

2022

76 РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

СТУДЕНЧЕСКАЯ ВЕСНА

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК



APINO.SPBGUT.RU/STUD-VESNA

СПбГУТ)))

УДК 061.3(082)
ББК 74.58

76-я Региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая весна – 2022» : сб. науч. ст. / Под ред. А. В. Шестакова; сост. А. А. Нестеров, Е. А. Аникевич, А. А. Задорожня. Спец. вып. СПб. : СПбГУТ, 2022. 140 с.

В научных статьях участников конференции исследуются состояние и перспективы развития мирового и отечественного уровня IT и телекоммуникаций. Предназначено студентам, аспирантам и специалистам отрасли связи.

Издание изготовлено оргкомитетом конференции при участии редакции сетевого издания «Информационные технологии и телекоммуникации», www.itt.sut.ru

Корректура и верстка Е. М. Аникевич

Подписано в печать 15.08.2022.

Вышло в свет 15.09.2022. Формат 60×90 1/8.

Уст. печ. л. 8,85. Заказ № 086-ИТТ-2022.

пр. Большевиков, д. 22, корп. 1

Россия, Санкт-Петербург, 193232

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Ивасишин С. И. – и. о. первого проректора – проректора по учебной работе

Ответственный секретарь

Задорожня А. А. – начальник отдела организации научной работы студентов

Члены организационного комитета

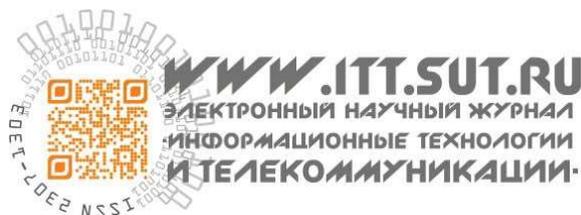
Зарубин А. А. – проректор по цифровой трансформации

Нестеров А. А. – начальник управления организации научной работы и подготовки научных кадров

Григорян Г. Т. – начальник управления маркетинга и рекламы

Васильева Л. А. – начальник учебно-методического управления

Пономарева Е. Ю. – начальник редакционно-издательского отдела



ISBN 978-5-89160-269-4

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Машков Г. М. – доктор технических наук, профессор, и. о. ректора

Заместители председателя

Шестаков А. В. – доктор технических наук, старший научный сотрудник, и. о. проректора по научной работе

Алексенко И. А. – кандидат педагогических наук, проректор по воспитательной работе и связям с общественностью

Ответственный секретарь

Елагин В. С. – кандидат технических наук, доцент, директор научно-исследовательского института «Технологии связи»

Члены программного комитета

Кирик Д. И. – кандидат технических наук, доцент, декан факультета радиотехнологий связи

Окунева Д. В. – кандидат технических наук, декан факультета инфокоммуникационных сетей и систем

Зикратов И. А. – доктор технических наук, профессор, декан факультета информационных систем и технологий

Владыко А. Г. – кандидат технических наук, доцент, декан факультета фундаментальной подготовки

Сотников А. Д. – доктор технических наук, профессор, декан факультета цифровой экономики, управления и бизнес-информатики

Шутман Д. В. – кандидат политических наук, доцент, декан факультета социальных цифровых технологий

Гирш В. А. – начальник военного учебного центра

Неисключительные права на все материалы, опубликованные в данном издании, принадлежат СПбГУТ. Все материалы, авторские права на которые принадлежат СПбГУТ, могут быть воспроизведены при наличии письменного разрешения от СПбГУТ. Ссылка на первоисточник обязательна. По вопросам приобретения неисключительных прав и использования сборника обращайтесь по тел. (812) 312-83-79, e-mail: ittsut@gmail.com. Тип компьютера, процессор, сопроцессор, частота: Pentium IV и выше / аналогичное; оперативная память (RAM): 256 Мб и выше; необходимо на винчестере: не менее 64 Мб; ОС MacOS, Windows (XP, Vista, 7) / аналогичное; видеосистема встроенная; дополнительное ПО: Adobe Reader версия от 7.X или аналогичное. Защита от незаконного распространения: реализуется встроенными средствами Adobe Acrobat.

© СПбГУТ, 2022

Пленарное заседание

- 4 **Шестаков А. В.** Год науки и технологий в десятилетие науки в России

Радиотехнологии связи

- 14 **Борисов М. Г.** Создание секторной антенны для систем связи в диапазоне LTE
 19 **Горынцев А. А.** Особенности аэрокосмической съемки
 25 **Лабырдин М. Э., Махалов Е. А.** Контактное титановых деталей
 29 **Рютин К. Е.** Разработка демонстратора формирователя опорных сигналов стандарта LTE

Инфокоммуникационные сети и системы

- 35 **Андрюнин А. И., Былина М. С.** Виртуальная лабораторная установка для изучения эксперимента с отложенным выбором
 40 **Горанская С. А.** Разработка схемы экспериментальной установки для исследования методов записи и восстановления голограмм
 44 **Некрасов С. Г.** Проектирование системы управления механического устройства на ПЛИС
 48 **Орлов Д. А.** Анализ системы электронного голосования на основе схемы проверяемого разделения секрета
 54 **Фраз А. В.** Виртуальный лабораторный комплекс с интерферометром Маха-Цендера для изучения квантовых явлений

Информационные системы и технологии

- 61 **Красавцева К. А.** Проектирование и разработка фрагмента информационной системы мониторинга микроклимата оранжерей
 66 **Мягчилова Е. А.** Исследование интегрированных систем биометрической идентификации

Теоретические основы радиоэлектроники

- 71 **Гиниятуллин А. Э., Никитин Ю. А., Юрова В. А.** Многоуровневый нелинейный цифроаналоговый преобразователь сигнала с арифметическим сумматором

- 76 **Курбатов Д. М.** Интегрированная фазированная антенная решетка с устройством обработки сигнала
 83 **Кучерявый А. И.** Разработка зарядного устройства литиевых аккумуляторов с гальванической развязкой заряжаемых ячеек
 89 **Ларионова А. К.** Микроволновый кольцевой генератор на нескольких активных двухполюсниках
 93 **Лемешев М. К.** Разработка ионофона – плазменного громкоговорителя

Цифровая экономика, управление и бизнес-информатика

- 98 **Александров Ф. Т.** Особенности венчурного инвестирования в инновационном предпринимательстве России
 102 **Большакова К. Е.** Инструменты интернет-маркетинга для малого бизнеса
 108 **Бучацкий А. С.** Возможности импортозамещения программного обеспечения в сфере управления проектами в государственном секторе
 112 **Кушнир Л. Д.** Особенности и проблемы использования искусственного интеллекта
 117 **Миков В. Э.** Выбор информационной системы для проектного документооборота
 122 **Пояркова А. А., Шендрик Ю. А.** Цикл зрелости технологий Gartner и его практическое применение для инвестиций в хайп проекты

Социальные цифровые технологии

- 128 **Еникеева Е. М.** Проблема психологического влияния технических аспектов коммуникаций в социальных сетях
 132 **Михайлова Е. Д.** Основные этапы становления телефонной сети Стокгольма в 1877–1913 г. г.
 137 **Пыпина Д. Д.** Особенности рекламной кампании бренда BAİKAL430

УДК 378.2, 654.01
ГРНТИ 12.09

А. В. Шестаков (д. т. н., с. н. с., и.о. проректора по научной работе, СПбГУТ)

ГОД НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕСЯТИЛЕТИЕ НАУКИ В РОССИИ

Представлены итоги научной деятельности университета в Год науки и технологий в Российской Федерации. Сформулированы основные задачи и тематика перспективных прикладных научных исследований научных подразделений и образовательных подразделений университета, направленные на вовлечение студентов и молодых ученых в решение значимых проблем в обществе и стране на десятилетие науки и технологий, объявленном Президентом Российской Федерации.

научные направления исследований, прогноз развития, перспективные прикладные научные исследования.

Shestakov A. The Year of Science and Technologies in the Decade of Science in Russia.

The article includes the results of the University's scientific activity in the Year of Science and Technologies in the Russian Federation as well as it presents the main tasks and topics of prospective applied scientific research of scientific departments and educational units of the University, aimed at involving students and young scientists in solving significant problems in society and the country for the decade of science and technologies announced by the President of the Russian Federation.

Key words: scientific directions of research, development forecast, prospective applied scientific research.

2021 год ознаменовался комплексным проведением ежемесячных тематических мероприятий в «Год науки и технологий», объявленном Президентом Российской Федерации [1]. План основных мероприятий утвержден решением Правительства Российской Федерации [2]. Для организационного обеспечения и координации мероприятий создан официальный сайт (год-науки.рф). За год в России состоялось более 6000 мероприятий во всех регионах с участием более 12 млн человек. СПбГУТ принял активное участие в наиболее значимых из них, таких как Фестиваль «Техносфрера», Премия «За верность науке-2021», Конкурс студенческих научных обществ и ряде других (рис. 1). Итоги проведенных мероприятий были подведены на совместном заседании Государственного Совета и Совета по науке и образованию 24.12.2021 в Ново-Огарево.



Рис. 1. Год науки и технологий в Российской Федерации: Мероприятия
(Источник: <http://yaguo.ru/files/12-02-2021-1120.jpg#overlay-context=>)

СПбГУТ в рамках международной конференции «АПИНО-2021» организовал проведение круглого стола, посвященного 55-летию научного открытия взрывной электронной эмиссии, обнаруженной группой ученых Томского политехнического института и ленинградской науки. Результаты послужили основой для разработки методов генерирования сверхмощных электрических импульсов, потоков заряженных частиц и электромагнитных излучений, их воздействия на вещество, а также развития физики вакуумного и газового разрядов. Результаты обеспечили прорыв в сверхвысокочастотных генераторах, мощных ускорителях электронов и лазерах на основе объемного электрического разряда в газе повышенного давления. Модератором мероприятия был Георгий Николаевич Фурсей, лауреат Государственной премии СССР, Заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего и среднего профессионального образования РФ, Кавалер ордена Дружбы, доктор физико-математических наук, почетный профессор СПбГУТ, председатель Санкт-Петербургского отделения РАЕН (рис. 2).



Рис. 2. Круглый стол, посвященный 55-летию научного открытия взрывной электронной эмиссии (СПбГУТ)

На фестивале «Техносреда», который состоялся впервые в Москве на ВДНХ в сентябре 2021 года СПбГУТ представил современные решения для визуализации данных, онлайн-обучения и развития пространственного мышления обучающихся (рис. 3).



Рис. 3. Фестиваль «Техносреда»: стенд СПбГУТ

СПбГУТ в сентябре 2021 года ознакомил участников международного Форума МСЭ-Т, который проходил на площадке университета, с проектом международного уровня – создание и развитие международного центра исследований, разработок и испытаний инновационного оборудования, технологий и услуг/научно-исследовательской и испытательной лаборатории инновационных телекоммуникаций (рис. 4). Основой центра послужило Соглашение о создании научно-исследовательской и испытательной лаборатории ПАО «Ростелеком» в СПбГУТ от 22.02.2018.



Рис. 4. Ознакомление участников Форума МСЭ-Т с научно-исследовательской и испытательной лабораторией международного уровня (СПбГУТ)

СПбГУТ и РУДН организовали и провели в ноябре 2021 года совместный научный семинар и круглый стол «Искусственный интеллект: математика и сети связи», в составе участников которого были представители СПбГУТ, РУДН, ИПУ РАН им. В. А. Трапезникова, ИПМ РАН им. М. В. Келдыша, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ПАО «Ростелеком», МИЭМ им. А. Н. Тихонова, ВлГУ им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, МТУСИ, ПГУТИ, ГУАП, НИИР им. М. И. Кривошеева, Tampere University (Finland), Egypt-Japan University of Science and Technology (E-JUST), Zagazig University (Egypt), Menoufia University (Egypt), Jeju National University (R.Korea), Al-Azhar University (Qena, Egypt), Arab Open University and Sohar University (Oman). Участникам научного семинара была представлена новая модельная лаборатория услуг телеприсутствия на базе кафедры сетей связи и передачи данных СПбГУТ (рис. 5). По результатам обсуждения итогов научного семинара на круглом столе принято решение о необходимости ознакомления мировой научной общественности с успехами российской науки в области искусственного интеллекта в сетях и системах связи.



Рис. 5. Модельная лаборатория услуг телеприсутствия (СПбГУТ)

СПбГУТ в рамках федерального проекта «Информационная безопасность» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» организовал проведение финала олимпиады «КиберСПбГУТ» для студентов университетов Северо-Западного федерального округа (рис. 6). В финале олимпиады приняли участие 8 команд из разных вузов Санкт-Петербурга (СПбГУТ, ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», ФГАОУ ВО «СПбПУ», ФГАОУ ВО ГУАП, Университет ИТМО), Архангельска (САФУ имени М.В. Ломоносова), Петрозаводска (ПетрГУ) и Калининграда (ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»). Состав победителей: 1 место – команда «Null_pone», СПбГУТ; 2 место – команда «ТТР1», САФУ имени М. В. Ломоносова; 3 место – команда «PTZCTF», ПетрГУ.



Рис. 6. Финал олимпиады «КиберСПбГУТ-2021» (СПбГУТ)

Усиление роли науки и технологий в решении важнейших задач развития общества и страны закреплено в объявленном Президентом Российской Федерации «Десятилетии науки и технологий» [3], в частности:

- привлечение талантливой молодежи в сферу исследований и разработок;
- помощь в вовлечении ученых и разработчиков в решении важнейших задач развития общества и страны;
- повышение доступности информации о достижениях и перспективах российской науки.

СПбГУТ в качестве вклада в решение первой и второй задачи 2022 года принял участие в 9-м конкурсе для определения получателей грантов в форме субсидий из федерального бюджета для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях и государственных научных центрах Российской Федерации (рис. 7). Конкурс проводится с 2010 года как «Мегагрант», по результатам которого создано 315 лабораторий в 74 вузах страны. Лабораториями руководят 39 российских ученых, 11 российских ученых, проживающих за рубежом, и 165 зарубежных ученых из 36 стран. В конкурсе 2022 года приняли участие 235 вузов и 58 научных организаций, в т.ч. из Германии (24), США, Франции и Италии (по 17), Великобритании, Китая и Испании (16, 15 и 11 заявок, соответственно).

