, а соучастником проекта, то система менеджмента качества воспринимается более адекватно.

Факторами успеха повышения вовлеченности персонала в СМК за счёт внутренних аудитов являются заинтересованность и абсолютная включенность в процессы, для улучшения качества всей системы менеджмента качества организации, удовлетворяющую покупателей [4].

Немаловажным является тот факт, что достижения успеха в организации происходит без особых проблем как раз с привлечением сотрудников. Для этого лишь необходимо, чтобы персонал имел соответствующие компетенции.

Внутренний аудит с привлечением сотрудников может быть полезен организации, так как позволяет рассмотреть все процессы с более широкой, глубокой точки зрения, классифицировать более точно и полноценно риски, и предложить действенные и эффективные меры по их устранению. Чем больше происходит вовлечение персонала в СМК за счет проведения внутренних аудитов, тем эффективнее деятельность сотрудников их реакция в непредвиденных ситуациях, потому что они начинают более глобально понимать свой вклад в развитие и функционировании организации.

Персонал при внутренних аудитах позволяет выявить слабые места организации, о которым мало известно самим внутренним аудиторам, найти принципы управления, которые были нарушены. Так же персонал может участвовать в разработке внутриорганизационных нормативных документах, участвовать в разработке мероприятий по улучшению. При внутреннем аудите с привлечение персонала, происходит результативная проверка организации, что позволит получить достоверную информацию об организации.

Заключение. Таким образом, сотрудники организации принимают участие в разработке систем менеджмента качества как полноценные участники, предлагая собственные улучшения, приближая разрабатываемую систему к действительному положению дел в организации, формируя основу для развития системы менеджмента качества в организации.

Литература

1. Миргород И.А., Парфенова Е.Е. Вовлечение персонала / И.А. Миргород., Е.Е. Парфенова // Международный журнал «Проблемы теории и практики управления». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://quality.eup.ru/MATERIALY9/education.htm (дата обращения: 29.10.2019).

2. ГОСТ Р ИСО 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – С. 32.

3. Подход к вовлечению персонала в процесс создания, сертификации и поддержания функционирования систем менеджмента качества, ОГУПС / А.Н. Шендалев, Е.В. Шендалева. – С. 19.

4. Якушев В.И. Внутренние аудиты системы менеджмента качества / В.И. Якушев // Международный журнал «Проблемы теории и практики управления». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://quality.eup.ru/DOCUM/audit1.html (дата обращения: 02.11.2019).

ЭТАПЫ МАРКЕТИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТА «ИННОВАЦИОННАЯ СТОЛОВАЯ»

Е.А. Побережец, студент каф. УИ

Научный руководитель: М.Н. Янущевская, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, poberezhetselizavets@gmaill.com

Проект ГПО-1905 – Инновационная столовая

В данной статье представлена последовательность проведения маркетингового исследования с целью изучения мнений потребителей для разработки и внедрения сайта «ИнСтоловая».

***Ключевые слова**: маркетинг, исследования, студент, питание, инновации.*

На сегодняшний день каждая организация должна иметь представление о своих целях и задачах, в соответствии с которыми идёт дальнейшее построение деятельности. Для успешной работы и продвижения продукта нужны чёткие представления о рынке и потребителе. И именно благодаря маркетинговым исследованиям можно добиться такого результата. Маркетинговые исследования включают в себя изучение внешней и внутренней маркетинговой среды. Полученная информация позволяет концентрировать усилия именно на том, что будет востребовано и наиболее эффективно.

В данной статье представлена последовательность проведения маркетингового исследования с целью изучения мнений потребителей для разработки и внедрения сайта «ИнСтоловая». Решение создать сайт «ИнСтоловая» принято для повышения качества обслуживания в столовой Томского Государственного Университета Систем Управления и Радиоэлектроники (далее ТУСУР). Это инновационный сайт, с помощью которого потребители смогут заказать еду онлайн, оплатить её и забрать в назначенное время, не тратя время на очередь.

Задачей первого этапа маркетингового исследования является подбор теоретической информации. На данном этапе происходит изучение того, каким должен быть сайт организации по предоставлению питания: что должен включать в себя сайт, как он должен выглядеть, функционал сайта и маркетинговые инструменты для привлечения клиентов.

После того, как у участников проекта сформируется представление о самом сайте, следует провести изучение мнений потребителей. Для этого необходимо провести анкетирование и фокус-группы.

В первую очередь анкетирование было проведено среди студентов и преподавателей ТУСУРа. В опросе приняло участие 123 студента и 13 преподавателей. Опрос состоял из 14 вопросов на тему отношения потребителей к новой форме питания, выяснение организационных моментов, а также рассматривались психологические факторы, возникающие во время ожидания оказания услуги. В качестве примера будет рассмотрен следующий вопрос: «Какие психологические проблемы возникают у вас во время ожидания в очереди?» (рис. 1).

В данном вопросе студентов просят указать наиболее подходящий(ие) для них ответ(ы).

Результаты опроса представлены на рис. 2.

По результатам опроса данного вопроса можно заметить, что большинство студентов испытывают психологические проблемы во время ожидания в очереди, что говорит о том, что данную проблему необходимо устранять.

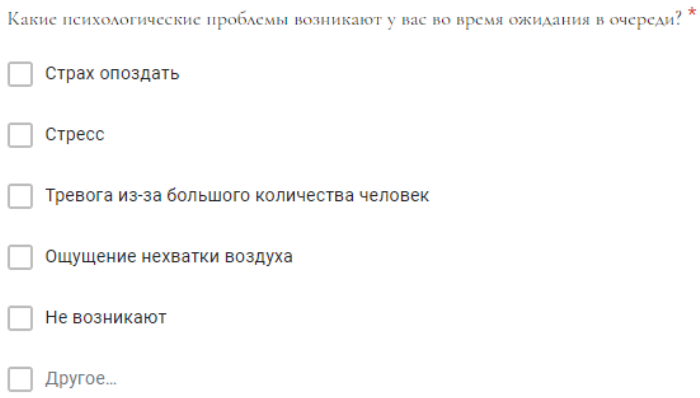


Рис. 1 – Вопрос «Какие психологические проблемы возникают у вас во время ожидания в очереди?»

Рис. 2 – Результат опроса по вопросу «Какие психологические проблемы возникают у вас во время ожидания в очереди?»

Следующий этап маркетингового исследования – анализ изучения мнения потребителей. По результатам анализа можно сделать следующие выводы.

1. Чаще всего потребители покупают еду именно в столовой, а не приносят с собой.

2. Около 75% студентов питаются в компании. 66,7% преподавателей питаются по одному.

3. Во время ожидания в очереди у большинства студентов возникает страх опоздать, стресс, нехватка воздуха и тревога из-за слишком большого количества людей вокруг.

4. Более 70% потребителей знакомы с заказом еды онлайн и активно пользуются данной функцией.

5. 58% потребителей указали, что они бы были заинтересованы иметь возможность забронировать стол в столовой.

Потребители предложили мероприятия, которые на их взгляд повысят качество работы столовой. Вот несколько примеров предложений потребителей: добавить кассу самообслуживания, ввести систему скидок за хорошие оценки, увеличить скорость обслуживания в час-пик.

Дальнейшими этапами в работе над проектом «Инновационная столовая» будут являться: разработка структуры сайта ИнСтоловой, составление карты процесса обслуживания клиента, создание сайта, внедрение инструментов качества, определение и анализ рисков по процессам, составление бизнес-плана.

Литература

1. Маркетинговые исследования – подробнее о понятии и применении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://.ru/creativecallproject marketingovye-issledovaniya/ (дата обращения: 21.10.2019).

НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ

Т.А. Приколота, студент каф. УИ

Научный руководитель: Е.П. Губин, доцент каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, pta.016.17@gmail.com

Проект ГПО УИ ИИ-1420 – Организационное проектирование бизнес-моделей инновационных систем

В данной статье рассматривается новый подход к построению бизнес-моделей – схема «Волшебный треугольник». Основной целью является раскрыть смысл данной модели и возможность применения данной модели.

Ключевые слова: *бизнес-модель, «Волшебный треугольник», Оливер Гассман.*

В настоящее время через человека постоянно проходят огромные потоки информации. Чаще всего информация преподносится текстами больших объемов и усложнена обилием сложных схем и графиков, особенно когда дело касается бизнес-моделей проектов и предприятий.

Начиная с бизнес-модели А. Остервальдера, где для описания проекта/компании необходимо деление и подробное описание на 9 сегментов, и с течением времени постоянно продолжали модернизировать и усложнять данную модель новыми «необходимыми» блоками (например, бизнес-модель Value Tactics Canvas, где выделяют 14 обязательных блоков) [1].

Одним из решений Оливера Гассмана, Каролин Франкенбергер и Микаэлы Шик, позволяющего отразить необходимую информацию, касательно модели бизнеса, стало выделение 4 основных блоков, необходимых для описания бизнес-модели проекта (компании) стала схема (модель) – «Волшебный треугольник».

Цель схемы «Волшебный треугольник» является помощь в составлении максимально чёткого представления о потребительских сегментах, ценностном предложении, цепочке создания стоимости и механизме извлечения прибыли, формирующих бизнес-модель, и в тоже время заложить основу для будущих инноваций. Данная комбинация называется «волшебным треугольником», так

как корректировка в одном углу (например, оптимизация генерирования прибыли в нижнем левом углу) неизбежно влечёт за собой изменения в двух других углах.

Инновационное преобразование бизнес-моделей требует изменения, по меньшей мере, двух из четырёх изменений. Обновление одного лишь ценностного предложения, к примеру, приведёт только к появлению инновационного продукта.

Общая модель, используемая в описании далее, состоит из четырёх элементов (изменений), и представлена в виде «волшебного треугольника» (рис. 1).

1. Клиент – кто наши целевые клиенты? Важно точно понимать, на какие потребительские сегменты нужно нацеливаться, и какие из них будут или не будут охвачены бизнес-моделью. В основе любой бизнес-модели всегда находится клиент!

2. Ценностное предложение – что мы предлагаем клиентам? Это измерение включает в себя определение предложений компании (товаров и услуг) и описание того, как вы удовлетворяете потребности целевых покупателей.

3. Цепочка создания стоимости – как мы создаём свои продукты? Чтобы реализовать ценностное предложение, необходимо выполнить ряд процессов и действий. Указанные процессы и действия в сочетании с соответствующими ресурсами и средствами, а также их распределение по цепочке создания стоимости составляет это измерение бизнес-модели.

4. Механизм извлечения прибыли – почему компания генерирует прибыль? Это измерение, включающее такие аспекты, как структуры затрат и механизмы генерирования выручки, раскрывает что ответ на главный вопрос, который следует задать любой компании: каким образом мы создаём стоимость для акционеров и заинтересованных лиц? Почему бизнес-модель эффективна с коммерческой точки зрения [2]?

Рис. 1 – схема «Волшебный треугольник»

В таблице 1 приведен пример описания стандартных и распространённых шаблонов бизнес-моделей по схеме «Волшебный треугольник».

Таблица 1 – описание шаблонов бизнес-моделей, основанных на модели «Волшебный треугольник»

Название и основная идея	Обозначения в шаблоне			
	Кто?	Что?	Как?	Почему?
Бизнес-модель «Аукцион» строится на предлагаемых участниками ценах. Определение цены начинается с того, что потенциальный покупатель делает определённую ставку, исходя из своей покупательской способности. По завершение аукциона, товар или услуга достаются покупателю с самой высокой ставкой.	—	Покупатели не потратят больше, чем могут себе позволить или готовы заплатить	Стоимость продукта определяется не только продавцом, но и сами покупатели активно влияют на конечную цену товара или услуги	Преимущество для продавца в более эффективном распределении товаров по рынку. Чтобы не продавать продукт ниже приемлемого нижнего порога, в некоторых случаях принято устанавливать отправную цену
«Без излишеств» Суть шаблона: обычное ценностное предложение сводится к минимуму, а конечная экономия на расходах выливается для клиентов как правило, в значительно более низкие цены	Охват более широкой целевой аудитории, в идеале, массового потребителя	Ценностное предложение сводится к минимуму, а конечная экономия на расходах выливается для клиентов как правило, в значительно более низкие цены	Залог успеха в постоянной адаптации всех процессов с целью минимизировать затраты. Это единственный способ держать цены настолько низкими, чтобы привлечь широкую аудиторию	Данная бизнес-модель может оказаться весьма прибыльной в случае ее применения на массовом рынке

Название и основная идея	Обозначения в шаблоне			
	Кто?	Что?	Как?	Почему?
«Белая этикетка» Суть шаблона: создание продукта без определённой марки, для распространения в различных компаниях под разными наименованиями	—	«Товары с белой этикеткой» - это продукты, которые после выпуска не имеют конкретного названия и продаются различными компаниями под различными наименованиями на разных рыночных сегментах	Производство таких товаров несут только расходы на производство продукта. В этом кроется существенное преимущество данной бизнес-модели, ведь она снимает необходимость вкладывать средства в инфраструктуру	Концентрируясь на оптимизации производственных процессов, увеличиваются шансы на экономию от масштаба

Несмотря на то, что описание бизнес-модели по схеме «волшебный треугольник» не обладает подробным описанием, и охватывает не все области бизнеса, она все же имеет место быть. Применение данной схемы не нагружает человека потоком сложной информации, а упрощает и позволяет понять и выявить самое важное.

Литература

1. Value Tactics Canvas: превращение ценностей в деньги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zillion.net/ru/blog/384/value-tactics-canvas-prievrashchieniie-tsiennostiei-v-dien-ghi (дата обращения: 10.11.2019 г.).

2. Бизнес-модели: 55 лучших шаблонов / Оливер Гассман, Каролин Франкенбергер, Микаэла Шик; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 432 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ ФОРМ В ПРОЦЕССЕ ПОИСКА И ГЕНЕРАЦИИ БИЗНЕС-ИДЕЙ ДЛЯ СТАРТ-АП ПРОЕКТОВ

С.К. Сергиенко, студент каф. экономики

В.Ю. Цибульникова, канд. экон. наук, заведующий каф. экономики
г. Томск, ТУСУР, tuv82@bk.ru

Проект ГПО 1801-Экономики – Применение проектного управления в образовании и бизнесе

Современные инновации и технологии можно использовать, чтобы создать собственный уникальный конкурентоспособный бизнес. Однако придумать успешную и прибыльную бизнес-идею довольно сложно и скучно, может быть даже нервно. Для решения данной задачи можно использовать игровые формы генерации идей, которые помогут более продуктивно создавать бизнес-идеи и генерировать старт-ап проекты.
Ключевые слова: *бизнес-идея, игровая форма обучения, генерация идей, старт-ап проект.*

Изучение данного вопроса является актуальным, поскольку воплощение бизнес-идей в реальность может принести серьезный доход. В современном мире уже существует большое количество старт-ап проектов, и постоянно создаются новые. Процесс поиска идей является довольно затратным, и порой сложным. Применение игровой формы может сделать процесс генерации бизнес-идей более веселым и интересным.

Рассмотрим основные игровые методики.

1. Классический мозговой штурм. Первый в мире и уже ставший классикой метод. Он позволяет за короткое время сгенерировать большое количество идей, которые в дальнейшем подвергаются оценке.

Существует три этапа мозгового штурма:

Подготовительный – участники формулируют проблему, собирают информацию, выбирают ведущего. Далее генерация идей – каждый из участников придумывает как можно больше идей, руководствуясь следующими правилами:

– принимаются все, даже безумные и фантастические идеи, без какой-либо критики;

– идеи можно комбинировать, улучшать, дополнять.

И последний этап – оценка идей. На этом этапе они сортируются и критикуются, самые живучие прорабатываются дальше, остальные – отбрасываются.

2. Метод Эдварда де Боно «Шесть шляп» [1]. Продвинутая версия классического мозгового штурма. Она имеет игровую форму, позволяет посмотреть на задачу с разных сторон и улучшает внутрикомандное взаимодействие. По ходу творческого процесса человек по очереди надевает шесть шляп разного цвета.

В белой он беспристрастно проверяет цифры и факты, в черной – пытается найти отрицательные черты, в желтой – анализирует положительные моменты, в зеленой – генерирует новые идеи, в красной – может позволить активную эмоциональную реакцию. Ну и, наконец, в синей шляпе — подводятся итоги работы.

3. Метод «Ментальные карты», разработанный Тони Бьюзеном [2]. В его теории делается упор на то, что креативный процесс тесно связан с памятью человека, поэтому развивать надо именно память.

Он предложил написать в центр листа ключевое понятие, а все ассоциации, которые надо запомнить, писать на ветвях, идущих от главного слова. Идеи можно также рисовать.

Создание такой «карты» помогает придумывать новые ассоциации, а сам образ «карты» гораздо лучше запоминается.

4. Синектика. Автор метода – Уильям Гордон [3]. В его теории главный источник новых идей – это поиск аналогий. Для начала необходимо выбрать объект и нарисовать таблицу для его аналогий. В первом столбце пишут прямые аналогии, во втором – косвенные, например, признаки первого столбца. Затем сопоставляют цель, объект и косвенные аналогии. Пример: объект – карандаш, задача – расширение ассортимента. Прямая аналогия – объемный карандаш, ее отрицание – плоский карандаш. Результат – карандаш-закладка.

5. Морфологический анализ. Метод, предложенный Фрицем Цвики [4] заключается в том, что исследуемый объект раскидывают на компоненты, из которых выбирают самые существенные характеристики. Затем их изменяют и пытаются снова собрать вместе. В итоге получается новый объект.

6. Методика SCAMPER [5]. Схема постановки определённых вопросов, которые стимулируют генерацию новых идей. Её автором считается человек по имени Боб Эберле, однако усовершенствовал её американский журналист и исследователь творческого процесса Алекс Осборн. Методика основывается на мнении о том, что всё новое является модификацией того, что уже есть. «SCAMPER» – это аббревиатура, где каждой буквой обозначается слово, описывающее самостоятельный способ работы с характеристиками изучаемой проблемы. SCAMPER» – это:

S – Substitute (замещение);

C – Combine (комбинирование);

A – Adapt (адаптация);

M – Modify/Magnify (модификация, увеличение);

P – Put to Other Uses (предложение другого применения);

E – Eliminate (устранение или сведение действия до минимума);

R – Rearrange/Reverse (обращение, изменение порядка).

7. Непрямые стратегии [6]. Этот метод придумали Брайан Эно и Питер Шмидт. Для этого метода нужна колода карт с командами, например, «дай волю злости», «укради решение» и др. Человек вытаскивает карты и следует указаниям.

Сравним два, на наш взгляд, самых интересных метода метод Эдварда де Боно «Шесть шляп» и методику SCAMPER. «Шесть шляп», в отличие от SCAMPER требуют обязательного наличия 6-ти человек, в то время как со SCAMPER можно справится и одному. Однако, с другой стороны, «Шесть шляп» позволяет сгенерировать и рассмотреть задачу с разных сторон, в то время как SCAMPER модифицирует уже существующую идею.

Мы полагаем, что эти два метода хорошо друг друга дополняют и их сочетание может дать хороший результат.

Применяя какой-либо из этих методов, можно сгенерировать действительно интересный набор идей старт-ап проектов, т.к. люди, генерирующие идеи, попадают в нетипичную для них обстановку, в которой им комфортно, ведь это всего лишь игра.

Литература

1. Эдвард де Боно. Шесть шляп мышления. – 1985.

2. Ментальные карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kolesnik.ru/2005/mindmapping/ (дата обращения: 10.11.2019).

3. Синектика – коллективный творческий метод от Уильяма Гордона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://4brain.ru/blog/%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/ (дата обращения: 11.11.2019).

4. Морфологический анализ от Фрица Цвикки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://brainmod.ru/magazine/article-morphological-analysis-of-fritz-zwicky/ (дата обращения: 11.11.2019).

5. Методика «SCAMPER» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://4brain.ru/blog/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0-scamper/ (дата обращения: 11.18.2019).

6. Елена Москалева. Обходные стратегии Брайана Ино и Питера Шмидта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://futura.ru/article/index.php?id=122 (дата обращения: 12.11.2019).

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ БЛАГОНАДЕЖНОСТИ ПЕРСОНАЛА

Н.А. Буряк, А.С. Шабалова, студенты каф. КИБЭВС

Научный руководитель: С.В. Глухарева, ст. преподаватель каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, gsv@keva.tusur.ru

Проект ГПО КИБЭВС-1902 – Система кадровой безопасности предприятия

В статье анализируются специальные программные комплексы по оценке благонадежности персонала, их достоинства и недостатки. Также предлагается использование разработанного специального программного комплекса.

Ключевые слова: *оценка благонадежности, программный комплекс, кадровая безопасность, анкетирование, тестирование, кейс, полиграф, СКАНЕР.*

В современных условиях рынок предъявляет жесткие требования к сотруднику. В последнее время наблюдается увеличение противоправных действий со стороны сотрудников. По официальным данным отечественных исследований, «количество утечек информации от неблагонадежных работников организации составляет от 60 до 80%» [1], на самом же деле мошеннических действий со стороны сотрудников гораздо больше.

Сегодня все больше ученых, специалистов по оценке персонала говорят о «благонадежности». В настоящее время нет единого определения «благонадежного сотрудника». Под благонадежным сотрудником будем понимать надежного сотрудника, отвечающего профессиональным требованиям работодателя, разделяющего ценности компании и общества, а также готового работать на развитие себя и компании в целом [3].

На сегодняшний день существуют две основные системы по оценке «благонадежности сотрудника: полиграф и «СКАНЕР».

Проверка на полиграфе – это психофизиологическое исследование, направленное на выявление реакции на требуемое событие [5]. Методика проверки заключается в том, что лицу, которое проходит проверку на полиграфе, задаются вопросы, ответы на которые будут односложными – «да» или «нет», составленные специалистом по проведению психофизиологических исследований с использованием полиграфа. После проверки специалист-полиграфолог вручную анализирует данные исследования. Результаты исследования зависят от компетентности, опытности и моральных качеств специалиста, то есть от «человеческого фактора». Стоимость проверки на полиграфе кандидата при приеме на работу или работающего сотрудника составляет от 3000 рублей и

выше. Проверка на полиграфе проводится только с письменного согласия проверяемого. Проверку на полиграфе проходят сотрудники правоохранительных органов, некоторых коммерческих и государственных структур [6].

Недостатком такой системы является субъективный характер проверки: во-первых все зависит от компетентности специалиста-полиграфолога и, во-вторых, вопросы должны быть подобраны индивидуально. Кроме того, для того, чтобы пройти проверку на полиграфе необходимо получить письменное согласие кандидата.

«СКАНЕР» – это многофакторная система тестирования, которая позволяет достоверно оценить кандидата или сотрудника по основным факторам, которые влияют на его благонадежность: склонность к обману, воровству, алкоголизму, азартным играм, конфликтам, производственному травматизму и др. Сочетание и степень выраженности данных факторов у кандидата или сотрудника составляет общий индекс его благонадежности [7].

Система содержит в себе несколько тестовых и оценочных методик. Проверка уровня благонадежности с помощью данной системы заключается в том, что оцениваемый проходит тестирование на компьютере, затем с помощью автоматизированной обработки система выдает отчет по результатам тестирования. Каждый фактор оценивается в процентах, затем с помощью определенного алгоритма определяется общий уровень благонадежности. Результаты оценки интерпретируются в таблицу с расшифровкой результатов.

Тесты регулярно проходят процедуру актуализации и обновления, а также возможна адаптация оценочных методик под специфику запроса и бизнеса конкретного заказчика. Стоимость приобретения данной автоматизированной системы составляет 50000 рублей, но стоимость может меняться в зависимости от запроса заказчика.

Из недостатков использования системы можно выделить невозможность проследить ход мыслей оцениваемого, а также дороговизна обслуживания системы.

Систему «СКАНЕР» успешно используют банки, такие как «ВТБ 24», «Открытие», а также крупнейшие организации оборонной промышленности, транспортно-логистические компании, охранные предприятия и другие [7].

Данные системы имеют как достоинства, так и недостатки (см.табл. 1).

Таким образом, обе системы имеют как плюсы, так и минусы. На базе ТУСУРа создан программный комплекс «Система кадровой безопасности предприятия» (СКБП).

Особенность данного комплекса состоит в использовании технологии искусственного интеллекта, определения уровня благонадежности, а также комплекс позволяет определить 9 видов компетенций, среди которых личные и

профессиональные компетенции, компетенции будущего, компетенции безопасности и т.п.

Таблица 1 – Системы оценки уровня благонадежности

Наименование системы	Достоинства	Недостатки
Полиграф	− фиксирование большого количества психофизиологических показателей; − малая вероятность фальсификации рефлекторных реакций	− «субъективизм» в интерпретации результатов; − привлечение эксперта-полиграфолога; − необходимость согласия кандидата для прохождения исследования; − затратность в эксплуатации полиграфа
СКАНЕР	− удобство и простота в использовании; − минимальные временные затраты на изучение; − большая скорость обработки данных; − автоматизированная система обработки данных	− невозможность проследить ход размышлений; − затратность использования и обслуживания

В таблице 2 представлен сравнительный анализ «СКБП» с полиграфом и СКАНЕРом.

Таблица 2 – Сравнительный анализ систем оценки благонадежности

Критерии	Полиграф	СКАНЕР	Система кадровой безопасности ТУСУР
Оценка потенциала	-	-	+
Индивидуальный подход	-	-	+
План развития сотрудника	-	-	+
Затратность в использовании	-	-	+
Широкий набор компетенций	-	+	+
Субъективизм в оценке результатов	+	-	-
Автоматизированная обработка данных	+	+	+

Таким образом, из таблицы видно, что программный комплекс «СКБП» имеет ряд преимуществ.

Литература

1. Саматов К. Способы диагностики и оценки лояльности персонала как составляющей кадровой безопасности организации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lib.itsec.ru/articles2/job/sposoby-diagnostiki-i-otsenki-loyalnosti-personala (дата обращения: 16.10.2019).

2. Шегельман И.Р. Кадровая безопасность / И.Р. Шегельман, М.Н. Рудаков [Электронный ресурс]. − Режим доступа: http://www.twirpx.com/file/671960 (дата обращения: 17.10.2019).

3. Абросимова М.Е. Благонадежный сотрудник в системе кадровой безопасности предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://storage.tusur.ru/files/115519/2018_4.pdf (дата обращения: 19.10.2019).

4. Глухарева С.В. Роль полиграфа в обеспечении кадровой безопасности предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=26377161 (дата обращения: 18.10.2019).

5. Ганиев И.Н., Глухарева С.В. Использование полиграфа для обеспечения кадровой безопасности предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29057173 (дата обращения: 21.10.2019).

6. Свободный Ф.К. Полиграф в деятельности правоохранительных органов: проблемы и перспективы применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/poligraf-v-deyatelnosti-pravoohranitelnyh-organov-problemy-i-perspektivy-primeneniya (дата обращения: 21.10.2019).

7. Smart Business Solutions СКАНЕР. Оценка благонадежности кандидатов и сотрудников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sbsc.ru/products/scaner.html (дата обращения: 23.10.2019).

ВЛИЯНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ АКТОВ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ БЛАГОНАДЕЖНОСТИ КОНТРАГЕНТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н.А Козлова, студент каф. КИБЭВС, А.А Шатрова, студент каф. БИС

Научный руководитель: А.С. Колтайс, преподаватель каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, Nadine.99@mail.ru

Проект ГПО 1703 – Методика работы с системой СПАРК

В статье рассмотрены нормативно – правовые акты, в которых законодательство РФ рекомендует критерии для определения благонадежности контрагентов, а также выявлены критерии на основе ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» для отрасли пищевая промышленность.

Ключевые слова: *контрагенты, нормативно-правовые акты, пищевая промышленность, ФЗ, законодательство РФ.*

Законодательство РФ контролирует все сферы жизни: экономическую, политическую, социальную, духовную. Экономическая сфера включает различные области жизни, в том числе и деятельность различных организаций. Правоохранительными органами выявлено 88,3 тыс. преступлений экономической направленности, удельный вес этих преступлений в общем числе зарегистрированных составил 5,8% [1]. Для экономической стабильности организаций важно рационально подбирать контрагентов. Следовательно, проверка контрагентов также находится под регулирующим действием законодательства. Основу для законодательства составляют законы, кодексы, Постановления Правительства РФ, Постановления Пленума Верховного Суда РФ и другие нормативно-правовые акты. Законодательство РФ рекомендует и устанавливает нормативные документы и рекомендации для оценки контрагентов: Постановление Пленума ВАС РФ от 12.10.2006 N 53 «Об оценке арбитражными судами обоснованности получения налогоплательщиком налоговой выгоды», Письма ФНС, Приказ ФНС «Об утверждении концепции системы планирования выездных налоговых проверок». При выборе контрагента необходимо проявить должную осмотрительность путем проверки, включающей комплекс мероприятий, которые позволяют убедиться, что контрагент:

– является действующим юридическим лицом, которое может исполнить взятые на себя обязательства;

– не является фирмой-однодневкой [2].

Проявление должной осмотрительности позволяет избежать рисков, таких как финансовые потери; неисполнение обязательств контрагента. В случае недобросовестности контрагента есть возможность получить государственную защиту, используя судебную ветвь власти.

Анализ нормативно-правовых актов показал, что законодательство РФ определяет критерии для проверки благонадежности контрагентов.

Постановления Пленума Высшего арбитражного суда №53 о необоснованной налоговой выгоде предлагает ряд критериев, при помощи которых можно выявить недобросовестных контрагентов, некоторые из них [3]:

– создание организации незадолго до совершения хозяйственной операции;

– взаимозависимость участников сделок;

– нарушение налогового законодательства в прошлом;

– разовый характер операции;

– осуществление операции не по месту нахождения налогоплательщика;

– осуществление расчетов с использованием одного банка.

Письма ФНС также содержат ряд критериев, определяющих благонадежность контрагента, некоторые из них [4]:

– налоговая нагрузка у данного налогоплательщика ниже ее среднего уровня по хозяйствующим субъектам в конкретной отрасли (виду экономической деятельности);

– отражение в бухгалтерской или налоговой отчетности убытков на протяжении нескольких налоговых периодов;

– выплата среднемесячной заработной платы на одного работника ниже среднего уровня по виду экономической деятельности в субъекте Российской Федерации;

– неоднократное снятие с учета и постановка на учет в налоговых органах налогоплательщика в связи с изменением места нахождения;

– значительное отклонение уровня рентабельности по данным бухгалтерского учета от уровня рентабельности для данной сферы деятельности по данным статистики;

– ведение финансово-хозяйственной деятельности с высоким налоговым риском;

– отсутствие информации о государственной регистрации контрагента в ЕГРЮЛ;

– контрагент зарегистрирован по адресу «массовой» регистрации;

– отсутствие информации о фактическом местонахождении контрагента, а также о местонахождении его складских, и (или) производственных, и (или) торговых площадей.

Данная законодательная база оказывает непосредственное влияние на разработку системы поддержки принятия решений (СППР), которая выводит рекомендацию о сотрудничестве с контрагентом. На данном этапе в рамках проекта ГПО определены общие критерии для проверки благонадежности контрагента и критерии для следующих отраслей согласно ОКВЭД-2: обрабатывающие производства, деятельность финансовая и страховая, добыча полезных ископаемых.

Обрабатывающее производство содержит несколько подотралсей одна из них пищевая промышленность. Основным государственным регулятором является Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов». На основе ФЗ можно выделить следующие критерии для оценки благонадежности контрагента, учитывая специфику данной отрасли [5]:

– наличие сертификатов или деклараций о соответствии качества, протоколов испытаний, ветеринарное свидетельство, сертификатов пожарной безопасности, лицензий, технического паспорта и т.д;

–наличие технических документов, в соответствии с которыми осуществляется перевозка и реализация пищевых продуктов, материалов и изделий;

– разрешение товара к реализации на территории РФ, не находящийся под арестом, залогом, не обременен правами третьих лиц.

Для проверки можно использовать информационно-аналитические системы, множество которых существуют уже не первый год, например, СПАРК, а также различные информационные и электронные сервисы, такие как «Прозрачный бизнес», в котором представлены данные со сведениями, указанные в пункте 1.1 статьи 102 Налогового кодекса Российской Федерации [6].

Проверку добросовестности контрагента необходимо проверять не только по общим критериям, но и по отраслевым. Безусловно, для каждой отрасли есть свои нормативно – правовые акты, которые регулируются государством и обязательны к соблюдению. Отраслевые критерии наиболее полно помогут проверить контрагента и избежать рисков его ненадежности. В дальнейшем на проекте ГПО планируется определить количественные и качественные характеристики для выявленных критериев и составить математическую модель, которая с учетом весов будет характеризовать степень благонадежности контрагента.

Литература

1. Официальный сайт МВД РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--b1aew.xn--p1ai/ (дата обращения: 07.11.2019).

2. Как проявить должную осмотрительность и проверить добросовестность контрагента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nalog.ru/rn40/taxation/debt/6098963/ (дата обращения: 28.10.2019).

3. Постановление Пленума ВАС РФ от 12.10.2006 N 53 «Об оценке арбитражными судами обоснованности получения налогоплательщиком налоговой выгоды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_63894/ (дата обращения: 30.10.2019).

4. Письмо ФНС от 12 мая 2017 г. № АС-4-2/8872 «Ответ на обращение» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71585740/ (дата обращения: 01.11.2019).

5. Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 02.01.2000 N 29-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_25584/ (дата обращения: 02.11.2019).

6. Ст 102. НК РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/dacfe90c50f4f43979deae724dbcdc29317e1f38/ (дата обращения 05.11.2019).

7. Приказ ФНС от 30.05.2007 «Об утверждении концепции системы планирования выездных налоговых проверок» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_55729/ (дата обращения: 06.11.2019).

ПОНЯТИЕ ИННОВАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

А.А. Смашная, студент каф. ТУ

Научный руководитель: А.Э. Лебедева, ст. преподаватель каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, asmashnaya@bk.ru

Проект ГПО 1407 – Оптимизация маркетинговой информации в сервисной деятельности

Актуальность данной статьи заключается в том, что на сегодняшний день инновации стали одним из важных инструментов развития бизнеса среди конкурентов. Статья содержит анализ понятия «инновация», «инновационные решения», «инновационная деятельность».
***Ключевые слова**: инновация, инновационные решения, инновационная деятельность, инновационный процесс, услуга, товар, сервис, рынок, качество, прибыль.*

Современный мир – это мир различных технологий и коммуникационных процессов. Во всех странах идёт борьба за право пользования или создания тех или иных новшеств, которые по их мнению должны улучшить или упростить бытность человека на сегодняшний день.

Такая борьба идет не только за создание или внедрение чего-то нового, но и за спрос у потребителей на рынке. Каждая организация, будь то малое или большое предприятие, имеет конкурентоспособность. Чтобы человеку понравился какой-либо товар или услуга, его необходимо прорекламировать, преподнести это так, чтобы появилась потребность приобрести его. Рынок услуг, представленный на данный момент, слишком однотипный, но основные позиции занимают те организации, которые внедряют инновации в свои процессы деятельности.

Инновация – это внедрение какого-либо новшества с целью получения прибыли и улучшения качества товаров или услуг и эффективности процессов, востребованных потребителями на рынке.[1]

Термин «инновация» отличается от простого усовершенствования тем, что инновации рассматриваются со стороны экономики, поэтому они отличаются по следующим признакам:

– большой скачок в технологических процессах в результате новых разработок и изобретений;

– рост экономических, социальных и экологических последствий после внедрения инновационных продуктов.

Инновация – это действия, при которых повышается эффективность всех процессов производства на основе улучшения качества.

Инновации можно применить везде, в любой стадии производства, поэтому необходимо определиться с тем, какие возможные виды инновационных решений существуют [2]:

1) по степени радикальности: радикальные (базовые, научные) и ординарные (изобретения, новые технические решения);

2) характеру применения: ориентированные на производство и использование новых продуктов, нацеленные на создание и применение новых технологий, ориентированные на построение и функционирование новых структур;

3) источнику появления: в связи с развитием науки и техники, потребностями производства и рынка;

4) роли в производственном процессе: потребительские и инвестиционные;

5) комплексности: сложные и простые;

6) для кого являются нововведениями: для производителя, для потребителя, для общества в целом, для рынка.

Благодаря принятию инновационных решений, предприятию поднимают не только конкурентоспособность и спрос у потребителей, но и прибыль соответственно, что является одной из главных задач и целей коммерческих организаций. В данном случае «инновации» понимаются как введение на рынок нового товара и услуги или их улучшение.

В таком случае, инновационная деятельность – это деятельность, направленная на внедрение и реализацию инновационных проектов. [3]

Во многих источниках упоминается такой термин, как «инновационный процесс» – это последовательность процессов или работ для внедрения инновационных проектов. В истории выделяют несколько поколений моделей инновационного процесса.

1. Линейная модель относится к 1950-м – середине 1960-х годов. Упор на роль НИОКР и отношение к рынку как потребителю технологической активности производства (рис. 1).

Рис. 1 – Первое поколение инновационного процесса

2. Вторая модель: конец 1960-х – начало 1970-х годов, упор на важность рынка (рис. 2).