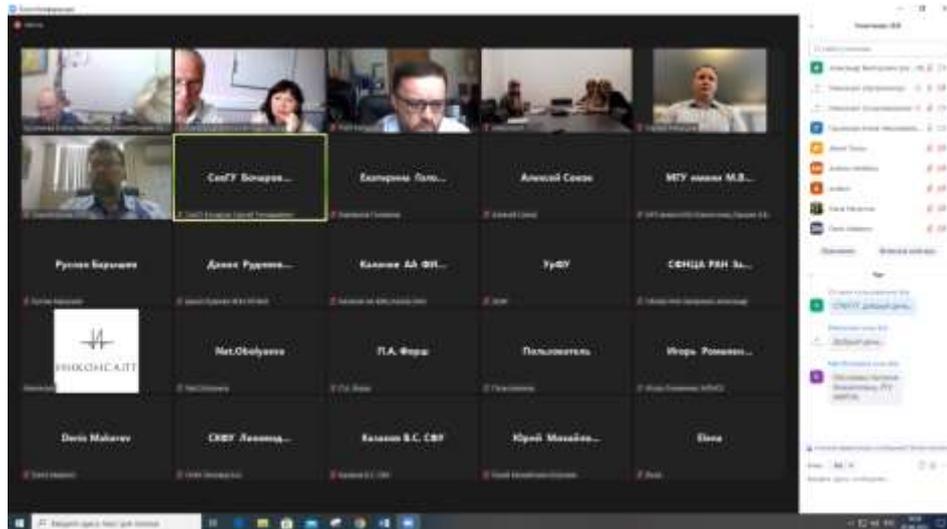


Рис. 7. Вебинар организаторов 9 конкурса Мегагрант

Заявка СПбГУТ по созданию научной лаборатории «Исследование сетевых технологий с ультра малой задержкой и сверхвысокой плотностью на основе широкого применения искусственного интеллекта для сетей 6G» под руководством ведущего ученого Абд Эль-Латиф Ахмед Абдельрахим (АРЕ) по состоянию на 01.02.2022 из 294 участников располагалась на 60-й позиции. Минобрнауки России по результатам экспертизы 17.06.2022 определил 30 победителей, в число которых вошел СПбГУТ.

Студенческие достижения всех факультетов СПбГУТ под эгидой Десятилетия науки и технологий продемонстрированы на выставке (рис. 8), показ экспонатов которой является частью мероприятий 76 РНТК «Студенческая весна – 2022»:

- разветвленная система передачи данных на полимерном оптическом волокне (ИКСС);
- система проведения иммуноферментных анализов на базе фотометра (ИСИТ);
- электростатический очиститель на основе эффекта ионного ветра (ФФП);
- авторизация в интернет-сервисах на основе QR-канала (ИСИТ);
- стенд «Студенческое конструкторское бюро БПЛА» (ИКСС и НОЦ ТИОС);
- разработки победителей конкурса студенческих научных работ "Bonch.Tech-2022" в номинации «Конструкторская мысль»: прототип антропоморфного роботизированного манипулятора с системой воспроизведения действий в виртуальной среде (Г. Великоборец, студент РТС); аппаратно-распределенная система сбора данных (А. Кучерявый, студент ФФП).

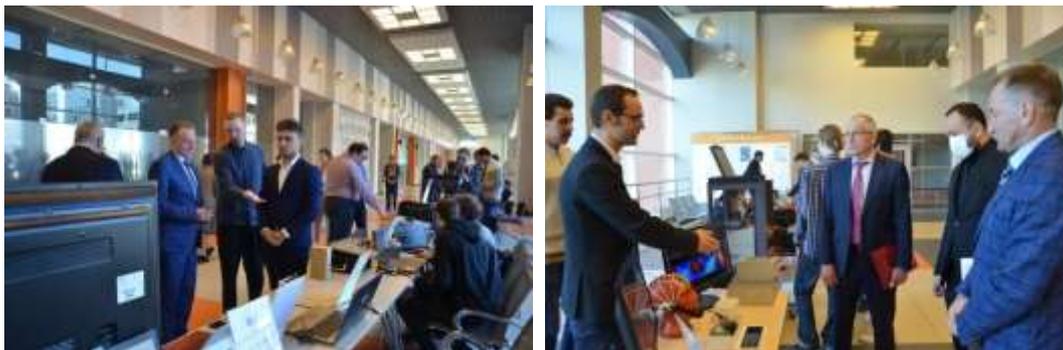


Рис. 8. Выставка студенческих инновационных работ на 76 РНТК (СПбГУТ)

Для СПбГУТ усиление роли науки и технологий в решении важнейших задач развития общества и страны целесообразно рассматривать как:

- формирование системы отраслевых опорных ВУЗов по регионам как научных центров в области информационных технологий, связи и цифровых медиа;
- проведение прикладных научных исследований, направленных на импортозамещение в области информационных технологий и связи в реальных сегментах экономики.

В интересах решения первой задачи (Привлечение талантливой молодежи в сферу исследований и разработок) целесообразно реализовать проект «Организация грантов, конкурсов и процедур для молодежи в Российской Федерации через Единый портал госуслуг». Достаточно эффективным предлагается Инициатива «Привлечение числа студентов и аспирантов к прикладным научным исследованиям, направленным на импортозамещение в области информационных технологий и связи в реальных сегментах экономики». Расширение региональной аудитории по целевой направленности на информационные технологии, связи и цифровые медиа может быть обеспечено за счет реализации мероприятия «Организация Science Slam на базе системы отраслевых опорных ВУЗов по регионам как научных центров в области информационных технологий, связи и цифровых медиа».

С целью обеспечения решения второй задачи (Помощь в вовлечении ученых и разработчиков в решении важнейших задач развития общества и страны) целесообразно реализовать инициативу «Организация премии талантливой молодежи в сфере исследований и разработок за продвижение науки в отрасли «Связь»). Увеличению числа научных мероприятий для студентов, магистров и аспирантов - исследователей и разработчиков в решении важнейших задач развития общества и страны может послужить проект «Создание центра компетенций для студентов, магистров и аспирантов - исследователей и разработчиков для отрасли «Связь» на базе опорных вузов». Расширение международного научного взаимодействия устойчивого к внешним санкционным давлению целесообразно обеспечить посредством

проведения мероприятия «Организация проведения международного форума БРИКС для отрасли связи».

На выполнение третьей задачи (Повышение доступности информации о достижениях и перспективах российской науки) предлагается направить проект: «Разработка IT-портала научных публикаций международного сообщества с использованием технологий параллельного импорта». Целевое донесение результатов для различных категорий граждан и подготовленности можно обеспечить за счет реализации инициативы «Организация целевого массмедиа ресурса информации о достижениях и перспективах российской науки для граждан Российской Федерации». Расширение аудитории и контента научных результатов студенческой активности предлагается достичь за счет проведения мероприятия «Проведение ежегодных международных фестивалей по тематике студенческих проектов видео, радио, электронная газета на базе всероссийского фестиваля студенческих медиаработ «РеПост».

Дальнейшее развитие должна получить научно-исследовательская инфраструктура СПбГУТ: Испытательный центр в области связи, Испытательная площадка лётно-подъемных средств, Научно-исследовательская и испытательная лаборатория инновационных инфокоммуникаций – международно-испытательный центр ITU (МСЭ), Исследовательский стенд интернет-вещей и цифровых двойников, Киберполигон, Центр инфокоммуникационных технологий и нейрокогнитивных архитектур, Центр технологий измерений и оценки совместимости РЭС в перспективных беспроводных сетях связи и ряд других.

Объективной необходимостью является расширение участия СПбГУТ в Центрах компетенций НТИ (Национальной технологической инициативы), таких как Центр компетенций НТИ по сквозной технологии беспроводной связи и «интернета вещей» (на базе Сколтех); Центр технологий распределенных реестров (на базе СПбГУ), Центр квантовых технологий (МГУ им. М.В. Ломоносова) и другие.

В десятилетней перспективе существенно трансформируются существующие компетенции СПбГУТ, такие как:

а) цифровые инновационные технологии радиовещания и аудиотехники, включая цифровое телевизионное и радиовещание; электронные компоненты радиоэлектронных средств; конструирование и производство радиоэлектронных средств; радиосистемы и обработка сигналов; системы радиосвязи и радиовещания; радиоэлектронные комплексы дистанционного мониторинга; теория и практика мобильной связи (сети, доступ) и радионавигации;

б) теория и практика телерадиовещания и информационных технологий, в том числе технологии интеллектуальной обработки видео- и аудиоконтента; комплексы и средства связи специального назначения; программно-конфигурированное радио и его приложения;

в) инфокоммуникационные системы и сети, в том числе узлы коммутации пост NGN/IMS; новые инфокоммуникационные услуги и Интеллектуальные сети; эволюция сети мультисервисного доступа; тестирование телекоммуникационных протоколов; IP-коммуникации; программно-конфигурируемые сети (SDN); IP TV и качество восприятия; моделирование и оптимизация сетей связи; DWDM системы;

г) комплексная, информационная и сетевая безопасность, включающие объектовую безопасность (комплексные систем безопасности, контроля доступа, видеонаблюдения, охранных и пожарных систем безопасности); теоретические вопросы информационной безопасности; криптографию; стеганографию; основы защиты информации; методологию защиты информации;

д) оптика и фотоника, в том числе моделирование процессов распространения сигналов в оптических и электрических направляющих системах связи; теоретическое и экспериментальное исследование импульсного метода измерения параметров неоднородных кабельных цепей; теоретическое и экспериментальное исследование потерь, вносимых соединениями и изгибами оптических волокон; разработка методик анализа параметров оптических волокон со сложными профилями показателя преломления; моделирование процессов усиления оптического излучения в линейных трактах ВОЛС; моделирование процессов компенсации дисперсии в линейных трактах ВОЛС; разработка методик проектирования линейных трактов ВОЛС; разработка и исследование новых принципов построения оптических рефлектометров и методик измерений; исследование проблем повышения надежности ВОЛС; рефлектометрические измерения на коротких участках волоконно-оптических линий связи; мониторинг протяженных волоконно-оптических линий связи;

е) технологии анализа данных на основе искусственного интеллекта, включая распознавание образов и объектов наблюдения; распознавание речи и определение качества речи; теория конструктивного геометрического моделирования; теоретические, информационные и прикладные аспекты дизайна;

ж) цифровая экономика, бизнес-информатика, цифровая трансформация, в том числе методики определения баланса трудовых ресурсов отрасли связи, информационных технологий и массовых коммуникаций; информационно-аналитическая система управления балансом трудовых ресурсов отрасли связи; экономико-математические модели развития отраслей малого бизнеса; информационное обеспечение бизнес-процессов предприятия; интегрированные информационные системы предприятия; методы и инструменты управления бизнес-процессами; анализ, моделирование и оптимизация бизнес-процессов.

Список используемых источников

1. Указ Президента Российской Федерации «О проведении в Российской Федерации Года науки и технологий» от 25.12.2020 № 812.

2. План основных мероприятий по проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году, утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.03.2021 №605р.

3. Указ Президента Российской Федерации «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий» от 25.04.2022 № 231.

УДК 621.396.677.32
ГРНТИ 47.45

М. Г. Борисов (студент гр. РТ-91, СПбГУТ), maximka.borisov3@gmail.com

СОЗДАНИЕ СЕКТОРНОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ СИСТЕМ СВЯЗИ В ДИАПАЗОНЕ LTE

Антенны типа Яги–Уда (волновой канал) получили широкое распространение со времен Второй мировой войны, вследствие сравнительной простоты конструкции, высокого коэффициента усиления (КУ) и малых ветровых нагрузок. В настоящее время они находят широкое применение в МГц диапазоне, например в построении каналов связи в LTE диапазоне. В данной работе рассмотрено построение антенны секторного излучения на основе нескольких антенн типа волновой канал для построения подсистемы навигации в диапазоне LTE – 450 в качестве дополнения к системе мобильной связи.

антенна Яги–Уда, моделирование, диаграмма направленности, антенная решётка, диапазон LTE–450.

Borisov M. Creating a Sector Antenna for Communication Systems in the Range of LTE. *Antennas of the Yagi-Uda type (wave channel) have become widespread since the Second World War, due to the relative simplicity of design, high gain (GA) and low wind loads. Currently, they are widely used in the MHz range, for example, in the construction of communication channels in the LTE range. In this paper, we consider the construction of a sector radiation antenna based on several antennas of the wave channel type for constructing a navigation subsystem in the LTE-450 range as an addition to a mobile communication system.*

Key words: Yagi-Uda antenna, modeling, radiation pattern, antenna array, LTE-450 range.

К настоящему времени глобальные навигационные системы приобрели широчайшее распространение, будучи встроенными в смартфоны, портативные навигаторы и т. д. Несмотря на это, зачастую применяются локальные навигационные системы, так как системы глобальной (спутниковой) навигации подвержены значительному ухудшению работы в закрытых пространствах. Кроме того, системы глобальной (спутниковой) навигации в реальном масштабе времени не могут обеспечить дециметровую точность в позиционировании объектов, что необходимо в условиях управления транспортными средствами и выполнения других задач; работа систем глобальной (спутниковой) навигации может быть скомпрометировано сторонним вмешательством, вследствие подавления или подменной сигнала от спутника [1]. Поэтому системы локальной навигации получили распространение как запасной вариант для навигации, а также в роли основной навигации в локальной зоне, например в городе для беспилотных автомобилей, в портах для кораблей.

В данной работе представлены результаты проектирования антенны, предназначенной для работы в составе комплекса локальной навигации, который может быть встроен в системы базовых станций мобильной связи. Проектируемая антенная система должна иметь вертикальную поляризацию, центральную частоту рабочего диапазона – 450 МГц, коэффициент направленного действия – не менее 9 дБи, ширину диаграммы направленности в Н–плоскости – не менее 45° , ширину диаграммы направленности в Е–плоскости – не менее 85° , неравномерность усиления – не более 3 дБи. Кроме того данная антенна должна обладать малой массой и также парусностью, для минимизации ветровых нагрузок.

Известно [2], что антенна Яги-Уда представляет собой совокупность симметричных вибраторов различных размеров. Среди симметричных вибраторов можно выделить два основных типа: активный вибратор и пассивные вибраторы (рефлектор, директор). Активный вибратор представляет собой полуволновой диполь, к которому подводится питание. Под действием создаваемого им излучения в пассивных вибраторах возбуждаются токи, и наводятся напряжения, заставляя их также излучать. Один из пассивных вибраторов является рефлектором. Его размеры выбирают немного большим длины активного вибратора, создавая индуктивный характер сопротивления в нем, что приводит к ослаблению излучения в обратном направлении и усилению в направлении директоров. Директоры выполняют такую же функцию, однако имеют емкостной характер сопротивления, которое обеспечивается уменьшением длины относительно размеров активного вибратора. Диаграмма направленности антенны зависит от числа директоров. Увеличение числа директоров приводит к сужению диаграммы направленности с одновременным увеличением коэффициента направленного действия. С ростом числа директоров зависимость ослабевает, что вызвано уменьшением амплитуд токов, возбуждаемых в вибраторах, поэтому ограничиваются числом директоров не более 10–12 [2]. Изменяя длины директоров и рефлектора, количество директоров, можно изменять ширину диаграммы направленности антенны и коэффициент усиления.

В результате моделирования и оптимизации антенны Яги-Уда в программной среде MATLAB для заданного частотного диапазона 440–460 МГц, были получены следующие характеристики антенны и ее диаграммы направленности. На рис. 1 представлена модель проектируемой антенны Яги-Уда. В качестве активного вибратора используется петлевой полуволновый вибратор с расстоянием между плечами 5,5 см. Геометрические размеры каждого элемента представлены

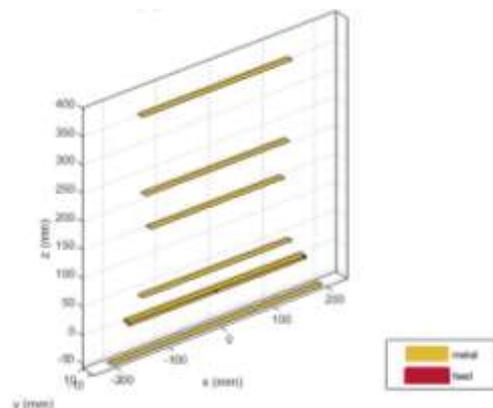


Рис. 1. Модель проектируемой антенны Яги-Уда

в таблице 1. Количество директоров равно 4 выбиралось в условиях получения оптимальных значений коэффициента усиления и ширины диаграммы направленности.

ТАБЛИЦА 1. Геометрические размеры элементов в проектируемой антенне Яги–Уда

	Длина, м	Расстояние от активного вибратора, м	Ширина поперечного сечения, см
Рефлектор	0,3997	0,058	3
Активный вибратор	0,333	–	3
Директоры	0,2846	0,0405	3
	0,2532	0,1562	
	0,2718	0,2184	
	0,285	0,3594	

На рис. 2 представлены результаты моделирования одиночной антенны Яги–Уда.

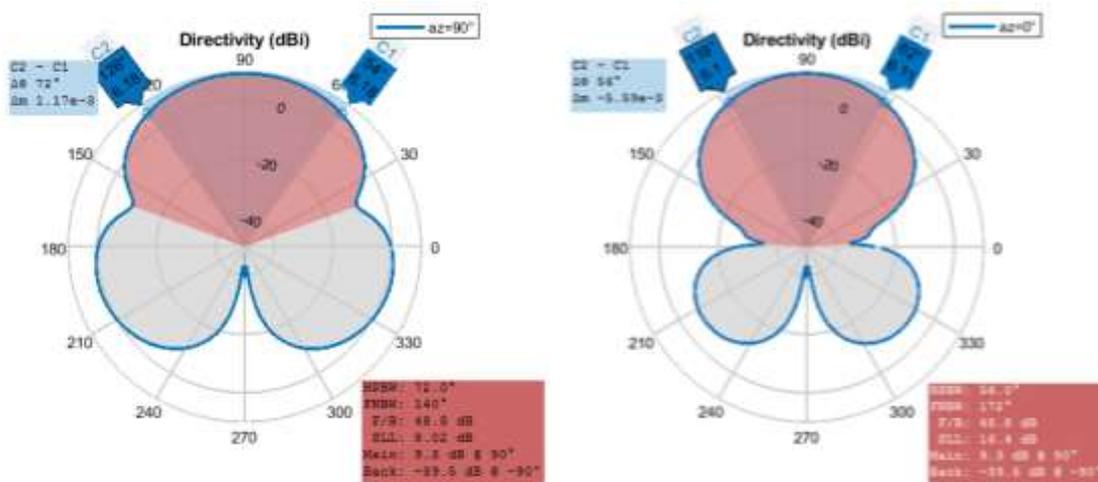


Рис. 2. Результаты моделирования ДН антенны Яги–Уда в горизонтальной и вертикальной плоскости

Из рис. 2 видно, что спроектированная антенна обеспечивает КНД в направлении главного лепестка – 9,3 дБи, КНД в направлении обратного излучения – –39,5 дБи, а также ширину диаграммы направленности в горизонтальной плоскости (Н) – 72° и в вертикальной плоскости (Е) – 56°.

Для увеличения ширины диаграммы направленности в вертикальной (Е) плоскости было принято решение создать антенную решетку из 2 антенн. В результате, для выполнения поставленной задачи по угловому диапазону и неравномерности, была спроектирована антенная решетка,

представленная на рис. 3. Расстояние между антеннами 0,44 м, одна из антенн повернута относительно другой на 63° , фазовое распределение токов – синфазное, амплитудное – равномерное.

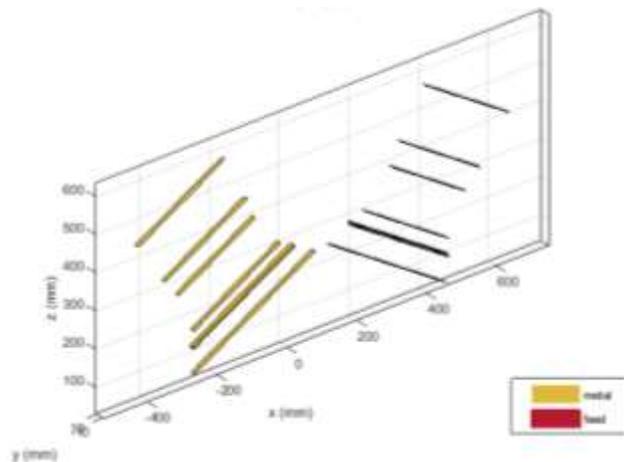


Рис. 3. Модель проектируемой антенной решетки из двух антенн Яги–Уда

На рис. 4 представлены результаты моделирования антенной решетки из двух антенн Яги–Уда.

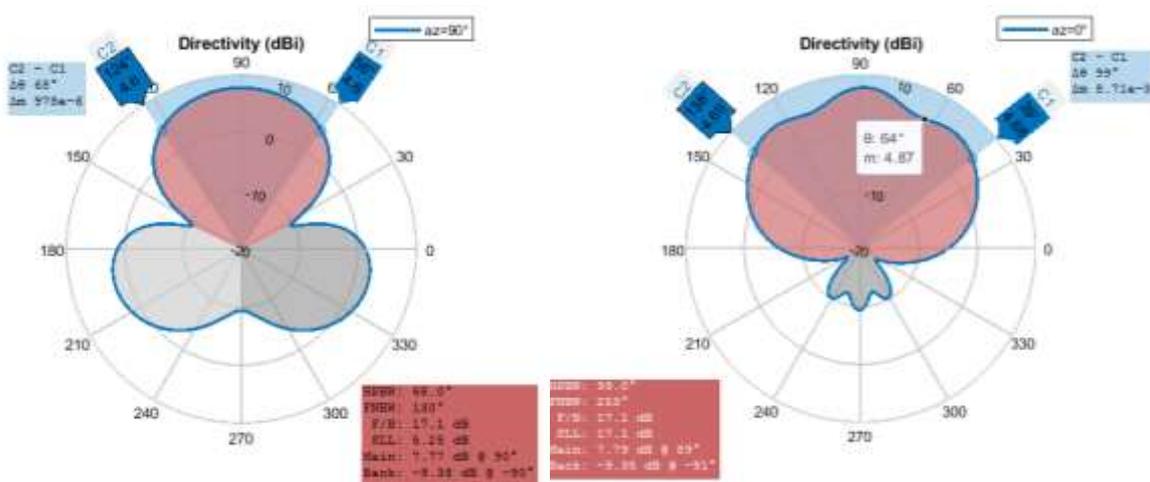


Рис. 4. Результаты моделирования ДН антенной решетки из двух антенн Яги–Уда в горизонтальной и вертикальной плоскости

Из рис. 4 видно, что ширина диаграммы направленности в вертикальной (Е) плоскости за счёт интерференции электромагнитных волн, создаваемых двумя антеннами, возросла до 99° , в горизонтальной плоскости уменьшилась до 68° . При этом, уменьшился КНД антенны в максимуме – 7,8 дБи, в обратном направлении – $-9,35$ дБи.

Спроектированная система из двух антенн не удовлетворяет требованиям по направленности, поэтому было принято решение расположить такую же систему параллельно относительно горизонтали на расстоянии

0,33 м. Модель такой системы представлена на рис. 5. При таком расположении за счет интерференции ширина диаграммы направленности будет уменьшаться, вместе с ростом направленности антенны.

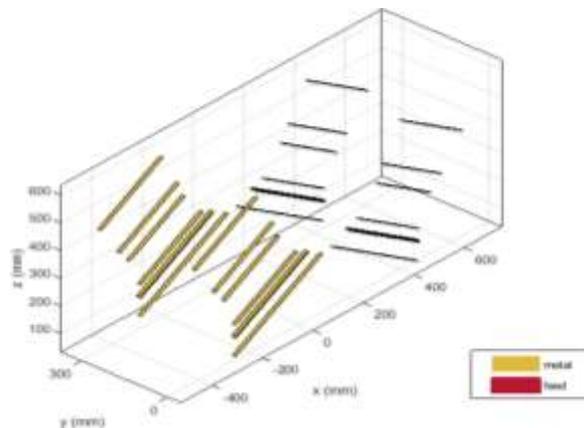


Рис. 5. Модель проектируемой антенной решеткой из четырех антенн Яги–Уда

На рис. 6 представлены результаты моделирования антенной решетки из четырех антенн Яги–Уда.

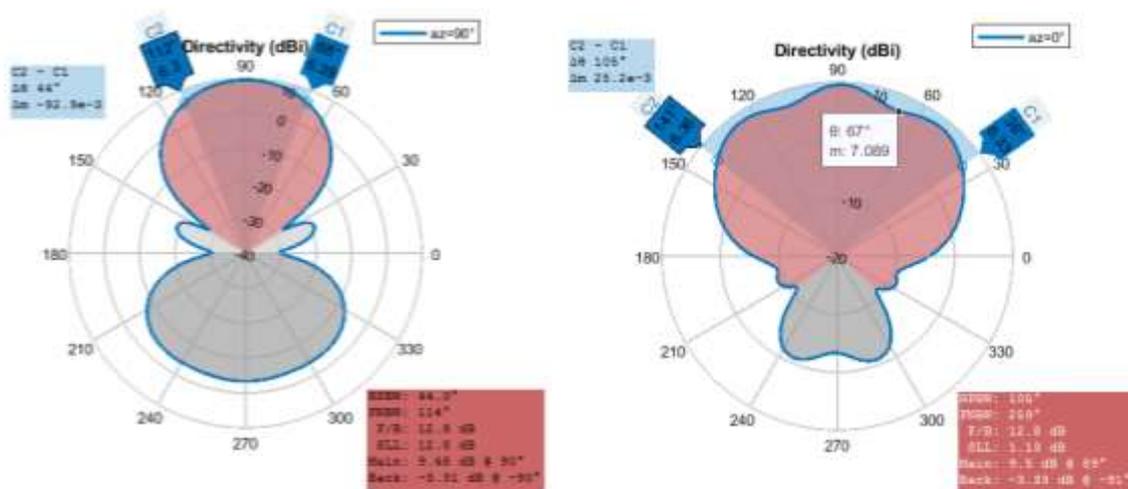


Рис. 6. Результаты моделирования ДН антенной решетки из четырех антенн Яги–Уда в горизонтальной и вертикальной плоскости

Таким образом, анализируя результаты моделирования, представленные на рис. 6, можно видеть, что характеристики спроектированной антенной системы секторного излучения из четырех антенн соответствует заявленным требованиям. Ширина диаграммы направленности в вертикальной (E) плоскости составила 105°, в горизонтальной (H) плоскости 44°. Коэффициент направленного действия в направлении излучения – 9,5 дБи, в обратном направлении – –3,33 дБи, неравномерность усиления – 2,41 дБи. Геометрические размеры антенны 580×300×1 060 мм.

Список используемых источников

1. Шеболков В. В., Огурцов Е. С., Семенистая Е. С. Локальная навигационная система. Пат. WO2015112038A1; заявитель и патентообладатель ОАО «Азовский оптико-механический завод»; заявл. 21.01.2014; опубл. 30.07.2015.

2. Драбкин А. Л., Зузенко В. Л., Кислов А. Г. Антенно-фидерные устройства. Изд. 2-е, доп. и переработ. М.: «Сов. Радио», 1974. 536 с.

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой РОС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук, доцентом Коровиным К. О.

УДК 528.71

ГРНТИ 89.57.25

А. А. Горынцев (студент гр. Р-01М, СПбГУТ), gorincev@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

В данной работе рассматриваются особенности и методы ведения фото- и видеосъемки подстилающей поверхности искусственными спутниками Земли в термосфере. Системы, основанные на этих методах, широко используются для метеонаблюдений, построения топографических карт местности, а также наблюдением за отдельными объектами, представляющими интерес для разного рода ведомств.

аэрокосмическая съемка, орбита, атмосфера, исследование, изображение.

Gorincev A. Features of the Aerospace Survey.

This paper discusses the features and methods of conducting photo and video filming of the underlying surface by artificial Earth satellites in the thermo sphere. Systems based on these methods are widely used for meteorological observations, the construction of topographic maps of the area, as well as the observation of individual objects of interest to various departments.

Key words: aerospace survey, orbit, atmosphere, research, image.

Введение

В настоящее время существует потребность в мониторинге ситуаций различного характера, возникающих на поверхности планеты. Одним из методов такого наблюдения являются системы видеонаблюдения, отвечающие за получение видеoinформации о местности и объектах в разных точках земного шара. При таком способе наблюдения съемка осуществляется с помощью искусственных спутников. Использование спутников позволяет в достаточно короткие сроки обследовать большие территории и, в зависимости от поставленной задачи и установленного оборудования, предоставлять необходимые метеорологические данные для прогноза погоды в регионах, сведения об опорных геодезических пунктах, рельефе, гидрографии,

растительности, почвах, хозяйственных и культурных объектов, дорогах, коммуникациях, границах и других объектах местности. Однако существенным минусом является то, что организация таких систем требует огромных финансовых вложений, а также теоретических расчетов только на этапе подготовки к эксплуатации. Также значительным недостатком служит нерентабельность на данный момент ремонта оборудования, находящегося на орбите. Из-за этого спутник превращается в космический мусор, летающий по орбите, который представляет опасность для функционирующих «соседей», а также усложняет расчеты орбиты при выводе новых. Помимо этого, сама съемка с орбиты представляет собой достаточно сложную задачу со своими особенностями.