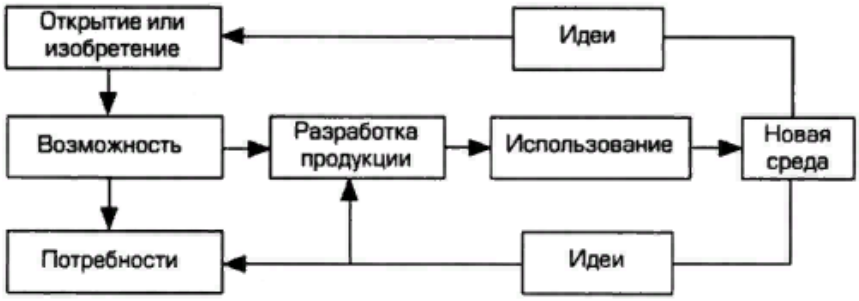


Рис. 2 – Второе поколение инновационного процесса

3. Третье поколение: начало 1970-х – середина 1980-х годов. Комбинация первых поколений с акцентом на технологические возможности и способности с потребностями рынка (рис. 3).

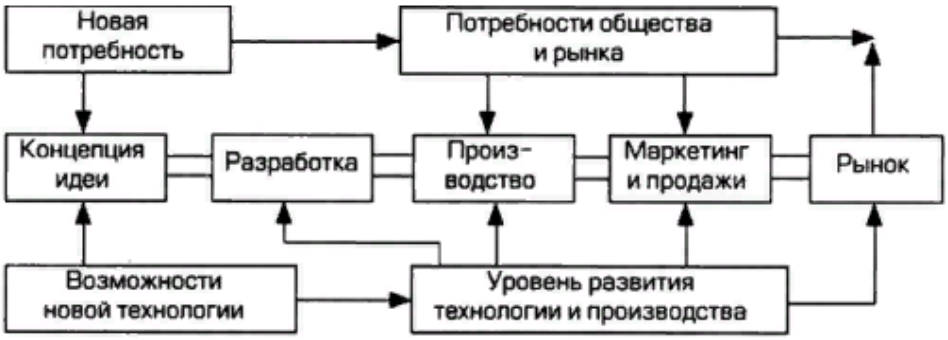


Рис. 3 – Третье поколение инновационного процесса

4. Четвертая модель: середина 1980-х годов – настоящее время. Отличается тем, что акцент идет на параллельную работу с использованием внешних вертикальных и горизонтальных связей, что ускоряет решение задач и реализацию проектов.

5. Пятое поколение: настоящее время – будущее. Это модель стратегической интеграции. Главное отличие от предыдущих моделей заключается в том, что к параллельному процессу присоединяются новые функции. Это процесс ведения НИОКР с помощью вычислительной техники, информатики и программирования для установления стратегических связей.

Таким образом, внедрение инновации – это явление, в котором тесно связаны наука, экономика, предпринимательство и менеджмент.

Литература

1. Инновации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/innovatsii-opredelenie-klassifikatsiya-stadii/ (дата обращения: 14.10.2019).

2. Инновации современного мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.inteeu.com/2018/09/10/innovatsii-sovremennogo-mira/ (дата обращения: 15.10.2019).

3. Семиглазов В.А. Инновационный менеджмент: учеб. пособие / В.А. Семиглазов. – Томск, 2016. – 173 с.

ПРИЧИНЫ ВНЕДРЕНИЯ CRM-СИСТЕМ

А.А. Смашная, студент каф. ТУ

Научный руководитель: А.Э. Лебедева, ст. преподаватель каф. ТУ
г.Томск, ТУСУР, asmashnaya@bk.ru

Проект ГПО 1407 – Оптимизация маркетинговой информации в сервисной деятельности

В данной статье раскрывается актуальность внедрения CRM-систем с целью автоматизации клиентоориентированных работ сотрудников и операций, связанных с ними. Представлены основные функции и возможности системы, которые предназначены для регулирования бизнес-процессов организаций любого уровня, эффективность которых зависит от взаимодействий с потребителями.
Ключевые слова: *CRM-система, автоматизация, взаимодействие, клиент, процесс, качество.*

Современный рынок представляет собой огромный спектр различных видов товаров и предоставляемых услуг. Некоторые организации стараются взаимодействовать с потенциальными клиентами через сообщения о проходящих акциях, скидках или распродажах, а также звонками с предложениями услуг. Так как на сегодняшний день основной поток потребителей пользуется Интернет-сетями, стала популярна всплывающая реклама. Данный инструмент маркетинга вызывает только негативные последствия у клиентов. [1]

Для того, чтобы привлечь больше клиентов, необходимы большие затраты, которые не каждая организация может себе позволить. Поэтому необходимо понравиться клиенту и выстроить с ним дальнейшее взаимодействие, чтобы он остался доволен после обслуживания, так как противоположная реакция может отразиться на репутации организации. Именно для этого, для построения взаимоотношений с клиентами, необходима CRM-система.

Система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM, CRM-система, Customer Relationship Management) – это прикладное программное обеспечение для предприятий, необходимое для автоматизации процессов взаимодействий с клиентами с целью оптимизации маркетинговых процессов, улучшения качества обслуживания, повышения уровня продаж, а также накопления информации о клиентах и сделках для последующего анализа результатов взаимодействия с ними.

CRM-система позволяет вести бизнес благодаря сбору информации о клиентах, что позволяет учесть отрицательные стороны сотрудничества и приложить усилия на улучшение качества обслуживания. Таким образом, в результате конкурентоспособность организации и прибыль должны возрасти. Кроме данных функций, система имеет достаточно большой функционал.

Основные функции CRM-системы [2]:

– учет клиентов – единая база данных с лидами и контактами;

– управление продажами – ведение информации о реальных и потенциальных сделках;

– аналитические функции – отчеты и анализ производственных процессов, сделок, работы сотрудников и тд.;

– автоматизация документов – автоматизация документооборота.

Типы CRM-систем:

– операционные – рационализация и автоматизация бизнес-процессов;

– аналитические – сбор информации о каналах связи с потенциальными клиентами и контроль за взаимодействием с ними;

– коллаборационные – смесь операционной и аналитической систем.

Для того, чтобы внедрить систему на своём предприятии, необходимо определиться со следующими параметрами, которые будут удовлетворять в функционировании:

1) цели внедрения системы;
2) масштаб системы;
3) возможность доработки;
4) телефония;
5) возможность программирования;
6) простота в использовании;
7) системные требования системы;
8) допустимый бюджет.

У CRM-системы, как и у всего, есть свои преимущества и недостатки.

Преимущества:

– контроль над всеми возможными каналами связи с клиентами;

– увеличение эффективности в работе с телефонией;

– создание своей клиентской базы;

– контроль и ведение сделок сотрудников;

– автоматизирование документооборота;

– автоматизирование бизнес-процессов;

– анализ качества сделок с помощью воронки продаж;

– анализ эффективности работы сотрудников.

Недостатки:

– стоимость внедрения системы;

– необходимость в перестроении работы сотрудников.

Прежде чем внедрять CRM-систему в своей организации, необходимо взвесить все «за» и «против», но последнее решение всегда остаётся за руководителем. CRM-системы – это тот рынок, который только начинает развиваться и становится неотъемлемой частью любой компании.

Литература

1. Актуальность внедрения CRM-системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/aktualnost-vnedreniya-crm-sistem/ (дата обращения: 15.10.2019).

2. Основные функции CRM-системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://integrus.ru/blog/funkcii-crm.html/ (дата обращения: 16.10.2019).

ИНТЕРНЕТ-ТОРГОВЛЯ КАК ИННОВАЦИЯ В СФЕРЕ БИЗНЕСА

Д.В. Федорова, Е.А. Тоескина, студенты каф. ТУ

Научный руководитель: А.Э. Лебедева, ст. преподаватель каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, lae@tu.tusur.ru

Проект ГПО ТУ-1404 Оптимизация маркетинговой информации в сервисной деятельности

В статье раскрываются базовые принципы организации электронной торговли. Описываются ее особенности и раскрываются преимущества интернет-магазинов.

Ключевые слова: *интернет-торговля, электронная торвля, интернет-магазин.*

Рынок интернет-торговли – это новый способ ведения бизнеса. Благодаря ему увеличивается объем продаж, клиентская база, растет число потребителей. На сайте также существует возможность разместить большее количество товаров, чем в помещении организации. Так как это новшество появилось в России относительно недавно (1994–1996 гг), существует ряд проблем, которые препятствуют развитию интернет-торговли, в числе которых иностранная конкуренция и несовершенное законодательство РФ.

Через интернет-магазины осуществляется электронная торговля. Электронная торговля – это торговля, которая происходит с участием продавца, потребителя, товара посредством компьютера и Интернета. Такой вид продажи товаров и услуг стало новшеством, порожденным развитием информационных технологий и распространением персональных компьютеров

Интернет-торговля на сегодняшний день является одним из самых развивающихся сегментов экономики России. И сейчас человеку, который каждый день пользуется гаджетами, трудно представить свой день без выхода в интернет. Почти каждый человек или его родственники, знакомые пользовались интернет-магазином. Действительно, можно отметить несколько преимуществ торговли через интернет как для предпринимателя, так и для потребителя. Для предпринимателя это, конечно же, дополнительная прибыль. Некоторые бизнесмены переходят исключительно на торговлю в интернете, так как выгода в этом существеннее, но такой способ ведения бизнеса подходит не для всех организаций.

Также одним из преимуществ ведения бизнеса в интернете является воплощение собственных идей. У предпринимателя есть свобода выбора вида деятельности и результат успешного бизнеса зависит от того, что более широкие возможности открываются только тогда, когда бизнесмен занимается тем, что ему нравится. Работа в интернете дает возможность предпринимателю быть независимым от времени и графика работы. В то время, когда обычный работник ограничен часовыми рамками, владелец интернет-магазина всегда находится в рабочем режиме.

Преимуществом интернет-магазина является экономия на платежах (налоги, аренда, оборудование, счета за коммунальные услуги). В большинстве случаев, предприниматель открывает бизнес в одиночку, так налоги ограничиваются только единым налогом и взносами для ИП.

Реклама и маркетинг неотъемлемая часть для любой сферы деятельности. При ведении бизнеса в интернет-магазине, конечно, можно использовать в качестве рекламы размещение баннеров, листовок или местных объявлений, но в настоящее время социальные сети (Вконтакте, Facebook, Instagram), сервисы контекстной рекламы (**Google AdWords, Яндекс.Директ) помогут достичь более широкой аудитории гораздо быстрее и сократит затраты на рекламу.**

Потребители отмечают в интернет-торговле следующие плюсы:

– благодаря меньшей себестоимости, цены в интернет-магазинах меньше, чем в обычных магазинах;

– гораздо удобнее получать товары по почте или курьерской доставкой;

– зарубежные товары можно приобрести по более низкой цене

– разнообразие ассортимента;

– наличие фильтров, с помощью которых клиент может выбрать нужный ему товар.

В заключении можно сказать, что одним из ключевых способов развития экономики в России в ближайшее время может стать электронная торговля. Открывается множество перспектив, среди которых обмен информации, улучшение качества систем связи, стремительный рост предприятий.

Существует несколько барьеров, которые необходимо устранить для эффективного применения интернет-торговли. Смягчить или отменить законы обязательного бумажного оформления при заключении сделок, пересмотреть порядок налогообложения, избегать введения новых налогов, устранять рыночные барьеры. Тогда экономика России получит множество преимуществ от устойчивого рынка электронной торговли.

ОЦЕНКА КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.А. Воронин, А.Ч. Вамбуев, студенты кафедры БИС

Научный руководитель: С.В. Глухарева, ст. преподаватель каф. КИБЭВС
г. Томск, ТУСУР, gsv@keva.tusur.ru

Проект ГПО-1902 – Кадровая безопасность предприятия

В данной статье рассматривается актуальность оценки кадровой безопасности предприятия, основные методы оценки кадровой безопасности предприятия, а также анализ современных систем или программных комплексов для обеспечения кадровой безопасности.
Ключевые слова: *система, программа, способы реализации, кадровая безопасность предприятия, оценка.*

Современная экономика устанавливает жесткие правила ведения бизнеса, они становятся более нестабильными и агрессивными. На этом фоне все более остро встают проблемы кадровой безопасности, так как развитие организации прямо зависит от результативного функционирования кадрового состава и все большее внимание должно уделяться подбору благонадежных сотрудников. Квалифицированный, амбициозный, талантливый, но неблагонадежный кандидат или сотрудник несет в себе большие риски для предприятия. Негативные последствия данных рисков зачастую приводят не только к потере частичного контроля над предприятием, но и к полной его потере владельцем.

О кадровой безопасности заговорили сравнительно недавно. Сегодня в мире нет эффективного и подходящего абсолютно любому предприятию метода оценки состояния его кадровой безопасности. Но стоит отметить, что существуют базовые методы оценки, применяемые ныне: ресурсно-функциональный и индикаторные подходы.

Индикаторный метод получил широкую популярность из-за простоты и наглядности его применения, его сущность заключается в сравнении фактических значений с пороговыми значениями индикаторов.

При ресурсно-функциональном подходе оценка осуществляется по специальным критериям. Под критерием кадровой безопасности понимается свойст-

во, на основании которого определяется способность данной системы противостоять опасности.

В связи с тем, что всё в нашем мире большими шагами стремиться к автоматизации, экономика тоже не стоит на месте, происходит процесс ее цифровизации, как вследствие, в рамках кадровой безопасности также происходят изменения.

Анализируя ситуацию, сложившуюся на рынке, можно выделить из большой совокупности следующие программные комплексы кадровой безопасности предприятия [1]: Potok, Friendwork, Persia, E-Staff, Хантфлоу, Zoho Recruit, CleverStaff.

Рассмотрим системы такие как: «CleverStaff», «Persia» и «Friendwork».

В системе «CleverStaff» имеется раздел «Кандидаты», в котором можно создавать, редактировать и отправлять свои тесты [2]. В подразделе «Мои тесты» дается возможность просмотреть какие тесты кому были отправлены, прошли ли кандидаты данные тесты.

Имеются подразделы «Создать новый тест» и «Шаблон письма», первый из подразделов – это конструктор теста, где можно задать количество вопросов, время на тест и вес каждого ответа. Второй - это шаблон электронного письма, которое будет отправляться кандидату для прохождения теста (рис. 1).

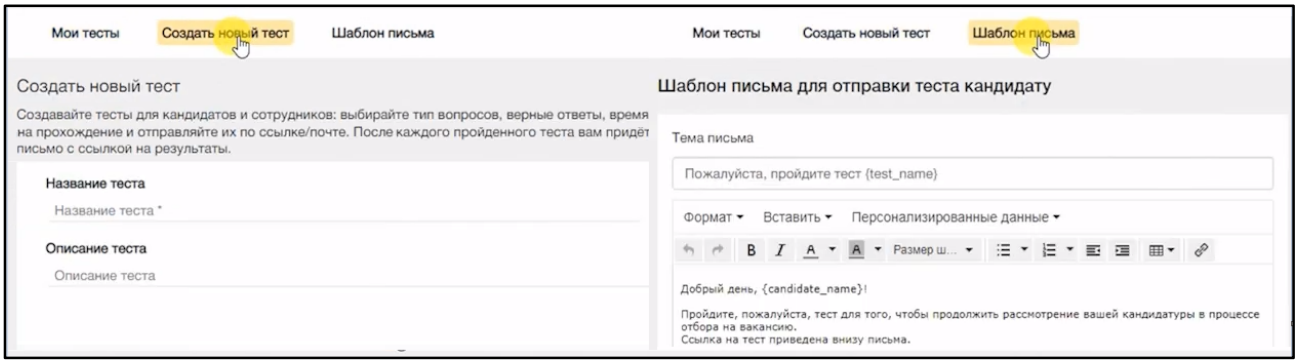


Рис. 1 – Подразделы «Создать новый тест» и «Шаблон письма»

Перейдем к системе «Persia», в которой можно рассортировать и составить список предложенных кандидатов. Для отбора на вакансию, в разделе «Шаблоны писем», ведется редактирование структуры письма (рис. 2). В редакторе прикрепляются нужные файлы, затем происходит массовая рассылка задания. Для дальнейшего удобства, можно создавать свой универсальный шаблон, который можно применять для рассылки писем кандидатам. Прикрепленный файл может состоять из приглашения на собеседование, либо же из кейса для оценки кадра.

Система Friendwork во многом схожа с предыдущей, но для отбора кадров используется фильтрование подходящих вакансий. После чего, кандидатам

будут отправлены письма, с приглашением на собеседование или вложенным кейсом.

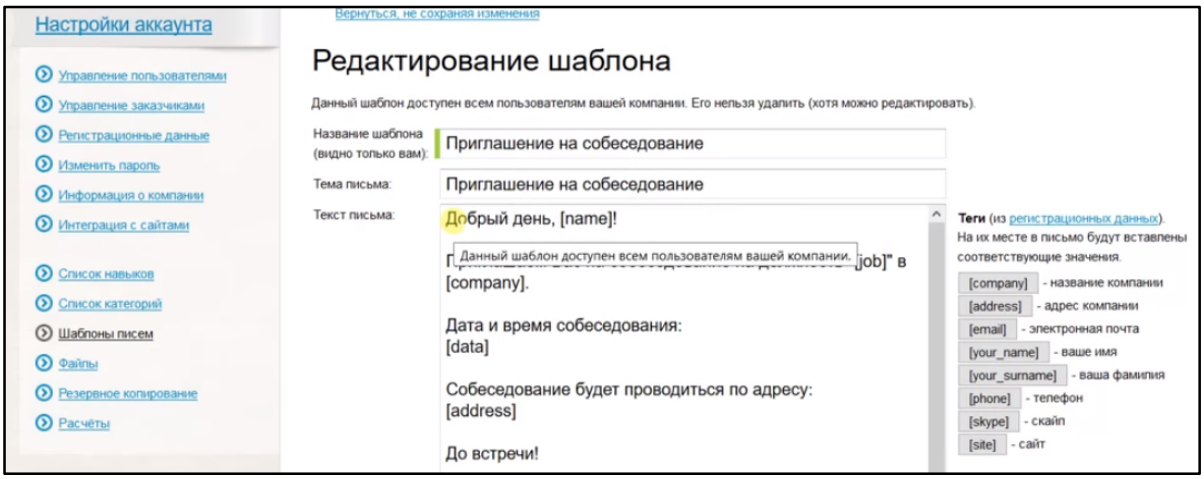


Рис. 2 – Редактирование шаблона

Детальное сравнение рассматриваемых систем отображено в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнение программных комплексов

Критерий сравнения	Cleverstaff	Persia	Friendwork
Наличие тестирования	+	–	–
Наличие кейсов	-	+	+
Наличие анкетирования	+	+	+
Наличие шаблонов для тестирования/кейсов	Имеются, но с ограниченным функционалом	Имеются, но с ограниченным функционалом	–
Экспорт результатов в Excel	+	–	–

В рамках проекта «Система кадровой безопасностии предприятия» создан программный комплекс, который включает сайт и приложение. Сайт необходим для отбора кадров и визуального-графического представления (рис. 3).

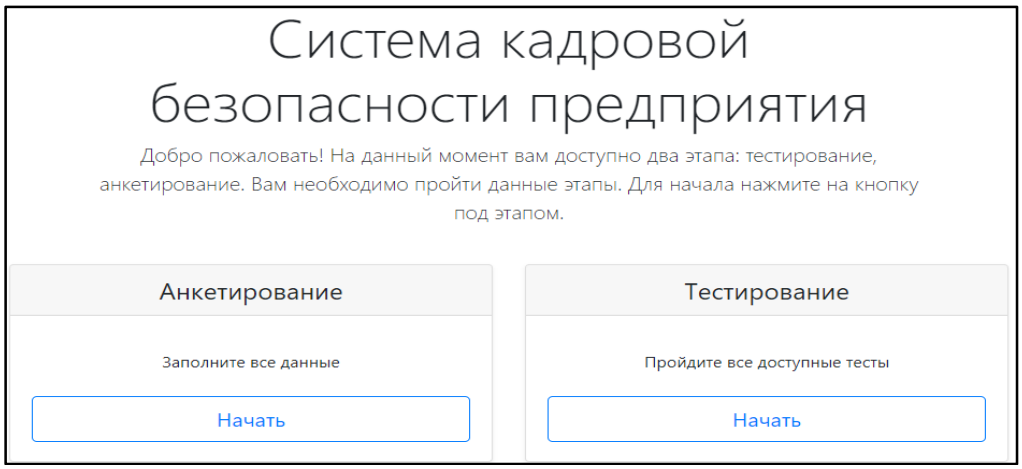


Рис. 3 – Главная страница сайта

В приложении для компьютера обрабатывается информация по тестам и анализируются результаты.

Разработка данного программного комплекса учитывает достоинства и недостатки, рассматриваемых систем, что в дальнейшем позволяет расширять ее функционал.

Литература

1. Системы кадровой безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cleverstaff.net/blog/systems-comparison/(дата обращения: 02.11.2019).

2. Кадровая безопасность – проблемы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://infopedia.su/19x719f.html (дата обращения: 01.11.2019).

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБЫЛИ ОТ ПРОДАЖ КАК ЗАЛОГ УСПЕХА КОМПАНИИ

Д.А. Воропаева, студент каф. ФиМ

Научный руководитель: А.И. Ермоленко, канд. экон. наук, доцент каф. ФиМ
г. Тула, Тульский государственный университет, darja.voropaeva@rambler.ru

В данной статье рассматривается факторный анализ прибыли от продаж, который оказывает существенное влияние на эффективность работы фирмы. Автор иллюстрирует расчет каждой методики данного анализа, при этом описывая их преимущества и недостатки. В результате исследования отмечаются тенденции, появляющиеся в организации после внедрения рассматриваемого анализа.

Ключевые слова: *факторный анализ, прибыль, продажи, рентабельность, методы.*

В современном мире наиболее популярным является факторный анализ, под которым подразумевают совокупность комплексного и системного исследования в изучении величин результатов. [1, с.80]

Обратимся к способам рассматриваемого анализа, применяемого к прибыли от продаж:

1) российская методика;

2) методика маржинального анализа (факторный анализ маржинальной прибыли);

3) методика факторного анализа прибыли от продажи по формам бухгалтерской отчетности.

Главная задача данного анализа заключается в определении влияния различных обстоятельств на полученный результат с привлечением определенных

методик его измерения [3, с.152]. Оценивая эффективность работы фирмы, необходимо не только составить соотнесенность абсолютных величин прибыли, но и спрогнозировать экономические результаты, полученные по причине постоянно изменяющихся обстоятельств хозяйственного процесса. [2, с.130]

Итак, рассмотрим российскую методику факторного анализа прибыли от продаж:

$$П = РП \times (Ц - С)\ , \qquad (1)$$

где РП – объем реализуемой продукции, ед.; Ц – рыночная цена реализуемой продукции, руб.; С – себестоимость единицы продукции, руб.

Данный расчет следует проводить методом цепных подстановок.

Достоинство методики маржинального анализа (директ– костинг: CVP) заключается в более правильном выявлении степени влияния причин, учитывая следующий фактор – взаимосвязь объема продаж и переменных издержек:

$$П = РП \times \left(Ц - З_{пер}\right) - З_{пост}\ , \qquad (2)$$

где РП – объем реализуемой продукции, ед.; Ц – рыночная цена реализуемой продукции, руб.; $З_{пер}$ – переменные издержки на единицу производимой продукции, руб.; $З_{пост}$ – постоянные издержки на весь выпуск продукции, руб.

Для того чтобы наметилась тенденция к снижению себестоимости и увеличению прибыли, важно придерживаться следующего правила: темпы спада дигрессивных расходов должны превышать темпы роста прогрессивных и пропорциональных расходов. Факторный анализ прибыли от продаж в целом по организации включает в себя структуру реализуемой продукции, оказывающей как благотворное, так и отрицательное воздействие на прибыль. При условии роста удельного веса более рентабельных видов продукции в общем объеме продаж, величина прибыли будет расти, и наоборот, при лидерстве убыточных или низкорентабельных товаров в структуре продаж, произойдет уменьшение прибыли в целом по компании.

Методика факторного анализа прибыли от продаж по формам бухгалтерской отчетности:

1. Определение выручки в отчетном году в сопоставимых ценах ($В_{ос}$):

$$В_{ос} = \frac{В_{отч}}{\text{Индекс роста цен}}\ , \qquad (3)$$

где $В_{отч}$ – выручка отчетного периода, руб.

2. Определение прироста выручки по причине изменения объема продаж ($\Delta В_{о}$):

$$\Delta В_{о} = В_{ос} - В_{план}, \qquad (4)$$

где $В_{план}$ – выручка планового периода, руб.

3. Определение прироста выручки из-за изменение рыночных цен ($\Delta В_{ц}$):

$$\Delta В_{ц} = В_{отч} - В_{ос}; \qquad (5)$$

4. Определение удельного веса прибыли в отчетном и плановом периодах в выручке (М):

$$М = \frac{Пр}{В}, \quad (6)$$

где Пр – прибыль от продаж, руб.; В – выручка, руб.

5. Определение величин ресурсоемкости планового и отчетного периодов в рамках элементов издержек, в том числе затрат на оплату труда персонала, отчисления в социальные фонды, материальные и прочие расходы:

$$Р_е = \frac{И_н}{В}, \quad (7)$$

где $И_н$ – издержки предприятия по элементам, руб.

Определение изменений ресурсоемкости по элементам затрат ($\Delta Р_е$):

$$\Delta Р_е = Р_е^{отч} - Р_е^{план}. \quad (8)$$

Определение прироста прибыли в зависимости от изменения объема продаж товара:

$$\Delta П_0 = \Delta В_о \times М \ (9) \text{ (плановый период).}$$

Определение прироста прибыли в зависимости от изменения рыночных цен:

$$\Delta П_ц = \Delta В_ц \times М \ (10) \text{ (плановый период).}$$

Определение прироста прибыли в зависимости от изменения ресурсоемкости в рамках элементов издержек:

$$\Delta П_{ре} = \Delta Р_е \times В \ (11) \text{ (отчетный период).}$$

Определение изменения прибыли в общем виде ($\Delta П_{общ}$):

$$\Delta П_{общ} = \Delta П_о + \Delta П_ц + \Delta П_{ме} + \Delta П_{зе} + \Delta П_{ае} + \Delta П_{пр}, \quad (12)$$

где $\Delta П_{ме}$ – изменение прибыли из-за материалоемкости в абсолютном выражении; $\Delta П_{зе}$ – изменение прибыли из-за изменения зарплаты в абсолютном выражении; $\Delta П_{ае}$ – изменение прибыли из-за изменения амортизации в абсолютном выражении; $\Delta П_{пр}$ – изменение прибыли из-за ресурсоемкости в абсолютном выражении по прочим издержкам.

1. Оценка достоверности проводимых расчетов осуществляется путем сравнения прироста прибыли из-за различных причин и абсолютных изменения данного показателя за периоды:

$$\Delta П = П_{отч} - П_{план}; \quad (13)$$

$$\Delta П = П_{общ}. \quad (14)$$

Наиболее важным фактором, оказывающим влияние на устойчивость прибыльности, является степень контроля затрат компании ее управляющими лицами, которая выражается соотношением Затраты/Выручка. Таким образом, если выполняется условие стабильности данного показателя в рамках элементов затрат, то соответственно менеджеры достаточно эффективно следят за расходами, а также занимаются их управлением.

Необходимо подчеркнуть следующие показатели, иллюстрирующие рентабельность деятельности организации:

1) рост объемов продаж реализуемых товаров;

2) оптимизация структуры продаж, то есть увеличение удельного веса продукции с более высокой рентабельностью;

3) высокий уровень качества производимой продукции;

4) рост степени выполнения обязательств по договорам;

5) более выигрышное обозначение продукции относительно конкурентов на рынке.

Литература

1. Ширяева Н.В., Толщикова О.С. Методика факторного анализа маржинальной прибыли // Всероссийская научно-практическая конференция «Экономика России в условиях ВТО: проблемы и перспективы»: сб. науч. тр. – Ульяновск: Изд-во: Ульяновский гос. техн. ун-т, 2014. – С. 80–82.

2. Ширяева Н.В., Васильева А.С. Особенности анализа доходности организаций / Н.В. Ширяева, А.С. Васильева // Глобальный научный потенциал. – 2014. – № 3(36). – С. 129–131.

3. Ширяева Н.В., Старостина Т.Г. Практические аспекты анализа финансовых результатов / Н.В. Ширяева, Т.Г. Старостина // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – № 10(28). – С. 151–155.

Секция 9. ЭНЕРГЕТИКА И СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЛАСТИ ПЕЧАТИ И ЕЕ КАЧЕСТВА У ФОТОПОЛИМЕРНЫХ 3D-ПРИНТЕРОВ

Г.А. Коломыцев, Д.В. Корнилов, студент каф. КСУП

Научный руководитель: Е.С. Мурзин, ассистент каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, murzyanya@mail.ru

Проект ГПО КСУП-1901 – Разработка 3D-принтера с увеличенной областью печати

В данной статье рассмотрены основные способы фотополимерной печати и возникающие проблемы с качеством получаемой модели, скоростью работы и тиражируемостью, а так же методы и возможные способы решения этих задач.
***Ключевые слова**: 3d-принтер, 3d-печать, SGC, матрица.*

3D-принтер – это устройство для послойного создания трехмерных объектов на основе цифровой трехмерной модели. Принтеры различаются по технологии и методам создания готового изделия.

Стереолитография (SLA или SL) – технология аддитивного производства моделей, прототипов и готовых изделий из жидких фотополимерных смол. Отвердевание смолы происходит за счет облучения ультрафиолетовым излучением.

Масочная стереолитография (SGC) – один из методов стереолитографии, во многом, так же схожий с технологией печати методом цифровой светодиодной проекции (DLP). Метод основан на нанесении тонких слоев фотополимерной смолы с последующим облучением материала ультрафиолетовым светом. Облучение происходит по физическому фотошаблону или «маске» соответствующего контура. В роли маски обычно выступает LCD-матрица высокого разрешения.

И здесь таится первый фактор, влияющий на качество печати – физический размер пиксела матрицы. При недостаточно высоком разрешении матрицы на полученной модели можно будет рассмотреть слои невооруженным взглядом. На рис. 1 представлен пример подобной печати. На данный момент на коммерчески доступных LCD-матрицах встречается минимально возможный размер пиксела 31 мкм или 806 ppi, что, безусловно, достаточно для качественной печати даже художественных фигур или протезов в стоматологии при минимальной доработке готового изделия. Но данная матрица имеет размер всего 12x7 см, что не позволяет распечатать сколько-нибудь крупную модель или партию мелких моделей.

Применение же матриц с диагональю 10 дюймов и выше приводит к увеличению размера пиксела до нескольких сотен микрон, что делает невозможным применение такого принтера в некоторых областях, например ювелирное дело.

Также, существенным фактором является время печати. Запекание одного слоя и операции по нанесению полимера занимают от 6 до 20 секунд. Учитывая требуемое качество в 20–30 микрон, на печать куба с ребром 1 см может уйти больше одного часа.

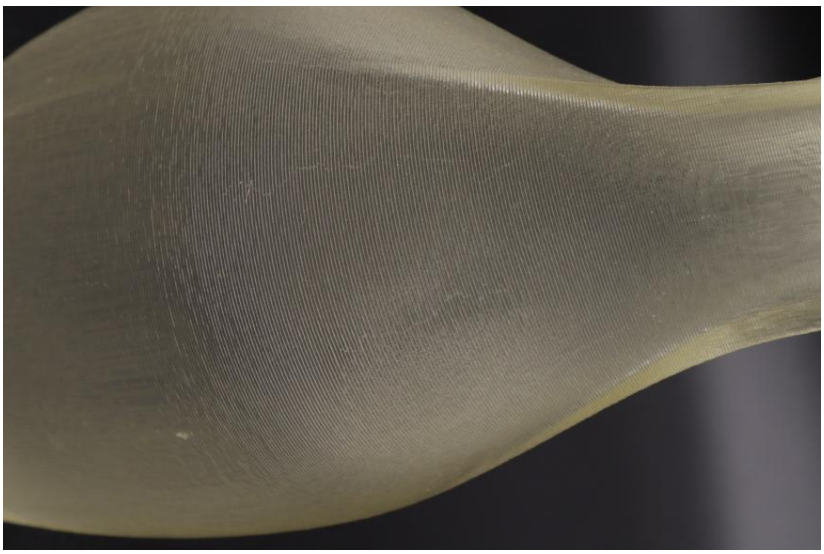


Рис. 1 – Пример печати на разрешении маски 75 мкм

Если необходимо печатать большую модель, то ее нужно будет сперва порезать на части, для возможности печати на маленькой матрице. Это приведет к дополнительным дефектам из-за стыков между частями.

Для исправления и минимизации подобных неудобств нами реализуется два подхода в построении устройства.

Первый для печати больших моделей на матрице с большим размером пиксела. Он заключается в ведении в маску так называемых серых пикселей. Пример маски представлен на рис. 2. Эти пикселы пропускают УФ-излучение частично, что приведет к неполному запеканию краев слоя. При последующем наплвлении слоя, эти пикселы будут сглаживать ступеньку, что в идеале должно убарть видимость слоев даже под увеличением.

Второй для увеличения тиража и скорости изготовления мелких партий изделий. Он заключается в использовании нескольких матриц для виртуального увеличения области печати в два и более раз. На области засветки будет располагаться не одна маска, а несколько масок высокого разрешения. Они не будут копировать друг друга по отображению а будут работать с частями «стола» по отдельности, каждая со своей, как, например уличные рекламные стенды.

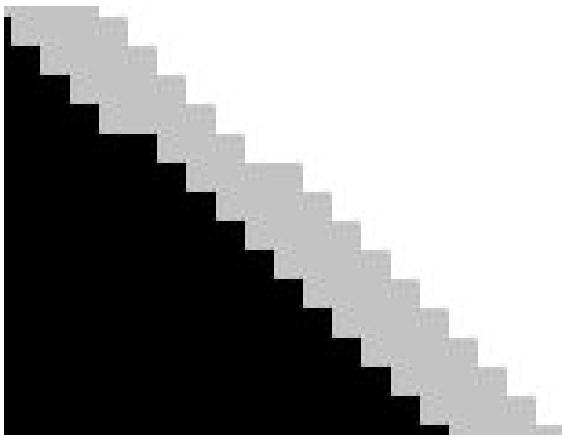


Рис. 2 – Пример маски с серыми пикселами

Применение обоих методов на матрице с высоким ppi можно добиться достаточно большой тиражируемости и необходимой точности в 20мкм, что обеспечит качество печати на относительно дешевом принтере как на промышленных образцах SLA-принтеров с толщиной лазерного пучка 10мкм.

Литература

1. Сообщество владельцев 3D-принтеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://3dtoday.ru/wiki/SGC_print/ (дата обращения: 16.10.2019).

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

О.Н. Коржова, магистрант каф. энергетики

Научный руководитель: Ю.В. Мясоедов, канд. техн. наук, проф.
г. Благовещенск, Амурский государственный университет, korzholya@mail.ru

В статье анализируется современное состояние и процент электросетевого комплекса. Рассматривается необходимость своевременного диагностирования технического состояния. Приводятся методы диагностики оборудования. Даны краткие характеристики современным приборам диагностики.

Ключевые слова: *диагностика, электрическое оборудование, техническое состояние, приборы, эксплуатация.*

По статистическим данным процент изношенных объектов сетевой инфраструктуры в России составляет 65%, в то время как, например, в Румынии и США изношенными являются 49% и 20% объектов соответственно. Учитывая огромную территорию России и количество энергообъектов, расположенных на ней, можно сделать вывод о невозможности единовременной замены всего из-

ношенного электрооборудования в связи с его высокой стоимостью [1]. Следовательно, необходимо поддерживать уже эксплуатируемое оборудование в хорошем состоянии. Для увеличения срока службы дорогостоящего оборудования, установленного на электрических станциях и подстанциях необходимо своевременно проводить его диагностику различными приборами и методами.

Цель работы: анализ современных приборов диагностики электрического оборудования и оценка возможности их применения в эксплуатации.

Задачи:

1) оценить возможности технического диагностирования;
2) рассмотреть основные методы диагностирования электрооборудования;
3) дать оценку применяемости современного диагностического оборудования.

Техническое диагностирование позволяет дать оценку состояния исследуемого объекта (в данном случае объектов электросетевого комплекса). Оно дает возможность устанавливать признаки неисправной работы оборудования, определять методы повышения надежности, оценивать остаточные ресурсы энергосистемы.

Основные задачи технического диагностирования прописаны в ГОСТ 20911-89 «Техническая диагностика. Термины и определения». Это контроль технического состояния оборудования, выявление причин отказа либо неисправности оборудования и определение прогноза дальнейшей работоспособности оборудования [2].

Для каждого типа электрического оборудования применяются индивидуальные методы технического диагностирования. Методы диагностики основаны на каком-либо физическом явлении. Рассмотрим некоторые из них.

Физико-химические методы на основе происходящих в процессе химических реакций и появляющихся химических элементов позволяют делать выводы о состоянии элементов изоляции. Такой метод применяется для диагностирования маслонаполненного оборудования. Для анализа состояния маслонаполненного оборудования также применяется метод хромотографического контроля.

Метод вибродиагностики и метод инфракрасной термографии основаны на отклонении параметров объектов, таких как изменение спектра частот собственной и вынужденной вибрации и нагрев соответственно. Для диагностики воздушных и кабельных линий электропередачи используются методы контроля частичных разрядов в изоляции [3].