Особенности съемки из космоса

Съемка из космоса имеет две основные особенности:

- Параметры орбиты спутника могут влиять на качество снимков
 - **Форма орбиты**
Наблюдение за поверхностью Земли обычно осуществляется с круговых и эллиптических орбит. Параболические и гиперпараболические орбиты для наблюдения за земной поверхностью не используются, так как «активное» время наблюдения составляет 1/3 пути.
 - **Наклонение**
По наклонению орбиты делятся на экваториальные, полярные и наклонные. Наклонные орбиты включают прямые и обратные орбиты. Это деление зависит от направления запуска космического корабля относительно вращения Земли.
 - **Высота**
Орбиты разной высоты обеспечивают решение различных геодезических задач: низкие околоземные орбиты используются для детальных фотосъемок, средневысотные – для оперативных, менее детальных съемок, удаленные геостационарные орбиты – для непрерывного наблюдения за определенной местностью.
 - **Период обращения**
Следует понимать, что во время движения спутник осуществляет сдвиг своей орбиты, в результате воздействия гравитационных сил, что влияет на съемку. Поэтому выбор периода основан на том, что небольшой суточный сдвиг трасс обеспечивает съемку в последующие дни без перерывов и с некоторым перекрытием.
 - **Положение по отношению к Солнцу**
Для получения наилучшего результата съемка земной поверхности должна производиться при одинаковой освещенности исследуемого участка на всей траектории следования спутника [1].

- Съемка производится с большого расстояния через атмосферу
- **Облачность**
Наличие облаков делает съемку земной поверхности крайне затруднительной. К сожалению, для исследования Земли аэрокосмическими аппаратами, облака покрывают более половины земного шара, а некоторые районы открыты для исследования всего несколько недель, что накладывает серьезные ограничения, и требует оперативности при исследовании данных участков.
- **Поглощение лучей атмосферы**
Атмосфера поглощает часть лучей. Это поглощение зависит от длины волны излучения. Съемка ведется только в тех участках спектра, где электромагнитное излучение не поглощается, т. е. в так называемых «окнах прозрачности» атмосферы. Большое окно прозрачности приходится на видимый и ближний инфракрасный диапазон. В тепловом инфракрасном диапазоне есть три более узких окна, и здесь можно использовать ограниченный набор длин волн. Наибольшая прозрачность наблюдается в радиодиапазоне.
- **Рассеивание лучей, атмосферная дымка**
Влияние атмосферы заключается также в рассеянии атмосферой лучей, неодинаковом в разных спектральных диапазонах. Атмосферная дымка наиболее выражена в голубых зонах спектра. Атмосферная дымка снижает контрастность изображения на космических снимках, искажает цвет объектов при цветной съемке. Это необходимо учитывать при фотометрическом спектральном определении по многозонным изображениям [2].

Методы ведения съемки

Получение изображения с орбиты осуществляется следующими методами:

- **Фотографический**
Такой метод подразумевает получение изображений общего и перспективного плана. Съемка производится с помощью камер, установленных на аппарате, который, в свою очередь, отправляет снимки, на Землю, где осуществляется получение и обработка информации.
- **Телевизионный**
Данный метод подразумевает использовать покадровую съемку или сканирование. Покадровая съемка реализуется последовательным экспонированием участков земной поверхности. Сканирование производится формированием отдельных полос, которые формируют изображение. Полосы формируются световым лучом, который перемещается поперёк движения аппарата. Передача полученной графической информации производится по радиоканалу.

- **Многозональный**
При многозональной съемке задействуются фотографические, электронно-оптические сканирующие системы. Использование такого метода позволяет синтезировать изображение путем сканирования участка земной поверхности в разных зонах спектра.
- **Спектрометрический**
Такой метод подразумевает использование спектрографов, принцип работы которого заключается в формировании графической информации в результате измерения коэффициентов спектральной яркости объектов земной поверхности относительно эталонного значения [3].
- **Ультрафиолетовый**
Получение изображения данным методом схожа с процессом получения флуоресцентной фотографии и происходит с помощью приемников ультрафиолетового излучения, а также фотоумножителей.
- **Инфракрасный (тепловой)**
Данный метод позволяет получить графическую информацию о тепловом излучении с помощью сканирующих систем, состоящих из детекторов, конвертирующих полученную информацию в значения пикселей.
- **Радиотепловой**
Использование радиотеплового метода позволяет регистрировать излучение в микроволновом диапазоне электромагнитного спектра в заданном районе исследований.
- **Радиолокационный**
При радиолокационной съемке происходит сканирование естественного излучения объектов на участке земной поверхности, а также фиксирование искусственного радиосигнала от данного объекта при наличии пигмента 0,3–100 см.
- **Лазерный (лидарный)**
Получение графической информации данным методом производится с использованием лазерного флуоресцентного сканирования земной поверхности [4].

Использование разного вида съемок позволяет получать информацию о интересующем нас объекте или местности. Некоторые виды исследований и применяемых к ним видам съемки представлены в таблице 1 [4, 5].

ТАБЛИЦА 1. Методы съемки и исследования

Методы съёмки	Виды аэрокосмических исследований
Телевизионная	Оперативная оценка окружающей среды
Телевизионная, радиотепловая, радиолокационная	Состояние почвы и растительности

Методы съёмки	Виды аэрокосмических исследований
Телевизионная, инфракрасная, радиотепловая	Распространение пожаров, вулканическая активность, прогнозирование землетрясений
Инфракрасная, лазерная, сканерная	Загрязнение воздуха
Телевизионная	Изменение ландшафта
Фотографическая, телевизионная	Горное оледенение, движение ледников, прогнозирование селей, схода снежных лавин, оползней
Фотографическая, телевизионная, радиолокационная	Оценка ледовой обстановки, передвижение айсбергов
Радиотепловая, радиолокационная	Изучение влажности почв и грунтов зоны аэрации
Лазерная	Концентрация газов в городских и промышленных районах, вдоль трубопроводов и т. д.
Инфракрасная	Утечки тепла, сброс теплых вод, изучение геологических процессов в районах многолетней мерзлоты
Лазерная, ультрафиолетовая	Обнаружение урансодержащих пород, исследование атмосферы
Лазерная, ультрафиолетовая, инфракрасная, радиолокационная	Нефтяное загрязнение
Аэрогамма-спектрометрическая	Радиоактивное загрязнение

Следует отметить, что практически любой из известных методов аэрокосмической съемки позволяет получить набор двумерных изображений подстилающей поверхности, пригодных для последующего анализа. При этом современная техника работы с изображениями позволяет существенно расширить средства такого анализа, что существенно повышает информативность всего процесса аэрокосмических наблюдений. Известны, например, методы построения изображений формата 3D по отдельным аэрофото-снимкам, а также средства видеоаналитики, позволяющие выявлять в изображениях не замечаемые глазом изменения, что в ряде случаев имеет большое значение [6].

Заключение

Таким образом, несмотря на изложенные трудности, в настоящее время все активнее идет переход на такой способ дистанционного зондирования. Этому также способствует появление камер более высокого разрешения, защищенные от условий тропосферы Земли.

Наиболее востребованными спутниками осуществляющие аэрокосмическую съемку являются аппараты, оборудованные аппаратурой, использующей фотографический и телевизионный методы съемки, т. к. помимо «прикладных» функций они могут выполнять социальные и логистические

функции, такие как анализ движения автотранспорта, перемещение объектов внутри и вне населенных пунктов, прогнозирование аварийных происшествий на основе видеоаналитики получаемого изображения. К сожалению, на данный момент количество спутников видеосъемки социально-экономического назначения заметно уступает спутникам из других областей, так как не является основой коммуникации, а являются лишь средством помощи в управлении логистическими процессами.

Аэрокосмическая съемка является высокоперспективным способом получения информации об ситуации на поверхности Земли. Современные тенденции развития техники аэрокосмической съемки включают также методы обработки изображений, в частности, использующие средства видеоаналитики. Применение этих методов позволяет фиксировать изображения в определенных динамических изменениях, позволяет также уменьшить влияние помех с известными статистическими свойствами, а также облегчить выявление фрагментов изображения по заданным характеристикам.

Список используемых источников

1. Tatevik Шаржина. Лекция № 11. «Космические снимки». URL: <https://pan-dia.ru/text/77/489/6424.php>
2. Сайт «StudentoPedia.ru» Аэрокосмические съемки и их особенности. URL: <https://studentopedia.ru/geografiya/vvedenie--aerofotosemki--fotoplenki-i-obektivi--primenyaemie-v-aerofotosyomke---aerokosmicheskie.html> (дата обращения: 30.06.2022).
3. Корчуганова Н. И., Корсаков А. К. Дистанционные методы геологического картирования. Москва: КДУ, 2009. 288 с.
4. Методы аэрокосмической съемки // <https://vuzlit.com/>. URL: https://vuzlit.com/394012/metody_aerokosmicheskoy_semki
5. Шалькевич Ф. Е. Методы аэрокосмических исследований : курс лекций. Минск : БГУ, 2005. 161 с.
6. Цыцулин А. К. Телевидение и космос: учеб. пособие. СПб. : ЛЭТИ, 2003 (Тип. Невская жемчужина). 225 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ТВиМ СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Украинским О. В.

УДК 669-1
ГРНТИ 53.49

М. Э. Лабырдин (студент гр. РК-11м СПбГУТ), Labmisha@gmail.com
Е. А. Махалов (студент гр. РК-11м СПбГУТ)

КОНТАКТИРОВАНИЕ ТИТАНОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

В статье представлены типы сопряжений титановых деталей в различных средах, проблемы их использования и возможные способы решения. Титан, как материал, имеет ряд значимых свойств, позволяющих использовать его в различных отраслях. Использование титановых деталей обусловлено свойствами материала, однако, при контакте таких деталей возникают проблемы химического и физического рода. Поэтому при использовании титановых деталей существует ряд приемов, решающих проблему совместимости с данным материалом.

титан, химические свойства титана, титановые детали.

Labyrdin M., Makhalov E. Contacting Titanium Parts.

The article presents the types of interfaces of titanium parts in various environments, the problems of their use and possible solutions. Titanium, as a material, has a number of significant properties that allow it to be used in various industries. The use of titanium parts is due to the properties of the material, however, when such parts come into contact, chemical and physical problems arise. Therefore, when using titanium parts, there are a number of techniques that solve the problem of compatibility with this material.

Key words: titanium, chemical properties of titanium, titanium parts.

В процессе проектирования и конструирования встает вопрос о выборе материала. Большую часть от объема используемых в производстве металлов составляет железо, алюминий и их сплавы. Однако, данные материалы имеют ограниченную применяемость в особых условиях эксплуатации. В ракето-, авиа- и кораблестроении, автомобильной и военной промышленности, а также при производстве медицинских инструментов, используется такой металл, как титан. Данный список сфер использования титана обусловлен двумя его основными свойствами: коррозионной стойкостью и прочностью, при меньшей плотности относительно железа и его сплавов. Помимо положительных свойств, титан имеет и ряд негативных: слипание титановых деталей между собой и коррозия при контакте с другими металлами. Из этого можно разделить сопряжения титановых деталей по типам «титан-титан» и «титан-другой металл».

Соединение «титан-титан»

Наиболее часто применяемым способом соединения деталей в машиностроении является сварка. Сварка титана обладает рядом особенностей.

При сварке титана на открытом воздухе незащищенная оксидной пленкой поверхность металла вступает в реакцию с азотом, кислородом и водородом. При нагреве зерна кристаллов титана увеличиваются в размере. Оба этих фактора увеличивают хрупкость сварного соединения. Для решения этой проблемы сварку титана производят в среде инертного газа.

При формировании подвижных соединений титана возникает намного больше неочевидных проблем. Одной из особенностей поверхностных свойств титановых сплавов, заметно отличающей их от сплавов на основе многих металлов, является высокая реакционная способность поверхности, обуславливающая, с одной стороны, низкую нагрузку контактного схватывания при трении, высокие значения коэффициента трения и скорости износа, с другой - высокое сродство к кислороду и, как следствие, наличие тонкой оксидной пленки, которая препятствует адгезии поверхностью обычных смазочных материалов. Эти природные особенности титана приводят к исключительно низким антифрикционным свойствам сплавов на его основе и делают невозможным их применение в узлах трения машиностроительных конструкций без специальной обработки поверхности [1, 2].

Высокий износ титана и его сплавов обусловлен активным переносом металлических частиц с одной поверхности на другую. При трении титана в минеральных маслах интенсивность его износа не только не снижается по сравнению с трением на воздухе, но и увеличивается за счет диффузионного насыщения водородом [3].

Верхний слой титана можно сделать более прочным, устойчивым к истиранию и налипанию. Для этой цели используется азотирование. Метод состоит в выдерживании детали в азотном газе. В результате азотирования поверхность элемента покрывается нитридной пленкой, придающей титану особую твердость. Как следствие – повышение износостойкости титановой детали.

Еще один метод, позволяющий повысить свойства металла, – это его оксидирование. Оно помогает устранить задиры. Титановую деталь необходимо нагреть, чтобы на ее поверхности возникла оксидная пленка. Она плотно покрывает верхний слой металла, не пропуская внутрь воздух.

Оксидирование может быть низко- и высокотемпературным. В последнем случае изделие выдерживают в течение нескольких часов в нагретом состоянии, после чего опускают его в холодную воду. Это помогает ликвидировать окалину. Оксидированная таким образом деталь становится более устойчивой к изнашиванию сразу на несколько порядков [4].

Для улучшения характеристик подобного соединения применяются следующие способы:

- Использование эффективных смазочных материалов для титановых сплавов. В этой области лучше всего показали себя различные галоидные соединения.

- Изменение состава сплава путем легирования титана или получения композитных материалов на основе титана порошковыми методами. Изменения состава сплавов титана чаще всего ухудшают его свойства. Методами порошковой металлургии были получены различные титановые псевдосплавы, обладающими высокими антифрикционными свойствами.

- Обработка поверхности титановых сплавов. На сегодняшний день одним из наиболее эффективных подходов к снижению коэффициента трения и повышению рабочих характеристик, в том числе и антифрикционных свойств титана и его сплавов, является поверхностная обработка.