Несвоевременная диагностика, либо ее отсутствие, приводит к серьезным авариям, последствия которых бывают очень серьезными, требуют больших финансовых вложений. В мае 2005 года на подстанции «Чагино» Магистральных электрических сетей «Мосэнерго» произошло возгорание измерительного

трансформатора тока. Данное происшествие спровоцировало развитие системной аварии, обесточенными оказались несколько близлежащих областей. На восстановление электроснабжения потребовалось более суток. Следовательно, для того чтобы поддерживать оборудование в хорошем рабочем состоянии, энергетические компании нуждаются в постоянном пополнении актуальных данных о состоянии электрооборудования. Так, на рис. 1 приведена повреждаемость на 1000 единиц оборудования подстанций за 2017 год по данным ПАО «Россети» [4].

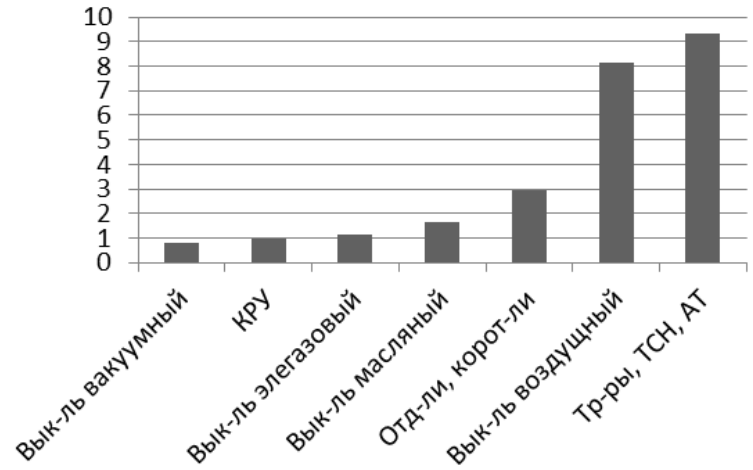


Рис. 1 – Общая повреждаемость на 1000 единиц оборудования под в 2017 году по данным ПАО «Россети»

Исходя из данных ПАО «Россети» можно сделать вывод о том, что наиболее часто повреждается либо выходит из строя такое оборудование, как силовые трансформаторы и автотрансформаторы, выключатели с различными типами изоляции, отделители и короткозамыкатели. Для диагностики данного оборудования подойдут такие приборы как течеискатели, газоанализаторы, тепловизоры.

В настоящее появляются новые методы и средства диагностики электрического оборудования. Современные приборы отличаются компактностью, простотой в обращении, рассчитаны на многоразовое использование. Они могут рассматривать сразу группу показателей, либо анализировать один. При рассмотрении предложенных на рынке средств диагностики, имеющих схожий принцип действия и направленных на диагностику определенных параметров, особое внимание рекомендуется обратить на приборы, представленные в табл. 1.

В настоящее время на рынке представлено значительное количество высококачественных современных приборов диагностики, имеющих схожий принцип действия и возможность применения в эксплуатации, такие приборы отличаются только стоимостью.

Таблица 1 – Сравнение приборов диагностики

Прибор 1	Прибор 2
Контроль изоляции по частичным разрядам	
DIM-Loc	Megger LPD MONITOR
Регистрация и анализ частичных разрядов, диагностика дефектов, оперативная локации мест их возникновения [5]	Автоматизированный интегрированный анализ частичных разрядов с помощью интеллектуального ПО, удаленный доступ [7]
Анализ масла в маслонаполненном оборудовании	
Hydrocal	Megger IDAX 300
Определение первых признаков неисправности трансформаторов, измерения влажности в масле и наличия посторонних газов [6]	Автоматизированный анализ содержания влаги и проводимости масла, точность измерения, помехоустойчивость[8]

Таким образом, критериями выбора диагностического прибора для конкретного энергообъекта являются финансовые возможности организации и степень цифровизации оборудования.

Выводы: В данной статье рассмотрены возможности и оценена необходимость проведения своевременной технической диагностики электрического оборудования. Изучены методы анализа, применяемые для диагностики состояния электрического оборудования. Предложены современные средства диагностики, проведено их сравнение.

Литература

1. Иванов А.А. Оценка необходимости реконструирования и привлечения инвестиций в распределительные сети российской федерации // Дискурс. – 2017. – № 1.

2. Техническое диагностирование [Электронный ресурс]. – URL: http://www.craftcert.ru.

3. Техническая диагностика и методы технического диагностирования [Электронный ресурс]. – URL: http://electricalschool.info.

4. Система управления качеством [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rosseti.ru.

5. DIM-Loc – универсальный прибор оперативного контроля изоляции высоковольтного оборудования по частичным разрядам [Электронный ресурс]. – URL: https://dimrus.

6. MTE [Электронный ресурс]. – URL: http://www.transformer-monitoring.ru.

7. Система онлайн-мониторинга частичных разрядов LPD MONITOR. [Электронный ресурс]. – URL: http://rusmegger.ru.

8. MEGGER IDAX 300 Система диагностики изоляции. [Электронный ресурс]. – URL: http://rusmegger.ru.

РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ SPICE-МОДЕЛЕЙ БИПОЛЯРНОГО И ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ЗАВИСЯЩИХ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

И.В. Борисов, Д.Т. Махмарасулов, студенты кафедры ПрЭ

Научные руководители: С.Г. Михальченко, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедры ПрЭ;
В.И. Апасов, канд. техн. наук, ведущий инженер – конструктор АО «НПЦ «Полюс»
г.Томск, ТУСУР, bjornlol@mail.ru

Проект ГПО ПрЭ – 1905 – Силовой преобразователь автономной системы энергоснабжения на основе модульного принципа построения

Целью данного исследования является разработка методики построения spice – моделей биполярного и полевого транзисторов отечественного производства, которые будут учитывать зависимость исходных технических параметров радиоэлементов от различных внешних факторов (в нашем случае – температуры), оказывающих влияние на данные параметры, а, следовательно, и на функционирование транзисторов в целом, при определённых условиях эксплуатации.

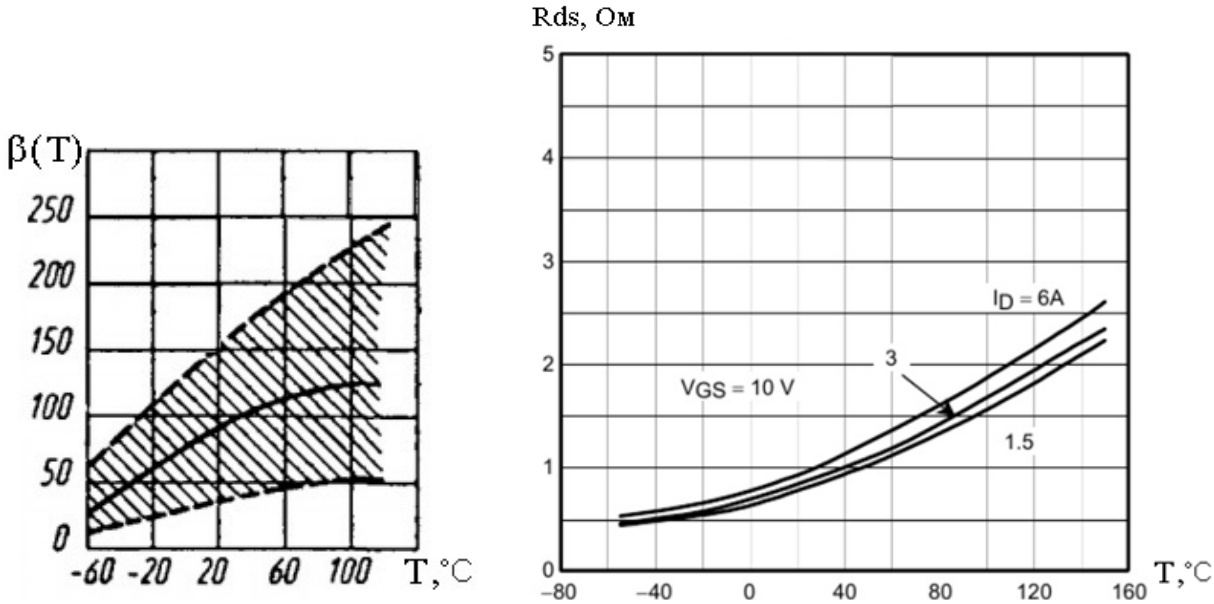
Ключевые слова: *spice – модели, моделирование, биполярный транзистор, полевой транзистор, зависимость технических параметров транзисторов от температуры.*

Вступительная часть

В настоящее время существует множество различных моделей биполярных и полевых транзисторов отечественного производства, каждая из этих моделей имеет свои исходные значения технических параметров, которые напрямую зависят от температуры, но зачастую бывает так, что не во всех документациях к моделям транзисторов приведены такие зависимости или же функции, которые описывают изменения этих параметров от различных значений температуры. Эти функции помогают наглядно охарактеризовать изменения. Наша задача заключается в том, чтобы получить такие функции, которые будут способны описать зависимость определённых технических параметров транзисторов от воздействия на них температуры, используя определённую методику. Решение данной задачи позволит добиться большей точности расчётов, в тех областях, где применяются данные транзисторы, другими словами, позволило бы иметь более точное представление о их функционировании, при работе в определённых температурных условиях.

Основная часть

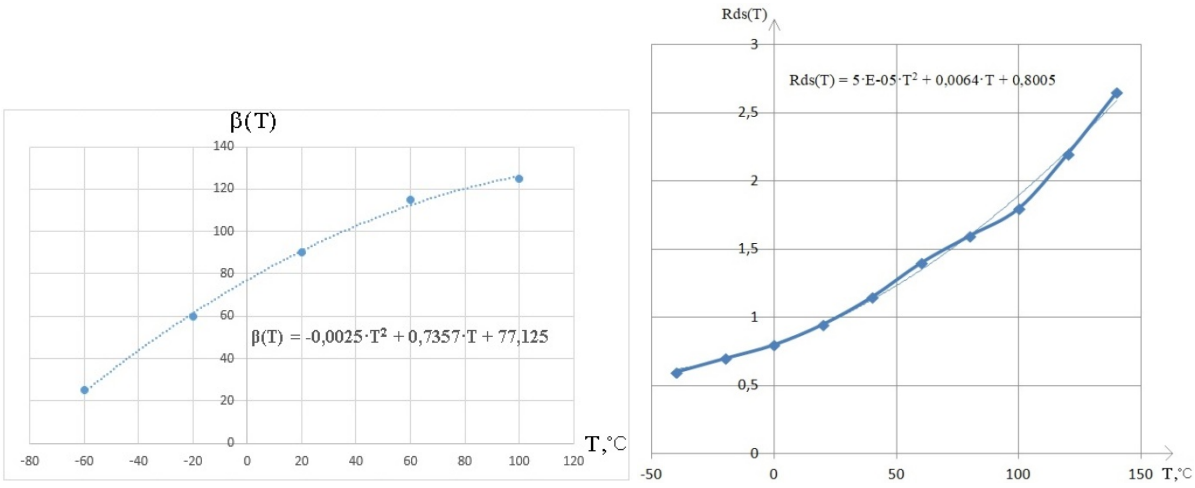
Для решения поставленной задачи нами были найдены температурные зависимости коэффициента передачи тока для модели биполярного транзистора 2Т506А, которая изображена на рис. 1(а) и сопротивления сток – исток для модели полевого транзистора КП726Б, изображённая на рис. 1(б).



(а) (б)

Рис. 1 – Температурные зависимости коэффициента передачи тока для модели биполярного транзистора 2Т506А (а) и сопротивления сток-исток для модели полевого транзистора КП726Б (б)

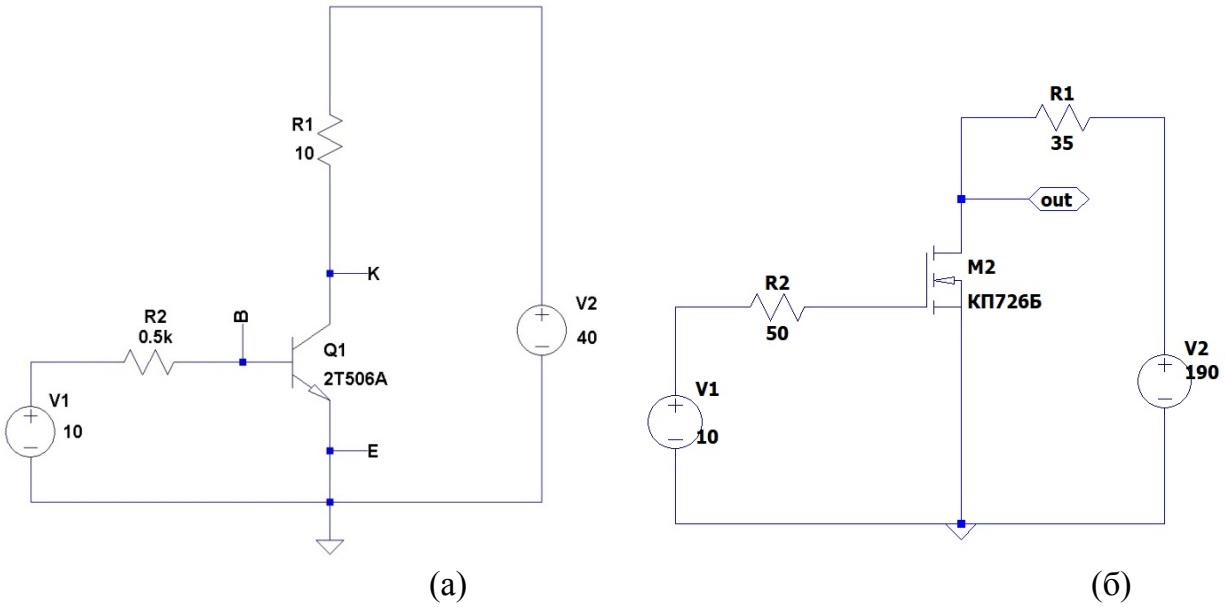
Опираясь на приблизительные значения точек, через которые эти зависимости проходят, были построены новые зависимости, аналогичные исходным, которые изображены на рис. 2. Также были определены функции, по которым изменяются зависимости β(T) и Rds(T).



(а) (б)

Рис. 2 – Полученные температурные зависимости коэффициента передачи тока для модели биполярного транзистора 2Т506А (а) и сопротивления сток-исток для модели полевого транзистора КП726Б (б)

Теперь, когда нам известны функции, которые характеризуют изменения соответствующих параметров от температуры транзисторов, мы можем с ними работать, а именно присвоить данные функции этим параметрам, при моделировании схем с биполярным транзистором, изображённая на рис. 3(а), и полевым транзистором, изображённая на рис. 3(б), в среде LTspice.



(а) (б)

Рис. 3 – Имитационные модели схем включения, построенные в среде LTspice для биполярного NPN транзистора с общим эмиттером (а) и полевого N-канального транзистора с общим истоком (б)

Ниже приведены тексты, которые использовались при описании имитационных моделей транзисторов:

Текст для биполярного транзистора:

.func myfunc(T) {– 0.0025·(T·T) + 0.7357·T + 77.125}

.model 2T506A NPN(Bf={myfunc(T)} Vjc=0.35 Vje=0.75 Tf=1.35E-6 Cjc=30E-12 Cje=980E-12)

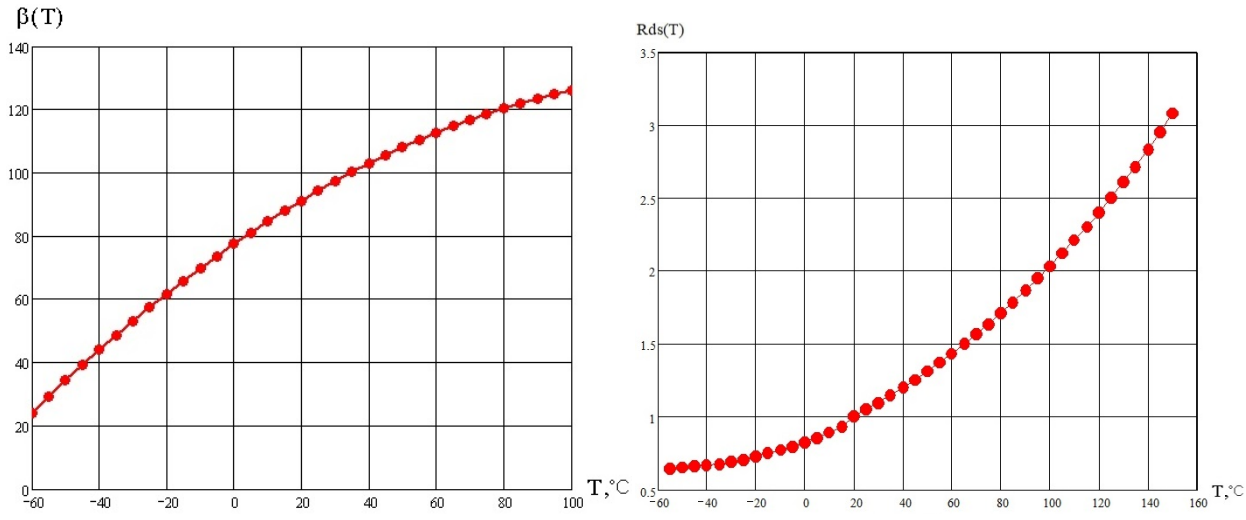
Текст для полевого транзистора:

.func myfunc(T) {5·0.00001·(T·T) + 0.0064·T + 0.8005}

.model КП736Б VDMOS(Vds=600 Rs={0.5·myfunc(T)} Rd={0.5·myfunc(T)} Qg=28n Tnom=250 Rg=25)

Для проверки полученных функций построим экспериментальные температурные зависимости технических параметров схем включения биполярного и полевого транзисторов. Чтобы реализовать данный пункт нам известно, что коэффициент передачи тока равен отношению тока коллектора к току базы $\left(\beta = \frac{I_к}{I_б}\right)$, а сопротивление сток – исток равно отношению напряжения сток – исток к току сток-исток $\left(Rds = \frac{U_{си}}{I_{си}}\right)$. Исходя из этого, будем производить измерения данных величин на имитационных моделях транзисторов, с установ-

ленным шагом в 5 градусов и последующим подсчётом их соотношения. Экспериментально полученные графики температурной зависимости параметров изображены на рис. 4.



(а) (б)

Рис. 4 – Экспериментально полученные графики температурной зависимости параметра коэффициента передачи тока для модели биполярного транзистора 2Т506А (а) и сопротивления сток-исток для модели полевого транзистора КП726Б (б)

Заключение

В результате исследований, проведённых в данной работе, была разработана методика построения spice-моделей биполярного и полевого транзисторов отечественного производства, согласно этой методике были получены функции, описывающие зависимости определённых технических параметров транзисторов от значений температуры, которая оказывает непосредственное влияние на данные параметры. Эта методика позволяет добиться более точных расчётов в тех областях, где применяются отечественные транзисторы и иметь более точное представление о их функционировании в целом, при работе в определённых температурных условиях, в чём мы наглядно смогли убедиться.

Литература

1. Хоровиц П., Хилл, У. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. – М, 1993. – 413 с.

2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин. – М., 2005. – 632 с.

3. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк. – М., 2008. – 832 с.

4. Троян П.Е. Твердотельная электроника / П.Е. Троян. – Томск, 2006. – 330 с.

5. Справочник по биполярному транзистору модели 2Т506А [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eandc.ru/pdf/tranzistor/2t506_kt506.pdf (дата обращения: 07.11.2019).

6. Справочник по полевому транзистору модели КП726Б [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.alltransistors.com/ru/mosfet/transistor.php?transistor=15956 (дата обращения: 07.11.2019).

ПОРТАТИВНЫЙ АККУМУЛЯТОР НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИНЗ ФРЕНЕЛЯ

Г.М. Подхомутникова, А. Нурханов, студенты каф. ПрЭ

Научный руководитель: С.Г. Михальченко, д-р техн. наук, доцент
г. Томск, ТУСУР, podhomutnikova@gmail.com, abilkayr.nurkhan@mail.ru

Проект ГПО ПрЭ-1802 – Разработка, ремонт и модернизация средств и систем автоматизации технологических процессов в нефтегазовой отрасли

Статья посвящена разработке портативного источника питания устройств входного тока 1 Ампер, напряжения 5 Вольт.
Источник питания на основе фотоэлектрических преобразователей предназначен для питания гаджетов небольшой мощности.
***Ключевые слова**: солнечная батарея, линзы Френеля, солнечный концентратор, альтернативный источник энергии, поликристаллический кремний, фотоэлектрические преобразователи.*

В данный момент широко распространена тема использования альтернативных источников энергии и экологичного подхода к использованию ресурсов. Эффективность процесса поглощения - преобразования солнечной энергии составляет в среднем 15–20%, такое количество электричества получается от общей массы солнечного излучения, попадающего на фотоэлементы. Для получения нужного количества электроэнергии приходится значительно увеличивать площадь солнечных батарей, что ведёт к большим финансовым затратам. В данной работе рассмотрен вариант увеличения коэффициента полезного действия солнечной батареи аккумуляторного источника питания за счёт уменьшения потерь светового потока.

Основные характеристики портативных аккумуляторов

– Емкость. Емкость вляется одним из основных параметров для любого аккумулятора: она описывает количество энергии, которое батарея способна накопить при полном заряде. Традиционно её измеряют в мАч: 1 мАч соответ-

ствует количеству энергии, достаточному для обеспечения силы тока в 1 миллиампер в течение 1 часа.

– Выходное напряжение. Напряжение, выдаваемое портативным аккумулятором для питания внешних устройств, измеряется в вольтах.

– Удельная емкость. Оптимальной удельной емкостью является показатель от 80 мАч/см³ и выше.

При обзоре портативных аккумуляторов на основе солнечных батарей было выявлен ряд недостатков:

– большие потери отраженной солнечной энергии;

– довольной низкий КПД (Теоретический КПД кремниевых ячеек может быть на уровне 26%, а КПД ячеек на арсениде галлия может быть на уровне 49%);

– значительный нагрев в точке фокусировки излучения, что приводит батарею к выгоранию.

Недавние исследования Дениса Афанасьева и открытие технологии «Планарного концентратора» на основе линз Френеля позволяют решить проблему потерь солнечной энергии на отражение, увеличив коэффициент полезного действия батареи.

Технология «Планарного концентратора»

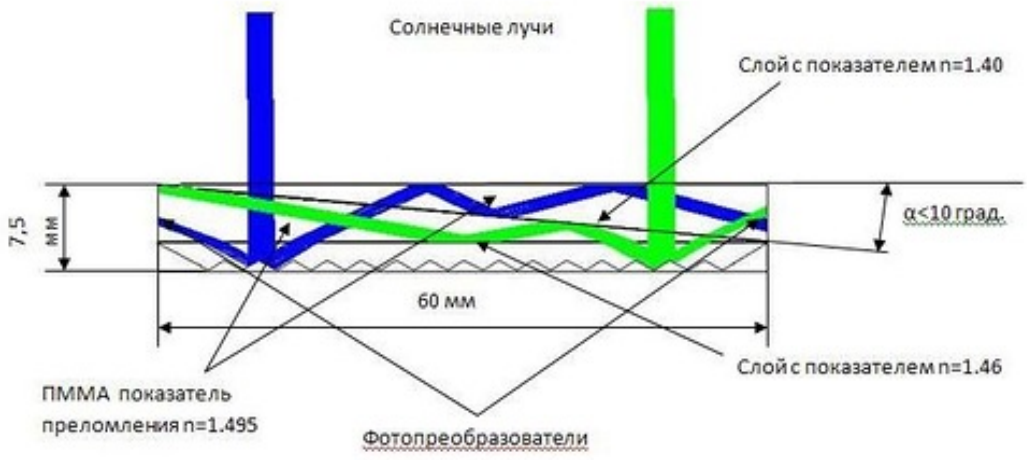


Рис. 1 – Планарный концентратор

Технология основана на применении линз Френеля для концентрации излучения у приёмников. Приёмники излучения – фотопреобразователи – расположены по краям установки слева и справа. Отражающая подложка перенаправляет лучи на одностороннее зеркальное стекло или в приёмник. Величина потерь солнечной энергии сводится к минимуму.

Оптическая эффектичность (отношение входного и выходного светового потока) планарного концентратора 88–91%.

Солнечные концентраторы на основе линз Френеля

Такие солнечные концентраторы могут быть использованы в двух направлениях. Одно из них – применение линзовых концентраторов солнечного света, которые помещаются поверх фотоэлементов. За счёт размещения на солнечной батарее этих специальных линз в восемь раз повышается концентрация светового потока. Таким образом, появляется возможность уменьшить количество фотоэлементов, которые составляют основную часть стоимости солнечных батарей.

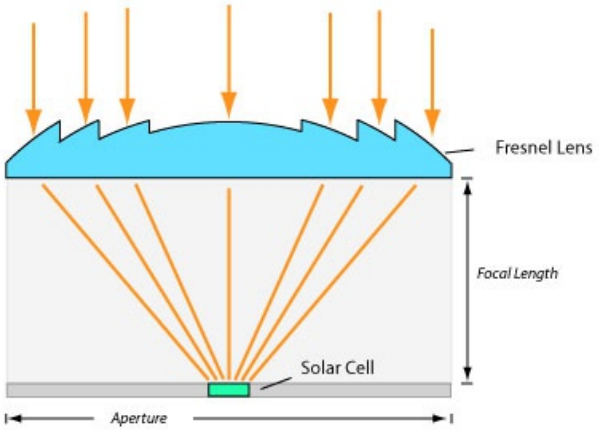


Рис. 2 – Линза Френеля

В работе планируется использовать в качестве фотопреобразователя поликристаллический кремний как наиболее оптимальный по стоимости, доступности и кпд вариант.

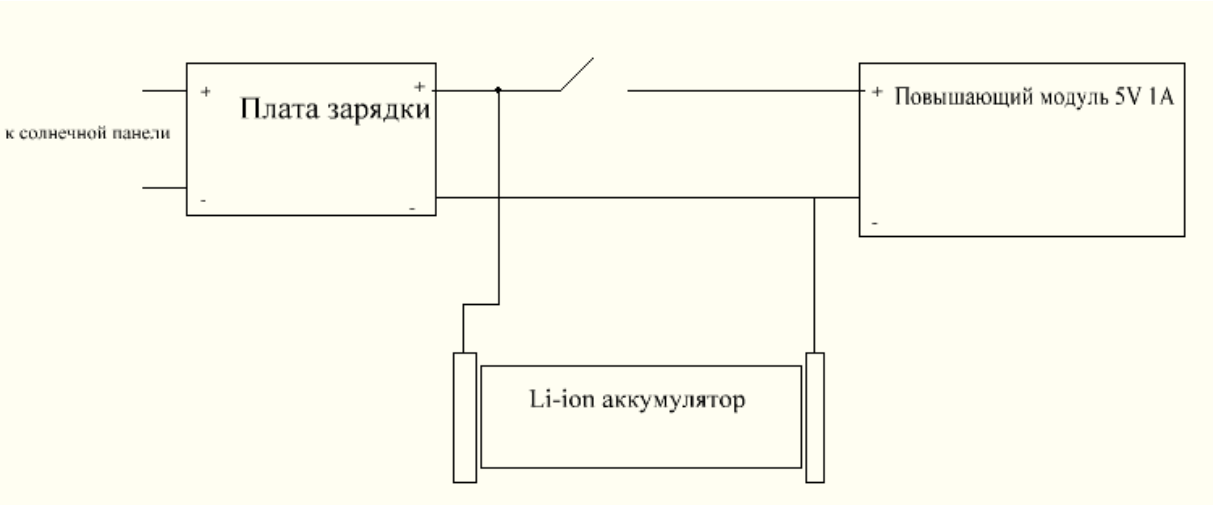


Рис. 3 – Схема внешнего аккумулятора

Солнечная батарея с планарным концентратором

Производство «солнечного кремния» (основного материала солнечных батарей) является экологически опасной, энергетически затратной и дорогостоящей технологией. Предлагаемая технология концентрации солнечного света позволяет уменьшить потребность необходимого кремния в 5–7 раз при изго-

товлении солнечных модулей, что снижает стоимость по сравнению с текущим состоянием в 1,8–2,0 раза. Планарный концентратор представляет собой плоский лист оргстекла (стекла) со специальной внутренней и внешней структурой, которая позволяет с высокой эффективностью (70–80%) собирать энергию света со всей площади и перенаправлять в два противоположных торца. В результате, цена установочной мощности для солнечного модуля снижается до уровня 0,5–0,6 $ USA/Вт при крупномасштабном производстве.

Реализация проекта позволит производить экологичную продукцию с высоким экспортным потенциалом, а также сформировать новый высокотехнологичный тренд в солнечной энергетике мирового значения.

Литература

1. Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eee.gubkin.ru/LECTURES_RF_files/LEAKAGE_DETECTION.pdf (дата обращения: 15.11.2019).

2. habr.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/gtv/blog/195528/ (дата обращения: 15.11.2019).

3. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2019. Т. 330. No 1. 153–164 Хомутов С.О., Полищук В.И., Сташко В.И [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://izvestiya.tpu.ru/archive/article/view/61/31 (дата обращения: 18.11.2019).

ЗАЩИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ОТ КОНДУКТИВНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

Н. Пасека, И.С. Сухих, студенты каф. КИПР

Научный руководитель: М.С. Сахаров, ст. преподаватель каф. КИПР
г. Томск, ТУСУР, kolia_p94@mail.ru, zeyhex@gmail.com

Проект ГПО КИПР-1901 – Конструирование и технология преобразовательной техники

В статье выявлена и обоснована необходимость в разработке и включении в узлы формирования питающих сигналов электронных устройств системы защиты от кондуктивных импульсных помех. Рассматриваются варианты возможных схемотехнических вариантов её реализации.

Ключевые слова: *импульсная помеха, кондуктивная помеха, электрический прибор, электроприбор, схема, защита, помехоподавление.*

За время своего существования человечество достигло большого прогресса в области строения электрических, электронных приборов и электромеханических приборов, а их количество стремительно выросло во всех точках планеты, где бы ни поселился человек. В связи с этим, электромагнитная обстановка окружающей среды содержит большое количество составляющих от работы каждого из таких устройств. Для электроники это чревато тем, что работа одного устройства может помешать нормальному функционированию другого, особенно если речь идет о цифровой технике и чувствительной высокоточной аппаратуре.

Внедрение системы защиты электроприборов от кондуктивных импульсных помех в цепи формирования питающих напряжений и токов позволит повысить стабильность работы чувствительных к помехам приборов и защитить от полного выходя из строя в случае появления во внешней питающей сети импульсных помех большой энергии.

Новизна устройства защиты состоит в том, что его внедрение в те приборы, где защита не была предусмотрена ранее, позволит существенно сократить затраты предприятия на гарантийный ремонт выпускаемых изделий за счет снижения частоты выхода из строя дорогостоящих компонентов.

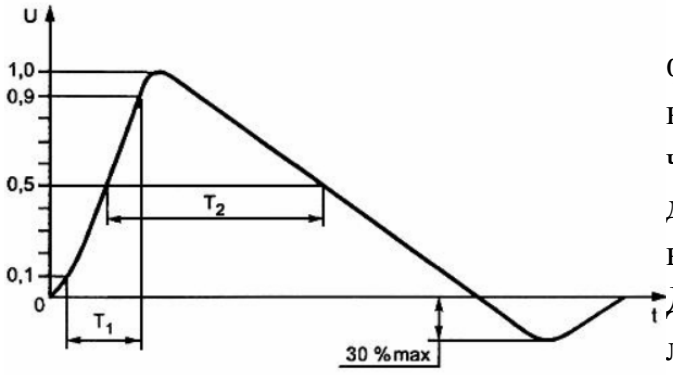


Рис. 1 – Типовая форма импульса напряжения: T_1 – длительность фронта; T_2 – длительность импульса

На рис. 1 представлена типовая форма импульса напряжения, установленная для испытания устойчивости электронных средств к исследуемым импульсных помехам соответствующими стандартами: [1] и [2]. Для анализа удельной энергии, выделяющейся на элементах, были выбраны крайние значения установленных характеристик диапазонов помех и произведен расчет по закону Джоуля-Ленца в интегральной форме записи.

Нормированное выражение, использованное для повторения формы импульсной помехи при расчетах в упрощенном виде:

$$\frac{U(t)}{U_{max}} = \begin{cases} \dfrac{0{,}8}{T_1}t, & 0 \le t \le 1{,}25\,T_1, \\ \left|1{,}3 - \dfrac{0{,}4\,t - 0{,}5\,T_1}{T_2 - 0{,}625\,T_1}\right| - 0{,}3, & 1{,}25\,T_1 < t \le 1{,}6\,T_2 - 0{,}3125\,T_1. \end{cases}$$

Низкоомные нагрузки рассеивают на себе много энергии и поэтому для них отрицательного пика напряжения на реальном графическом представлении импульса помехи наблюдаться не будет.

Расчеты показали: при рассеянии на сопротивлении 1 кОм наносекундных помех выделяется до 0,7 мВт энергии за период времени 200 нс. Это значение было получено при вычислении энергии рассеяния одного импульса, однако импульсов в пачке может быть до 75 тыс. и, соответственно, значение для всей пачки будет составлять до 52,5 Вт за период времени 16 мс; в случае микросекундных – до 9,8 Вт за период времени 3 мс.

В зависимости от амплитуды помехи и ее длительности, на элементах схемы может быть рассеяна энергия, превышающая приведенные значения. Например, при тяжелых условиях коммутации силовых электродвигателей значение напряжения коммутационных импульсов может превышать 70 кВ.

На основании рассмотренной информации были синтезированы две схемы, которые наиболее разумно применять во входных цепях источников питания малой и высокой мощности. Их изображения приведены на рисунках 2 и 3, соответственно.

С учетом особенностей сигналов помех и принципов функционирования элементарных защитных устройств, при построении электрических схем были использованы следующие компоненты: плавкий предохранитель – имеет большое время срабатывания (от 10 мс) и не подлежит восстановлению; разрядник – при пробое большим напряжением искровой промежуток достаточно ионизован, чтобы на порядки повысить проводимость данного участка. Время срабатывания искрового промежутка составляет от 0,1 мс; самовосстанавливающийся предохранитель (PolySwitch) – полимерное устройство с положительным температурным коэффициентом сопротивления, время срабатывания не превышает 1 мс; TVS-диод (супрессор) – при возникновении высоковольтного импульса происходит обратимый пробой диода, а входное напряжение ограничивается на уровне напряжения пробоя. Время срабатывания супрессора находится в области до 1 нс.

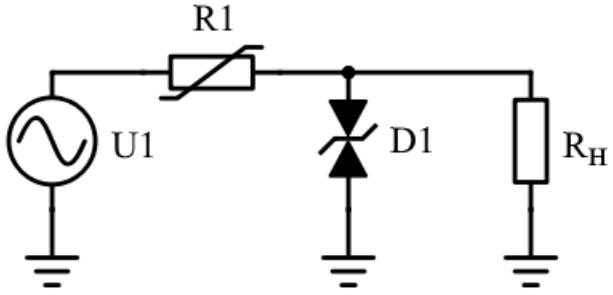


Рис. 2 – Схема защиты в цепях питания с малыми токами

Принцип работы схемы на рис. 2: при прохождении импульса помехи через цепь на самовосстанавливающемся предохранителе гасится основная часть энергии, выделяясь на его корпусе в виде тепла. На TVS-диоде происходит падение остаточного напряжения помехи после прохождения полимерного предохранителя. При этом, если помеха имеет достаточную энергию, сопротивления предохранителя вырастает до больших величин, разрывая цепь на время, пока параметры питающего сигнала не восстановятся. Располагать элементы защиты следует именно в таком порядке, поскольку TVS-диод не способен рассеять большие значения мощности.

Принцип работы схемы на рис. 3: по общему принципу действие схемы после газового разрядника аналогично рис. 2, элементы расположены друг за другом в порядке убывания мощности, которую они способны на себе рассеять, однако по увеличению скорости срабатывания, тем самым эффективно фильтруя мощные высокочастотные помехи. Схема предназначена для защиты устройств, включенных в двухфазные цепи питания, однако может быть упрощена либо применена в однофазных цепях питания без изменений в случае, если они содержат помехи в обоих направлениях прохождения сигнала через цепь.

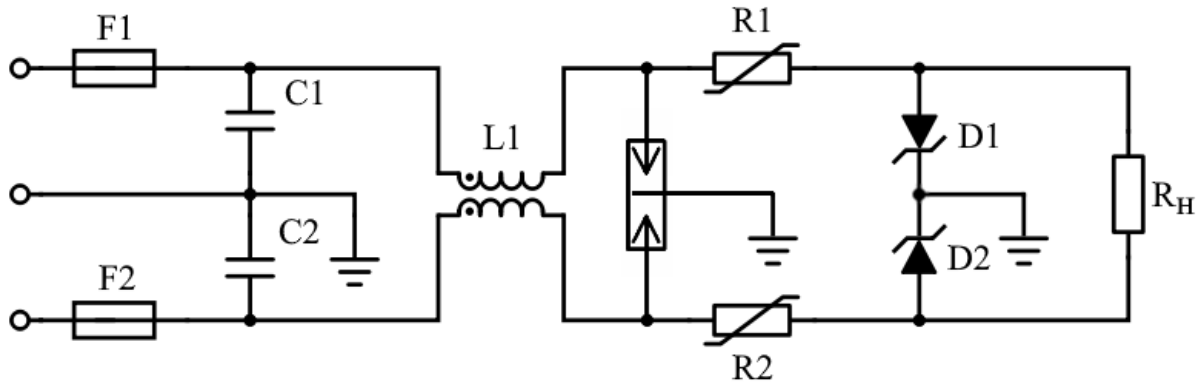


Рис. 3 – Схема защиты в двухфазных цепях питания с большими токами

Литература

1. ГОСТ Р 51317.4.4-2007 (МЭК 61000-4-4:2004). Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200062134 (дата обращения: 17.10.2019).

2. ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200007489 (дата обращения: 17.10.2019).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШНЕКОВОГО МИКРОДОЗАТОРА ПРОВОДЯЩИХ ПАСТ

И.П. Шарков, К.С. Колесов, студенты каф. КУДР

Научный руководитель: С.А. Артищев, канд. техн. наук, доцент каф. КУДР
г. Томск, ТУСУР, 824tusur@mail.ru

Представлены результаты математического расчета модели шнекового микродозатора, получены геометрические параметры микродозатора, исходя из требований к заданному объему дозирования.

Ключевые слова: *шнековый дозатор, токопроводящие пасты, математическая модель.*

Согласно [1] и ряду других источников, методы нанесения токопроводящих паст с различной толщиной получаемой дорожки нуждаются в высокой точности регулируемого дозирования, что в свою очередь может обеспечить шнековый микродозатор. Применимость шнекового микродозатора для реализации его в установке создания пассивных СВЧ-компонентов методом прецизионного дозирования требует дальнейшего тестирования. Цель настоящей работы – проектирование шнекового микродозатора.

В разработке шнека основную роль играет математическая модель, служащая для расчётов габаритных параметров и механического воздействия на шнек [2]. Данная модель полностью описывает оптимальную работу шнека, а также позволяет провести различные изменения для моделирования любого другого шнека, т.к. модель является универсальной.

Расчет геометрических параметров шнека проводился на основе взятия одного витка и развертки витка шнека (рис. 1). Результаты расчетов по математической модели представлены в табл. 1, 2.

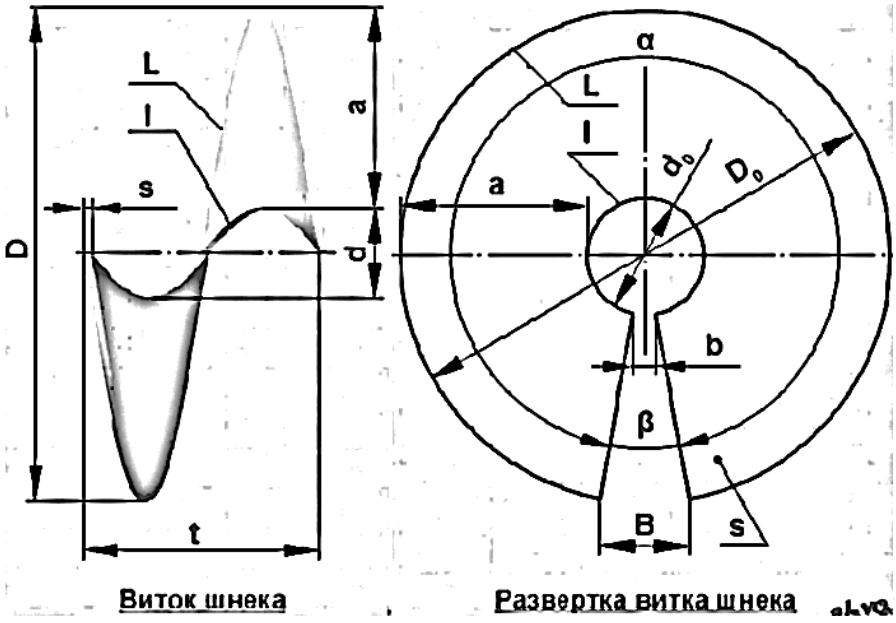


Рис. 1 – Геометрические размеры витка шнека и его развертки

Таблица 1 – Результаты расчетов геометрических параметров математической модели шнекового микродозатора

L, мм	6,29	D_0, мм	2,05	b, мм	7,17	S, мм^2	94,28
I, мм	4,72	d_0, мм	1,50	G, гр	2,33	V, см^3	1,98
a, мм	0,25	β, рад	9,57	s, мм	0,2	m, г	5,65
α, рад	6,27	B, мм	9,52	t, мм	0,3	T, мм	2,27

Таблица 2 – Результаты механических расчетов математической модели шнекового микродозатора

Крутящий момент M_1, Н·м	Макс. изгибающий момент от распред. нагрузки, M_2, Н	Максимальное касательное напряжение, M_1, Па	Максимальное касательное напряжение, M_2, Па	Нормальное напряжение σ,	Полярный момент инерции опасного сечения J_2	Условие прочности σ_2	Полярный момент поперечного сечения J_1, Па	Распределяющая нагрузка А, Н	Угол закручивания винтовой линии, ϕ, рад	Максимальный прогиб под действием собственной тяжести, Δ, мм
32	7,3	32	7,3	36,27	1,08	69,5	0,542	1,37	2,32	0,73

На основе полученных результатов математической модели из (табл. 1, 2) была предложена конструкция шнека, чертеж которой представлен на рис. 2.

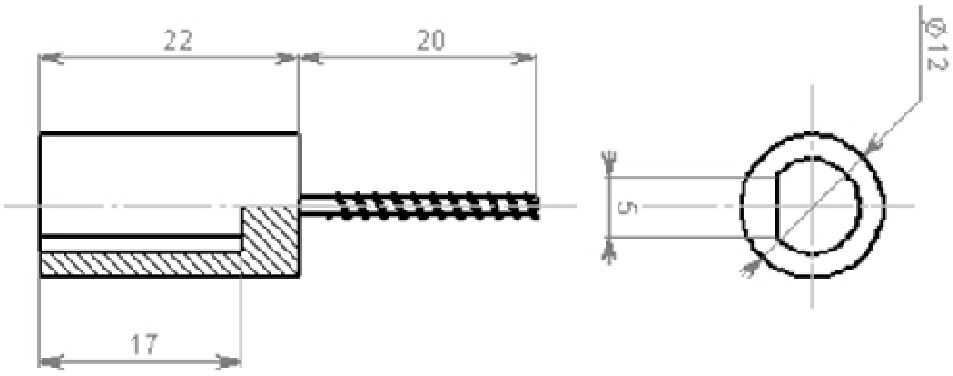


Рис. 2 – Чертеж шнекового микродозатора

Для проведения химического анализа и выбора материала изготовления шнека необходимо учитывать состав проводящих чернил. Проводящие пасты, использующиеся в работе с шнеком от фирмы Voltera, имеют в своем составе соединения серебра,1-метил-2-пирролидон, фенол [3]. Из состава паст видно, что серебро и фенол не могут вступать в реакцию с металлами. Однако 1-метил-2-пирролидон имеет некоторые недостатки, которые могут негативно сказаться на работе шнека. К ним относится его коррозионная активность, склонность к окислению при сравнительно высокой температуре. Однако эти свойства недостаточно четко выражены, в процессе селективной очистки про-

являются слабо. Недопустимо повышение температуры в системе выше 320℃ для избегания окисления и коррозии металла [4].

В ходе данной работы была апробирована математическая модель, полностью описывающая работу шнека. На основе математической модели была разработана трехмерная модель конструктивного исполнения шнека. Проанализирована химическая стойкость материала шнека, преимущественно стали к проводящим пастам от фирмы Voltera. Расчет по выходу продукта [5] из шнека показал, что дозируемый объем по данной модели составляет 1 мм^3/об.

Литература

1. Развитие аддитивных принтерных технологий в электронике / Н.Д. Малютин. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. радиоэлектроники, 2015. – 68 с.

2. Расчет шнека (развертка витка) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://al-vo.ru/mekhanika/raschet-shneka-razvertka-vitka.html (дата обращения: 28.06.2019) .

3. 2018-06-26_Conductor_SDS_R3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.voltera.io/docs/downloads/sds/2018-06-26_Conductor_SDS_R3.pdf. (дата обращения: 05.07.2019).

4. Физико-химические свойства метилпирроледона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.ru/1679289/tovarovedenie/fiziko_ himicheskie_ svoystva_metilpirrolidona (дата обращения: 01.07.2019)

5. Керженцев В.А., Перова Н.В. Повышение точности расчетов шнековых конвейеров путем переопределения независимой переменной // Научный вестник НГТУ, Новосибирск, 2015 г. – Т. 61. – С. 48–62.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММИРУЕМОМУ МАКЕТУ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ

А.А. Егорова, А.А. Синельников, студенты каф. ТУ

Научный руководитель: Е.С. Жечев, ассистент каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, zhechev@tu.tusur.ru

Проект ГПО ТУ-1801 – Защита силовой шины электропитания от помех

Рассматривается актуальные требования к разрабатываемому макету для проведения испытаний на воздействие высоким переменным и постоянным напряжением силовой шины электропитания. Даны рекомендации по проектированию испытательного макета.

Ключевые слова: *пробивное напряжение, программируемый макет, высокое напряжение, силовая шина электропитания.*

Силовая шина электропитания (СШЭП) космического аппарата служит для передачи электрической энергии внутри силовых блоков, а также между элементами мощных преобразовательных устройств [1]. СШЭП требует обеспечения электромагнитной совместимости, так как характеризуется высокими значениями рабочих токов и напряжений [2]. Требуется разработать установку для проведения испытаний СШЭП (рис. 1) и компонентов, подключенных к ней, на пробивное напряжение.

Рис. 1 – Шина питания космического аппарата

Требования к установке для проведения испытаний на пробивное напряжение устанавливаются в [3] и [4].

– Источник питания установки, испытательный трансформатор и регулирующее устройство должны обеспечивать на испытываемом образце синусоидальную форму кривой напряжения частоты 50 Гц с тем, чтобы коэффициент амплитуды испытательного напряжения (отношение максимального значения к эффективному) был в пределах (2±5) % или 1,34 - 1,48.

– Мощность испытательной установки должна быть такой, при которой действующее значение установившегося тока короткого замыкания на частоте высокого напряжения было бы не менее 40 мА в диапазоне напряжений, на которое рассчитано оборудование. Допускается проводить испытание на установке, имеющей меньшее значение тока короткого замыкания в том случае, если установлено, что результаты испытаний на этой установке равноценны результатам, полученным на установке, указанной в настоящем стандарте.

– При выборе защитного сопротивления следует руководствоваться динамической устойчивостью трансформатора. При отсутствии данных о динамической устойчивости трансформатора защитное сопротивление должно быть в пределах от 0,2 до 1 Ом на 1 В высокого напряжения испытательного трансформатора напряжением до 6 кВ включительно.

– В момент пробоя образца должно срабатывать реле максимального тока, отключающее первичную цепь трансформатора.

– Параметры реле максимального тока должны быть подобраны в соответствии с мощностью испытательного оборудования и изоляционных свойств испытываемого материала, чтобы трансформатор не отключался до момента пробоя.

– Регулирующее устройство установки должно обеспечивать плавную регулировку напряжения. В случае невозможности получения таковой скачки изменения напряжения при регулировке не должны превышать 0,5 % номинального напряжения трансформатора.

– Измерение напряжения допускается производить как на стороне высокого напряжения (непосредственно на образце), так и на стороне низкого напряжения. Предпочтительно измерение напряжения на стороне высокого напряжения. На стороне высокого напряжения измерение производится при помощи киловольтметра, вольтметра с трансформатором напряжения или при помощи измерительного прибора, подключенного к делителю напряжения, а на стороне низкого напряжения – при помощи вольтметра.

Во всех случаях, кроме измерения напряжения на образце амплитудным киловольтметром, шкала измерительного прибора должна быть проградуирована при помощи измерительного шарового разрядника или киловольтметра. Если коэффициент трансформации испытательного трансформатора существенно изменяется при присоединении испытываемого образца, то градуировка измерительного прибора должна производиться при присоединенном образце. Погрешность измерения напряжения не должна превышать 4 %.

Требования к установке для испытания на постоянном напряжении.

– Выпрямительная установка в любых условиях испытания материалов должна обеспечивать возможность пробоя образца выпрямленным напряжением с пульсацией, не превышающей 5 % амплитудного значения.

– Измерение напряжения допускается производить как на стороне высокого напряжения, так и на стороне низкого напряжения. Наиболее предпочтительно измерение напряжения производить на стороне высокого напряжения. На стороне высокого напряжения измерение должно производиться при помощи киловольтметра, а на стороне низкого напряжения при помощи вольтметра, шкала которого должна быть проградуирована в значениях выпрямленного высокого напряжения.

В остальном требования к испытательной установке на постоянном напряжении те же, что оговорены для испытательной установки на переменном напряжении.

К недостаткам большинства пробойных установок можно отнести высокую себестоимость. Не все установки могут выдавать постоянное и переменное

испытательное напряжение. Также в большинстве установок отсутствует возможность обработать и сохранить результаты измерений в цифровом виде.

В работе приведена наиболее актуальная нормативно-техническая документация, соответствующая требованиям действующего ГОСТ на испытания электронной аппаратуры пробивным напряжением. Таким образом испытательное устройство должно быть предназначено для испытаний электрической прочности кабельной продукции, радиоэлектронных компонентов, микропроцессорных устройств. Устройство должно быть выполнено в металлическом корпусе, с расположенными на лицевой панели органами управления. В состав испытательного устройства должны входить высоковольтный трансформатор, блок заряда и разряда, модуль индикации и управления.

Литература

1. Ternov S. Influence of the cross-Section form of the power bus bar on its parameters / S. Ternov, A.V. Demakov, M.E. Komnatnov // Proc. of 2018 Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT), 14–16 March 2018. – Moscow, 2018. – С. 1–4.

2. Zhechev Y.S. Electromagnetic interference filter for spacecraft power bus / Y.S. Zhechev, V.P. Kosteletskii, A.M. Zabolotsky, T.R. Gazizov // IOP conf. series: materials science and engineering. – 2019. – Vol. 560. – No. 012133. – P. 1–6.

3. ГОСТ Р 51321.1-2007. Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Ч. 1 : Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ 2009. – С. 76.

4. ГОСТ Р 55195-2012. Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции. – М.: Стандартинформ 2014. – С. 48.

ПОВЫШАЮЩИЙ ИМПУЛЬСНЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ САР

А.Э. Цифра, А.И. Зазыгин, студенты каф. ПрЭ

Научный руководитель: В.Д. Семенов, канд. техн. наук, профессор каф. ПрЭ
г. Томск, ТУСУР, fw1_91@mail.ru

Проект ГПО-1403 – Комплекс испытательный трехфазный для прогрузки переменным током 50 Гц 19 кА

Приведены результаты получения и исследования частотных характеристик повышающего импульсного регулятора напряжения (ИРН–2) как

элемента САР. Представлены ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой скорректированной системы, полученных с помощью среды моделирования MATLAB и прикладного математического пакета MathCAD .
Ключевые слова: *Повышающий регулятор, импульсный регулятор, корректирующее звено, частотные характеристики, MatLAB, MathCAD, разомкнутая система.*

Данная статья посвящена получению частотных характеристик, нескорректированной, скорректированной замкнутой и разомкнутой систем повышающего импульсного регулятора напряжения (ИРН-2) и его сравнением с помощью среды моделирования MATLAB и прикладного математического пакета MathCAD.

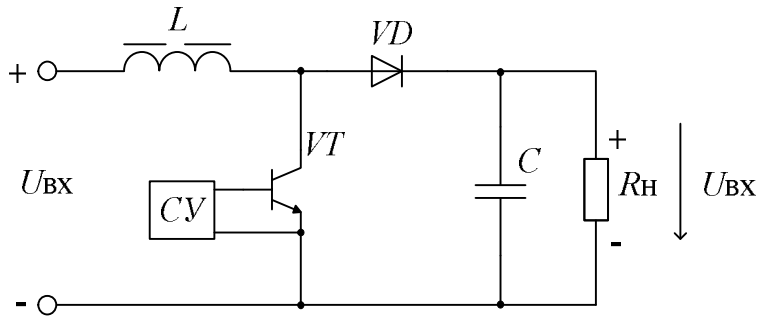


Рис. 1 – Схема повышающего регулятора напряжения (ИРН-2)

Передаточная функция нескорректированной разомкнутой системы без корректирующего звена:

$$G_{vd}(s) = G_{d0}\frac{\left(1-\frac{s}{\omega_z}\right)}{\left(1+\frac{s}{Q\omega_0}+\left(\frac{s}{\omega_0}\right)^2\right)} = \frac{1-T_z\cdot s}{T_o^2\cdot s^2+2T_o\cdot\xi\cdot s+1}\cdot G_{d_o};$$

Эта же передаточная функция, полученная в среде моделирования MATLAB, с помощью имитационной модели, представленной на рис. 2.

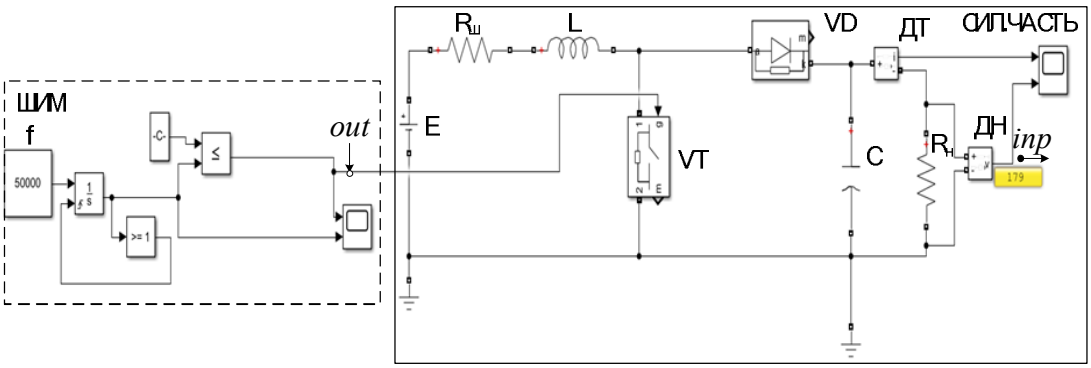


Рис. 2 – Имитационная модель разомкнутой нескорректированной системы с точками линеаризации

$$W_{matlab}(S)=\frac{-1,232\cdot10^{5}\cdot S+2,566\cdot10^{9}}{S^{2}+731,1\cdot S+1,407\cdot10^{7}}=$$

$$=\frac{2,566\cdot10^{9}}{1,407\cdot10^{7}}\left[\frac{-T_1\cdot s+1}{T_0^{2}\cdot s^{2}+2T_0\cdot\xi\cdot s+1}\right];$$

После проведения анализа и сравнения двух передаточных функции, они были идентичны. Для проверки устойчивости системы были построены графики частотных характеристик. Полученные графики частотных характеристик продемонстрированы на рис. 3.

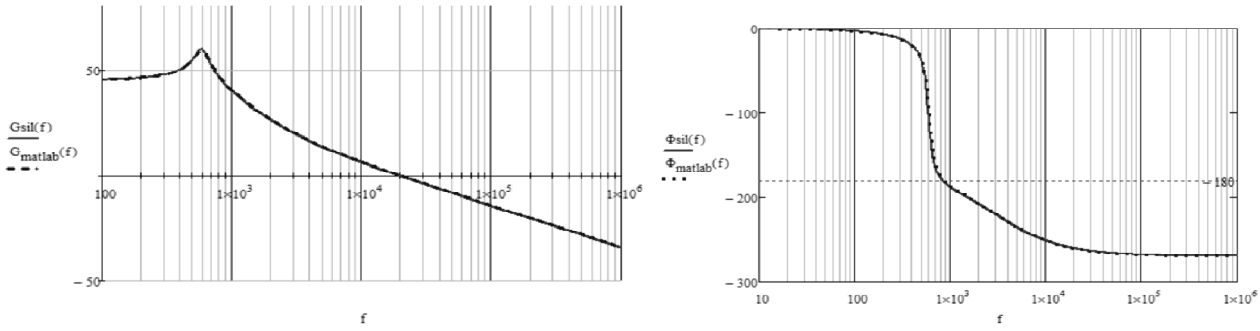


Рис 3 – ЛАЧХ и ЛФЧХ нескорректированной разомкнутой системы (ИРН–2)

Как видно по графикам частотных характеристик система является не устойчивой, необходимо использовать корректирующее звено.

В качестве корректирующего звена эмпирическим методом, было принято решение использовать инерционно-форсирующее звено.

$$W_{\text{кор}}(S)=k\cdot\frac{\tau\cdot S+1}{T\cdot S+1};$$

где τ, T – постоянные времени.

Откуда постоянные времени будут равны интервалу времени на частоте среза:

$$\tau=\frac{1}{2\pi\cdot1000}=1,592\cdot10^{-4}\,c;$$

$$T=\frac{1}{2\pi\cdot2000}=7,958\cdot10^{-5}\,c.$$

Эта же передаточная функция, полученная в среде моделирования MATLAB при выполнение идентичных действий, описанных для нескорректированной разомкнутой системы:

$$W1_{matlab}(S)=\frac{-3,622\cdot10^{5}\cdot S+10,566\cdot10^{9}}{S^{2}+551,1\cdot S+1,387\cdot10^{7}};$$

Так же для проверки устойчивости скорректированной системы были построены частотные характеристики в прикладном математическом пакете MathCAD. Полученные графики частотных характеристик продемонстрированы на рис. 4.

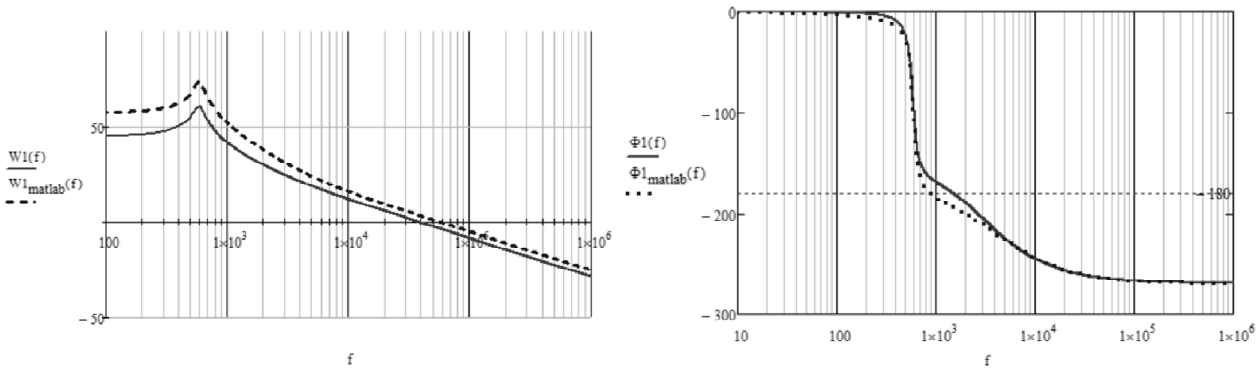


Рис. 4 – ЛАЧХ и ЛФЧХ скорректированной разомкнутой системы (ИРН-3)

Из-за неточности шага моделирования, расхождения расчетной и синтезированной ЛАЧХ составляют не более 9 %. После подбора и использования корректирующего звена, скорректированная разомкнутая система стала устойчивой, следовательно, корректирующее звено подобрано, верно.

На основании полученных данных можно утверждать, что полученная модель САУ преобразователя адекватна, что в дальнейшем, позволит перейти к макетированию преобразователя с обратной связью.

Литература

1. Marian K. Kazimierczuk «Pulse-width modulated dc–dc power converters». Wright State University, Dayton, Ohio, USA, 2008г. – 960с. – ISBN: 978-1-119-00954-2.

2. Erickson R.W. Fundamentals of Power Electronics. – New York: Chapman and Hall, May 1997. – 791 с. – ISBN 0-412-08541-0.

3. Черных И.В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем / И.В. Черных. – Питер: ДМК Пресс, 2008. – 400 с.

4. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М. : Техносфера, 2005. – 632 с. – ISBN 5-94836-051-2.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

А.Н. Яшин, магистрант каф. ЭЭП

г. Уфа, Уфимский государственный нефтяной технический университет
anton.yashin.2012@mail.ru

В данной статье представлена модель источника вторичного электропитания для установки электрофореза, построенная в программном пакете MatLab Simulink. По результатам моделирования получены осциллограммы переходных процессов напряжения и тока на нагрузке.
Ключевые слова: источник вторичного электропитания, электрофорез, MatLab Simulink

За последние годы номенклатура и функциональные возможности современных источников вторичного электропитания (ИВЭП) значительно расширились и существенно изменились [1]. Это вызвано, прежде всего, непрерывным стремлением уменьшить массогабаритные характеристики ИВЭП, повысить их КПД за счет применения наиболее рациональных схем, использования высокочастотного преобразования энергии постоянного тока, экономичных импульсных методов регулирования, интегральных микросхем [2].

В данной статье представлена модель ИВЭП для установки электрофореза со следующими исходными данными.

Для нанесения эмальизоляции выбирается медный провод диаметром D = 0,67 мм и длиной L = 10 м. В качестве электрофоретического раствора выбирается состав, состоящий из следующих компонентов:

– лак ПЭ-939 марки В;

– 1% – нашатырный спирт (1% – NH_4OH);

– диоксан ($C_4H_8O_2$).

Удельная электропроводность данного раствора составляет $\varkappa \approx 5 \cdot 10^{-2}$ Ом$^{-1}\cdot$м$^{-1}$.

Если принять, что расстояние между электродами составляет l = 40 см, то активное сопротивление электрофоретического раствора [3]:

$R = 1/(\varkappa \cdot l)$;

$R = 1/(5 \cdot 10^{-2} \cdot 0{,}4) = 50$ Ом.

$I = j\pi DL$,

где j = 60 А/м^2 – плотность тока;

D = 0,67 мм – диаметр медного провода;

L = 10 м – длина медного провода.

$I = 60 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}67 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 1{,}2$ А.

Основные этапы преобразования энергии в источнике вторичного электропитания для изготовления эмалированных проводов:

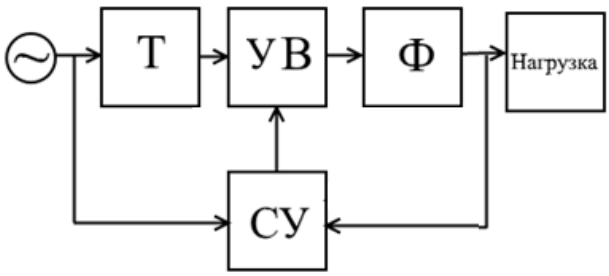
1) понижение напряжение электросети 220 В до необходимого значения;

2) выпрямление переменного напряжения;

3) уменьшение пульсации напряжения.

В качестве устройства плавного регулирования был выбран управляемый выпрямитель на тиристорах.

На основании изложенного выше, представим функциональную схему источника питания (рис. 1).



Т – согласующий трансформатора; УВ – управляемый выпрямитель;
Ф – L-фильтр; СУ – система управления

Рис. 1 – Функциональная схема источника питания

На рис. 2 представлена модель источника вторичного электропитания для установки изготовления эмалированных проводов. Данная модель состоит из следующих основных элементов: Источника питания (блок ИП), трансформатора, выпрямителя, L-фильтра и активной нагрузки.

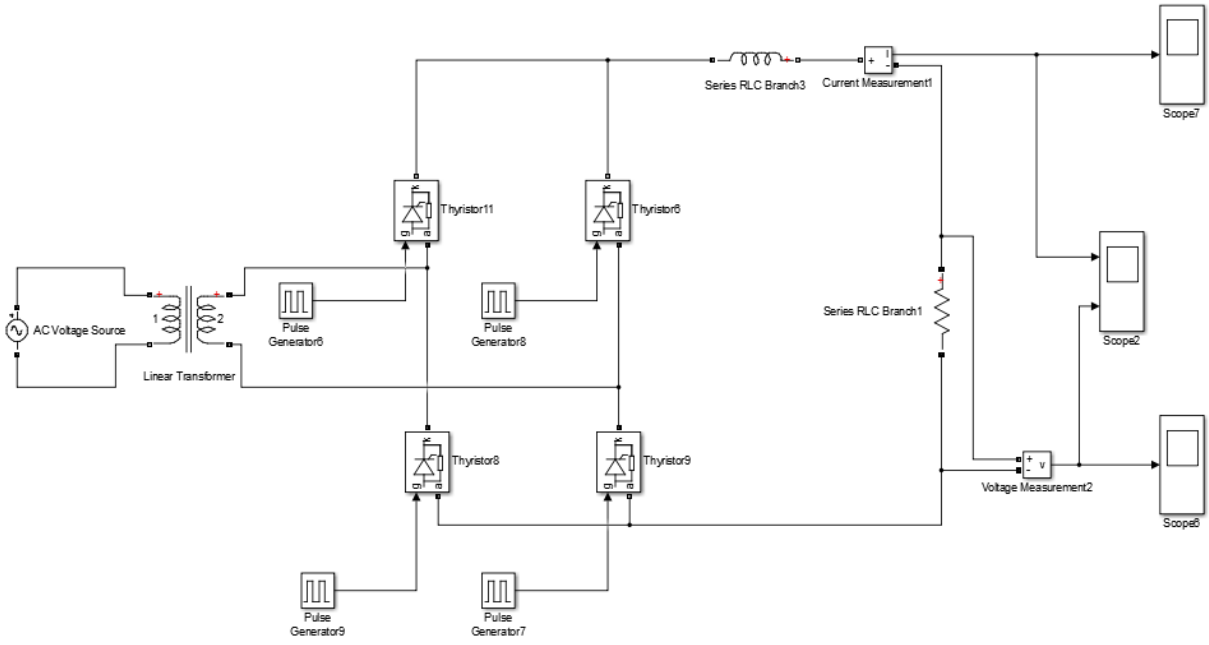


Рис. 2 – Модель ИВЭП

Полученные осциллограммы тока и напряжения представлены на рис. 3 и рис. 4.

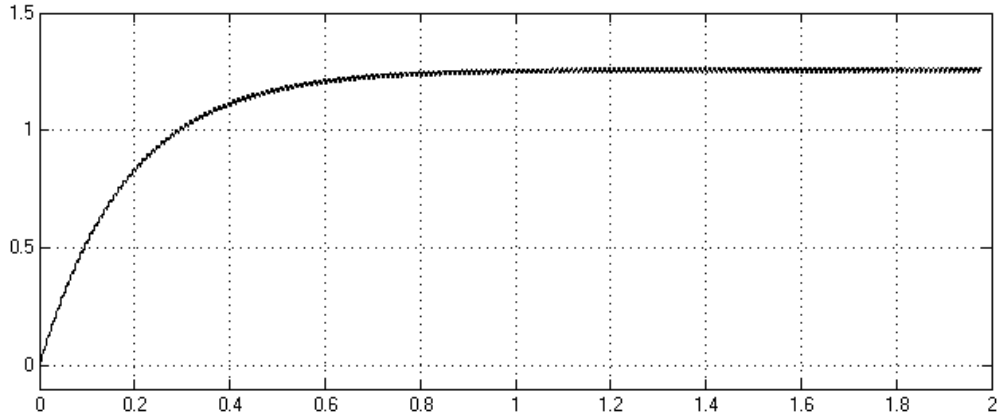


Рис. 3 – Осциллограмма тока на нагрузке

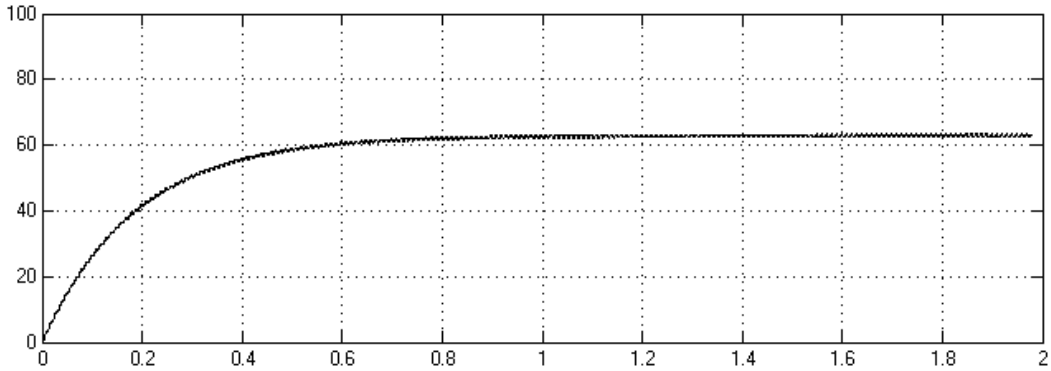


Рис. 4 – Осциллограмма напряжения на нагрузке

Литература

1. Источники вторичного электропитания: учеб. пособие / К.К. Храмов. – Муром: Изд-во полиграфический центр ВлГУ, 2009. – 108 с.

2. Зайченко Т.Н. Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств: учеб. пособие. В 2-х ч. Ч. 1: Преобразователи параметров электрической энергии. – Томск: Томск. межвузовский центр дистанционного образования, 2003. – 177 с.

3. Вентильные преобразователи постоянного и переменного тока: учеб. пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин.– Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 228 с.

10. СЕКЦИЯ ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЬНОГО РАДАРА

В.В. Балыкин, А.А. Тимощенко, студенты каф. РТС;
А.М. Голиков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., доцент каф. РТС

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Проект ГПО: РТС-1904 – Проектирование радара с технологией SAR ADAS / Self-Driving Cars

В проекте ГПО производится разработка модели автомобильного радара (SAR). SAR проектируется для работы в миллиметровом диапазоне радиоволн (до 80 ГГц). SAR излучает импульсы с внутриимпульсной линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). Технические требования для SAR – дальность действия SAR 200 м, скорость автомобиля 200 км/ч, разрешение по дальности до 0,1 м. SAR проектируется с активной фазированной антенной решеткой (АФАР), работающей под управлением цифрового сигнального процессора (DSP). DSP также производят обработку сложных сигналов SAR. Для распознавания объектов на трассе использует банк радарных портретов объектов с их нейросетевой обработкой. Для исследования характеристик SAR разрабатывается МАТЛАБ модель радара с ЛЧМ. Разрабатывается МАТЛАБ модель DSP, управляющего АФАР, а также МАТЛАБ модель DSP, производящего цифровую обработку сигналов SAR.

Ключевые слова: *SAR, ЛЧМ, DSP, МАТЛАБ, банк радарных портретов объектов, нейросевая обработка.*

В проекте ГПО производится проектирование SAR для технологий ADAS / Self-Driving Cars. SAR с активной фазированной антенной решеткой (АФАР) со сверхразрешением и обработкой сигналов с использованием цифрового сигнального процессора (DSP) [1], а также нейросетевой обработкой векторных радарных портретов объектов на трассе. SAR работает в миллиметровом диапазоне волн и является радаром ближнего радиуса действия, способным распознавать объекты на расстояниях от единиц до десятков метров с разрешением по дальности до 0,1 м, что позволяет обнаруживать людей и препятствия в условиях плохой видимости и обеспечивать безопасность движения автомобиля.

В современных радиолокационных системах большое распространение получили сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) несущей частоты, относящиеся к классу широкополосных сигналов, обеспечивающих высокую разрешающую способность по дальности без уменьшения длительности зонди-

рующих импульсов. Достоинство ЛЧМ сигнала это легкость аппаратной реализации широкополосного сигнала. ЛЧМ позволяет при относительно небольшой пиковой мощности передатчика сконцентрировать в излучаемом импульсе большую энергию, собираемую в пик сжатого ЛЧМ импульса после его согласованной обработки. Сигналы с ЛЧМ несущей частоты, относящиеся к классу широкополосных сигналов, обеспечивающих высокую разрешающую способность по дальности без уменьшения длительности зондирующих импульсов. Известно, что длительность τ_p сжатого сигнала с ЛЧМ длительностью τ обратно пропорциональна эффективной ширине его спектра, определяемого девиацией частоты Δf_d. $\tau_p = \frac{1}{\Delta f_d} = \frac{\tau}{B}$, где В – база ЛЧМ сигнала.

SAR производит нейросетевую обработку векторных радарных портретов объектов на трассе.

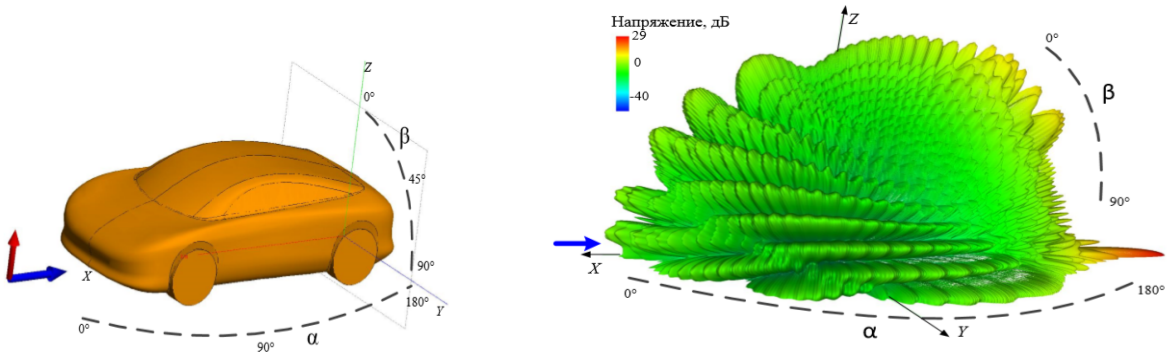


Рис. 1 – Модель автомобиля и его радиолокационного портрета

Процедура радиолокационного распознавания включает последовательное решение двух задач. Первая задача состоит в формировании классификационных признаков объектов на трассе по радарным портретам. Вторая задача – нейросетевая идентификация радарных портретов по совокупности полученных признаков. Процедура распознавания объекта на основе анализа их радарных портретов предполагает решение двух подзадач: формирование комплекса информативных признаков объектов; классификацию объектов на основе полученных информативных признаков.

Нейронные сети предусматривают применение принципиально нового подхода к синтезу в алгоритмическом смысле. Данная технология предоставляет компьютерной системе возможность обучатся на примерах, а нейронные сети получать решения для проблем ранее считавшихся неразрешимыми без участия человека. При этом достигается гибкость и адаптивность системы. Это дает возможность построить систему без трудоемких, а часто и невыполнимых, построений аналитических описаний. Кроме того, за счет специальных архитектур, использующих множество простых, одинаковых элементов, появляется возможность применения параллельных вычислительных средств, простота

элементов дает возможность реализовать массовую параллельность вычислений.

Литература

1. Khlusov V.A., Dotsenko V., Rovkin M. E. The Development of technology of microwave radar JSC NPF Mikran // Proceedings of the 28th International Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2018) Sevastopol, Russian Federation, September 9–15, 2018.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ СТАНДАРТА LTE С ТЕХНОЛОГИЕЙ OFDM-MIMO

А.Н. Бгавин, Н.Н. Колесник, студенты каф. РТС;
А.М. Голиков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., доцент каф. РТС

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Проект ГПО: РТС-1905 – Проектирование беспроводных сетей передачи данных URLLC 5G и 6G

В проекте разработана модель Simulink MATLAB LTE (Long Term Evolution) Downlink (DL) - нисходящего канала стандарта четвертого поколения - 4G. LTE Downlink (DL) - нисходящее соединение использует OFDMA и схемы модуляции QPSK, 16QAM, 64QAM. Отличительной особенностью LTE является использование пространственного мультиплексирования MIMO (Multiple Input Multiple Output). В проекте ГПО проведено исследование зависимости FER от SNR для различного количества антенн MIMO. Показано, что увеличение числа антенн позволяет не только увеличить скорость передачи, но и повысить помехоустойчивость передачи информации.
Ключевые слова: модель Simulink MATLAB LTE Downlink, OFDMA Symbol Packing, QPSK, 16QAM, 64QAM, пространственного мультиплексирования MIMO (Multiple Input Multiple Output), беспроводные сети передачи данных 5G, ультранадежная межмашинная связь со сверхнизкими задержками URLLC.

Стандарт четвертого поколения – LTE (Long Term Evolution) обеспечивает скорость передачи данных выше 100 Мбит/сек, высокий уровень безопасности системы. высокую энергоэффективность, низкие задержки в работе системы. Основные параметры LTE: Uplink (UL) – восходящее соединение использует SC-FDMA и схемы модуляции BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM; Downlink (DL) –

нисходящее соединение использует OFDMA и схемы модуляции QPSK, 16QAM, 64QAM. Отличительной особенностью LTE является использование пространственного мультиплексирования MIMO (Multiple Input Multiple Output – множественный вход множественный выход). Один канал для Uplink-трафика на каждый абонентский терминал и до 4 каналов для Downlink-трафика на каждый абонентский терминал. MU-MIMO с поддержкой для восходящего (Uplink) и нисходящего (Downlink) соединений [1].

Сети LTE и их модификации применяется для построения мобильных беспроводных сетей передачи данных 5G – ультранадежной межмашинной связи со сверхнизкими задержками URLLC [2].

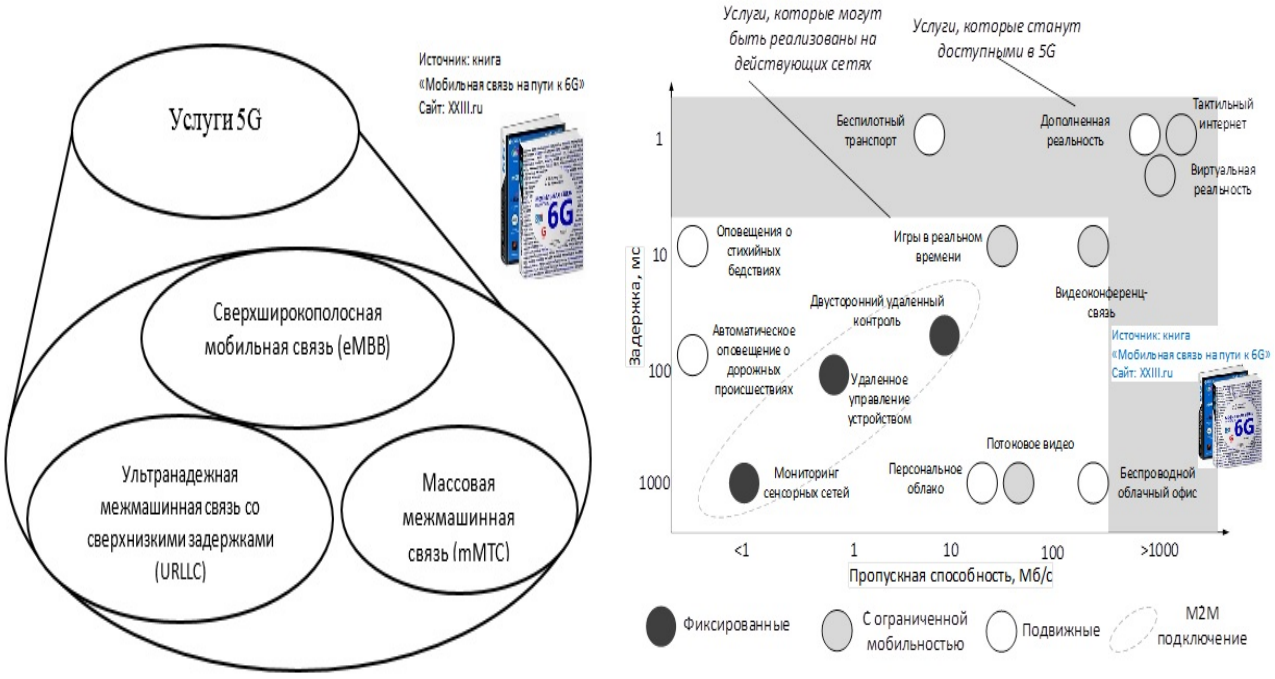


Рис. 1 – Сети 5G

В проекте ГПО проведена разработка и исследование модели канал Downlink системы мобильной связи стандарта LTE Simulink MATLAB.

В канале Downlink используются модуляции: QPSK, 16QAM, 64QAM. Полученная последовательность потока мультиплексируется с ортогональным частотным разделением канала, и за счет этого формируются OFDMA символы. Модель позволяет формировать характеристики передачи данных по каналу Downlink, а именно изменять ширину спектра, количество антенн в MIMO, вид модуляции, отношение сигнал/шум. Были получены зависимости FER (вероятности ошибки в кадре) от SNR для различного количества антенн на передачу и прием (рис. 3).

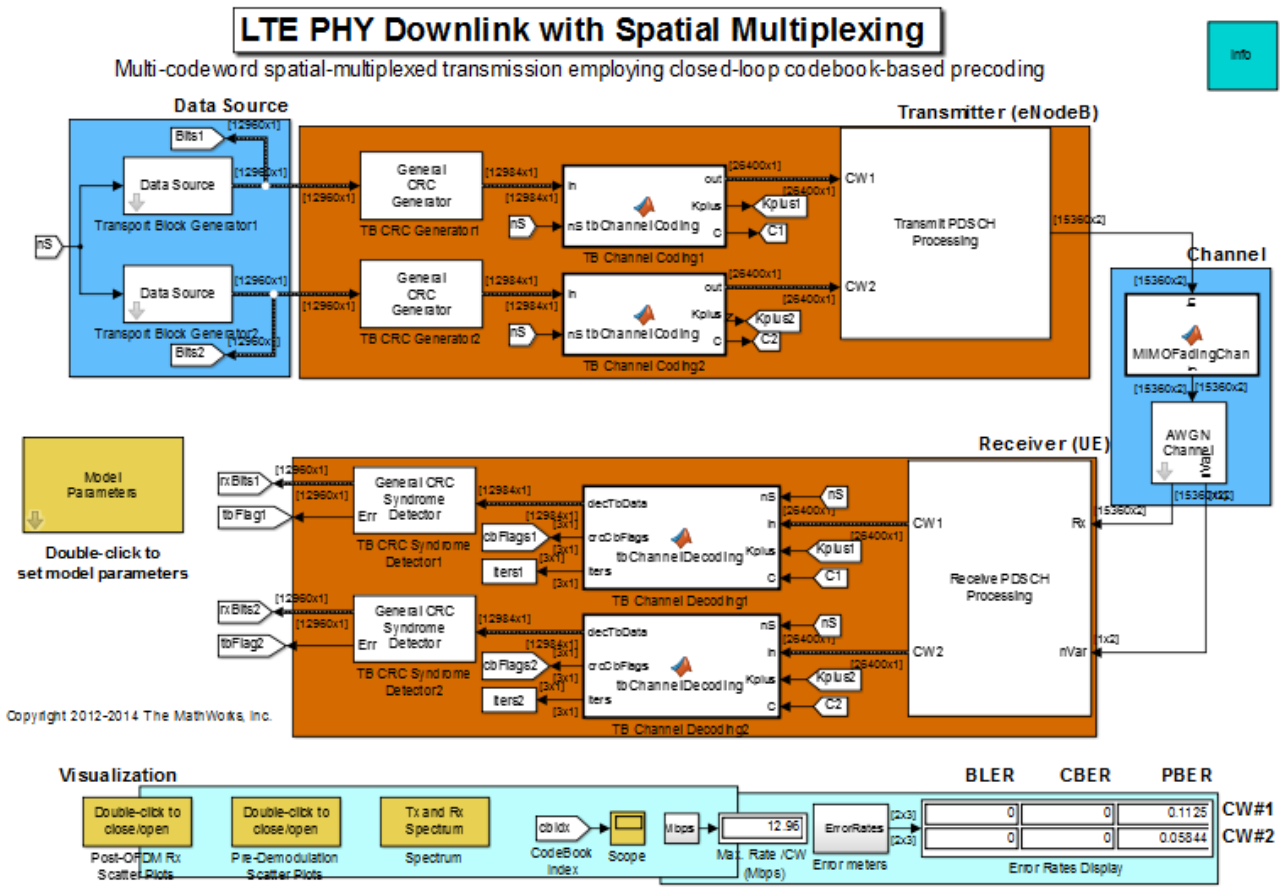


Рис. 2 – Модель канала Downlink

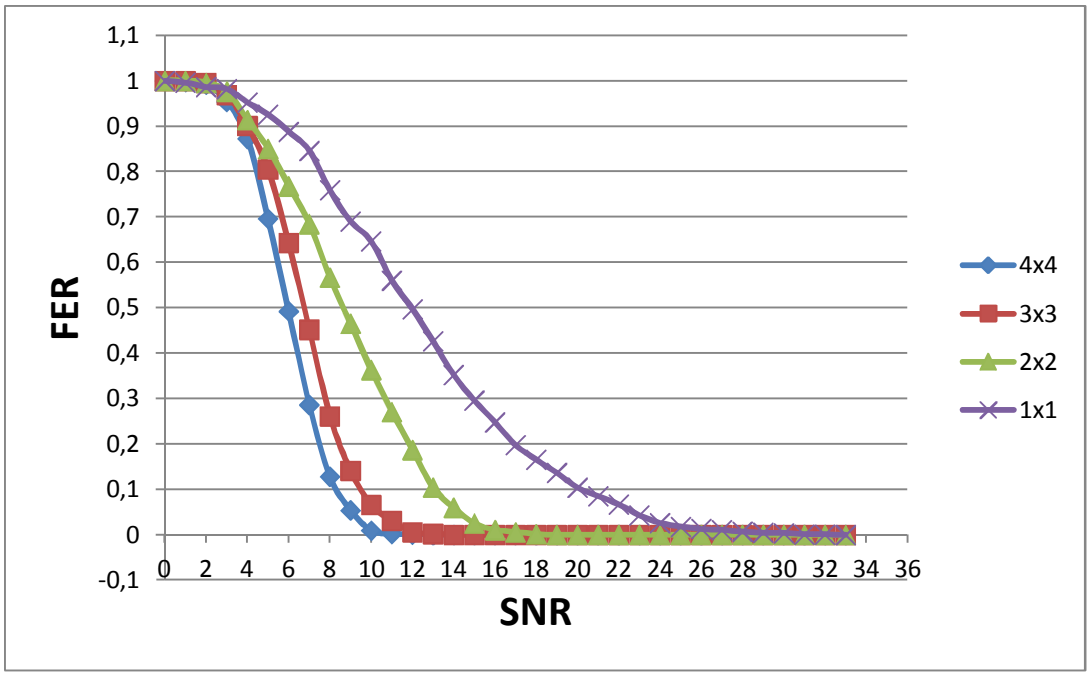


Рис. 3 – Зависимости FER от SNR для различного количества антенн на передачу и прием

Разработанная модель Simulink MATLAB LTE будет использована для проектирования мобильных беспроводных сетей передачи данных 5G - ультра-

надежной межмашинной связи со сверхнизкими задержками URLLC, в частности для беспилотного транспорта.

Литература

1. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2018. – 452 с.

2. Степутин А.Н., Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 Т. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – Т. 1. – 384 с.

МЕСТО СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ

И.Г. Боровской, д-р физ.-мат. наук, проф. каф. ЭМИС;
Е.А. Шельмина, канд. физ.-мат. наук, доцент каф. ЭМИС

г. Томск, ТУСУР, igdoca@mail.ru, eashelmina@mail.ru

В данной работе рассматривается применение синергетического подхода в современном высшем образовании. Описываются условия применимости синергетического подхода, организация учебно-методической, научной и научно-экспериментальной работы магистров. Такая научная и методическая работа позволяет студентам иметь реальное представление о своей будущей профессиональной деятельности.
***Ключевые слова**: синергетический подход, синергетика, высшее образование, междисциплинарные связи.*

Целью данной работы является исследование применимости синергетического подхода в современном высшем образовании при реализации магистерской подготовки, а также организация учебно-методической, научной и научно-экспериментальной работы со студентами таким образом, чтобы студенты имели реальное представление о своей будущей профессиональной деятельности.

Новое междисциплинарное научное направление «синергетика» [1], возникло в 70-х гг. 20 века. Данное направление, за прошедшее с момента его открытия время, убедительно подтвердило общность закономерностей и принципов самоорганизации самых разных сложных макросистем. Синергетика изначально представлялась как междисциплинарный подход [2], так как принципы, управляющие процессами самоорганизации, одни и те же безотносительно природы систем. Одна из основных задач синергетики – выяснение законов построения организации, возникновения упорядоченности.

В настоящее время синергетику определяют, как науку, которая изучает, объясняет и прогнозирует процессы самоорганизации сложных систем [3]. Так, в образовании синергетика позволяет выработать новые подходы, одним из которых является междисциплинарный подход к обучению, основанный на объединении гуманитарных и естественнонаучных дисциплин. Здесь важно организовать междисциплинарную связь таким образом, чтобы преподаваемые дисциплины, выпускная квалификационная работа и проектные работы давали магистрам почувствовать реалии их будущей профессии.

Образование, построенное на принципах синергетики [4], наиболее эффективно, и отвечает потребностям всестороннего раскрытия способностей личности и способам его непрерывного самообразования. Обучение в ВУЗе на основе синергетического подхода должно быть построено как целостная система с использованием междисциплинарных связей опыта самоорганизации. Оно должно быть направлено на реализацию инновационных методов, форм и средств обучения, способствующих достижению высокого качества обучения.

Стоит также отметить, что одно из основных преимуществ, рассматриваемого в данной работе, подхода – гибкость и модульность построения функционально-предметной информационной области.

Синергетический подход является основой современного естествознания и может быть включен в структуру научно-фундаментального образования университета.

Литература

1. Малинецкий Г.Г. Синергетика и высокие технологии // Сумма технологий. – 2000. – № 2. – С. 57–61.

2. Преображенский Б.Г., Толстых Т.О. Синергетический подход к анализу и синтезу образовательных систем // Университетское управление: практика и анализ. – 2004. – № 3(31). – С. 7–12.

3. Колесников А.А. Развитие основ и методов синергетической теории управления. – Таганрог, ТРТУ, 2000. – 98 с.

4. Солодова Е. Новые модели в системе образования. Синергетический подход. – Либроком, 2012. – 346 с.

5. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика и новые подходы к процессу обучения // Синергетика и образование. – М.: Гнозис, 1997.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ СТАНДАРТА WIMAX С ТЕХНОЛОГИЕЙ OFDM-MIMO

Н.Н. Ефремов, студент каф. РТС;
А.М. Голиков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., доцент каф. РТС

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Проект ГПО: РТС-1905 – Проектирование беспроводных сетей передачи данных URLLC 5G и 6G

В проекте разработана модель Simulink MATLAB WiMAX, проведено исследование модели. Модель включает формирователь OFDMA-символов (OFDMA Symbol Packing) и передатчик OFDMA-символов (OFDMA Transmitter), канал связи (Flat Fading Channel with AWGN) и мобильные станции (MS1 и MS2). Модель позволяет исследовать режим адаптивного изменения скорости передачи информации для разных уровней SNR - переключение сигнально-кодовых конструкций от СК-BPSK до СК-РС-64QAM. Проведено исследование зависимости BER для разных скоростей движения мобильных станций.

Ключевые слова: *модель Simulink MATLAB WiMAX, OFDMA Symbol Packing, сигнально-кодовые конструкции СК-BPSK и СК-РС-64QAM, беспроводные сети передачи данных 5G, ультранадежная межмашинная связь со сверхнизкими задержками URLLC.*

WiMAX стандарта IEEE 802.16 [1] это сеть широкополосного беспроводного доступа, которая создается на территории целого города, а расстояние от приемника до базовой станции измеряется километрами. Система WiMAX применяется для построения мобильных беспроводных сетей передачи данных 5G-ультранадежной межмашинной связи со сверхнизкими задержками URLLC [2] (рис. 1).

В проекте ГПО производится разработка и исследование модели WiMAX на базе ПО MATLAB. Модель включает формирователь OFDMA-символов (OFDMA Symbol Packing) и передатчик OFDMA-символов (OFDMA Transmitter), канал связи (Flat Fading Channel with AWGN) и мобильные станции (MS1 и MS2). Стандарт передачи WiMAX IEEE802.16 предполагает применение адаптивного изменения скорости передачи. Для этого в исследуемой модели применяется определение SNR после прохождения канала связи. Измеренное значение SNR однозначно определяет используемый вид модуляции и скорость кодирования наиболее приемлемые в данных условиях.

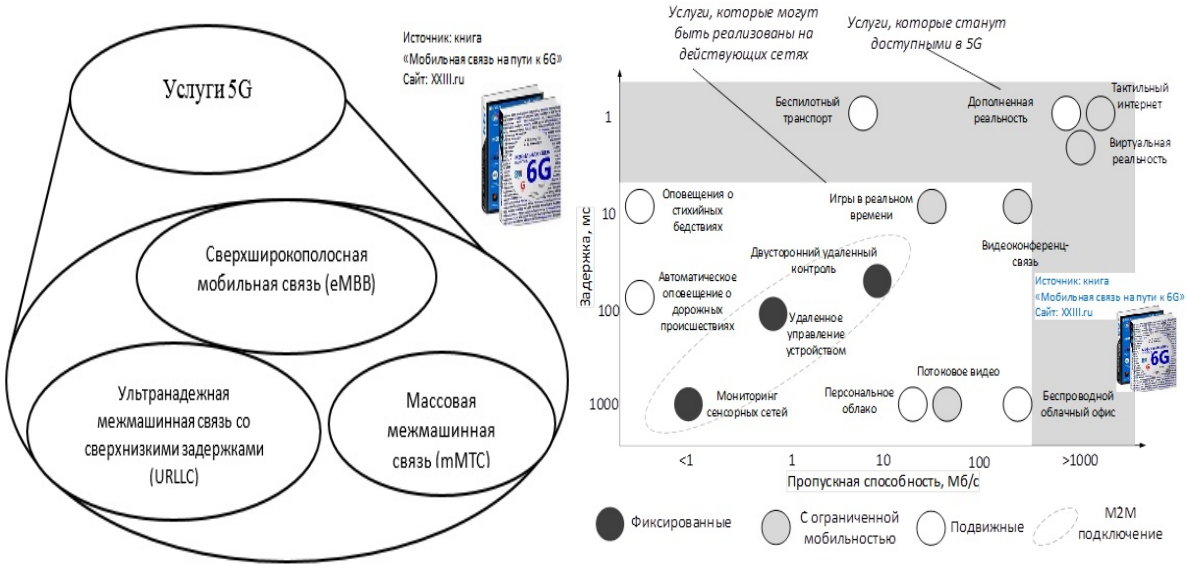


Рис. 1 – Сети 5G

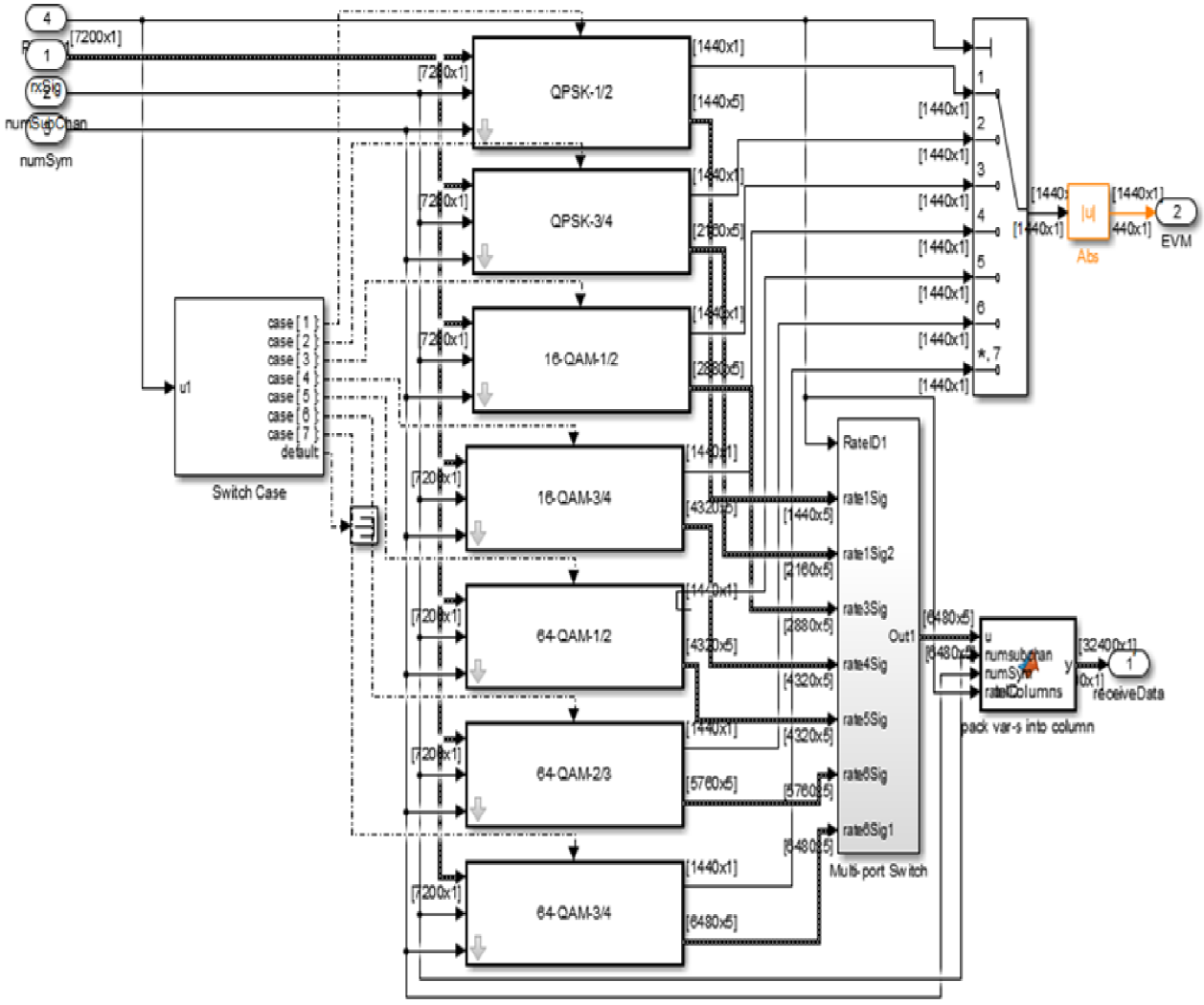


Рис. 2 – Банк модуляций и декорирования Channel Decoding

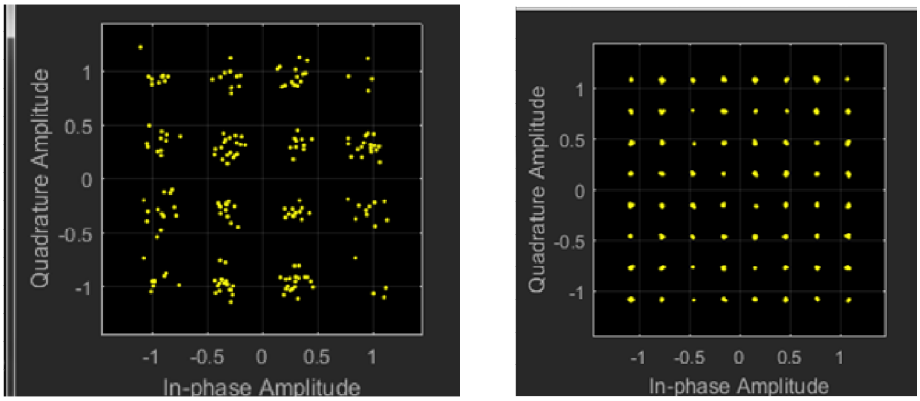


Рис. 3 – Созвездия сигналов 16QAM и 64QAM

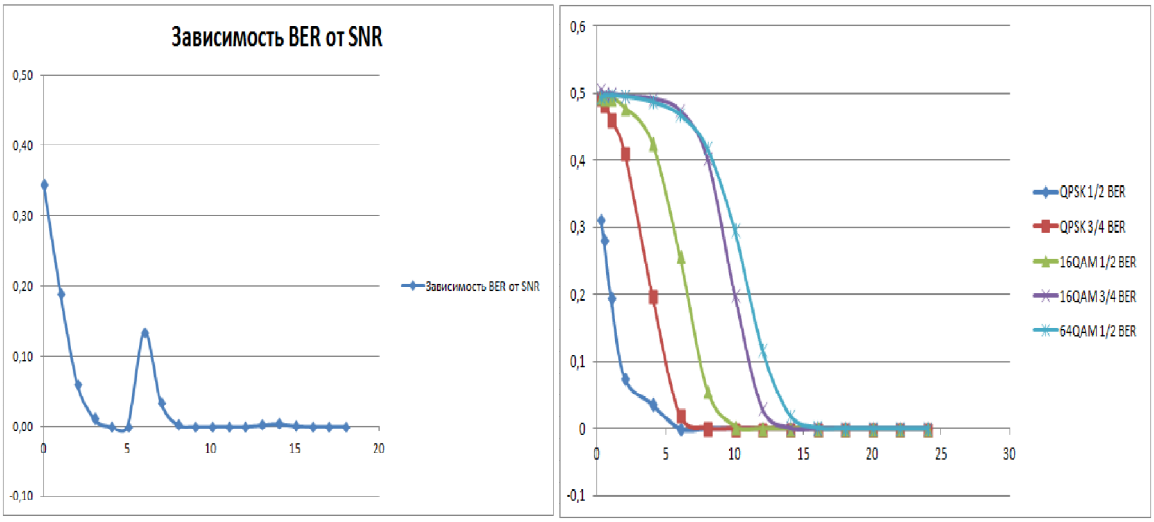


Рис. 4 – Зависимости BER от SNR при использовании адаптивного изменения скорости передачи (слева) и для отдельных видов модуляции и скорости кодирования (справа)

На рис. 5 приведены зависимости BER от изменения частоты Доплера для разных скоростей мобильных станций (при SNR=10) для различных видов модуляций.

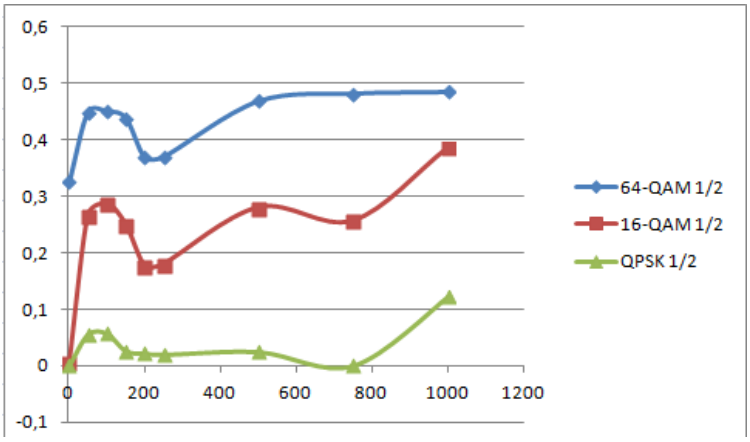


Рис. 5 – Зависимость BER от изменения частоты Доплера для различных видов модуляций

Разработаная модель Simulink MATLAB WiMAX будет использована для проектирования мобильных беспроводных сетей передачи данных 5G - ультранадежной межмашинной связи со сверхнизкими задержками URLLC, в частности для беспилотного транспорта.

Литература

1. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2018. – 452 с.

2. Степутин А.Н., Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 Т. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – Т. 1. – 384 с.

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МНОГОЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА

К.В. Гончаров, студент каф. АСУ;
А.Н. Горитов, д-р техн. наук, профессор каф. АСУ

г. Томск, ТУСУР, roadto3kmmr@gmail.com

В статье рассматриваются основные подходы к решению задачи планирования траектории. Предлагается алгоритм планирования траектории на основе алгоритма муравьиных колоний.

Ключевые слова: *многозвенный манипулятор, задача планирования траектории, метаэвристический алгоритм, sample-based подход, поиск кратчайшего пути.*

Задача планирования траектории

Задачу планирования траектории перемещения многозвенного манипулятора можно сформулировать следующим образом [0]:

– имеется геометрическое пространство $W = \mathbb{R}^3$;

– в геометрическом пространстве имеется множество геометрических мест точек препятствий $O \subset W$;

– многозвенный манипулятор определен как множество множеств геометрических мест точек звеньев манипулятора $A = \{A_0, A_1 .. A_n\}$;

– определено конфигурационное пространство C, координатами в котором являются обобщенные координаты манипулятора;

– подмножество запрещенных конфигураций C_{obs} множества C состоит из конфигураций q, таких, что пересечение множества геометрических мест точек звеньев манипулятора и множества геометрических мест точек препятствия или другого звена непусто;

– подмножество разрешенных конфигураций C_{free} есть разность C и C_{obs};

– задана начальная конфигурация $q_0 \in C_{free}$ и конечная конфигурация $q_g \in C_{free}$;

– необходимо построить путь $\tau: [0,1] \to C_{free}$, такой, что $\tau(0) = q_0$, $\tau(1) = q_g$, или сообщить о невозможности построения такого пути.

Существует два основных подхода к решению задачи планирования траектории перемещения [0]:

– *комбинаторный*, заключающийся в полном моделировании конфигурационного пространства и находящий полное решение;

– *sample-based* подход, исследующий наборы случайных конфигураций, отбрасывающий неподходящие и строящий карту местности.

Недостатком комбинаторного подхода является т. н. «проклятие размерности», то есть экспоненциальное увеличение временных затрат на решение задачи при увеличении размерности конфигурационного пространства. Комбинаторные методы имеют приемлемое время работы только при низкой размерности конфигурационного пространства. Недостаток sample-based подхода заключается в невозможности однозначно определить отсутствие решения. Одной из наиболее распространненых библиотек, содержащей алгоритмы, основанные на sample-based подходе, является Open Motion Planning Library [0], входящая в состав фреймворка для программирования роботов Robot Operating System.

Алгоритм муравьиных колоний

Алгоритм муравьиных колоний – это метаэвристический алгоритм, предназначенный для решения задач на графах. Первый вариант алгоритма был разработан М. Дориго в 1992 году в процессе работы над докторской диссертацией и был применен для решения задачи коммивояжера.

В общем виде алгоритм муравьиных колоний можно представить в следующем виде [0]:

```
Инициализируем уровень феромона
Пока (не выполнено условие выхода)
    Создаем муравьев
    Ищем решения
    Обновляем феромон
    Дополнительные действия (опционально)
```

Далее каждый шаг алгоритма будет рассмотрен подробнее.

Инициализация уровня феромона

На этом этапе задается начальный уровень феромона. От значения начального уровня феромона зависит поведение алгоритма; при малом уровне феромона возможна сходимость к локальному минимуму, найденному на первых

итерациях алгоритма; при большом уровне феромона решения, найденные на первых итерациях, будут оказывать малое влияние на поведение алгоритма на последующих итерациях, что замедлит поиск глобального решения.

Создание (инициализация) муравьев

Конкретное начальное положение каждого муравья зависит от ограничений, накладываемых решаемой задачей. Для задачи поиска кратчайшего пути между парой вершин каждый муравей помещается в начальную вершину.

Поиск решений

В процессе поиска решения муравьи переходят из текущей вершины в одну из смежных по следующему вероятностно-пропорциональному правилу:

$$p_{ij} = \frac{\tau_{ij}^{\alpha}\left(\frac{1}{d_{ij}}\right)^{\beta}}{\sum_{j \in J} \tau_{ij}^{\alpha}\left(\frac{1}{d_{ij}}\right)^{\beta}}, \quad (1)$$

где i – текущая вершина; j – смежная с i вершина; τ_{ij} – количество феромона на ребре между вершинами i и j; d_{ij} – вес ребра между вершинами i и j; α – параметр, регулирующий влияние количества феромона на выбор вершины; β – параметр, регулирующий влияние веса ребра на выбор вершины; J – множество разрешенных смежных вершин. Процесс построения решения для каждого муравья продолжается до тех пор, пока муравей не попадет в конечную вершину.

Изменение уровня феромона

После завершения поиска решений значение феромона на каждом ребре изменяется по следующему закону:

$$\tau_e(t+1) = (1-\rho)\tau_e(t) + \sum_{k=1}^{n} \Delta\tau_e^{(k)}, \quad (2)$$

где $\tau_e(t)$ – количество феромона на ребре e на итерации t, ρ – коэффициент испарения феромона, n – количество муравьев, $\Delta\tau_e^{(k)}$ – отложенное на ребре e муравьем k количество феромона, которое определяется следующим образом:

$$\Delta\tau_e^{(k)} = \begin{cases} \frac{Q}{L_k}, e \in S_k \\ 0, e \notin S_k \end{cases}, \quad (3)$$

где Q – параметр, регулирующий количество феромона, откладываемое муравьем; L_k – длина пути муравья k; S_k – путь муравья k.

Дополнительные действия

Опциональные действия, производимые на каждой итерации. Обычно здесь применяется локальный поиск.

Применение АМК к задаче планирования траектории

Конечное положение q_g определяется точкой в пространстве W, в которую необходимо перенести рабочий орган манипулятора. Строится граф-решетка

в трехмерном пространстве, в котором вершинам соответствуют конфигурации, при которых рабочий орган размещен в вершине, а ребрам – переходы между конфигурациями, которым соответствуют смежные вершины. На полученном графе производится решение задачи поиска кратчайшего пути с помощью алгоритма муравьиных колоний.

Литература

1. LaValle S. Planning Algorithms. – Cambridge University Press, 2006. – 1007 p.

2. Погорелов А.Д. Обзор алгоритмов траектории движения манипулятора / А.Д. Погорелов, И.А. Калеватых // Молодежный научно-технический вестник. – 2008. – № 8. – УДК 621.865:004.896.

3. Open Motion Planning Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ompl.kavrakilab.org (дата обращения: 17.11.2019).

4. Dorigo M., Stützle T. Ant Colony Optimization / M. Dorigo, T. Stützle. – Cambridge, MA: MIT Press, 2004. – 305 p.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНОЙ И НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ SAR БПЛА

Д.Н. Калинин, А.В. Шушменцев, студенты каф. РТС;
А.М. Голиков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., доцент каф. РТС

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Проект ГПО РТС-1903 – Проектирование MIMO РЛС с АФАР и нейросетевой обработкой радиолокационной информации

Требование высокой эффективности обнаружения, точности оценки параметров и распознавания малоразмерных объектов радиолокаторами с синтезированной аппертурой (SAR) вызывает необходимость использования вейвлет-фрактальной, корреляционной и нейросетевой обработки радиолокационных сигналов и изображений. В проекте ГПО проведено исследование эффективности вейвлет-фильтрации сигналов морской РЛС на фоне взволнованной морской поверхности. Показана высокая эффективность обнаружения малоразмерных надводных объектов. Проведено исследование эффективности вейвлет-фрактальной обработки изображений Земной поверхности спутниковой X-SAR. Проведена нейросетевая обработка изображений РЛС Река (НПФ Микран). Показано, что применение нейросетевой обработки позволяет увеличить дальность обнаружения объектов в два раза. Проведенные

исследования позволят разработать методы вейвлет-фрактальной и нейросетевой обработки для эффективных и высокоточных SAR БПЛА.
***Ключевые слова**: вейвлет-фрактальная и нейросетевая обработка, SAR, БПЛА.*

Вейвлет-фильтрация сигналовов РЛС на фоне взволнованной морской поверхности.

Проведена вейвлет-обработка более 1000 цифровых изображений высокой четкости 32х32 (рис. 1).