- Азотирование и оксидирование, а также их комбинация.

Соединение «титан-другой металл»

При соединении титана с другим металлом наблюдается контактная (или гальваническая) коррозия. Интенсивность коррозии зависит от разности стационарных потенциалов и соотношения поверхностей металлов. За счет электродного потенциала титана при контакте с другими металлами происходит окислительно-восстановительная реакция, в которой титан выступает окислителем, а контактирующий с ним металл – восстановителем, вследствие чего и происходит коррозия последнего.

Однако, в зависимости от среды, в которой происходит контакт, скорость коррозии может быть изменена. Титан, независимо от контактирующего с ним металла, в нейтральном 3%-ном растворе NaCl при естественной аэрации остается в пассивном состоянии и практически не корродирует.

Разность потенциалов между титаном и другими стойкими в морской воде металлами очень незначительна, что предопределяет малую вероятность контактной коррозии между этими металлами. На рисунке приведены данные, характеризующие коррозионное поведение различных металлов в контакте с титаном в морской воде [5]. Арабскими цифрами обозначен контактирующий с титаном металл, а римскими цифрами – увеличение коррозии при различном соотношении поверхностей.

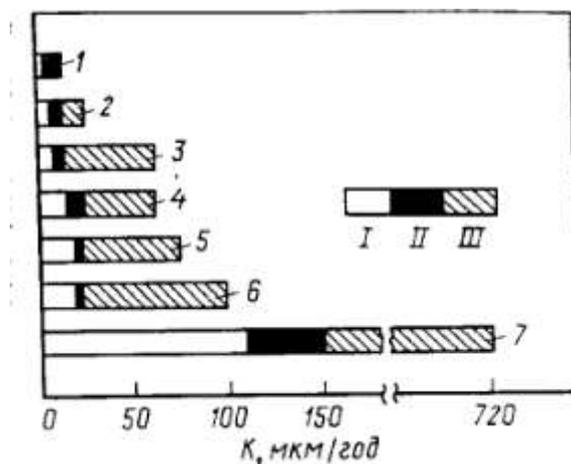


Рисунок. Коррозия металлов в контакте с титаном в морской воде при различном соотношении поверхностей металл-титан: I – коррозия без контакта; II - $S_{Me} : S_{Ti} = 10:1$; III – $S_{Me} : S_{Ti} = 1:10$. 1. Нержавеющая сталь 18/8; 2. Латунь 60/40; 3. Алюминиевая латунь; 4. Монель-металл; 5. Cu-Ni 80-20; 6. Cu-Ni 70-30; 7. Малоуглеродистая сталь

При контакте титана с другим металлом в воздушной среде для предотвращения коррозии используют прокладки. Они могут быть резиновые, фторопластовые или композитные. Основной целью данного решения является электроизоляция контакта титана и другого металла. Это самый надежный способ избежать коррозии.

При невозможности использования прокладок, например, при резьбовом или нахлесточном контакте, коррозия неизбежна. Но существует ряд приемов, позволяющих уменьшить скорость коррозии или нивелировать влияние на работоспособность конструкции.

В зависимости от условий эксплуатации уменьшить скорости коррозии поможет ряд антикоррозионных и ингибированных смазок для металлов.

Часто используют метод игнорирования коррозии. Метод неэкономичен, но может быть использован в качестве временного или экстренного. Металл, контактирующий с титаном, используется с целью обеспечить выполнение большинства требований к конструкции. Чаще всего это массогабаритные параметры. Когда работоспособность деталей, подверженных коррозии, пропадает, их заменяют на новые.

Титан - интересный материал, который, благодаря своим положительным свойствам, имеет множество разнообразных сфер применения. Но, помимо положительных свойств, у него есть и негативные, выявляющиеся в процессе производства и эксплуатации конструкций. В зависимости от типа и среды сопряжения, можно выделить основные методы борьбы с возникающими негативными свойствами.

При соединении «титан-титан» в воздушной среде:

- Использование эффективных смазочных материалов для титановых сплавов;
- Изменение состава сплава путем легирования титана или получения композитных материалов на основе титана порошковыми методами;
- Обработка поверхности титановых сплавов.
- Азотирование и оксидирование, а также их комбинация.

При соединении «титан-другой металл» в воздушной среде:

- Использование электроизолирующих прокладок.
- Использование антикоррозионных и ингибированных смазок.
- Контролирование и своевременная замена корродирующих деталей.

При соединении «титан-другой металл» в морской среде:

- Использование с титаном коррозионностойких металлов и сплавов.
- Использование электроизолирующих прокладок.

Список используемых источников

1. Ярусова С. Б., Жевтун И. Г., Гордиенко П. С. Формирование износостойких композитных покрытий на титановых сплавах при электродуговой обработке в водных электролитах : монография. Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. 155 с.
2. Чечулин Б. Б., Ушков С. С., Разуваева И. Н., Гольдфайн В. Н. Титановые сплавы в машиностроении. Ленинград: «Машиностроение» (Ленингр. отд-е), 1977. 248 с.
3. Гольдфайн В. Н., Зуев А. М., Клабуков А. Г., Лукина В. П. О влиянии водорода и кислорода на трение и износ титанового сплава // Проблемы трения и изнашивания. Киев: Техника, 1975. Вып. 8. С. 65–69.
4. Титан: сложности и методы его обработки. URL: <https://optimahold.ru/stati/titan-slozhnosti-i-metody-ego-obrabotki> (дата обращения: 20.06.2022)
5. Титановые конструкционные сплавы в химических производствах: Справочное издание. Москва: Химия, 1989. 288 с.

Статья представлена научным руководителем, доцентом базовой кафедры ЭКРЭС СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук, доцентом Кузьминым С. В.

УДК 621.396.969
ГРНТИ 47

К. Е. Рютин (студент гр. РМ-81, СПбГУТ), ryutin.sut@gmail.com

РАЗРАБОТКА ДЕМОНСТРАТОРА ФОРМИРОВАТЕЛЯ ОПОРНЫХ СИГНАЛОВ СТАНДАРТА LTE

Задачей настоящего исследования является программно-аппаратная реализация процедур формирования опорных сигналов стандарта LTE. Целью же его является разработка SDR-демонстратора для решения задач сетевого позиционирования пользовательских устройств. Как итог, приводится описание результатов программно-аппаратной реализации и экспериментальной апробации формирователя опорных сигналов стандарта LTE на SDR-устройствах USRP Ettus B210 в среде MATLAB.

4G, LTE, PSS, SSS, CRS, PRS, SDR, позиционирование.

Ryutin K. Development of the Demonstrator LTE Standard Reference Signal Shaper. *The objective of this study is the software and hardware implementation of the procedures for the formation of reference signals of the LTE standard. Its purpose is to develop an SDR-demonstrator for solving the problems of network positioning of user devices. As a result, a description of the results of the hardware and software implementation and experimental testing of the LTE standard reference signal generator on USRP Ettus B210 SDR devices in MATLAB is given.*

Key words: 4G, LTE, PSS, SSS, CRS, PRS, SDR, positioning.

Введение

Определение местоположения (ОМП) методом *GPS* обеспечивает высокую точность, однако ограничения, обусловленные, в том числе, окружающей средой, не способствующей уверенному приёму сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), побуждают прибегать к иным гибридным и самостоятельным решениям. Таким решением может быть позиционирование с использованием сетей мобильной сотовой связи.

Для задач ОМП наибольший интерес представляют следующие сигналы: сигналы первичной синхронизации *PSS* (*Primary Synchronization Signal*), сигналы вторичной синхронизации *SSS* (*Secondary Synchronization Signal*), специальные опорные сигналы соты *CRS* (*Cell Specific Reference Signal*), а также, опорные сигналы позиционирования *PRS* (*Positioning Reference Signal*). Данные сигналы позволяют реализовать разностно-дальномерный метод *OTDOA* (*Observed Time Difference Of Arrival*), или метод позиционирования по наблюдаемой разности времен приёма опорных сигналов пользовательским устройством *UE* (*User Equipment*). Данный метод был предложен в 9-м релизе стандарта *LTE* для ОМП пользовательских устройств *UE* с использованием территориально-распределённых синхронизированных базовых станций (БС) *eNB* (*eNodeB*). Для позиционирования *UE* на плоскости требуется три БС: одна опорная и две соседние [1].

Для сбора первичных измерений в методе *OTDOA* используется параметр разности времён приёма опорных сигналов *RSTD* (*Reference Signal Time Difference*). Эта величина определяется выражением (1) как наблюдаемый *UE* интервал между приёмом сигналов в *DL* от двух *eNB*, находящихся в разных сотах.

$$RSTD_{i,1} = \frac{\sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}}{c} + \frac{\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}}{c} + RTD_{i,1} + \delta_{i,1}, \quad (1)$$

где $RSTD_{i,1}$ – разность времён приёма опорных сигналов *PRS* от БС eNB_i и опорной БС eNB_1 , измеренная на *UE*; $\delta_{i,1} = \delta_i - \delta_1$ – ошибки измерения *TOA* с eNB_i и eNB_1 ; c – скорость света; (x_i, y_i) – известные координаты eNB_i ; (x, y) – неизвестные координаты *UE*.

Формирование сигнала *PSS*

Последовательность $d(n)$ сигнала первичной синхронизации *PSS* формируется [2] в частотной области из последовательности Задова–Чу согласно выражению (2).

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi u n(n+1)}{63}} & n = 0, 1, \dots, 30; \\ e^{-j\frac{\pi u (n+1)(n+2)}{63}} & n = 31, 32, \dots, 61, \end{cases} \quad (2)$$

где u – индекс корня последовательности Задова–Чу, задаётся таблицей 1.

ТАБЛИЦА 1. Индекс корня первичного сигнала синхронизации PSS

$N_{ID}^{(2)}$	Индекс корня u
0	25
1	29
2	34

Формирование сигнала SSS

Последовательность $d(0), \dots, d(61)$, используемая для сигнала вторичной синхронизации, представляет собой конкатенацию (объединение) двух чередующихся бинарных последовательностей длиной 31. Объединённая последовательность скремблируется последовательностью сигнала первичной синхронизации PSS.

Комбинация двух последовательностей длины 31, образующая сигнал вторичной синхронизации SSS, вычисляется согласно выражениям (3) и (4).

$$d(2n) = \begin{cases} s_0^{(m_0)}(n)c_0(n) & \text{в субкадрах } 0, 1, 2, 3, 4; \\ s_1^{(m_1)}(n)c_0(n) & \text{в субкадрах } 5, 6, 7, 8, 9; \end{cases} \quad (3)$$

$$d(2n + 1) = \begin{cases} s_1^{(m_1)}(n)c_1(n)z_1^{(m_0)}(n) & \text{в субкадрах } 0, 1, 2, 3, 4; \\ s_0^{(m_0)}(n)c_1(n)z_1^{(m_1)}(n) & \text{в субкадрах } 5, 6, 7, 8, 9, \end{cases} \quad (4)$$

где $0 \leq n \leq 30$.

Формирование сигнала PRS

Последовательность $r_{l,n_s}(m)$ опорного сигнала позиционирования PRS определяется согласно выражению (5).

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad (5)$$

$$m = 0, 1, \dots, 2N_{RB}^{max,DL},$$

где n_s – номер слота в пределах радиокадра, l – номер *OFDM*-символа в пределах слота. Формирователь псевдослучайной последовательности $c(i)$ должен инициализироваться выражением (6).

$$c_{init} = 2^{28} \cdot \lfloor N_{ID}^{PRS} / 512 \rfloor + 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot (N_{ID}^{PRS} \bmod 512) + 1) + 2 \cdot (N_{ID}^{PRS} \bmod 512) + N_{CP}, \quad (6)$$

где $N_{ID}^{PRS} \in \{0, 1, \dots, 4095\} = N_{ID}^{cell}$, если другое значение не сконфигурировано верхними уровнями, а значение N_{CP} определяется выражением (7).

$$N_{CP} = \begin{cases} 1 & \text{для нормального CP} \\ 0 & \text{для расширенного CP} \end{cases} \quad (7)$$

где CP – это циклический префикс.

Формирование сигнала *CRS*

Последовательность $r_{l,n_s}(m)$ специального опорного сигнала соты *CRS* определяется согласно выражению (5). Формирователь, псевдослучайной последовательности $c(i)$ должен инициализироваться выражением (8).

$$c_{init} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n'_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{cell} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{cell} + N_{CP}, \quad (8)$$

где N_{CP} определяется выражением (7), а n'_s определяется выражением (9).

$$n'_s = \begin{cases} 10 \lfloor n_s / 10 \rfloor + n_s \bmod 2 & \text{для структуры кадра типа 3,} \\ & \text{когда } CRS \text{ в составе } DRS; \\ n_s & \text{в остальных случаях;} \end{cases} \quad (9)$$

Эксперимент

Экспериментальная апробация формирователя опорных сигналов на данный момент заключается в формировании всех четырёх рассматриваемых сигналов в специальном программном обеспечении (СПО) *MATLAB*, *OFDM*-модуляции полученных кадров, излучении полученных сигналов с помощью *SDR*-модуля и регистрации в эфире полученного сигнала с помощью анализатора спектра.

Аппаратная часть макета передатчика *eNB* представлена *SDR* модулем *Ettus USRP B210*. СПО *MATLAB* поддерживает интерфейс с *SDR* платой *USRP* [3] посредством предварительно установленного драйвера *UHD (USRP Hardware Driver)*.

Измерительным оборудованием, используемым в эксперименте, является анализатор спектра *Rohde & Schwarz FSP Spectrum Analyzer* и подключённая к нему коаксиальным кабелем активная направленная антенна *Rohde & Schwarz HE200*.

Автоматизированное рабочее место макета передатчика *eNB* представлено ноутбуком с предустановленным СПО *MATLAB* и драйвером *UHD*. В СПО *MATLAB* формируется комплексный сигнал, содержащий сигнал первичной синхронизации *PSS*, сигнал вторичной синхронизации *SSS*, специальный опорный сигнал соты *CRS* и опорный сигнал позиционирования *PRS*.

Лабораторный макет передатчика опорных сигналов стандарта *LTE* представлены на рис. 1.

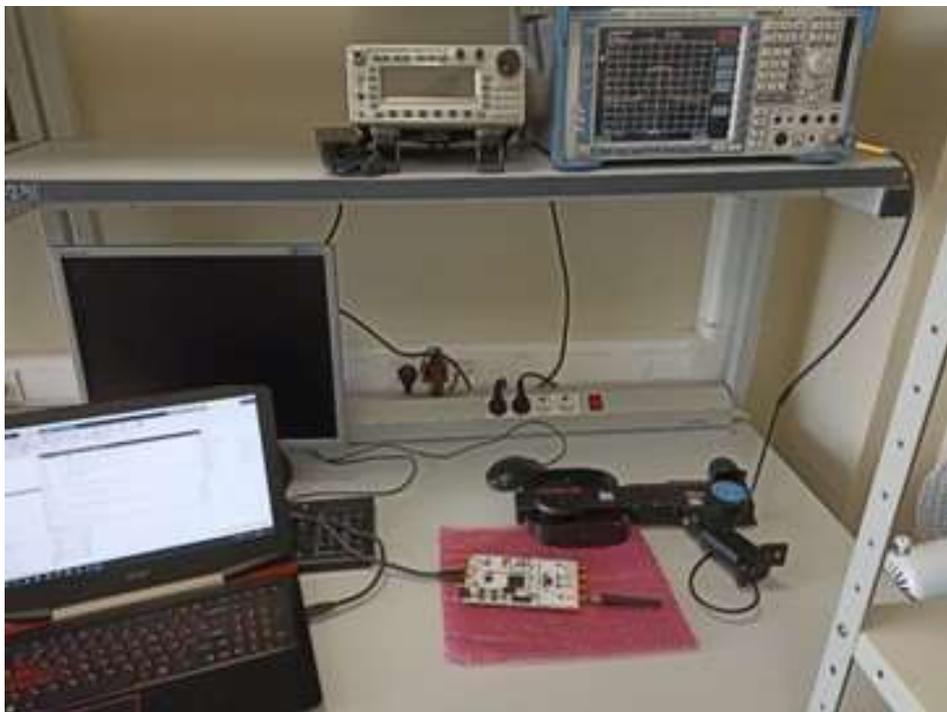


Рис. 1. Лабораторный макет передатчика опорных сигналов стандарта *LTE*

В результате эксперимента в эфире наблюдается сигнал с шириной полосы 1,4 МГц (рис. 2). Это самая маленькая полоса в стандарте *LTE*, она занимает 6 ресурсных блоков. На данный момент уже реализовано формирование сигналов для всех полос, определённых в стандарте *LTE*.



Рис. 2. Наблюдаемый спектр сигнала

Заключение

В настоящей работе предложена программно-аппаратная реализация подсистемы формирования и передачи опорных сигналов стандарта *LTE*, разрабатываемого *SDR*-демонстратора технологии сетевого позиционирования. Корректность программно-аппаратной реализации процедур формирования опорных сигналов макетов базовых станций *eNB* стандарта *LTE* подтверждена проведённым лабораторным испытанием с использованием измерительного оборудования. Следующим этапом исследований будет разработка подсистемы пользовательских устройств *UE* для приёма и первичной обработки сигналов, а также подсистемы синхронизации нескольких *eNB* и подсистемы управления *SDR*-демонстратором, которая реализует управление процедурами сбора первичных измерений и их вторичную обработку с результирующей оценкой координат пользовательского устройства *UE*. Реализация *SDR*-демонстратора технологии сетевого позиционирования позволит проводить апробацию и обоснование вводимых технических решений по повышению точности ОМП устройств как на эксплуатируемых, так и на проектируемых сетях радиосвязи.

Список используемых источников

1. Фокин Г. А. Технологии сетевого позиционирования 5G. Москва: Горячая Линия – Телеком, 2021. 456 с.
2. 3GPP TS 36.211 V17.0.0 (2021-12). Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 17).
3. USRP Support from Communications Toolbox. MathWorks. URL: <https://www.mathworks.com/hardware-support/usrp.html> (дата обращения: 20.04.2022).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры PCuB СПбГУТ, доктором технических наук, доцентом Фокиным Г. А.

УДК 535.14, 372.862
ГРНТИ 29.31

А. И. Андрунин (студент гр. ИКТФ-16м, СПбГУТ)
М. С. Былина (к. т. н., доцент, зав. кафедрой ФилС, СПбГУТ),
BylinaMaria@mail.ru

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА С ОТЛОЖЕННЫМ ВЫБОРОМ

В данной работе представлена виртуальная лабораторная установка для изучения эксперимента с отложенным выбором на основе интерферометра Маха-Цендера. Она симулирует мысленный эксперимент Джона Уилера, который опровергает теорию «скрытых параметров». Данная теория утверждает, что фотоны «знают» (благодаря некоторым ненаблюдаемым, но реально существующим параметрам), какой эксперимент над ними осуществляется и «подстраивают» под него свое поведение.

интерференция, одиночный фотон, квантовое состояние, вектор состояния, интерферометр Маха-Цендера, мысленный эксперимент, эксперимент с отложенным выбором, теория «скрытых параметров», виртуальная лабораторная работа.

Andryunin A., Bulin M. Virtual Laboratory Installation to Study the Experiment with Delayed Selection.

This paper presents a virtual laboratory setup for studying a delayed-choice experiment based on the Mach-Zehnder interferometer. She simulates John Wheeler's thought experiment, which refutes the theory of "hidden parameters". This theory asserts that photons "know" (thanks to some unobservable, but actually existing parameters) which experiment is being carried out on them and "adjust" their behavior to it.

Key words: interference, single photon, quantum state, state vector, Mach-Zehnder interferometer, thought experiment, experiment with delayed selection, theory of "hidden parameters", virtual laboratory work.

Квантовая механика хорошо описывает поведение микрочастиц, таких как электроны или фотоны, позволяя предсказывать результаты различных экспериментов. Ни один известный опыт в настоящее время не противоречит квантовой механике [1]. Однако многие предсказания квантовой механики противоречат нашим интуитивным представлениям. Например, фотон в интерферометре Маха-Цендера может вести себя и как электромагнитная волна, и как частица в зависимости от условий эксперимента.

Чтобы примирить квантовые предсказания со здравым смыслом, была выдвинута теория «скрытых параметров», благодаря которым квантовый объект заранее «знает», какой именно эксперимент будет проведен, и адаптирует свое поведение к этому эксперименту [2]. Представленная в работе

виртуальная лабораторная установка Delayed choice experiments (эксперименты с отложенным выбором) позволяет провести «мысленный эксперимент», предложенный Джоном Уилером, который опровергает эту теорию [3].

Схема лабораторной установки показана на рисунке. Она содержит источник одиночных фотонов, интерферометр Маха-Цендера (ИМЦ), состоящий из двух полупрозрачных (BS1 и BS2) и двух непрозрачных (M1 и M2) зеркал и два детектора одиночных фотонов (D1 и D2).

Источник испускает одиночный фотон, который проходит через ИМЦ и регистрируется одним из двух детекторов. Как только фотон оказывается внутри ИМЦ (после взаимодействия с зеркалом BS1), экспериментатор выбирает, удалить зеркало BS2 или нет. При наличии BS2 на детекторах D1 и D2 будет наблюдаться интерференционная картина, демонстрирующая волновое поведение фотона. При удалении BS2 интерференционная картина разрушается, подтверждая корпускулярное поведение фотона.

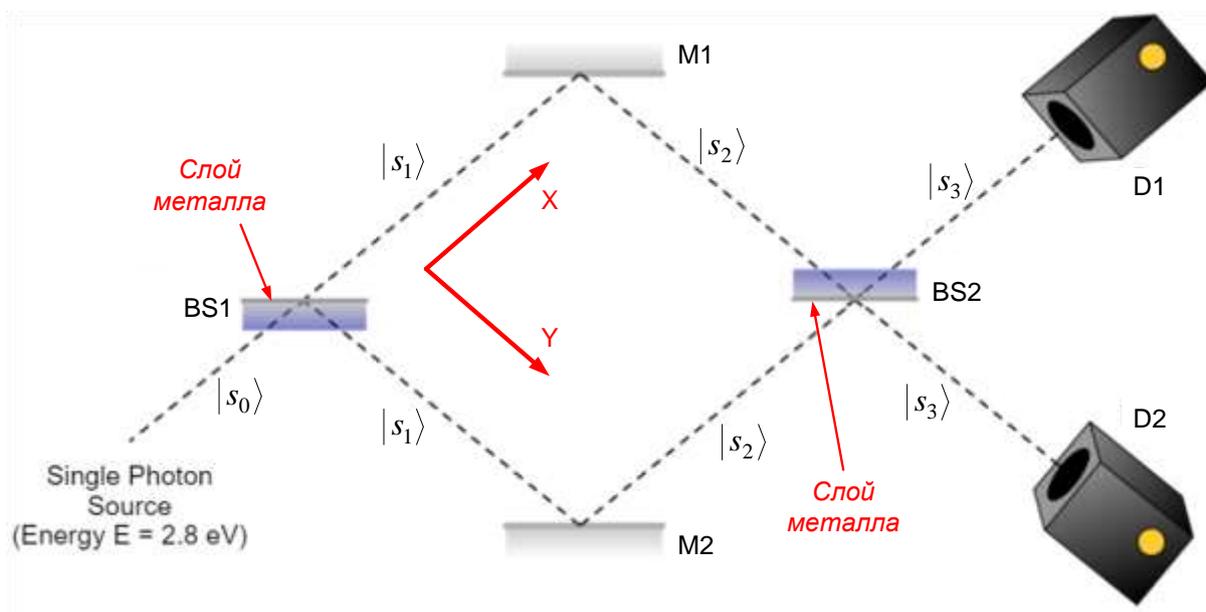


Рисунок. Виртуальная установка для изучения эффекта с отложенным выбором

С помощью панели управления можно изменить начальные условия эксперимента – удалить из ИМЦ зеркало BS2. В этом варианте экспериментатор выбирает установить зеркало BS2 или нет. Выбор, как и в предыдущем случае, осуществляется после того, как фотон оказался внутри ИМЦ.

Если теория «скрытых параметров» верна, то при отложенном внесении или удалении BS2 вероятности срабатывания детекторов D1 и D2 не должны изменяться. В действительности вероятности изменяются, что опровергает данную теорию.

Рассмотрим работу схемы (рис.). В квантовой механике состояние фотона описывается вектором в гильбертовом пространстве [3, 4]. В данной

установке фотон характеризуется направлением распространения вдоль оси X или вдоль оси Y . Поэтому можно ввести двумерное гильбертово пространство векторов состояния, образованное двумя ортогональными базисными векторами:

$$|X\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, |Y\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

описывающими фотоны, распространяющиеся вдоль взаимно перпендикулярных осей X и Y соответственно.

Тогда состояние фотона $|s\rangle$ в любой точке оптической схемы может быть описано вектором, представляющим собой линейную комбинацию базисных векторов:

$$|s\rangle = A \cdot |Y\rangle + B \cdot |X\rangle, \quad (2)$$

где A и B – комплексные амплитуды вероятности, позволяющие рассчитать вероятности P_X и P_Y обнаружения, что фотон движется вдоль оси X или Y соответственно:

$$P_X = |\langle X|s\rangle|^2 = |A|^2, P_Y = |\langle Y|s\rangle|^2 = |B|^2. \quad (3)$$

На вход схемы (рис. 1) поступает фотон, направление распространения которого совпадает с осью X , то есть в состоянии $|s_0\rangle = |X\rangle$.

Действие компонентов схемы на состояние фотона описывается матричными операторами. Зеркало представляет собой стеклянную пластину, на одну из сторон которой нанесен отражающий слой металла. Соотношение между коэффициентами отражения R и пропускания T зеркала зависит от толщины отражающего слоя. Для BS1 и BS2 $R = T = 0.5$, для M1 и M2 $R = 1, T = 0$.

Для описания интерференционных явлений необходимо учитывать изменение фазы излучения в результате взаимодействия с зеркалами. Известно, что при падении света на границу раздела двух сред со стороны менее плотной среды вектор E напряженности электрического поля в отраженной волне изменяет свое направление на противоположное, то есть его фаза изменяется на π -радиан. В нашем случае это происходит при падении света на границу воздух-металл.

Для полупрозрачных зеркал, строго говоря, нужно учесть также изменение фазы E в прошедшей волне. Однако в лабораторном комплексе зеркала BS1 и BS2 считаются идентичными, то есть это изменение фазы не влияет на результаты расчета вероятностей регистрации фотона, и для упрощения расчетных соотношений не учитывается.

Принимая во внимание расположение зеркал по отношению к направлению распространения фотона, определим их матричные операторы [5]:

$$BS_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{i\pi} & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, BS_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & e^{i\pi} \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad (4)$$

$$M = M_1 = M_2 = \begin{pmatrix} 0 & e^{i\pi} \\ e^{i\pi} & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Рассчитаем вектор состояния фотона после взаимодействия с BS1:

$$|s_1\rangle = BS_1|s_0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} (|X\rangle + |Y\rangle).$$

Рассчитаем вектор состояния фотона после взаимодействия с M1 и M2:

$$|s_2\rangle = M|s_1\rangle = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = -\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = -\frac{1}{\sqrt{2}} (|X\rangle + |Y\rangle).$$

Если экспериментатор не убрал из схемы зеркало BS2, то вектор состояния фотона на входах детекторов:

$$|s_3\rangle = BS2|s_2\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \left[-\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \right] = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = |X\rangle.$$

Поскольку вектор состояния $|s_3\rangle$ совпадает с базисным вектором $|X\rangle$, срабатывать будет только детектор D1. Подтвердим это расчетом вероятностей по выражению (3):

$$P_1 = |\langle X|s_3\rangle|^2 = \left| \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right|^2 = 1, P_2 = |\langle Y|s_3\rangle|^2 = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right|^2 = 0.$$

Если экспериментатор убрал из схемы зеркало BS2, то на входы детекторов фотон приходит в состоянии $|s_2\rangle$. В этом случае теоретические вероятности его детектирования детекторами D1 и D2 в соответствии с (3) равны:

$$P_1 = |\langle X|s_2\rangle|^2 = \left| -\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \right|^2 = 0.5,$$

$$P_2 = |\langle Y|s_2\rangle|^2 = \left| -\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \right|^2 = 0.5$$

Таким образом, для объяснения наблюдаемых явлений не требуется предположение о наличии «скрытых» параметров.