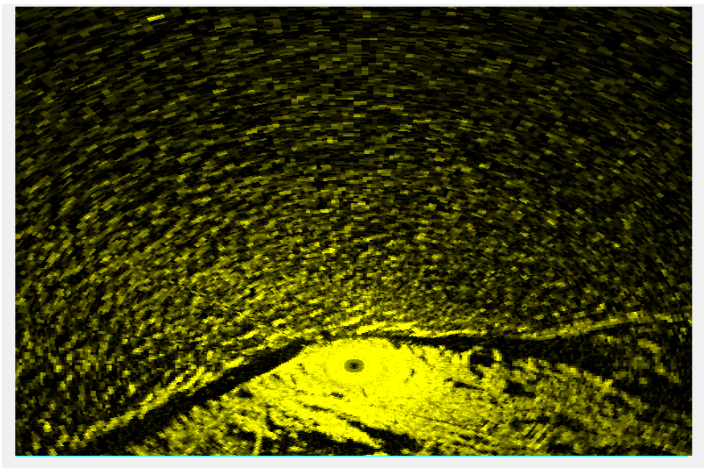


Рис. 1 – Изображение морской РЛС на фоне взволнованной морской повергености

Была исследована эффективность обнаружения малоразмерных надводных объектов на фоне взволнованной морской поверхности при использовании различных вейвлет-функций: Хаара (‘haar’); Добеши 4-го порядка (‘db4’); Симлета 4-го порядка(‘sym4’); Биортогональная Коэн-Добеши-Фиавиа (‘bior6.8’); Антонини-Барлад-Матье-Добеши (‘jpeg9.7’) [1].

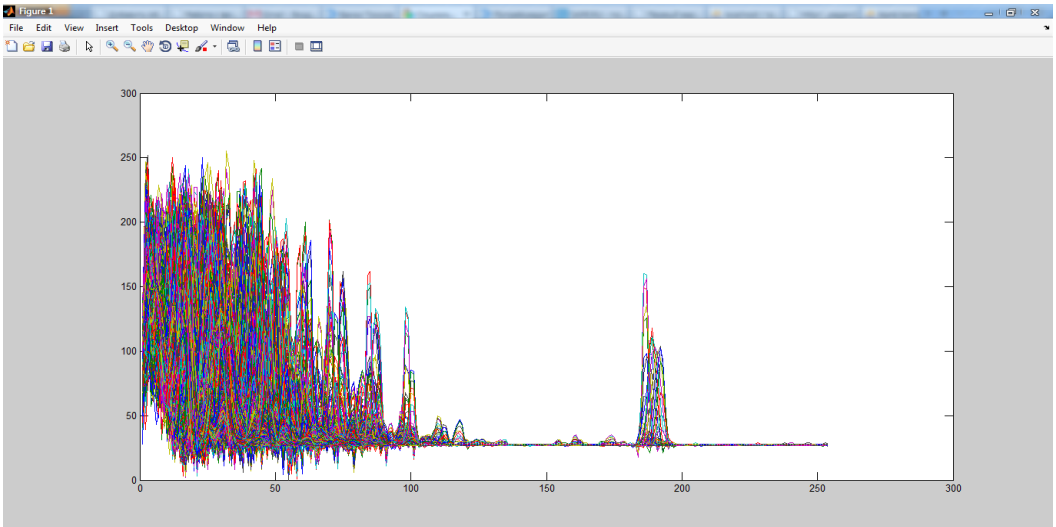


Рис. 2 – Сигналы РЛС после фильтрации функцией ‘db4’

Вейвлет-фрактальная обработка изображений спутниковой X-SAR.

Проведена вейвлет-фрактальная обработка более 3000 изображений спутникового X-SAR, полученных в различных районах Земли [1].

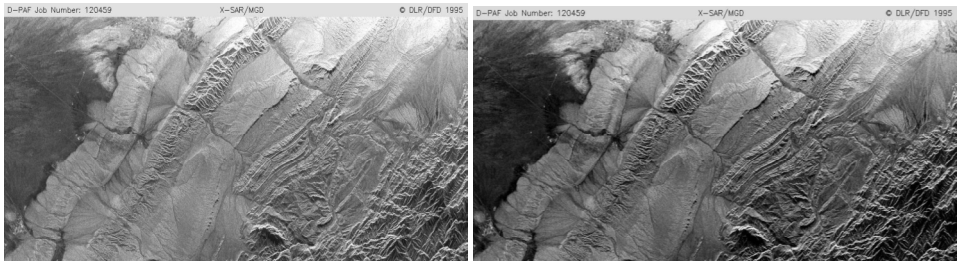


Рис. 3. Изображение поверхности Земли X-SAR, слева – исходное, справа – после вейвлет-фильтрации

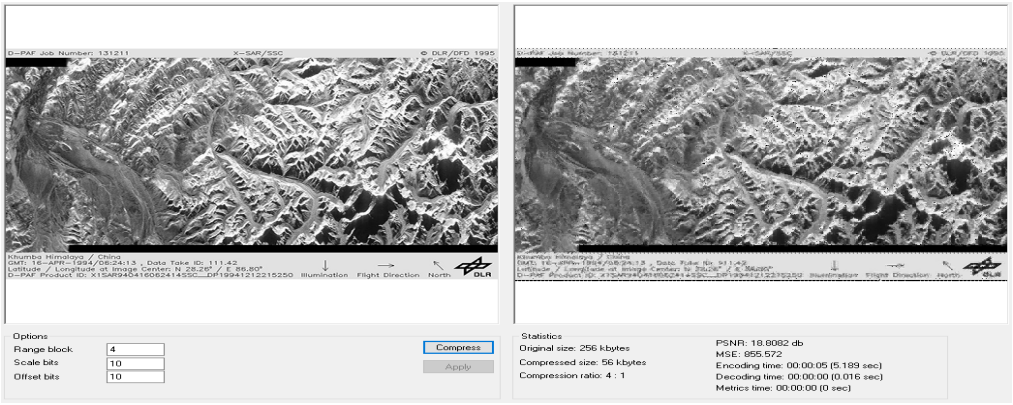


Рис. 4. Изображение поверхности Земли X-SAR, справа – исходное, слева – после фрактального-преобразования

Нейросетевая обработка изображений РЛС «Река» (НПФ Микран)

Был предложен трехэтапный метод быстрой нейросетевой обработки цифровых изображений РЛС [2].

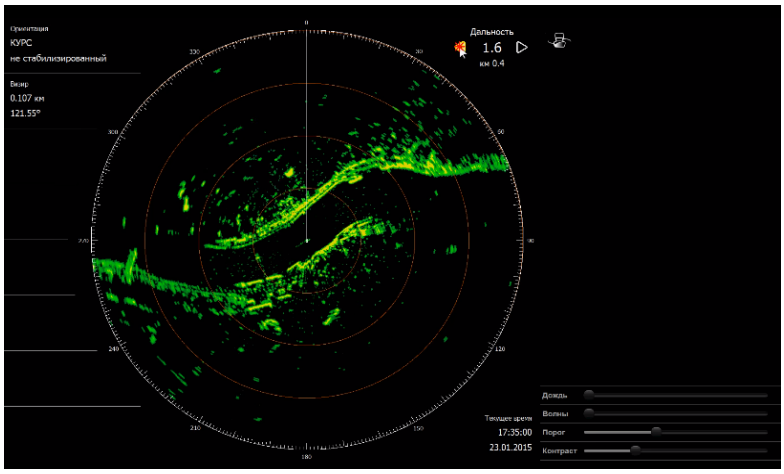


Рис. 5 – Интерфейс РЛС «Река» (НПФ Микран)

Было проведено 200 измерений разности дальностей (до и после нейронной обработки), была построена гистограмма (распределение) разностей дальностей, где по оси OX отложены равные промежутки по дальности ΔR, по оси OY – распределение вероятностей в % (рис. 6).

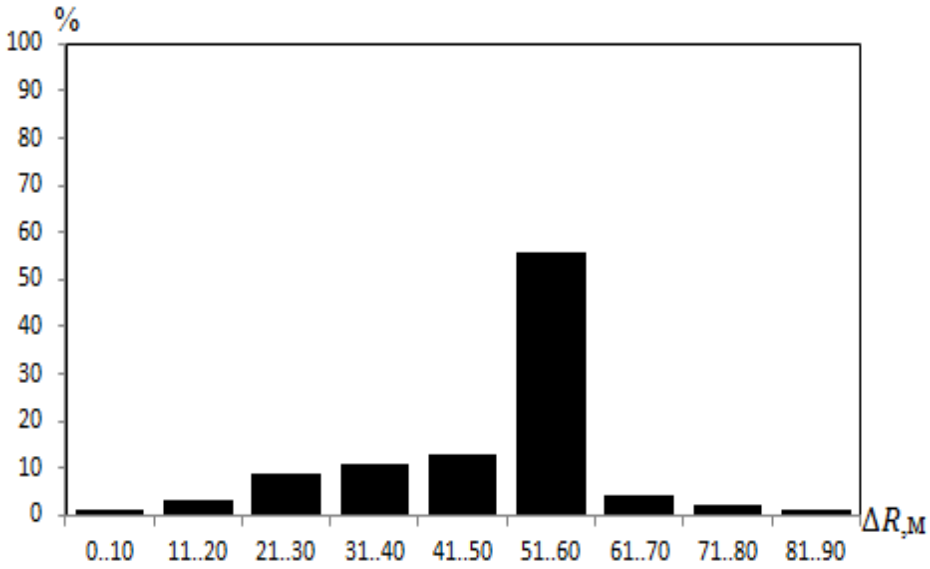


Рис. 6. Гистограмма результатов измерений разности дальностей обнаружения с нейросетевой обработкой и без нее

Гистограмма показывает, что после нейронной обработки изображений РЛС, дальность обнаружения, в среднем, увеличивается на 55 метров.

Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.

2. Татузов А.Л. Нейросетевые сети в задачах радиолокации. – М.: Радиотехника, 2009. – 432 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ДЛЯ РОЯ НАНОСПУТНИКОВ CUBESAT НА БАЗЕ СТАНДАРТА IEEE 802.16M

Я.С. Малмыгин, Д.С. Мельников, студенты каф. РТС;
А.М. Голиков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., доцент каф. РТС

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Проект ГПО: РТС-1802 – Разработка высокоскоростных приемо-передатчиков МКА CubeSat 3U на базе технологии MIMO

В проекте ГПО разработана и исследована модель системы связи для роя наноспутников CubeSat 3U. Построение «роя» баллистически связанных орбитальных группировок наноспутников CubeSat обеспечивает система связи на базе стандарта двухсторонней адаптивной широкополосной системы передачи данных IEEE 802.16m, поддерживающей сетевую технологию Mesh-сети (каждый с каждым). Проведен энергетический расчет для трех линий глобальной космической связи по линиям «МКС – CubeSat 3 U», «CubeSat 3 U - CubeSat 3U» (до 200 км) и «CubeSat 3 U - Земля» (450 км). Разработан вариант аппаратной реализации сетевого приемо-передатчика для наноспутников CubeSat 3U с применением DSP и ПЛИС. Проведено исследование помехоустойчивости системы связи с использованием Simulink Matlab модели. Исследованы зависимости BER от SNR для разных видов модуляции BPSK, QPSK, 16QAM и 64QAM и скоростей кодирования.

Ключевые слова: *наноспутник CubeSat 3U, модель Simulink MATLAB IEEE 802.16m, BER, SNR, BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, пространственное мультиплексирование MIMO (Multiple Input Multiple Output), DSP и ПЛИС.*

Проведен энергетический расчет космических линий радиосвязи «CubeSat 3 U - CubeSat 3 u», «МКС - CubeSat 3 U» (200 км) и линия «CubeSat 3 U - Земля» (450 км). По результатам расчета для линий связи 200 км и мощности передатчика 33,2 dBm (2 Вт), а также для линии связи 450 км и мощности передатчика 36,99 dBm (5 Вт) запас по энергетике каналов составляет, как минимум, 20 дБ. Применение технологии MIMO позволит увеличить скорость передачи информации до 600 Мбит/сек.

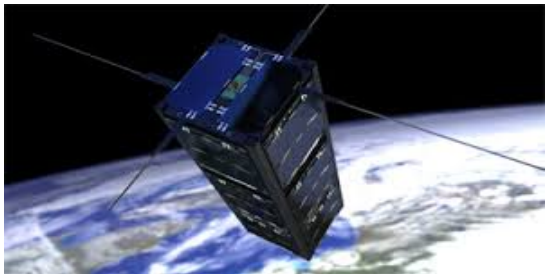


Рис. 1 – Наноспутник CubeSat 3 U на орбите

Структурная схема системы для реализации с применением ПЛИС и DSP представлена на рис. 2.

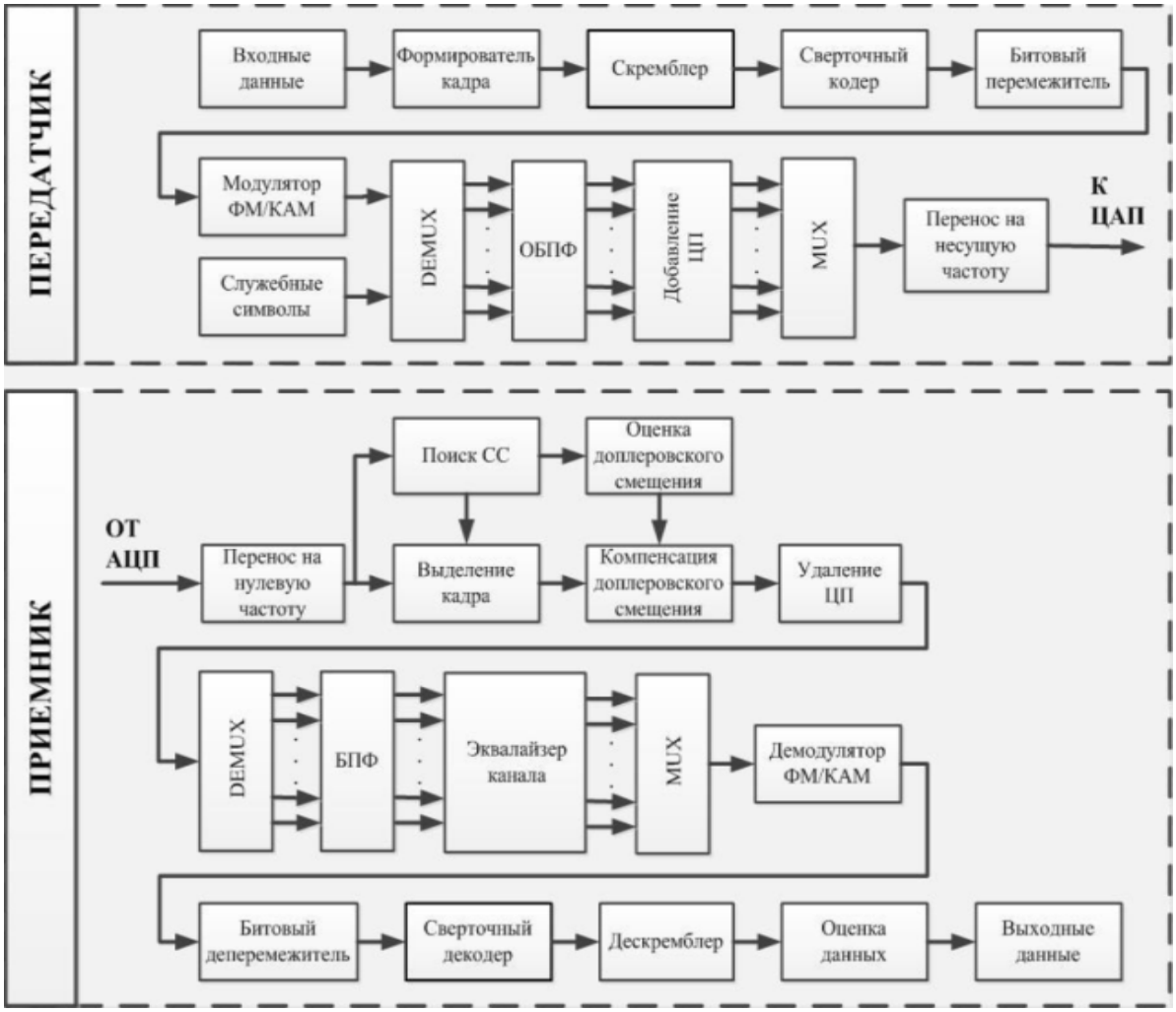


Рис. 2 – Структурная схема модема для реализации на ПЛИС

Исследование системы связи для наноспутников было проведено на Simulink Matlab модели мобильной связи IEEE 802.16m. Модель включает блок Model Parameters, OFDMA Symbol Packing , OFDMA Transmitter, Flat Fading Channel with AWGN и мобильные станции (MS1 и MS2). Стандарт передачи WiMAX IEEE802.16 предполагает применение адаптивного изменения скорости передачи. Для этого в исследуемой модели применяется определение SNR после прохождения канала связи. Модель позволяет исследовать режим адаптивного изменения скорости передачи информации для разных уровней SNR - переключение сигнально-кодовых конструкций от СК-BPSK до СК-PC-64QAM. Проведено исследование зависимости BER для разных скоростей движения мобильных станций.

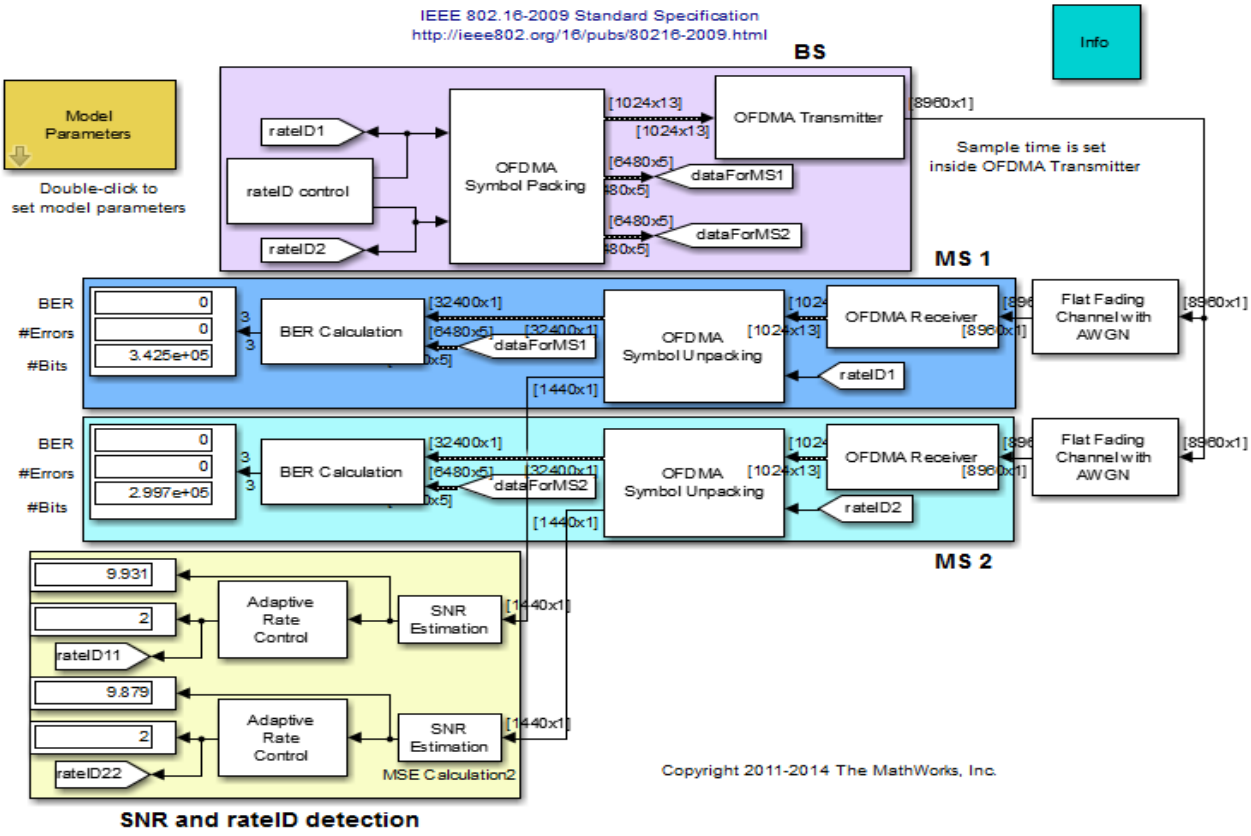


Рис. 3 – Схема стандарта IEEE.802.16 на базе ПО MATLAB

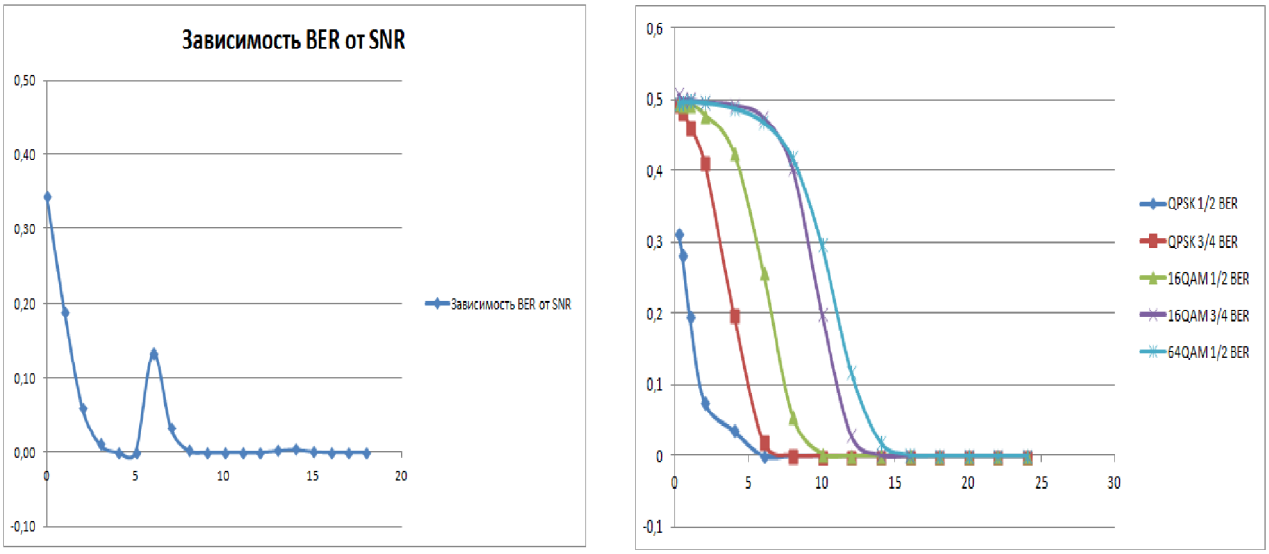


Рис. 4 – Зависимости BER от SNR при использовании адаптивного изменения скорости передачи (слева) и для отдельных видов модуляции и скорости кодирования (справа)

В проекте ГПО разработан вариант аппаратной реализации сетевого приемо-передатчика для наноспутников CubeSat 3U с применением DSP и ПЛИС. Проведен энергетический расчет космический линий связи и исследована помехоустойчивость системы связи.

Литература

1. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2018. – 452 с.

МОДЕЛИ РАБОТЫ СКРЕПЕРНЫХ КОМПЛЕКТОВ

Л.В. Николаева, ст преподаватель; К.Ф. Мандеш, студент

каф. ИППДАД г. Новосибирск, СГУПС, lub12345@mail.ru

В статье изложены результаты проведенных исследований по определению рациональных областей применения самоходных скреперных комплектов с вместимостью ковшей от 3 до 25 м^3 при их работе в грунтах второй категории сложности.

The article describes the results of the studies carried out to determine the rational areas of application of self-propelled stapler kits with a capacity of buckets from 3 to 25 m^3 during their operation in soils of the second category of complexity.

***Ключевые слова**: скреперные комплекты, регрессионные уравнения, доверительные интервалы, информационные технологии*

По данным расчетов с помощью программы «*Skom*» была проанализирована область эффективности применения самоходных скреперных комплектов с вместимостью ковшей от 3 до 25 м^3 при различных условиях их работы в грунтах второй категории сложности. Для обоснования лучших по стоимости производства работ скреперных комплектов была сформирована выборка показателей работы комплектов с минимальными затратами на разработку грунта [1].

С помощью программы «*Modell*» [2] шаговым регрессионным методом построены модели минимальной стоимости разработки 1000 м^3 грунта (C_1) самоходными скреперными комплектами в зависимости от дальности перемещения грунта (L), часовой производительности комплектов ($П_ч$) (табл. 1).

Доверительные интервалы этих моделей рассчитаны с помощью программы «*Diagram*» [3] и приведены в табл. 1 Все модели является статистически значимой, так как общий F-критерий регрессии больше табличного значения общего F-критерия.

На рис. 1 проиллюстрирована зависимость стоимости разработки 1000 м^3 грунта скрепером с вместимости ковша 25 м^3.

Таблица 1 – Модели и их доверительные интервалы

Модель	Доверительный интервал с уровнем риска 5 %
$C_1 = + 1583{,}07 + 9188{,}91L$	$C_1 \pm 0{,}0059\sqrt{1{,}067 + 0{,}3571\ (L - 0{,}8)}$
$C_1 = + 0{,}06 + 1698658 / П_ч$	$C_1 \pm 0{,}542\sqrt{1{,}067 + 0{,}0000027\ (П_ч - 251{,}3)}$

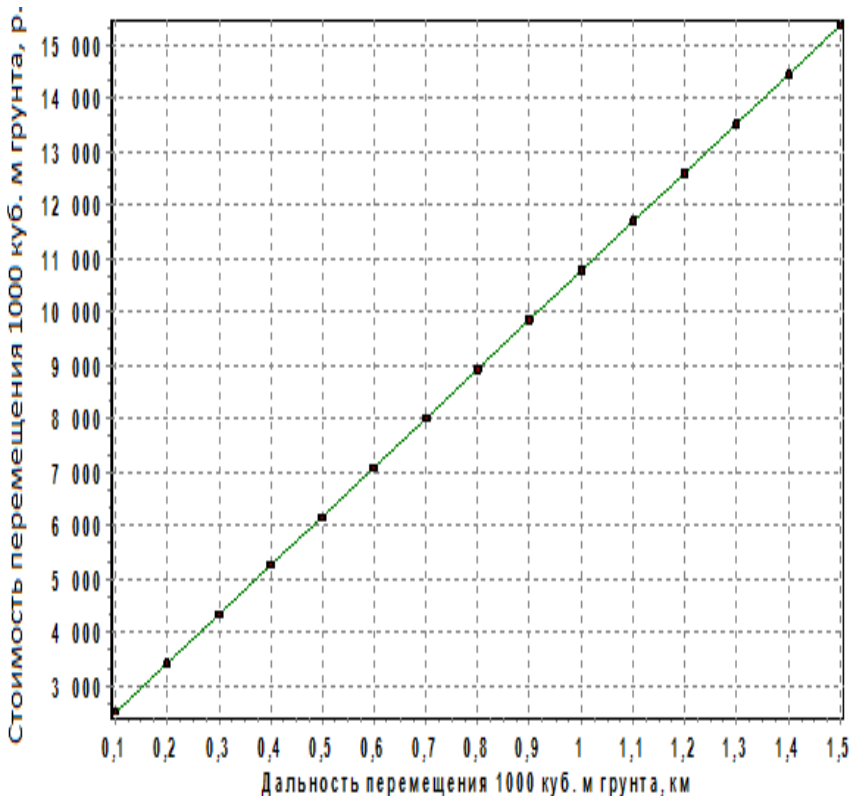


Рис. 1 – Зависимость минимальной стоимости разработки 1000 м^3 грунта самоходными комплектами скреперов с вместимостью ковша 25 м^3 от дальности транспортировки грунта

Проведенные исследования позволили построить модели для определения рациональных областей применения самоходных скреперных комплектов в грунтах второй категории сложности на всем диапазоне от 50 до 1500 м и определить, что лучшим по стоимости производства работ на указанном выше диапазоне скреперным комплектом является комплект с вместимости ковша 25 м^3.

Литература

1. Анферов В.Н., Васильев С.И., Заморин В.В., Кузнецов С.М., Николаева Л.В. Рациональные области применения скреперных комплектов // Экономика ж. д. – 2015. – № 11. – С. 96–101.

2. Анферов В.Н., Васильев С.И., Заморин В.В., Кузнецов С.М., Николаева Л.В. Экономико-математическая модель подбора скреперных комплектов // Вестн. Сиб. гос. ун–та путей сообщ. – 2015. – № 4. – С. 24–27.

3. Николаева Л.В. К вопросу о построении доверительных интервалов // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. (2 февраля 2018 года). – Кемерово: ЗапСибНЦ. – 2018. – Т. II. – С. 130–133.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА ВЫСОТЕ

Т.А. Безъязыкова, студент каф. РЭТЭМ;
С.А. Полякова, канд. биол. наук, доцент каф. РЭТЭМ

г. Томск, ТУСУР, bezyazykova98@mail.ru

Проект ГПО-1806 – Анализ охраны труда на предприятиях Томской области

Охрана труда в настоящее время является важной частью производственных процессов во всех отраслях хозяйственной деятельности современного общества.

Изучение и решение проблем, связанных с обеспечением безопасных условий, в которых протекает трудовая деятельность человека − одна из наиболее важных задач охраны труда. Исследование и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин позволяют создать безопасные и благоприятные условия труда. Также известно, что комфортные и безопасные условия труда − один из основных факторов, влияющий на производительность и здоровье работников [1].

***Ключевые слова**: охрана труда, здоровье, работы на высоте, безопасность труда.*

Во всех видах промышленных работ присутствует большое количество видов деятельности, в том числе диагностика, проектирование, ремонт и строительство, которые производятся на высоте. Во всем мире высотные работы признаны одними из самых опасных и рискованных [1]. На производстве риск падения с высоты сопряжен с воздействием вредных и опасных факторов производственного процесса, возникающих при выполнении рабочих операций. Работы на высоте требуют строгого соблюдения правил в соответствии с требованиями охраны труда и промышленной безопасности, обязательное применение средств индивидуальной защиты, специального инструмента и прочего

оборудования. Данные работы представляют собой работы повышенной опасности. Главная причина несчастных случаев при работе на высоте – это падение с высоты. Как правило, оно заканчивается смертельным случаем или тяжелыми травмами. Основной причиной считается человеческий фактор и пренебрежение работником использования СИЗ и спецоборудования, нарушения техники безопасности [2].

Актуальность изучения данной темы подтверждается высоким риском несчастных случаев с работниками предприятий при работе на высоте, а также наличием множества факторов, опасных для их жизни и здоровья. Это обязывает работодателей изучать эти вопросы, вкладывать денежные средства в развитие и внедрение средств индивидуальной защиты, и нести высокую ответственность за жизнь и здоровье своих работников [3].

ООО «ТТЛ» – филиал компании ООО «Промтранс», частная компания, реализующая профессиональные решения в сфере железнодорожного транспорта. Компания имеет многолетний положительный опыт в управлении объектами железнодорожной инфраструктуры различных хозяйствующих субъектов и обеспечении их транспортных потребностей.

Деятельность ООО «ТТЛ» имеет так же социальное значение с учетом стратегического характера перевозимых грузов (твердое минеральное топливо, зерно, мука). ООО «ТТЛ» имеет материально-технические и кадровые ресурсы, необходимые для оказания услуг по транспортировке грузов по железнодорожным путям необщего пользования, по подаче и уборке железнодорожных вагонов, выполнения ремонта и текущего содержания железнодорожных путей необщего пользования, организации отправки, получения, выгрузки грузов в контейнерах.

Согласно правилам охраны труда при работе на высоте работодатель для обеспечения безопасности работников должен, по возможности, исключить работы на высоте. При невозможности исключения работ на высоте работодатель должен обеспечить использование инвентарных лесов, подмостей, устройств и средств подмащивания (временных конструкций), применение подъемников (вышек), строительных фасадных подъемников, подвесных лесов, люлек, машин или механизмов, а также средств коллективной и индивидуальной защиты [4].

К работам на высоте относятся работы, когда:

а) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты 1,8 м и более;

б) работник осуществляет подъем, превышающий по высоте 5 м или спуск, превышающий по высоте 5 м, по вертикальной лестнице, угол наклона которой к горизонтальной поверхности более 75;

в) работы производятся на площадках на расстоянии ближе 2 м от не ограждённых перепадов по высоте более 1,8 м, а также, если высота ограждения этих площадок менее 1,1 м;

г) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты менее 1,8 м, если работа проводится над машинами или механизмами, водной поверхностью или выступающими предметами [5].

У любого промышленного предприятия есть недочеты в системе обеспечения работников безопасными условиями труда при работах на высоте. Не исключение в этом и ООО «ТТЛ». Изучив организацию системы охраны труда при работах на высоте, были выявлены следующие недостатки:

– нехватка техники на контейнерных участках;

– недостатки работы грузоподъемника с краном – для страховки контейнера стоповщику приходится лезть на контейнер, что влечет за собой риск падения с высоты, так как в данных условиях невозможно применять средства защиты от падения;

– отсутствие страховочного оборудования при работе на высоте.

Одно из основных препятствий для реализации прав работников на безопасные и здоровые условия труда – недостаточное финансирование. Хоть и охране труда в настоящее время уделяется внимание, но вот вопросы его финансирования всегда стоят ребром, так как работодатели считают, что важнее вкладывать средства в развитие технологий производства, закупку нового оборудования и т.д. А мероприятия по охране труда, в большинстве своём, финансируются по остаточному принципу. И как следствие из этого отмечается большой процент травматизма на предприятиях различных отраслей.

Проанализировав все выявленные недостатки в системе охраны труда ООО «ТТЛ» и основываясь на правовой документации по охране труда, можно предложить предприятию следующие рекомендации, которые позволят решить выявленные проблемы:

– покупка второго погрузчика контейнеров, в целях исключения работы с краном;

– приобретение страховочного оборудования, для работ на высоте;

– увеличения бюджета финансирования мероприятий по охране труда.

Литература

1. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / под ред. О.Н. Русака. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2000 (дата обращения: 18.10.2019).

2. Охрана труда: учеб. / В.А. Девисилов. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 512 с. (дата обращения: 19.10.2019).

3. Роль охраны труда на производстве. Научная статья по специальности «Экономика и экономические науки» С.Г. Брусенцов [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-ohrany-truda-na-proizvodstve (дата обращения: 20.10.2019).

4. Трудовой кодекс РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 22.10.2019).

5. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 155н г. Москва «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_169008/ (дата обращения: 22.10.2019).

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ 5G ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ НА БАЗЕ СТАНДАРТА WIFI6

М.Т. Рудаков, В.Д. Швецов, студенты каф. РТС;
А.М. Голиков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., доцент каф. РТС

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Проект ГПО: РТС-1803 – Разработка системы передачи данных БПЛА повышенной дальности действия

В проекте ГПО разрабатывается и исследуется Simulink Matlab модель мобильной сети 5G для беспилотных аппаратов на базе стандарта WiFi6: IEEE 802.11ax. WiFi6 обеспечивает скорость передачи данных до 9,6 Gbit/s с применением технологии MU-MIMO 8x8 и OFDMA. Simulink Matlab модель WiFi6 позволяет исследовать режим адаптивного изменения скорости передачи информации для разных уровней SNR - переключение сигнально-кодовых конструкций от СК-BPSK до СК-РС-1024QAM. В проекте проведено исследование помехоустойчивости системы связи с использованием Simulink Matlab модели. Исследованы зависимости BER от SNR для разных видов модуляций BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM, 1024-QAM и скоростей кодирования. Полученные результаты будут использованы для проектирования беспроводных сетей передачи данных 5G - ультранадежной межмашинной связи со сверхнизкими задержками URLLC. Технология URLLC применяется для беспилотного транспорта, критически важных служб безопасности, и других новых технологиях.

Ключевые слова: *модель Simulink MATLAB IEEE 802.11ax, BER, SNR, BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256-QAM, 1024-QAM, MU-MIMO, OFDMA, 5G, URLLC.*

Стандарт WiFi6: IEEE 802.11ax [1] обеспечивает скорость передачи данных до 9,6 Gbit/s с применением технологии MU-MIMO 8x8 и OFDMA в полосе частот 160 MHz.

Таблица 1.

Standard	Channel Size	Max Modulation	Max Spatial Streams	Max Data Rate
802.11	20 MHz	DQPSK	1	2 Mbit/s
802.11b	20 MHz	CCK	1	11 Mbit/s
802.11g	20 MHz	64-QAM	1	54 Mbit/s
802.11a	20 MHz	64-QAM	1	54 Mbit/s
802.11n	20 MHz/40 MHz	64-QAM	4	600 Mbit/s
802.11ac	20 MHz/40 MHz/80 MHz/160 MHz	256-QAM	8	6.93 Gbit/s
802.11ax	**20 MHz/40 MHz/80 MHz/160 MHz**	**1024-QAM**	**8**	**9.6 Gbit/s**

Simulink Matlab модель WiFi6 позволяет исследовать режим адаптивного изменения скорости передачи информации для разных уровней SNR - переключение сигнально-кодовых конструкций от СК-BPSK до СК-РС-1024QAM.

Разработанная Simulink Matlab модель дает визуализацию сигнальных созвездий.