Студентам предлагается теоретически рассчитать вероятности срабатывания детекторов D1 и D2 по приведенным выше выражениям для всех исследуемых модификаций схемы на рис. 1, а затем провести экспериментальное исследование – с помощью панели управления инициировать генерацию источником одиночного фотона, наблюдать его распространение и фиксировать номер сработавшего детектора. Этот эксперимент проводится многократно для двух случаев – удаления и внесения зеркала BS2 во время нахождения фотона внутри ИМЦ. Затем определяются количества N_1 и N_2 срабатываний детекторов D1 и D2 и рассчитываются соответствующие наблюдаемые вероятности срабатывания:

$$P_{1o} = \frac{N_1}{N_1+N_2}, P_{2o} = \frac{N_2}{N_1+N_2} \quad (6)$$

Результаты теоретических расчетов и экспериментальных исследований студенты оформляют в виде таблицы 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты измерений и расчетов

BS2 в схеме	Кол-во фотонов, ед.	Число срабатываний D1, D2		Вероятности срабатывания D1, D2					
				до манипуляции с BS2		после манипуляции с BS2			
		N_1	N_2	P_1	P_2	P_1	P_{1o}	P_2	P_{2o}
удал.	5								
	10								
	15								
	20								
внес.	5								
	10								
	15								
	20								

В результате выполнения работы студенты закрепляют и углубляют свои знания о квантовых объектах и их состояниях, экспериментально убеждаются в существовании квантовой суперпозиции, приводящей к интерференции одиночных фотонов, и несостоятельности теории «скрытых параметров», исследуют влияние экспериментатора на поведение квантовых объектов, учатся применять математический аппарат квантовой механики.

Возможности лабораторной установки не ограничены схемами и экспериментами, представленными в статье, и позволяют предлагать студентам различные задания не только учебного, но и исследовательского уровня.

Предлагаемая лабораторная работа является частью разработанного и внедренного в учебный процесс СПбГУТ комплекса виртуальных работ, посвященных квантовым явлениям.

Список используемых источников

1. Чернов П. С. Квантовая механика: конспект лекций (избранные вопросы). Пенза.: Издательство Пензенского университета, 2013. 126 с.
2. Xiao-song Ma, Johannes Kofler, and Anton Zeilinger. Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // Rev. Mod. Phys. 88, 015005 – Published 3 March 2016.
3. Виртуальная лабораторная установка Delayed choice experiments (Open source software). URL: https://www.st-andrews.ac.uk/physics/quvis/simulations_html5/sims/DelayedChoice/DelayedChoice.html (дата обращения: 07.05.2022).
4. Никитин Н. В., Томс К. С., Фотина О. В. Аксиомы квантовой. Москва: Университетская книга, 2015. 130 с.
5. Задорин А. С., Махорин Д. А. Матричное описание трансформации квантовых состояний одиночных фотонов в последовательности разбалансированных интерферометров Маха–Цендера // Доклады ТУСУР. Сентябрь 2015. № 3 (37).

УДК 535.4
ГРНТИ 29.31

С. А. Горанская (студентка гр. ИКМ-12з, СПбГУТ),
svetlancho.zueva@yandex.ru

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ЗАПИСИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГОЛОГРАММ

Приводятся результаты разработки компактной экспериментальной установки для регистрации и восстановления голограмм. Используется схема голографии Фурье с записью голограмм и восстановленных изображений на матричном фотоприемнике и вводом сигналов в оптическую систему с помощью жидкокристаллической матрицы. Для снижения требований к разрешающей способности регистрирующей среды применяется метод вычитания нулевого порядка.

фурье-голограмма, электронный метод записи и восстановления голограмм, регистрация голограмм на матричном фотоприемнике, жидкокристаллическая матрица для ввода сигналов, вычитание нулевого порядка.

Goranskaya S. Development of an Experimental Setup Scheme for the Study of Recording Methods and Restoring Holograms.

The results of the development of a compact experimental setup for recording and restoring holograms are presented. A Fourier holography scheme is used with recording of holograms and reconstructed images on a matrix photodetector and input of signals into the optical system

using a liquid crystal matrix. To reduce the requirements for the resolution of the recording medium, the zero-order subtraction method is used.

Key words: fourier hologram, electronic method of recording and restoring holograms, registration of holograms on a matrix photodetector, liquid crystal matrix for signal input, zero-order subtraction.

Методы голографии находят широкое применение в различных областях науки и техники. Исследования голографических методов продолжается и в настоящее время. При получении голограмм используются, как правило, крупногабаритные голографические установки со специальными устройствами их защиты от внешних вибраций, а также процессы мокрого проявления фотопластинок, что неудобно и дорого. Изучение голографии и исследования по её применению можно проводить, однако, и на компактных оптических установках. В частности, это относится к голографии Фурье, в которой на голограмме записывается пространственный спектр голографируемого объекта или изображения, который обычно имеет небольшие размеры. Для такой голографической записи можно использовать вместо фотопластинки небольшой матричный фотоприемник. При этом снижаются требования и к размерам оптики опорного пучка, так что общие размеры голографической установки и ее стоимость могут быть уменьшены. Электронная регистрация голограммы на матричном фотоприемнике позволяет также избавиться от процесса мокрого проявления фотопластинок и от затрат на их приобретение.

Ввод голографируемого изображения в оптическую систему также удобно осуществлять электронным способом, с помощью пространственного модулятора света (ПМС), который работает в реальном масштабе времени. Если голограмму, записанную на фотоприемнике переносить электронным способом на тот же ПМС, то восстановление голограммы можно осуществлять в той же оптической схеме, что и запись, поскольку для голографии Фурье схема формирования объектного пучка при записи и схема восстановления голограммы совпадают. Получаемое на выходе оптической системы восстановленное изображение может быть зарегистрировано тем же фотоприемником, что и запись голограммы. Использование одной оптической системы для записи и восстановления голограмм также уменьшает габариты голографической установки.

Недостатком записи голограммы на матричном фотоприемнике является ограниченное число её разрешимых точек, однако в цифровой голографии были разработаны методы борьбы с этим недостатком. Одним из наиболее простых из них, является метод устранения нулевого порядка при записи голограммы [1].

За основу разрабатываемой голографической установки был взят действующий макет оптического фурье-процессора с жидкокристаллической (ЖК) матрицей на входе. Схема макета приведена на рис. 1.

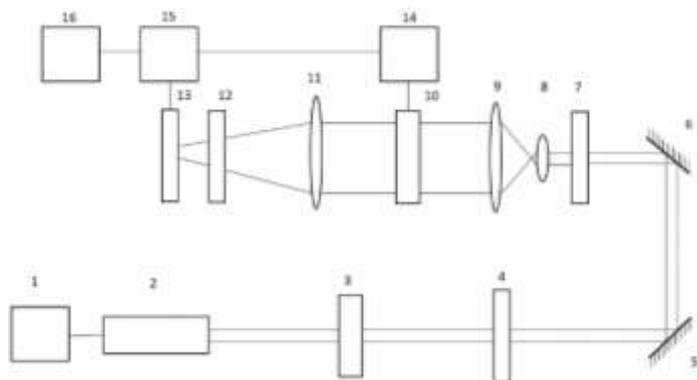


Рис. 1. Схема макета фурье-процессора

Схема макета включает в себя полупроводниковый лазер 2 с источником питания 1, поляризаторы 4, 7 и 12, коллиматор, состоящий из двух линз 8 и 9, жидкокристаллический (ЖК) ПМС 10, фурье-объектив 11, WEB-камеру 13, компьютер 15, блок управления ЖК матрицей 14, и монитор 16.

Система работает следующим образом. Свет полупроводникового лазера 2 пропускается через ослабляющий нейтральный фильтр 3 и поляризатор 4, затем проходит через поляризатор, ось которого совпадает с положением оси поляризации молекул ЖК на входе ПМС. Затем пучок расширяется с помощью телескопической системы линз и модулируется в ПМС по поляризации, после чего осуществляется преобразование Фурье входного пространственного сигнала с помощью интегрирующего объектива, в фокусе которого расположена WEB-камера (со снятым объективом). Перед камерой 13 помещен поляризатор-анализатор, ось которого ортогональна оси поляризатора. Это обеспечивает подавление немодулированной компоненты света, прошедшей через ЖК ПМС. Входные изображения вводятся в ПМС из памяти компьютера с использованием одного из блоков управления матрицами цветного видеопроектора. Выходные сигналы WEB-камеры вводятся в память компьютера для дальнейшей обработки и для вывода на монитор компьютера. Поляризация лазера и поляризаторы оптической системы настраиваются так, чтобы при подаче максимального сигнала на матрицу на выходе наблюдалась максимальная интенсивность света, а при нулевом сигнале управления интенсивность была минимальной.

Как следует из приведенной оптической схемы, в макете полностью реализована схема формирования объектного пучка для записи квази-фурье-голограммы [2], она же и схема восстановления голограммы (см. выше).

Для реализации полной голографической схемы к рассмотренной схеме макета необходимо добавить только элементы опорного пучка, как показано на рис. 2.

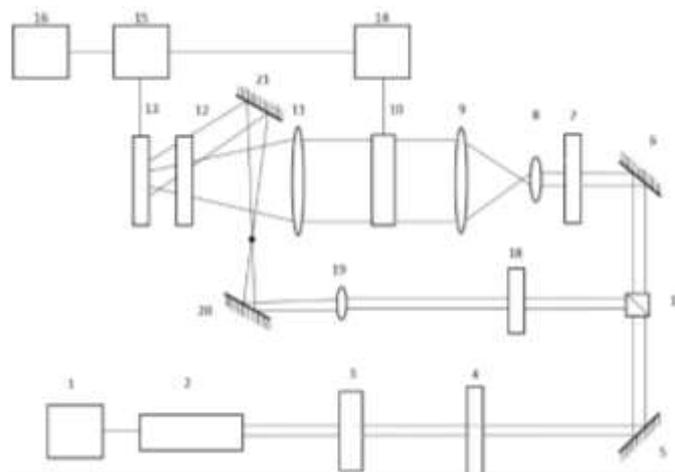


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для записи и восстановления голограмм

Показанная на рис. 2 схема формирования опорного пучка отличается от известной схемы квази-фурье-голограммы [2] тем, что свет от опорного пучка не проходит через объектив, поскольку формирование классической схемы в данном макете не представляется возможным из-за ограниченного пространства перед объективом. Поэтому было предложено сформировать опорный пучок после фурье-объектива и вывести его на голограмму с помощью зеркал 20 и 21. В этой схеме расстояние от точечного источника до фотоприемника следует выбирать с учетом того, что кривизна волнового фронта опорного пучка в плоскости голограммы должна быть равна кривизне волновых фронтов от точек входного изображения на ЖК ПМС, с учетом их преломления в объективе, как показано на рис. 3.

При формировании опорного пучка в схеме на рис. 2 его интенсивность можно регулировать с помощью поляроидов 4 и 12. При выборе соотношения интенсивностей опорного и предметного пучков следует учитывать, что поляроиды 7 и 12 обеспечивают работу ЖК матрицы, а поляроиды 12 и 4 влияют на интенсивность как опорного, так и предметного пучков. Предварительное рассмотрение показало, что это преодолимая проблема.

Таким образом, разработанная схема экспериментальной установки, показанная на рис. 2, позволяет обойтись минимумом технических и финансовых затрат при ее реализации, удобна в эксплуатации и должна обеспечить требуемые параметры при регистрации и восстановлении голограмм.

Список используемых источников

1. LI Junchang, SONG Oinghe, TANKAM Patrice, PICART Pascal, Eliminating Zero-order Diffraction in the Digital Holography Wavefront Reconstruction with Adjustable Magnification. Kunming University of Science and Technology.2010; 73870A-1. (In Engl.)
2. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография. Москва: Изд-во «МИР», 1973. 241с.

Статья представлена научным руководителем, профессор кафедры ФилС СПбГУТ, доктором физико-математических наук, профессором Роговым С. А.

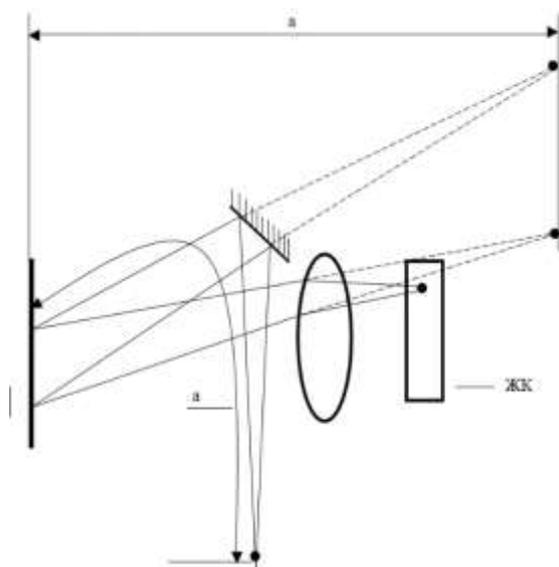


Рис. 3. Схема формирования опорного пучка

УДК 004.25 + 004.27 + 004.3 + 621.39 + 621.3.049.77
ГРНТИ 50.43.15

С. Г. Некрасов (студент гр. ИКВТ-01, СПбГУТ), poshta-nekrasov@yandex.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА НА ПЛИС

В статье рассматривается возможность проектирования на программируемых логических интегральных схемах FPGA Cyclone V конечного автомата для управления механическим устройством. В качестве примера представляется конечный автомат служащий для управления башенным краном. Автомат смоделирован в пакете ModelSim и произведено его макетирование в лаборатории кафедры ПИиВТ на макете DE-1SoC.

программируемая логическая интегральная схема, система автоматического проектирования, устройство управления электроприводом, конечный автомат.

Nekrasov S. Control System Design Mechanical Device on PLIC.

The article discusses the possibility of designing a finite state machine for controlling a mechanical device on PLIC FPGA Cyclone V. As an example, a finite state machine serving to control a tower crane is presented. The automaton was modeled in the ModelSim package and its layout was made in the laboratory of the Department of CESE on the DE-1SoC layout.

Key words: programmable logic integrated circuit, automatic design system, electric drive control device, finite state machine.

В связи с существующей тенденцией к снижению стоимости цифровой техники представляется возможным и экономически целесообразным создание систем управления электромеханическими приводами на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) или микроконтроллера. Рассмотрим общие принципы управления электромеханическими приводами.

Под управлением в электроприводе понимают такую организацию преобразования электрической энергии в механическую, при которой обеспечивается необходимый закон изменения во времени регулируемых координат и реализуется требуемый алгоритм функционирования электропривода и обслуживаемого им устройства.

Электропривод как изделие всегда поставляется со встроенным устройством управления, которое придает ему определенные свойства. При этом



Рис. 1. Схема управления электроприводом

управление электроприводом сводится к формированию задающего воздействия от системы управления верхнего уровня как показано на рис. 1. Все остальные операции управления по воспроизведению заданного значения выполняются внутренним устройством управления электропривода [1].