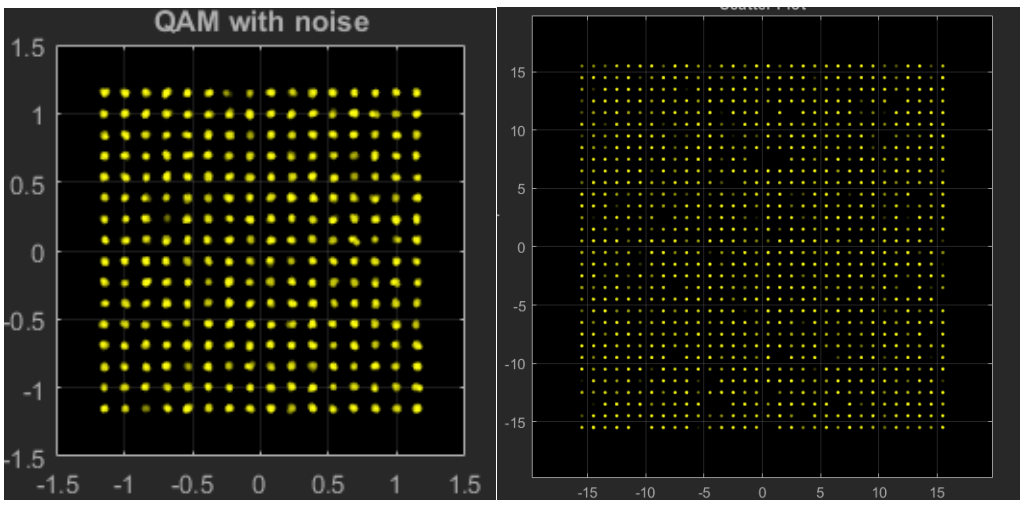


Рис. 1 – Диаграммы созвездий 256-QAM при SNR 25 дБ (слева) и 1024 при 40 дБ (справа)

При повышении SNR используются более высокоскоростные алгоритмы передачи путем изменения вида модуляции и скорости кодирования.

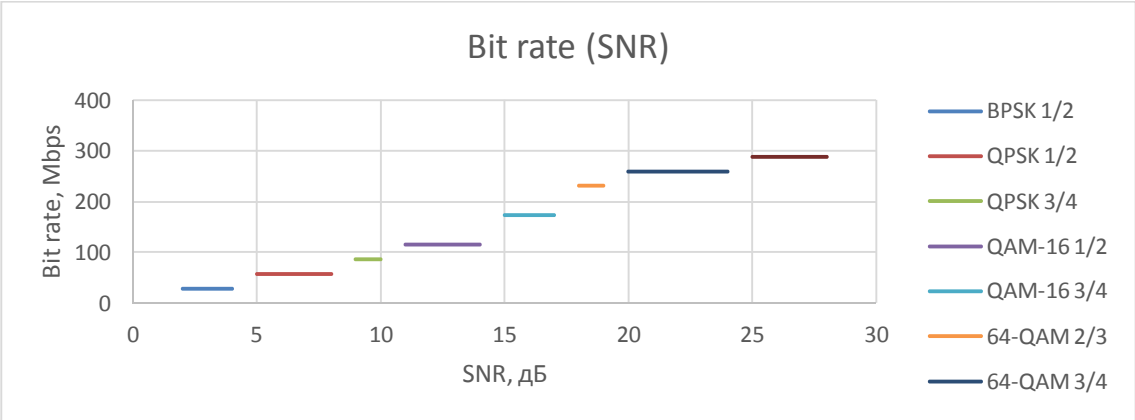


Рис. 2 – Bit rate при определенном параметре SNR
при использовании четырех пространственных потоков

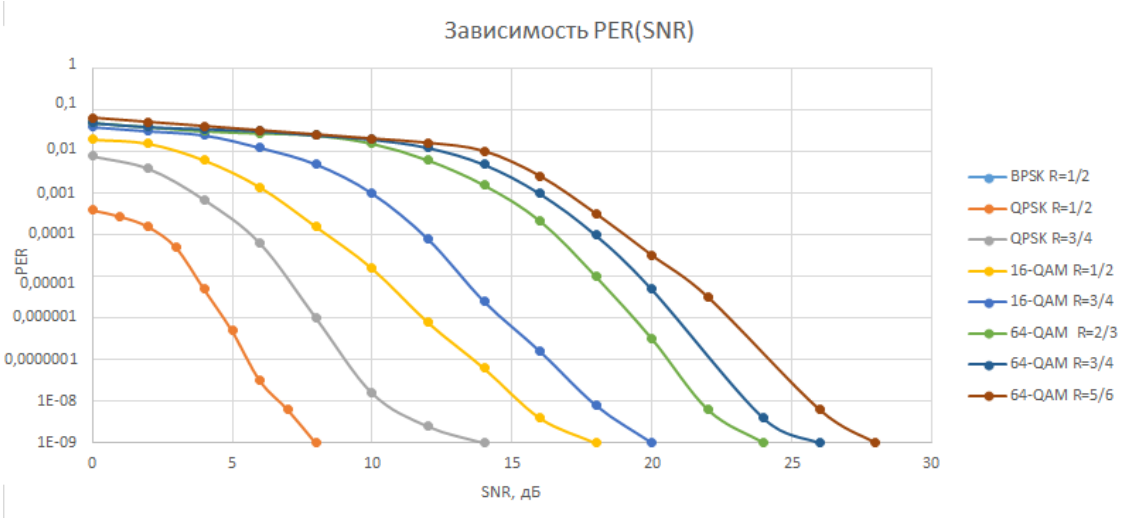


Рис. 3 – Зависимость PER от SNR в логарифмическом масштабе

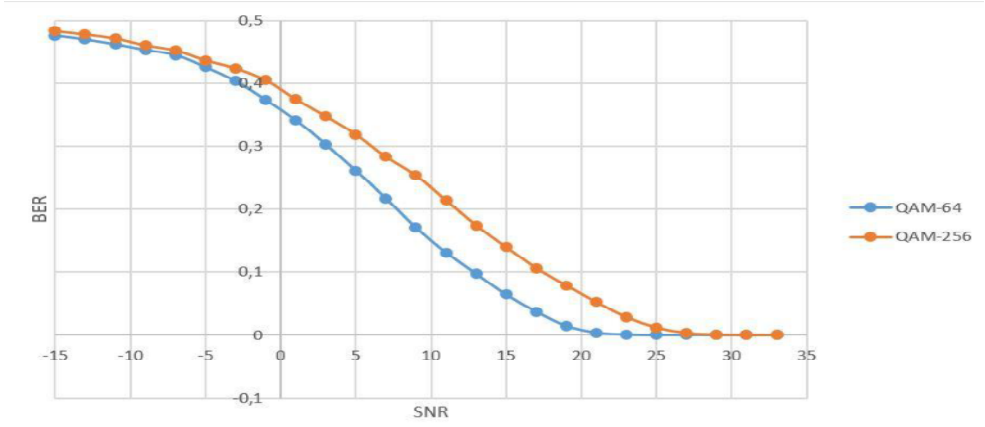


Рис. 3 – Зависимость PER от SNR в логарифмическом масштабе

Применение в стандарте WiFi6: IEEE 802.11ax модуляции 1024-QAM, технологии MU-MIMO 8x8 и вместо OFDM использование OFDMA позволяет увеличить скорость передачи до 9,6 Gbit/s.

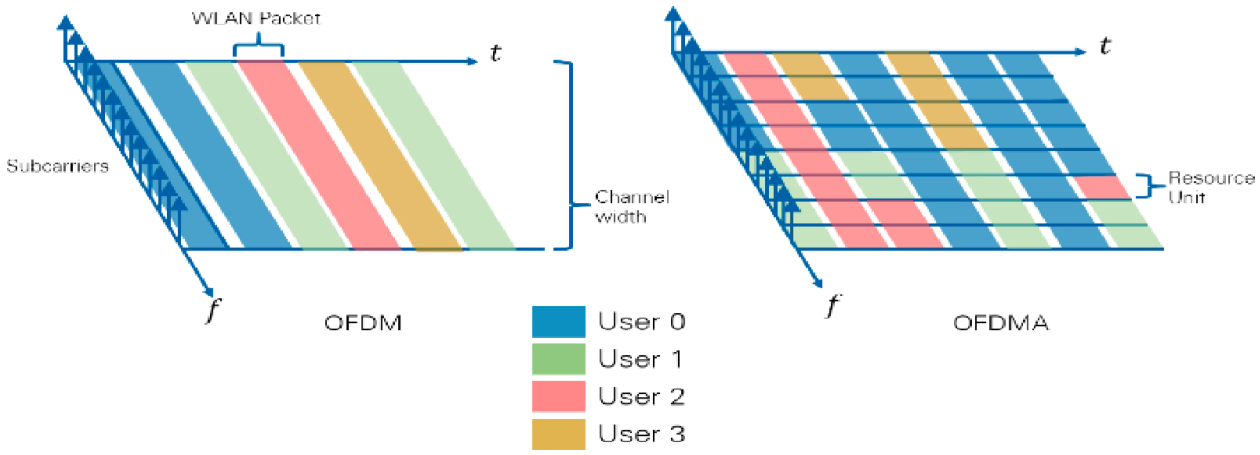


Рис. 4 – Технологии OFDM и OFDMA

В проекте ГПО ведется разработка Simulink Matlab модель стандарта WiFi6: IEEE 802.11ax. Модель позволяет провести визуализацию диаграмм созвездий цифровых видов модуляций – BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256-QAM, 1024-QAM, провести исследование помехоустойчивости и скорости передачи данных для разных видов цифровых модуляций, разного количества антенн MU-MIMO и разных параметров OFDMA. Полученные результаты будут использованы для проектирования беспроводных сетей передачи данных 5G-ультранадежной межмашинной связи со сверхнизкими задержками URLLC [2] для беспилотного транспорта, критически важных служб безопасности, и других новых технологий.

Литература

1. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2018. – 452 с.

2. Степутин А.Н., Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 Т. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – Т. 1. – 384 с.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПОДГОТОВКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ КАДРОВ

П.В. Сенченко, проректор по учебной работе

г. Томск, ФГБОУ ВО – Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, pvs@tusur.ru

В статье представлена точка зрения на проблему подготовки квалифицированных, востребованных специалистов, необходимых для решения задач развития Российской Федерации в условиях стремительно меняющихся требований рынка труда. Рассмотрены возможности применения технологии группового проектного обучения и роль такой технологии в освоении обучающимися широкого спектра компетенций.
Ключевые слова: *групповое проектное обучение, образовательные технологии, инженер, компетенции*

«Ресурсы инженерных кадров советского периода исчерпаны,
необходимо готовить новых специалистов,
для чего есть все возможности»
В.В. Путин

В соответствии с «Атласом новых профессий» [1] уже 2030 году в мире исчезнет порядка 60 профессий, среди которых особенно следует выделить ряд еще востребованные на сегодняшний день следующие интеллектуальные и рабочие профессии:

– бухгалтер;
– сметчик;
– менеджер по кредитам;
– статистик;
– аналитик;
– логист;
– диагност;
– системный администратор;
– диспетчер;
– работник транспортного терминала.

При этом до 2030 года появятся 186 новых профессий, в том числе в области информационной безопасности, в ИТ-секторе [1]:

– менеджер непрерывности бизнеса;
– специалист по преодолению системных экологических катастроф;
– куратор информационной безопасности;
– разработчик моделей big data;

– архитектор информационных.

И это далеко не полный перечень профессий будущего. Часть из них и сегодня востребована на рынке труда. Однако уже сейчас остро стоит проблема в высококвалифицированных кадрах. Так, в современных быстро меняющихся условиях развития технологий «косность» классической модели отечественного образования приводит к фактическому устареванию образовательных стандартов уже к моменту их утверждения Министерством. Фактически, начавший обучения абитуриент через 4–6 лет уже должен переучиваться.

Изолированность преподавательского состава от реального сектора экономики – многие преподаватели годами читают студентом один и тот же материал, не вникая и не учитывая требования и нужды современных компаний. Такие преподаватели не только не участвуют в выполнении НИОКР для предприятий, но и не проходят элементарные стажировки и проф. переподготовку по своей специальности.

Следует отметить, что ряд предприятий стремиться получить «готового» специалиста, ничего не вкладывая в его образование – но как можно подготовить инженера для современного производства, если учат его в университете на устаревшем морально и физически оборудовании?! Есть предприятия, которые не готовы брать на практику студентов, опасаясь, с одной стороны, привлечения к работам низко квалифицированных, с другой стороны, не желая выделять ресурсы на сопровождение практикантов.

В ТУСУРе уже сейчас идет разработка образовательных программ (в том числе с использованием дистанционных и онлайн-технологий) всех уровней и направлений подготовки («школа – вуз – предприятие»), программ профессиональной переподготовки и повышения квалификации, обеспечивающих развитие так называемых компетенций «будущего», в контексте удовлетворения потребностей реального сектора экономики. Более 13 лет в ТУСУРе реализуется технология группового проектного обучения (ГПО), которая может стать драйвером развития цифровой экономики и инженерного образования в целом для всех заинтересованных сторон. Групповое проектное обучение является уникальным, прекрасно зарекомендовавшим методом обучения, позволяющим сочетать получение обучающимися актуальных знаний в различных предметных областях с приобретением необходимых навыков самостоятельного управления проектами и предпринимательства.

Задачей на ближайшую перспективу является модернизация технологии ГПО с привлечением в групповую работу студентов уже на первом курсе позволит готовить обучающихся на младших курсах к участию в групповом проектном обучении с учетом требований работодателей на основе реальных практико-ориентированных кейсов.

Комплексная подготовка обучающихся по технологии группового проектного обучения, участие студентов в межфакультетских и даже в межвузовских проектах обеспечит не только освоение профессиональных (Hard Skills) компетенций, но и будет способствовать развитию «надпрофессиональных» (Soft Skills) навыков, что позволит развиться сильной конкурентоспособной личности в условиях стремительного развития современного общества.

Литература

1. Атлас новых профессий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://atlas100.ru/ (дата обращения: 22.11.2019).

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ

В.С. Солдаткин, канд. техн. наук, доцент каф. РЭТЭМ;
А.О. Шардина, студент каф. РЭТЭМ

г. Томск, ТУСУР, Alenashardina2000@mail.ru

В работе излагается методика оценки наличия микроорганизмов в водной среде и результаты исследований влияние влияния УФ излучения на микроорганизмы в водной среде.
Ключевые слова: *обеззараживание воды, ультрафиолетовый диод, микроорганизмы.*

Ультрафиолетовые (УФ) источники излучения для дезинфекции стали применять ещё 30-е годы 20 века. Антибактериальными свойствами обладает излучение с длинами волн в диапазоне 215–310 нм. В настоящее время УФ излучение используется для обеззараживания воздуха, воды и т.д. Также УФ излучение оказывает влияние и на насекомых. Существуют антимаскитные и инсектицидные облучатели. Последние используются на предприятиях общественного питания и торговли.

Значимость чистой воды для населения Планеты очевидно. Проблемам снабжения населения чистой водой посвящена Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/72/178 «Права человека на безопасную питьевую воду и санитарию». Актуальна данная отчистка в мелких населённых пунктах, частных домах, дачах, туристических лагерях и т.д. На крупных станциях водоочистки применяются газоразрядные УФ лампы для обеззараживания воды. Применение таких ламп в полевых условиях затруднено тем, что требуется электрическая сеть. К тому же газоразрядные УФ лампы хрупкие, и могут повредится в процессе транспортировки. Современные достижения в полупро-

водниковой технике позволяют изготавливать УФ диоды с нужными диапазонами длин волн. Именно применение УФ диодов, обладающих высокой механической стойкостью, длительным сроком службы и энергоэффективностью позволят решить проблему очистки воды в местах пребывания человека в отсутствии электрической сети.

Целью первого этапа проекта является создание портативного антибактериального полупроводникового источника излучения для очистки воды. Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи: разработать методику контроля наличия микроорганизмов в воде; провести исследования влияния различных источников УФ излучения на микроорганизмы в воде; разработать и испытать Антибактериальный полупроводниковый источник излучения.

На данном этапе основной задачей является разработка методики оценки наличия микроорганизмов в воде.

Научная новизна разработки антибактериального полупроводникового источник излучения: безопасность для человека, используются длины волн, не разрушающие структуру ДНК; оснащён функцией экспресс контроля наличия микроорганизмов после воздействия УФ излучением.

Практическая значимость разработки антибактериального полупроводникового источник излучения: разработка ориентирована на конечного потребителя, дачников, туристов и т.д., разрабатываемый источник излучения будет переносным, электропитание от автомобильного аккумулятора, объём чистой воды – один литр в минуту; по результатам исследований участниками проекта планируется подать заявку на патент на полезную модель в декабре 2019 г., в 2020 г. участие в программе УМНИК.

Согласно [1] доза ультрафиолетового облучения необходимая для инактивации 99,9% различных видов микроорганизмов: Shigella flexneri – 5,2 мДж/см^2; Salmonella typhi – 7,5 мДж/см^2; Shigella dysenteriae – 8,8 мДж/см^2; Proteus vulgaris – 7,8 мДж/см^2; Staphylococcus aureus – 7,8 мДж/см^2; Escherichia coli – 6,0 мДж/см^2; Virus poliomyelitis – 6,0 мДж/см^2; Salmonella paratyphi – 6,1 мДж/см^2; Vibrio cholerae – 6,5 мДж/см^2; Orthomyxoviridae (вирусы гриппа) – 6,6 мДж/см^2; Salmonella enteritidis – 7,6 мДж/см^2; Mycobacterium tuberculosis – 10,0 мДж/см^2; Pseudomonas aeruginosa – 10,5 мДж/см^2; Virus hepatitis A – 11,0 мДж/см^2.

На рис. 1 приведена кривая относительной спектральной бактерицидной эффективности [2].

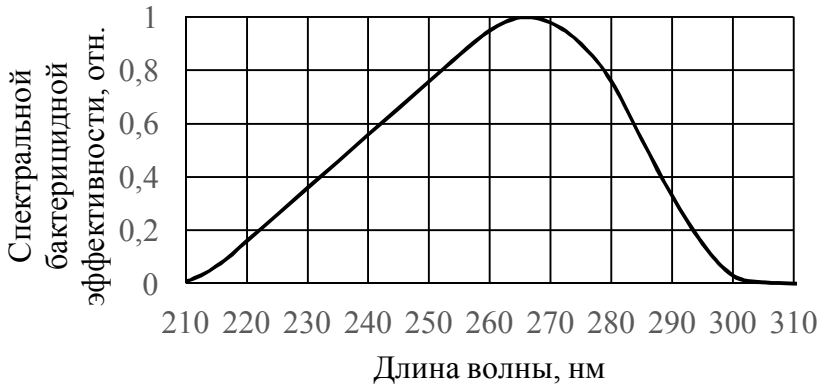


Рис. 1. – Кривая относительной спектральной бактерицидной эффективности

Методика исследований

Объект исследований – пробы воды из устья р. Ушайка, г. Томск.

Цель исследований – влияние УФ излучения на микроорганизмы в пробах воды.

Условия предъявления объекта исследований: на исследования предъявляются три пробы воды; порядок отбора объектов исследований: пробы воды берутся в трёх точках в радиусе метра от места отбора проб в герметичные стерильные стеклянные ёмкости, транспортируются в лабораторию при температуре + 15 ± 5 ^{0}C, исследования проводятся в течение 2 часов с момента взятия проб. Место проведения – Лаборатория ГПО каф. РЭТЭМ ТУСУР. Средства проведения исследований: секундомер, микроскоп, штангенциркуль, шприц, УФ диод с источником питания со стабилизацией по току, кварцевая лампа.

С помощью микроскопа Levenhuk [3] (диапазон увеличений от 40 до 2000 крат) при увеличении 400 крат посчитано количество микроорганизмов: бацилл 20 ± 3, трематод 100 ± 10. Процесс исследований повторён три раза. Результаты исследований воздействия УФ излучения кварцевой лампы на микроорганизмы пробах воды приведены на рис. 2.

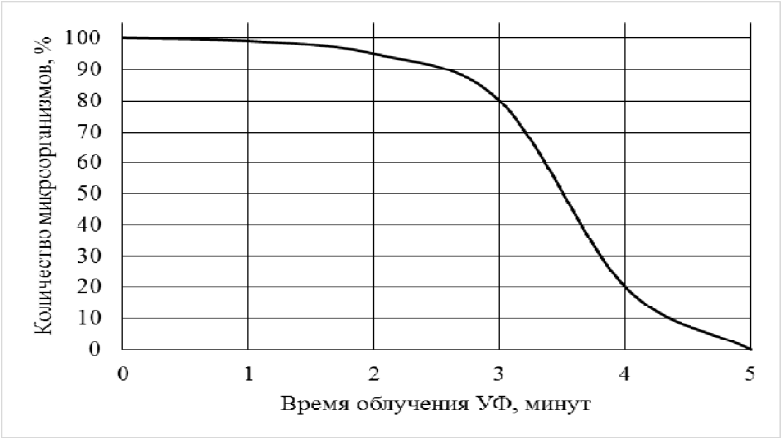


Рис. 2 – Зависимость процентного содержания микроорганизмов в 1 см^2 пробы воды при облучении кварцевой лампой в зависимости от времени воздействия

Газоразрядной лампой облучали 5 минут, количество микроорганизмов контролировали каждую минуту. Мощность газоразрядной лампы 125 Вт спектр излучения от 230 до 400 нм.

Облучение УФ диодом с максимальной длиной волны излучения 395 нм и мощностью излучения 360 мВт в течение пяти минут воздействия не приводит к статистически значимому результату по обеззараживанию воды.

Выводы

При облучении кварцевой лампой образца воды с микроорганизмами 100% обеззараживание происходит через пять минут воздействия.

Облучение УФ диодом с максимальной длиной волны излучения 395 нм и мощностью излучения 360 мВт в течение пяти минут воздействия не приводит к статистически значимому результату по обеззараживанию воды.

Далее ставится задача выбора УФ диодов по значению бактерицидного потока и их приобретению.

Литература

1. МУ 2.1.4.719-98 Санитарный надзор за применением ультрафиолетового излучения в технологии подготовки питьевой воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200030958 (дата обращения: 07.11.2019).

2. Методические указания по применению бактерицидных ламп для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200084894 (дата обращения: 07.11.2019).

3. Официальный сайт Levenhuk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.levenhuk.ru (дата обращения: 07.11.2019).

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНОЙ И НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ SAR БПЛА

Д.Н. Калинин, А.В. Шушменцев, студенты каф. РТС;
А.М. Голиков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., доцент каф. РТС

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Проект ГПО РТС-1903 – Проектирование MIMO РЛС с АФАР и нейросетевой обработкой радиолокационной информации

Требование высокой эффективности обнаружения, точности оценки параметров и распознавания малоразмерных объектов радиолокаторами с синтезированной аппертурой (SAR) вызывает необходимость использования вейвлет-фрактальной, корреляционной и нейросетевой обработки радиолокационных сигналов и изображений. В проекте ГПО проведено исследование эффективности вейвлет-фильтрации сигналов морской РЛС на фоне взволнованной морской поверхности. Показана высокая эффективность обнаружения малоразмерных надводных объектов. Проведено исследование эффективности вейвлет-фрактальной обработки изображений Земной поверхности спутниковой X-SAR. Проведена нейросетевая обработка изображений РЛС Река (НПФ Микран). Показано, что применение нейросетевой обработки позволяет увеличить дальность обнаружения объектов в два раза. Проведенные исследования позволят разработать методы вейвлет-фрактальной и нейросетевой обработки для эффективных и высокоточных SAR БПЛА.
***Ключевые слова**: вейвлет-фрактальная и нейросетевая обработка, SAR, БПЛА.*

Вейвлет-фильтрация сигналовов РЛС на фоне взволнованной морской поверхности.

Проведена вейвлет-обработка более 1000 цифровых изображений высокой четкости 32х32 (рис. 1) .

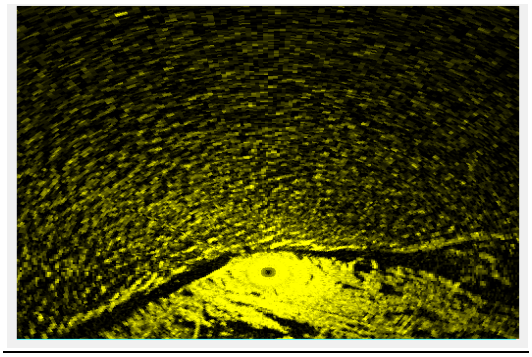


Рис. 1 – Изображение морской РЛС
на фоне взволнованной морской повехености

Была исследована эффективность обнаружения малоразмерных надводных объектов на фоне взволнованной морской поверхности при использовании различных вейвлет-функций: Хаара (‘haar’); Добеши 4-го порядка (‘db4’); Симлета 4-го порядка(‘sym4’); Биортогональная Коэн-Добеши-Фиавиа (‘bior6.8’); Антонини-Барлад-Матье-Добеши (‘jpeg9.7’) [1].

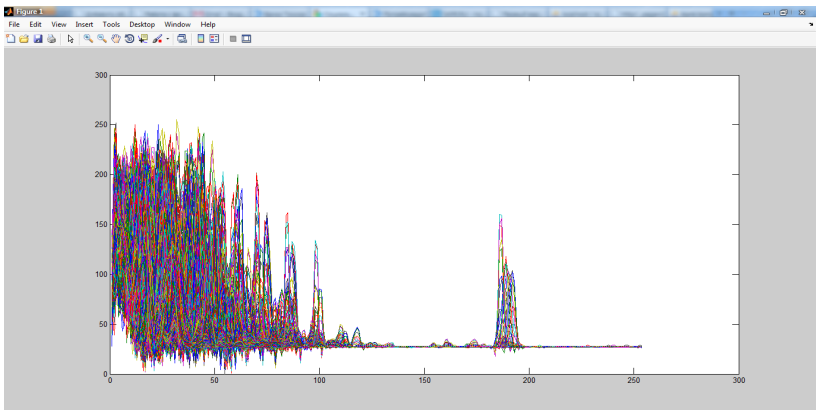


Рис. 2 – Сигналы РЛС после фильтрации функцией ‘db4’

Вейвлет-фрактальная обработка изображений спутниковой X-SAR.

Проведена вейвлет-фрактальная обработка более 3000 изображений спутникового X-SAR, полученных в различных районах Земли [1].

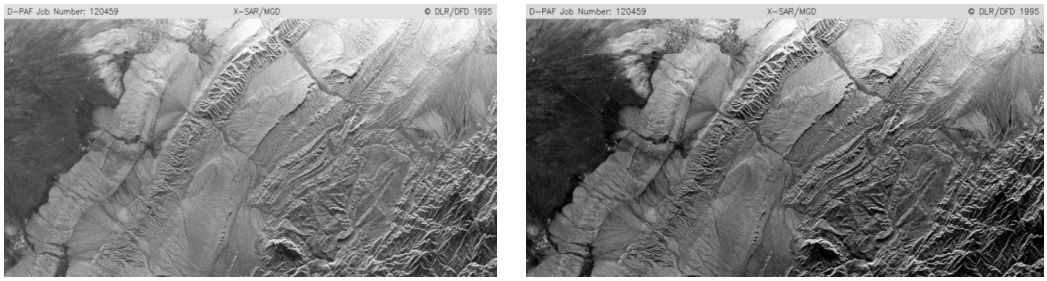


Рис. 3. Изображение поверхности Земли X-SAR, слева – исходное, справа – после вейвлет-фильтрации

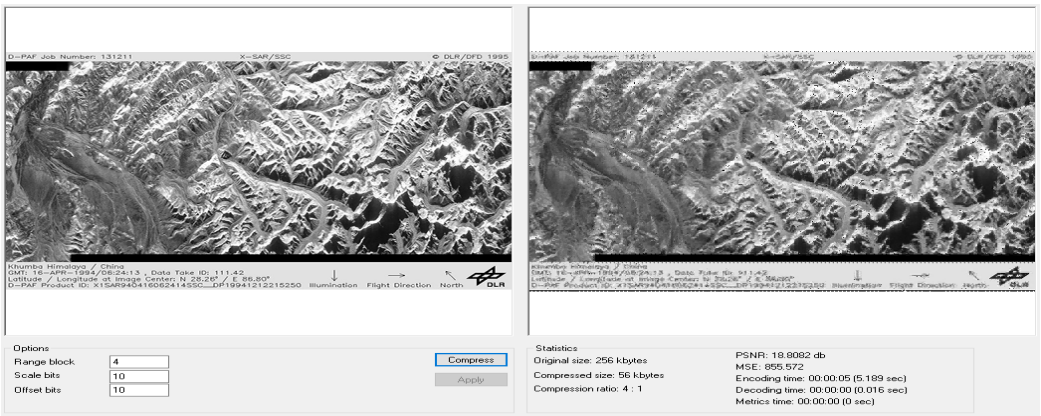


Рис. 4. Изображение поверхности Земли X-SAR, справа – исходное, слева – после фрактального-преобразования

Нейросетевая обработка изображений РЛС «Река» (НПФ Микран)

Был предложен трехэтапный метод быстрой нейросетевой обработки цифровых изображений РЛС [2].

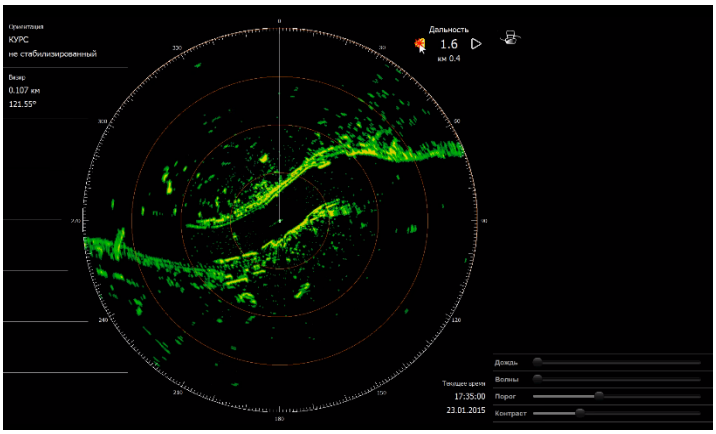


Рис. 5 – Интерфейс РЛС «Река» (НПФ Микран)

Было проведено 200 измерений разности дальностей (до и после нейронной обработки), была построена гистограмма (распределение) разностей дальностей, где по оси OX отложены равные промежутки по дальности ΔR, по оси OY – распределение вероятностей в % (рис. 6).

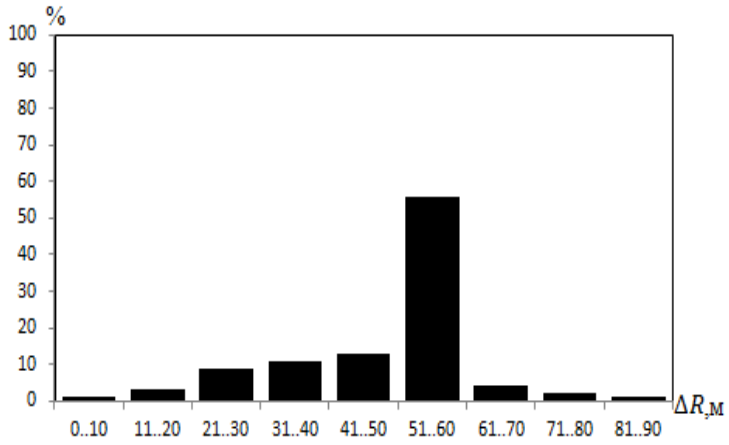


Рис. 6. Гистограмма результатов измерений разности дальностей обнаружения с нейросетевой обработкой и без нее

Гистограмма показывает, что после нейронной обработки изображений РЛС, дальность обнаружения, в среднем, увеличивается на 55 метров.

Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.

2. Татузов А.Л. Нейросетевые сети в задачах радиолокации. – М.: Радиотехника, 2009. – 432 с.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ: КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ

А.А. Сидоров, канд. экон. наук, доцент, заведующий каф. АОИ

г. Томск, ТУСУР, saa@muma.tusur.ru

Предлагается концепция информационно-технологического решения системы мониторинга социально-экономического развития муниципальных образований. Приводится состав базовых модулей.
***Ключевые слова**: мониторинг, информационно-технологический аспект, социально-экономическое развитие.*

Система мониторинга социально-экономического развития муниципальных образований представляет территориально-распределенную информационную систему, поддерживающую процессы накопления, обработки и использования статистических, социологических и экспертных данных о социально-экономическом развитии муниципальных образований. С содержательной точки зрения подход базируется на разработке электронного паспорта, основанного на пространственно идентифицируемом наборе показателей социально-экономического развития муниципальных образований. Электронный паспорт рассматривается в качестве динамичного инструментального средства поддержки принятия решений на основе многомерного анализа данных и специальных методических приемов.

В аспекте технической реализации предлагается использование поддерживающих обработку пространственно привязанной атрибутивной информации геоинформационных технологий, с помощью которых осуществляется сбор и представление социально-экономической информации на электронной карте. Отображение имеющихся данных основывается на следующих картографических приемах: локализованных знаков, ареалов, картограмм, картодиаграмм, точечного способа. Доступ к карте осуществляется через web-интерфейс. Технологии web-ориентированного доступа к данным призвана повысить оперативность предоставления информации, обеспечить регламентированный доступ к пространственным и атрибутивным данным, а также повысить интерактивность взаимодействия с системой.

В целом автоматизированная информационно-аналитическая система должна обладать следующими функциями:

– хранение и консолидация информации о социально-экономическом развитии муниципальных образований;

– оперативная оценка доступности объектов социальной, транспортно-коммуникационной и рыночной инфраструктуры;

– информационно-аналитическое сопровождение подготовки и реализации комплексных программ социально-экономического развития муниципальных образований;

– сравнительный анализ социально-экономического развития муниципальных образований, в том числе комплексная объективная и субъективная оценка уровня социально-экономического развития муниципальных образований;

– прогнозирование социально-экономического развития;

– генерация отчетных документов о социально-экономическом развитии;

– визуализация пространственной и количественной социально-экономической информации.

Концептуальное представление информационно-технического решения приведено на рис. 1. Центральным звеном системы является хранилище данных, соотнесенное с картой субъекта Российской Федерации.

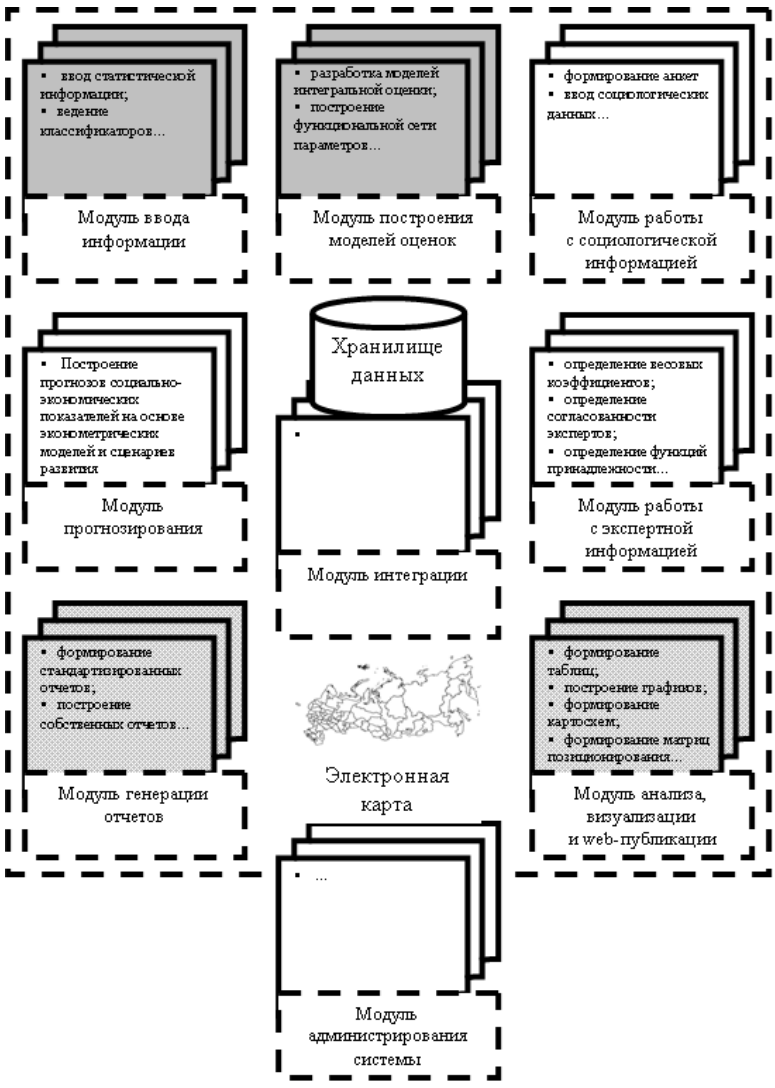


Рис. 1 – Концепция информационной системы оценки и мониторинга социально-экономического развития муниципальных образований

СИСТЕМА ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ФИНАНСОВ КАК ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ В РФ

В.Ю. Цибульникова, канд. экон. наук, доцент,
зав. каф. экономики ТУСУР;
А.А. Земцов, д-р экон. наук, проф. каф. финансов и учета ИЭМ ТГУ

г. Томск, ТУСУР, valeriia.i.tsibulnikova@tusur.ru

Территориальные финансы являются основой экономического развития регионов. При этом в условиях жесткого федерализма в России возникает множество вопросов об эффективности системы территориальных финансов и о возможностях опережающего развития территорий. Высокая степень несамостоятельности местных бюджетов и сильная зависимость от безвозмездных поступлений из Федерального бюджета говорит лишь о наличии финансов территорий, как возможности выравнивания уровня социально-экономического развития регионов.
Ключевые слова: *территориальные финансы, регион, федерализм, бюджет.*

Решение ряда задач, связанных с управлением системой региональных финансов возможно в случае выработки современной универсальной модели взаимодействия различных уровней финансвой системы государства. Сложность в том, что уровень социально-экономического развития, как самих регионов, так и входящих в их состав территорий (муниципальных образований) существенно различается. При этом теория и практика комплексной оценки территорий, уровня их социально-экономического развития, а также финансово-экономические аспекты функционирования системы территориальных финансов к настоящему времени не имеют единой научно-методологической базы. Это затрудняет реализацию гибкой системы управления развитием территорий.

Территориальные финансы являются одной из главнейших составляющих финансовой системы государства, которые включают в себя бюджеты территорий, финансы хозяйствующих субъектов, предназначенные для удовлетворения территориальных потребностей. Таким образом, территориальные финансы – это система экономических отношений, посредством которой распределяется и перераспределяется национальный доход, фонд денежных средств, используемых на экономическое и социальное развитие территорий [1].

Регионализация экономических и социальных процессов в настоящее время наблюдается во многих странах. Ведущие регуляторные функции данных процессов все в большей степени переходят от федерального уровня к территориям. В связи с чем роль территориальных финансов в экономике регионов усиливается, а сфера их применения расширяется. Именно территории являют-

ся своеобразными драйверами развития государства в целом. А во многих западных странах именно территориальные финансы составляют преобладающую часть объема финансовых ресурсов всего государства. Кроме того за счет территориальных финансов возможно выравнивание уровней социального и экономического развития отстающих по ряду причин территорий. Также они выполняют координационную функцию для целей развития территорий, в ее основе лежит система бюджетных выравниваний в виде безвозмездных поступлений.

Важную роль в территориальных финансах играют также и средства субъектов хозяйствования, к которым относятся финансовые ресурсы предприятий, находящихся в муниципальной собственности, а также финансы коммерческих предприятий, которые привлекаются для финансирования социально-культурных и жилищно-коммунальных объектов территории. Еще одним компонентом являются территориальные внебюджетные (а также целевые) фонды, которые формируются за счет добровольных взносов предприятий и населения.

Указанные факторы вызывают необходимость расширения и укрепления финансовой базы территориальных органов власти, решения ряда проблем, связанных с совершенствованием методов формирования и использования финансовых ресурсов территорий. А вопрос развития регионов через регулирование системы территориальных финансов приобретает приоритетное значение с целью ускорения темпов развития территорий.

Учитывая особенности российского законодательства, формальные финансы носят, если так можно сказать, «разрешительный» характер. Это означает преобладание нормативного регулирования в функционировании финансов любого уровня. Следовательно, тот, кто создает данные нормы, регулирующие финансы, в том числе и территориальные, тот и является подлинным субъектом управления, что делает систему территориальных финансов негибкой.

Особенностью финансового законодательства в РФ является преобладание, а в определенных областях и доминирование федерального уровня государства, что закреплено в Конституции Российской Федерации. Там сказано, что «федеральные законы имеют верховенство на всей территории Российской Федерации» [5]. Региональные нормы не должны вступать в противоречие с федеральными. Таким образом, наблюдается значительная несамостоятельность территорий в плане создания наиболее благоприятного экономического климата с учетом региональных особенностей.

При этом главный инструмент доминирования государства в финансовой сфере – это легальное изъятие собственности (в основном фискальная политика), находятся в ведении федерального центра. Это подтверждается структурой доходов федерального бюджета. Основные налоги и сборы зачисляются в Федеральный бюджет, а затем в определенной пропорции распределяются между региональными бюджетами.

В соответствии с Бюджетным кодексом РФ доходная часть территориальных бюджетов состоит из собственных и регулирующих доходов. Собственные доходы закреплены на постоянной основе полностью или частично за соответствующими бюджетами. Регулирующие доходы – это средства, передаваемые из вышестоящего звена бюджетной системы нижестоящему бюджету сверх закрепленных доходов для покрытия его расходов. Они зачисляются в соответствующие бюджеты исходя из размеров процентных отчислений, устанавливаемых при утверждении вышестоящего бюджета [1, 4, 6]. Регулирующие доходы бюджета поступают в виде дотаций, которые предоставляются при наличие дефицита из вышестоящего бюджета нижестоящему для обеспечения его сбалансированности. На финансирование целевых мероприятий направляются субвенции. Эти методы применяются в основном для субсидирования дефицитных региональных бюджетов.

Еще одним индикатором сильной степени несамостоятельности региональных бюджетов является тот факт, что планомерно возрастает доля безвозмездных поступлений (трансфертов) в территориальные бюджеты. Так по состоянию на сентябрь 2019 г. доля безвозмездных перечислений в бюджет Томской области составила 22,3% в общей сумме доходов. При этом дефицит бюджета также растет, к настоящему времени он составляет 9% от суммы доходов.

Следовательно, принцип федерализма является декларативным, реально он может быть назван принципом «фантомного федерализма». Этот термин применил Н.М. Добрынин, который написал: «Под фантомным федерализмом мы подразумеваем такое состояние государственных и правовых институтов, при котором зафиксированная в нормах права конструкция федеративных отношений значительно отличается от реально сложившейся и существует разрыв между декларированным и действительным состоянием государственной системы» [2, 3].

Таким образом, в настоящее время можно говорить лишь о финансах территорий, а не о территориальных финансах, подлинным субъектом управления в которых является отнюдь не территория.

Поэтому исходя из договорной силы субъектов федерации, и основных муниципальных образований, мы видим отсутствие у территорий возможностей быть субъектами финансового процесса и отсутствие возможностей участвовать в процессе перераспределения ресурсов и капитала. Данный факт снижает возможности для самостоятельного развития территорий.

Литература

1. Вырлеева-Балаева О.С. Федерализм в системе ограничения государственной власти // Современное право. – 2011. – № 2.

2. Добрынин Н.М. Новый федерализм: Модель будущего государственного устройства Российской Федерации / Н.М. Добрынин. – Новосибирск: Наука, 2003. – 468 с.

3. Добрынин Н.М. Федерализм: Историко-методологические аспекты / Н.М. Добрынин. – Новосибирск: Наука, 2005. – С. 123.

4. Земцов А.А. Налогообложение без романтики, или Архитектура налоговых систем РФ с позиции бюджета домохозяйства (микроуровень) // Вест. Том. гос. ун-та. Сер. Экономика. – 2018. – № 41. – DOI: 10.17223/19988648/41/11.

5. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 9.11.2019).

6. Финансовый механизм и право : моногр. / Е.А. Бочкарева, Е.Л. Васянина, С.В. Запольский [и др.] ; под общ. ред. С.В. Запольского ; Институт государства и права РАН. – М. : Контракт, 2014. – С. 207.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UML ДИАГРАММ ПРИ СОЗДАНИИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

А.Е. Близнюк, Ю.В. Идимешева студенты каф. КСУП;
Ю.А. Шурыгин, д-р техн. наук, профессор, директор департамента управления и стратегического развития

г. Томск, ТУСУР, bliznyuksaha@mail.ru

Основное назначение UML — предоставить, с одной стороны, достаточно формальное, с другой стороны, достаточно удобное, и, с третьей стороны, достаточно универсальное средство, позволяющее до некоторой степени снизить риск расхождений в толковании спецификаций.

Ключевые слова: *UML, диаграмма, моделирование, мобильное приложение.*

Язык UML – это графический язык моделирования общего назначения, предназначенный для спецификации, визуализации, проектирования и документирования всех артефактов, создаваемых при разработке программных систем.

При решении сложных задач заблаговременное планирование и моделирование значительно упрощают программирование. Кроме того, вносить изменения в диаграммы классов легче, чем в исходный код.

Как же использовать UML? Берутся сущности и, если нужно, указываются отношения между ними. В результате получается модель, то есть граф (с разнородными вершинами и ребрами), нагруженный дополнительной информацией. Но текст, который никак не упорядочен, понять очень трудно. Отсюда вывод: помимо сущностей и отношений, в модели должна быть какая-то структура, которая бы помогала ее составлению и пониманию.

Диаграммы UML и есть та основная накладываемая на модель структура, которая облегчает создание и использование модели.

В UML всего определено 9 канонических типов диаграмм. При разработке мобильного приложения были использованы UML диаграммы двух типов: вариантов использования и состояний (автомата).

Разберем их на примере диаграмм для мобильного приложения «QAM».

Диаграмма вариантов использования (Рис.1) применяется для описания типичных взаимодействий между пользователями системы и самой системой и предоставления описания процесса её функционирования.

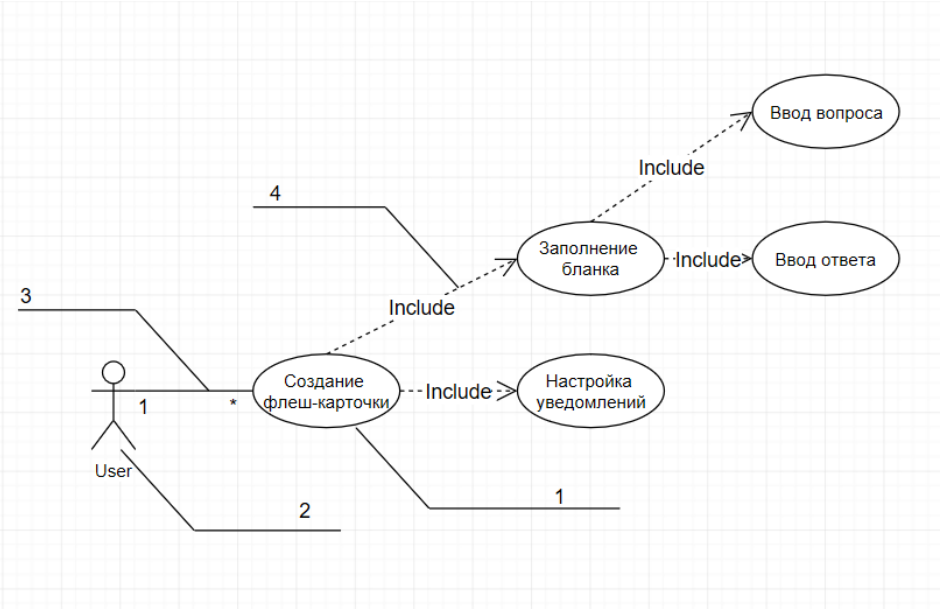


Рис. 1 – Диаграмма вариантов использования приложения «QAM»:
1 – вариант использования; 2 – действующее лицо;
3 – ассоциация между действующим лицом и вариантом использования;
4 – зависимость между вариантами использования

Диаграмма использования призвана ответить на главный вопрос моделирования: что делает система во внешнем мире?

На диаграмме использования применяются два типа основных сущностей: варианты использования [1] и действующие лица [2], между которыми устанавливаются следующие основные типы отношений:

– ассоциация между действующим лицом и вариантом использования [3];

– зависимости (различных типов) между вариантами использования [4].

Диаграмма состояний позволяет описать поведение отдельно взятого объекта при определенных условиях. Также она покажет нам все возможные состояния, в которых может находиться объект, а также процесс смены состояний в результате внешнего влияния.

В сущности, диаграммы автомата, как это следует из названия, представляют собой граф переходов состояний, нагруженный множеством дополнительных деталей и подробностей.

На диаграмме автомата (рис. 2) применяют один основной тип сущностей – состояния [1], и один тип отношений – переходы [2], но и для тех, и для других определено множество разновидностей, специальных случаев и дополнительных обозначений. Точки, из которых исходят и входят переходы называются начальное [3] и конечное состояние [4] соответственно.

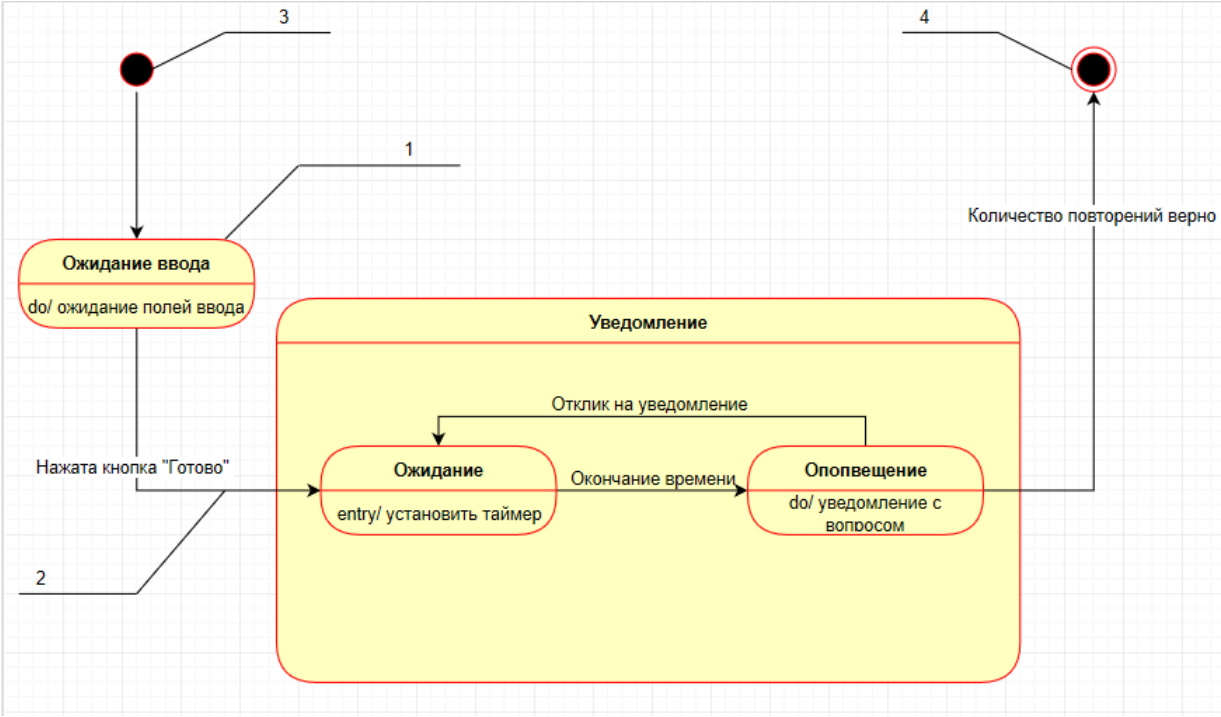


Рис. 2 – Диаграмма состояний (автомата) приложения «QAM»:
1 – состояние; 2 – переход; 3 – начальное состояние; 4 – конечное состояние

Язык UML находит широкое применение в качестве неофициального стандарта в процессе разработки программных систем. Можно с уверенностью предположить, что эта область развития информационных технологий имеет широчайшие перспективы и стратегическое значение не только в качестве языка общения между заказчиками и разработчиками программных систем, но и для документирования проектов в целом.

Литература

1. UML Основы / М. Фаулер. – 3-е изд., пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс – М.: Символ-Плюс, 2004. – 192 с.

2. Диаграмма состояний (диаграмма автомата) UML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://planerka.info/item/diagrammy-sostoyanij-diagrammy-avtomata-uml/(дата обращения: 30.10.2019).

3. Виды диаграмм UML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.intuit.ru/studies/courses/1007/229/lecture/5954?page=4 (дата обращения: 01.11.2019).

4. Диаграмма состояний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.net/1_40401_diagramma-sostoyaniy-ee-naznachenie-ispolzovanie-elementi-graficheskoy-notatsii-diagrammi-sostoyaniy-sostoyanie-perehod-sobitie-storozhevoe-uslovie-virazhenie-deystviya.html (дата обращения: 30.10.2019).

5. Зачем нужны диаграммы? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.webursitet.ru/article/zachem-nuzhny-diagrammy.html (дата обращения: 31.10.2019).

6. Введение в UML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://book.uml3.ru/sec_1_1 (дата обращения: 28.10.2019).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСИММЕТРИЧНЫХ СВЯЗАННЫХ ЛИНИЙ В ОДНОРОДНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

В.А. Бондарь, А.И. Степанюга, студенты гр. 587-2;
Ю.А. Шурыгин, д-р техн. наук, профессор, директор департамента управления и стратегического развития

г. Томск, ТУСУР, ans@main.tusur.ru

Ведется разработка программного продукта для расчета параметров описывающих несимметричные связанные линии с однородным диэлектрическим заполнением. Рассмотрено несколько сценариев расчета при разных наборах входных параметров. Реализовано сохранение выходных параметров в файл и последующее их использование.

Ключевые слова: *несимметричные связанные линии, однородный диэлектрик, программный продукт AsymH.*

В настоящее время связанные линии передачи (СЛ) являются одним из важнейших компонентов, которые широко используются в технике СВЧ. При этом несимметричные СЛ, имеющие свойство межлинейной трансформации импеданса, отсутствующее в симметричных СЛ, позволяют создавать согласующие цепи для СВЧ транзисторов, квадратурные делители мощности совме-

щенные с трансформаторами импеданса для мостовых устройств, включая балансные усилители [1] и т.п.

Программный продукт AsymH

Целью данной работы являлось разработать программный продукт для расчёта параметров полностью описывающих несимметричные связанные линии с однородным диэлектрическим заполнением, а также дать им геометрическую интерпретацию для упрощения и обеспечения наглядности процесса поиска проектного решения.

Данный программный продукт разрабатывался в среде разработки Microsoft Visual Studio 2017 на языке программирования C#. Microsoft Visual Studio одна из интегрированных сред разработки, разработана на C++ и C#, поддерживается OS Windows. Данная среда разработки переведена на десять языков, в том числе и на русский. В Visual Studio (VS) создатель может вести разработку вебсайтов, веб-служб, писать консольные приложения, а также приложения с графическим интерфейсом. Также VS поддерживает разного рода дополнения. Разработанный программный продукт может использоваться как для анализа, так и для синтеза связанных линий.

Моделирование

Пользователю предоставляется 6 вариантов ввода данных для расчета параметров. Для анализа пользователю необходимо ввести следующие данные: три независимых коэффициента, величину относительной диэлектрической проницаемости. Для синтеза пользователь должен ввести коэффициент трансформации, коэффициент импедансной связи, волновое сопротивление и величину относительной проницаемости реального диэлектрического заполнения. Поля для ввода и вывода данных показаны на рис. 1.

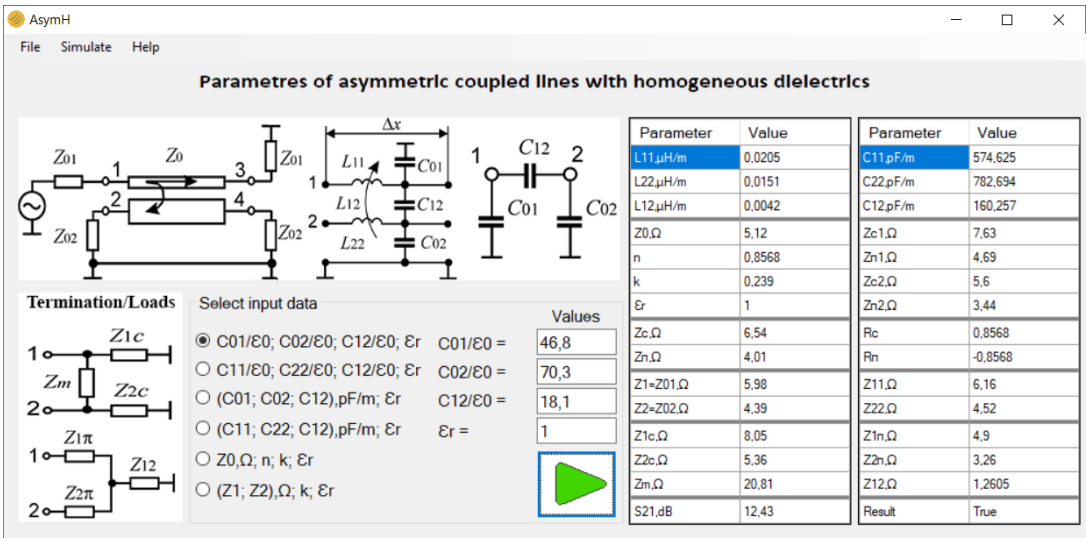


Рис. 1 – Скриншот окна программы для расчета параметров описывающих несимметричные связанные линии с однородным диэлектрическим заполнением

Таким образом, был создан программный продукт для расчёта основных наборов параметров, полностью описывающих несимметричные связанные линии с однородным диэлектрическим заполнением.

На разработанный программный продукт авторами было принято решение подать заявку на получение свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ в Роспатент [2].

Литература

1. Сычев А.Н. Параметры несимметричных связанных линий с неоднородным диэлектриком / А. Н. Сычев, Н. Ю. Рудый // Доклады ТУСУР. – 2018. – Т. 21, № 4-1. – С. 7–15. –DOI: 10.21293/1818-0442-2018-21-4-1-7-15.

2. Сычев А.Н., Бондарь В.А., Дагба К.Б.-Б., Степанюга А.И., Калменов Р.А. AsymH. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2019619406, 17 июля 2019 г.

Содержание

Секция 5. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

А.Х. Бшарат
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА MN-ZN ФЕРРИТОВ МЕТОДОМ ТЕРМО-ЭДС 423

Л.В. Долматова
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА В ТОНКИХ ПЛЁНКАХ 425

Е.Д. Гончарова, П.С. Гусарова
РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ШРИФТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТОПОЛОГИИ МИС 428

Выборнов И.П., Клепиков И.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ БЕЛОГО СВЕТА СВЕЧЕНИЯ 431

В.В. Малиновская, А.О. Туров
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛЕНОК НИОБИЯ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ МОДИФИКАЦИИ 433

Е.Е. Мазуренко, Е.Ю. Протопопова
ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ МАРГАНЕЦ-ЦИНКОВЫХ ФЕРРИТОВ 437

Ю.К. Новикова
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ И ПОЯВЛЕНИЕ ТРЕЩИН В РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ 439

А.Е. Петров, А.А. Поддубнов
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ СПЕКАНИЕ ГРАДИЕНТНОЙ Al_2O_3/ZrO_2 КЕРАМИКИ В ФОРВАКУУМНОЙ ОБЛАСТИ ДАВЛЕНИЙ 443

А.Н. Шалев
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ БАРЬЕРНЫХ КОНТАКТОВ К АРСЕНИДУ ГАЛЛИЯ 446

А.Н. Шалев, А.В. Харкавый
ВЛИЯНИЕ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ПРИ НАПЫЛЕНИИ ПЛЕНОК ITO МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ НА ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 449

А.Э. Шапиро
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АДДИТИВНОЙ ПЕЧАТИ 452

Д.А. Гринько, А.А. Шейнбергер
ЖИДКОСТНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ИЗОЛИРУЮЩИХ ПОДЛОЖЕК С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВАННЫ 454

В.А. Сокуренко
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПЛЕНОК ПЕНТАОКСИДА ТАНТАЛА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОМ 456
Е.Д. Юнусова, М.И. Полосухина
ИЗМЕРЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОНКИХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ SIO_2 МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭЛЛИПСОМЕТРИИ 460
К.Т. Ашурова, А.В. Харкавый
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОМ 462

Секция 6. РАДИОТЕХНИКА, СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И КОНТРОЛЯ

А.В. Емельянова, А.Е. Новиков
ОБЗОР МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВАРОЧНЫХ ШВОВ 466
А.Р. Габдрахманова
ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ АВИАКАТАСТРОФ В 2016–2019 гг. 469
А.А. Глушак
ФОРМИРУЮЩИЙ УСИЛИТЕЛЬ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО КАНАЛА РЕГИСТРАЦИИ СИГНАЛОВ 473
М.Е. Сукотнова, Я.К. Карпова
МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ И ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ 476
Д.А. Лазарева
АЛГОРИТМЫ СТЕРЕО ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ 480
А.А. Максименко
СВЕТОДИОДНАЯ ЛАМПА ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ПРОЕКТОРА 483
С.С. Максимов, Т.А. Шершнева
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ 486
А.П. Байцев, В.О.Мартьянов
ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ 488
А.С. Житникова, Д.В. Митченков
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС КЛИМАТ КОНТРОЛЯ 492
В.Д. Репенко, М. Муктаганов
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЗОНДИРОВАНИЯ СУБНАНОСЕКУНДНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ 495
А.Б. Петров
ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ СТУПЕНЧАТОГО ИНДУКЦИОННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) ПО ПРИЗНАКАМ СОБСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 499

А.Г. Саинский
СВЕТОДИОДНЫЙ ПОИСКОВЫЙ ПРОЖЕКТОР СУДОВОЙ 503
Т.А. Акаева, Т.А. Шершнева
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ DC-AC ИЗ ПОСТОЯНОГО ТОКА В ПЕРЕМЕННЫЙ 506
В.Р. Балюк, В.В. Смирнова
ПЛЮСЫ И МИНУСЫ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» 509
И.И. Смирнягин
АППАРАТУРА БЕСКОНТАКТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН ТРЕЩИНОВАТОСТИ В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ 512
Ю.И. Стасенко
СВЕТОДИОДНОЕ АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ 514

Секция 7. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОСВЯЗЬ И СВЧ

Н.Ю. Ежова, К.Е. Алексеев
РАДИОКАНАЛ УЛЬТРАУЗКОПОЛОСНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ 518
В.Е. Бодренин, А.В. Щукин
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВЕТЛЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СОЛИТОНОВ В КРИСТАЛЛАХ НИОБАТА ЛИТИЯ 521
В.С. Черный
АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПОСТОЯННОГО СМЕЩЕНИЯ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ И МНИМОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ КВАДРАТУРНОГО ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННОГО (QPSK) СИГНАЛА 524
Д.С. Кречетов
АНАЛИЗ КОРОТКОВОЛНОВОГО КОМПЕНСАЦИОННОГО РАДИОМЕТРА ДЛЯ ЗОНДИРОВАНИЯ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ 527
М.Н. Гаппарова
МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛИТОННОГО РЕЖИМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТОВЫХ ВОЛН В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ НИОБАТЕ ЛИТИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЗНАЧЕНИЯ ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ 530
В.А. Калиниа,В.Р. Газизянов
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЭГ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА 533
А.А. Игумнова, Н.А. Игумнова
МОДЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ FSK-МОДУЛЯЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПРИЁМА 536
Д.В. Клюкин
ПРОГРАММА ТРИАНГУЛЯЦИИ ДВУХМЕРНЫХ СТРУКТУР ПРОИЗВОЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ 540
С.А. Рамазанова, К.С. Колесов
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СВЧ ФИЛЬТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПРИНТЕРНОЙ ПЕЧАТИ 543
А.В. Коренев
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛА АРФЛОН AR200 ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЧ УСТРОЙСТВ 546

А.С. Крыгин
ПОРТАТИВНОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЙМОРИТА 548
А.В. Крыхтин
ДВУХЧАСТОТНЫЙ МЕТОД СОКРАЩЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ В ЭХОЛОКАЦИИ 552
Д.А. Лужайцев
МЕТОД РАСЧЕТА ТЕПЛОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ КАНАЛА БУФЕРНОГО УСИЛИТЕЛЯ МР546 554
А.А. Метель
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО СВЧ ИНТЕГРАЛЬНОГО АКТИВНОГО ДЕТЕКТОРА ПРОХОДЯЩЕЙ МОЩНОСТИ 558
В.Г. Баканова, М.С. Никишкин
ПАТЧ АНТЕННА ДЛЯ РАДАРА С ЛИНЕЙНО-ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ 561
И.В. Никитин
МАКЕТ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФОТОЛИТОГРАФИИ 565
Ф.И. Кропочев, Ю.А. Новичкова
МОДИФИКАЦИЯ ОКНА СОЗДАНИЯ БЛОКОВ В ПРОГРАММЕ РАСЧЕТА КАСКАДНЫХ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНЫХ ЦЕПЕЙ CASCADEAPP 568
А.Н. Корягин, А.А. Плешков
РАДАР С ЛИНЕЙНО-ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ 571
К.Д. Зайков, Д.Д. Приходченко
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ ЧАСТОТНЫМ ДАЛЬНОМЕРОМ В УСЛОВИЯХ АДДИТИВНОГО ГАУССОВОГО ШУМА 574
Д.К. Романенко, А.В. Сокольников
РАЗРАБОТКА МАКЕТА УСТАНОВКИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЛНОВОДНЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОГО ИНДУЦИРОВАНИЯ 578
В. И. Степанов, Л. В. Кореков
ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ МАЛОСИГНАЛЬНОЙ СВЧ МОДЕЛИ pHEMT С ОБЩИМ ЗАТВОРОМ 581
А.С. Толмачева, М.А. Панченко
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРОСА И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ С ДАЧИКОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ТЕМ-КАМЕРЫ 585
А.С Толмачева, М.А. Панченко
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРОСА И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ С ДАЧИКОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ТЕМ-КАМЕРЫ 587
А.М. Тюфякин, М.В. Хохлов
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛЕЙ СО СДВИГОМ ФАЗЫ 180° НА ВСЕПРОПУСКАЮЩИХ ФИЛЬТРАХ И ФИЛЬТРАХ С НИЖНИМИ И ВЕРХНИМИ ЧАСТОТАМИ 590
П.Ю. Чайков, М.Н. Якушин
МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ДЛЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ БПЛА 593
В.С. Климова, А.В. Зайцева
СИСТЕМА «УМНЫЙ ДОМ» 596

Секция 8. УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

А.А. Арышева, В.В. Друзина
СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ООО «ИРВИАРС» 599
В.В. Баладурина, О.В. Бабайцева
АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ СЕРВИСОВ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА 601
Н.С. Баулина, Т.А. Приколота
СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ КОММУНИКАЙ В ИННОВАЦИОННОМ ПРОЕКТЕ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ..... 604
А.Е. Борисов
ВЫБОР АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ..... 607
А.В. Другова, Е.А. Корешкова
О ПРОБЛЕМЕ ИНВЕСТИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ПОЗИЦИИ СТУДЕНТА 610
Е.Н. Евтушенко, А.Д. Хамзина
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА СОТРУДНИКОВ..... 612
М.А. Халдеева
МОТИВАЦИОННЫЙ АУДИТ КАК ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ..... 616
Ю.С. Куленцова
АНАЛИЗ ПРОГРАММ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА 618
В.Ю. Кузнецова
АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЕМЩИКОВ В ОНЛАЙН-МИКРОФИНАНСОВЫХ КОМПАНИЯХ..... 621
В.В. Чуйкина, К.Т. Макимова
РОЛЬ АУДИТА В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ..... 625
О.Р. Малашонок
ПРОБЛЕМАТИКА ПОСЕЩАЕМОСТИ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТАМИ ВУЗА 628
А.Д. Исакова, И.В. Марков
ПРИЛОЖЕНИЕ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ КАК ИНСТРУМЕНТ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ГРУППОВОГО ОБУЧЕНИЯ 631
Гусейнова Ш.С., Матвеева М.М.
К ВОПРОСУ О ЗАВИСИМОСТИ МОТИВАЦИИ И УРОВНЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗА..... 634
А.А. Мишина, Н.С. Баулина
ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОМПАНИИ 637
С.В.Федоров, Ф.В. Надейкин
ВЛИЯНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ 639
А.А. Штоколова, К.В. Наумова
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА 641

И.В. Гордеева, В.С. Николаева
ПОВЫШЕНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА В СМК З А СЧЁТ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ 645
Е.А. Побережец
ЭТАПЫ МАРКЕТИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТА «ИННОВАЦИОННАЯ СТОЛОВАЯ» 648
Т.А. Приколота
НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ 651
С.К. Сергиенко
ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ ФОРМ В ПРОЦЕССЕ ПОИСКА И ГЕНЕРАЦИИ БИЗНЕС-ИДЕЙ ДЛЯ СТАРТ-АП ПРОЕКТОВ 655
Н.А. Буряк, А.С. Шабалова
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ БЛАГОНАДЕЖНОСТИ ПЕРСОНАЛА 658
Н.А Козлова, А.А Шатрова
ВЛИЯНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ АКТОВ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ БЛАГОНАДЕЖНОСТИ КОНТРАГЕНТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 661
А.А. Смашная
ПОНЯТИЕ ИННОВАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ 665
А.А. Смашная
ПРИЧИНЫ ВНЕДРЕНИЯ CRM-СИСТЕМ 668
Д.В. Федорова, Е.А. Тоескина
ИНТЕРНЕТ-ТОРГОВЛЯ КАК ИННОВАЦИЯ В СФЕРЕ БИЗНЕСА 670
Д.А. Воронин, А.Ч. Вамбуев
ОЦЕНКА КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ 672
Д.А. Воропаева
ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБЫЛИ ОТ ПРОДАЖ КАК ЗАЛОГ УСПЕХА КОМПАНИИ 675
С.К. Сергиенко
ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ ФОРМ В ПРОЦЕССЕ ПОИСКА И ГЕНЕРАЦИИ БИЗНЕС-ИДЕЙ ДЛЯ СТАРТ-АП ПРОЕКТОВ 655
Н.А. Буряк, А.С. Шабалова
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ БЛАГОНАДЕЖНОСТИ ПЕРСОНАЛА 658
Н.А Козлова, А.А Шатрова
ВЛИЯНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ АКТОВ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ БЛАГОНАДЕЖНОСТИ КОНТРАГЕНТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 661
А.А. Смашная
ПОНЯТИЕ ИННОВАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ 665
А.А. Смашная
ПРИЧИНЫ ВНЕДРЕНИЯ CRM-СИСТЕМ 668
Д.В. Федорова, Е.А. Тоескина
ИНТЕРНЕТ-ТОРГОВЛЯ КАК ИННОВАЦИЯ В СФЕРЕ БИЗНЕСА 670
Д.А. Воронин, А.Ч. Вамбуев
ОЦЕНКА КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ 672

Д.А. Воропаева
ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБЫЛИ ОТ ПРОДАЖ КАК ЗАЛОГ УСПЕХА КОМПАНИИ 675

Секция 9. ЭНЕРГЕТИКА И СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Г.А. Коломыцев, Д.В. Корнилов
СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЛАСТИ ПЕЧАТИ И ЕЕ КАЧЕСТВА У ФОТОПОЛИМЕРНЫХ 3D-ПРИНТЕРОВ 679
О.Н. Коржова
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ 681
И.В. Борисов, Д.Т. Махмарасулов
РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ SPICE-МОДЕЛЕЙ БИПОЛЯРНОГО И ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ЗАВИСЯЩИХ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ 685
Г.М. Подхомутникова, А. Нурханов
ПОРТАТИВНЫЙ АККУМУЛЯТОР НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИНЗ ФРЕНЕЛЯ 689
Н. Пасека, И.С. Сухих
ЗАЩИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ОТ КОНДУКТИВНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ 692
И.П. Шарков, К.С. Колесов
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШНЕКОВОГО МИКРОДОЗАТОРА ПРОВОДЯЩИХ ПАСТ 695
А.А. Егорова, А.А. Синельников
ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММИРУЕМОМУ МАКЕТУ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ 698
А.Э. Цифра, А.И. Зазыгин
ПОВЫШАЮЩИЙ ИМПУЛЬСНЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ САР 701
А.Н. Яшин
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА 705

10. СЕКЦИЯ ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В.В. Балыкин, А.А. Тимощенко, А.М. Голиков
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЬНОГО РАДАРА 708
А.Н. Бгавин, Н.Н. Колесник, А.М. Голиков
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ СТАНДАРТА LTE С ТЕХНОЛОГИЕЙ OFDM-MIMO 710
И.Г. Боровской, Е.А. Шельмина
МЕСТО СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ 713
Н.Н. Ефремов, А.М. Голиков

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ СТАНДАРТА WIMAX С ТЕХНОЛОГИЕЙ OFDM-MIMO 715
К.В. Гончаров, А.Н. Горитов
ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МНОГОЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА 718
Д.Н. Калинин, А.В. Шушменцев, А.М. Голиков
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНОЙ И НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ SAR БПЛА 721
Я.С. Малмыгин, Д.С. Мельников, А.М. Голиков
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ДЛЯ РОЯ НАНОСПУТНИКОВ CUBESAT НА БАЗЕ СТАНДАРТА IEEE 802.16M 725
Л.В. Николаева, К.Ф. Мандеш
МОДЕЛИ РАБОТЫ СКРЕПЕРНЫХ КОМПЛЕКТОВ 728
Т.А. Безъязыкова, С.А. Полякова
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА ВЫСОТЕ 730
М.Т. Рудаков, В.Д. Швецов, А.М. Голиков
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ 5G ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ НА БАЗЕ СТАНДАРТА WIFI6 733
П.В. Сенченко
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПОДГОТОВКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ КАДРОВ 737
В.С. Солдаткин, А.О. Шардина
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ 739
Д.Н. Калинин, А.В. Шушменцев, А.М. Голиков
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНОЙ И НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ SAR БПЛА 743
А.А. Сидоров
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ: КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ 746
В.Ю. Цибульникова, А.А. Земцов
СИСТЕМА ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ФИНАНСОВ КАК ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ В РФ 748
А.Е. Близнюк, Ю.В. Идимешева, Ю.А. Шурыгин
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UML ДИАГРАММ ПРИ СОЗДАНИИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ 751
В.А. Бондарь, А.И. Степанюга, Ю.А. Шурыгин
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСИММЕТРИЧНЫХ СВЯЗАННЫХ ЛИНИЙ В ОДНОРОДНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЕ 754

Научное издание

НАУКА И ПРАКТИКА:
ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ОТ ИДЕИ ДО ВНЕДРЕНИЯ

Материалы VIII региональной
научно-практической конференции
Томск, 2019

Часть II

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