Основанием для выбора использования ПЛИС для реализации устройства управления электроприводом верхнего уровня является тот факт, что ПЛИС имеет ряд важных для такой системы преимуществ: быстродействие, малое электропотребление, относительно низкую стоимость, а также высокий уровень интеграции. В то же время микроконтроллеры имеют ограниченные возможности производительности. Обычно микроконтроллеры имеют фиксированную память, узкий диапазон аналоговых сигналов, фиксированный канал широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Недостаток ресурсов проявляется при реализации сложных алгоритмов обработки информации с высокими требованиями к производительности, при контроле нагрузки, коррекции положения, скорости и других параметров электроприводов [2]. Так же, если имеется необходимость в нескольких электродвигателях, то необходимо включение дополнительных микроконтроллеров, что повысит стоимость системы. При использовании ПЛИС повышается эффективность функционирования электроприводов в системах управления, позволяя легче масштабировать производительность [2].

Далее в работе рассматривается синтез конечного автомата для управления механическим устройством на примере условного башенного крана. Башенный кран состоит из башни, стрелы, опорной части, опорно-поворотного устройства, кабины оператора, механизмов подъема груза, поворота стрелы, изменения вылета тележки [3]. Следовательно, башенный кран имеет следующие координаты для управления:

- угол поворота стрелы;
- высота подъема;
- вылет вагонетки.

В качестве примера возьмем параметры башенного крана БК-100.2. Кран имеет стрелу длиной 20 м, высоту подъема крюка 31 м [3]. Вылет вагонетки примем за длину стрелы. Башня крана может повернуться на 360 градусов вокруг своей оси. Проектируемое устройство управления должно формировать следующие сигналы управления:

- поворот стрелы вокруг своей оси;
- передвижение вагонетки по стреле;
- подъем и опускание крана.

Определив параметры модели и требуемые воздействия, построим диаграмму переходов для проектируемого устройства. Полученная диаграмма представлена на рис. 2.

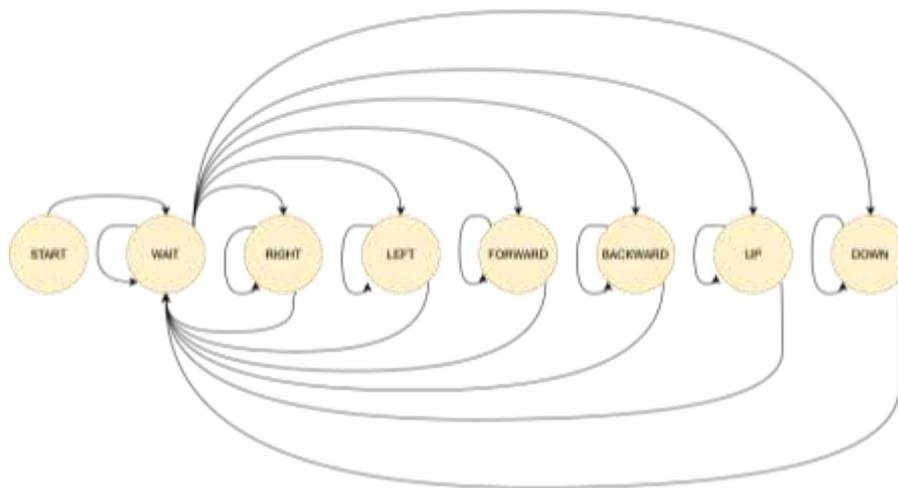


Рис. 2. Диаграмма переходов конечного автомата

Определим управляющие сигналы для конечного автомата. Сигналы *right*, *left*, *up*, *down* будут использованы для поворота стрелы крана, изменения высоты груза и вылета вагонетки. Сигналы *rotate_mode*, *jib_mode* задают переключения режима управления (поворот, изменение высоты, изменение вылета вагонетки). По заданным управляющим сигналам построим условия переходов (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Условия переходов состояний конечного автомата

Текущее состояние	Условие перехода	Следующее состояние
START	-	WAIT
WAIT	<code>right && rotate_mode && !jib_mode</code>	RIGHT_ROTATION
	<code>left && rotate_mode && !jib_mode</code>	LEFT_ROTATION
	<code>left && rotate_mode && jib_mode && radius < 20</code>	CART_FORWARD_MOVE
	<code>right && rotate_mode && jib_mode && radius > 0</code>	CART_BACKWARD_MOVE
	<code>up && !rotate_mode && height < 31</code>	UP
	<code>down && !rotate_mode && height > 0</code>	DOWN
	<code>attach</code>	ATTACH_CRATE
RIGHT_ROTATION	<code>!right</code>	WAIT
LEFT_ROTATION	<code>!left</code>	WAIT
CART_FORWARD_MOVE	<code>!left radius == 20</code>	WAIT
CART_BACKWARD_MOVE	<code>!right radius == 0</code>	WAIT
UP	<code>!up height == 31</code>	WAIT
DOWN	<code>!down height == 0</code>	WAIT

Текущее состояние	Условие перехода	Следующее состояние
ATTACH_CRATE	-	WAIT

При запуске устройство из состояния сброса переходит в состояние ожидания команды, в котором пребывает до получения команды от оператора-человека. В зависимости от управляющих сигналов, устройство может перейти в состояние поворота, изменения высоты крана или выноса вагонетки. Отклик работы механической части крана имитируется задержкой таймера. Показания информационно-измерительной системы (угол поворота, высота крана, вынос вагонетки) имитируются счетчиком откликов таймера. Моделирование произведено в пакете ModelSim, в результате которого было получено устройство, схема которого отображена на рис. 3.

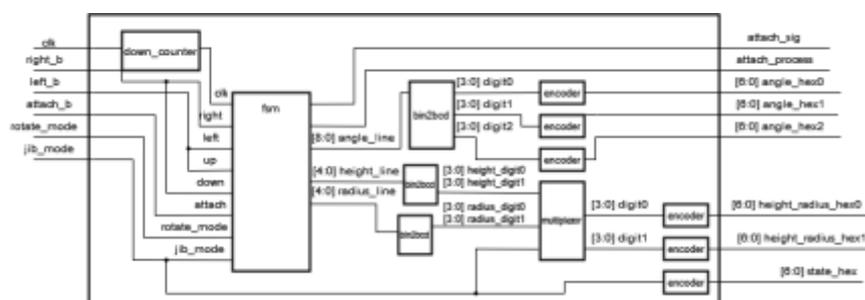


Рис. 3. Схема смоделированного устройства

В дальнейшем было произведено макетирование полученного устройства на макете DE-1SoC. В качестве манипуляторов были использованы тумблеры и кнопки макета. Таймер реализован с помощью счетчика прихода положительного фронта тактового сигнала. Данные об угле поворота, высоте крюка и вылете вагонетки с выводятся на семисегментные индикаторы макета. В результате работы получено устройство, имитирующее работы башенного крана. На основе полученного конечного автомата возможно синтезировать устройство управления реальным башенным краном. Для этого необходимо сформировать управляющие сигналы для реального устройства, а также реализовать обработку сигналов от измерительных устройств.

Список используемых источников

1. Бекишев Р.Ф., Дементьев Ю.Н. Электропривод. Учебное пособие. : Юрайт. 2019. 161 с.
2. Вычужанин В. А. Методика проектирования оптимальных систем управления электродвигателями на ПЛИС // Современная электроника. 2011. № 7. С. 54–59.
3. Паргаманик И. М. Грузоподъемные краны стрелового типа. Справочное пособие. Москва: Энергоатомиздат. 1992. 141 с.

Статья представлена заведующим кафедрой ПИиВТ СПбГУТ, доктором технических наук, доцентом Киричком Р. В.

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.29

Д. А. Орлов (студент гр. ИКТБ-08м, СПбГУТ), orlovsut62@gmail.com

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СХЕМЫ ПРОВЕРЯЕМОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТА

Рассматривается система электронного голосования с использованием гомоморфной схемы шифрования, основанной на задаче дискретного логарифмирования. Для доказательства корректности заполнения бюллетеня используется неинтерактивный протокол Чаума-Педерсена для доказательства принадлежности зашифрованного значения множеству $\{1, -1\}$. Во избежание раскрытия отдельных голосов организаторами голосования в данной системе предлагается наличие нескольких выборных представителей, среди которых голос распределяется таким образом, чтобы только группа представителей в количестве больше некоторого порога могла дешифровать голос.

проверяемое разделение секрета, дистанционное электронное голосования, избиратель, проверка правильности заполнения бюллетеня, выборный представитель.

Orlov D. Analysis of the Electronic Voting System Based on the Scheme Verifiable Secret Separation.

An electronic voting system using a homomorphic encryption scheme based on the discrete logarithm problem is considered. To prove the correctness of filling out the bulletin, the non-interactive Chaum-Pedersen protocol is used to prove that the encrypted value belongs to the set $\{1, -1\}$. In order to avoid disclosure of individual votes by the organizers of voting in this system, it is proposed to have several elected representatives, among whom the vote is distributed in such a way that only a group of representatives in an amount greater than a certain threshold can decrypt the vote.

Key words: verifiable secret sharing, remote electronic voting, voter, verification of the correctness of filling out the ballot, elected representative.

Схема дистанционного электронного голосования (ДЭГ) рассматривается как набор протоколов, которые предоставляют группе избирателей возможность отдавать свои голоса, при этом позволяя органам власти собирать голоса, подсчитывать и сообщать окончательный результат, который проверяется счетчиками.

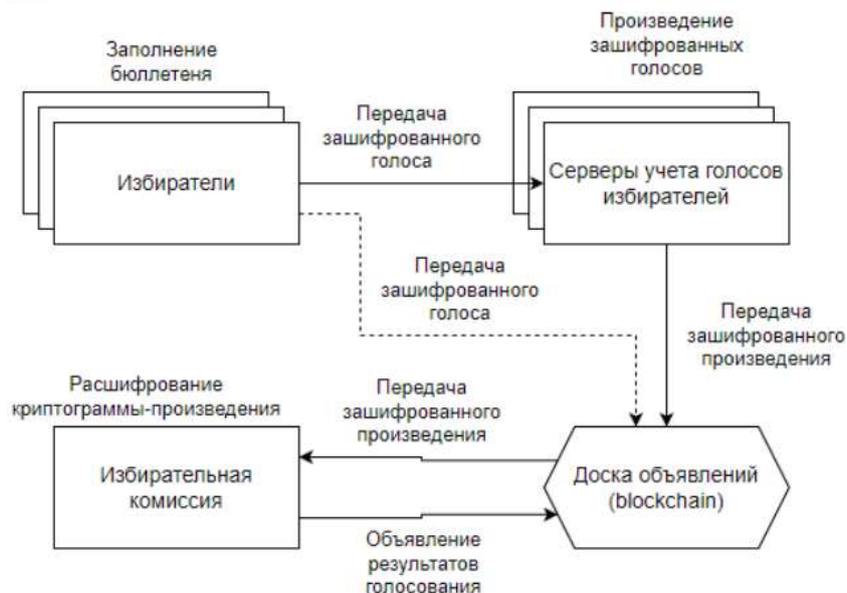


Рис. 1. Типовая схема ДЭГ

В типовой схеме ДЭГ, представленной на рис. 1, генерируются открытый и закрытый ключи. Открытые ключи избиратели получают после их идентификации в системе. Бюллетени, содержащие выбор избирателей, шифруются открытым ключом и отправляются на сервер. Сервер, приняв криптограммы от всех избирателей, перемножает их и отправляет полученное значение в избирательную комиссию. Избирательная комиссия расшифровывает полученную криптограмму с помощью секретного ключа и определяет сумму голосов, поданных за каждого кандидата.

К системе ДЭГ предъявляются следующие требования со стороны угроз административного ресурса [1]:

- конфиденциальность (секретность): никто не должен иметь возможности определить, как проголосовал тот или иной избиратель;
- анонимность: результат голосования каждого избирателя должен оставаться втайне от других участников, включая выборных представителей;
- проверяемость: должна быть возможность проверить правильность учета всех голосов при окончательном подсчете;
- надежность: даже в случае многочисленных или серьезных сбоев (таких как потеря интернет-соединения) система должна быть надежной, и не должно произойти потери голоса.

Описанная типовая схема имеет ряд уязвимостей:

- уязвимость, при которой избирательная комиссия при сговоре с сервером может подделать голоса избирателей;
- уязвимость, при которой избирательная комиссия расшифровывает голоса раньше поставленного срока и оказывает влияние на дальнейший процесс голосования (агитация, «вброс голосов»);

- перехват и расшифровка голоса при его передаче по каналу связи;
- атака сговора выборных представителей (что приведет к преждевременной расшифровке голосов), которым избиратели не могут полностью доверять;
- искажение выборными представителями результатов голосования;
- создание копии ключа расшифрования и его использование для расшифровки заранее записанных голосов отдельных избирателей.

Для защиты от таких уязвимостей предлагается использование системы ДЭГ с разделением голосов избирателей среди нескольких выборных представителей.

Для обеспечения надежности и честности выборов необходимо, чтобы схема ДЭГ позволяла каждому участнику голосования убедиться в правильности действий остальных участников схемы. Следовательно, необходимо обеспечить схему ДЭГ:

- проверкой корректности заполнения бюллетеней избирателями;
- проверкой частичной расшифровки голосов выборными представителями;
- проверка долей, полученных выборными представителями от избирателей.

Проверка корректности заполнения бюллетеней избирателями строится на основе неинтерактивного протокола Чаума-Педерсена, представленного на рис. 2. В нем на этапе инициализации определяются p и q – большие простые числа, $p - 1 \equiv 0 \pmod{q}$. g – элемент порядка q группы Z_p^* , т. е. $g^q \equiv 1 \pmod{p}$. $h \in Z_p^*$ – открытое общедоступное число, однако такое, что $x \in Z_q$, где $g^x = h \pmod{p}$, никому неизвестно, в т. ч. и избирателю.

Доказывающий	Проверяющий
$b = 1$	$b = -1$
$\alpha, r_1, d_1, w_2 \in_{\mathbb{R}} Z_q$	$\alpha, r_2, d_2, w_1 \in_{\mathbb{R}} Z_q$
$B \leftarrow g^\alpha h$	$B \leftarrow g^\alpha / h$
$a_1 \leftarrow g^{r_1} (Bh)^{-d_1}$	$a_1 \leftarrow g^{w_1}$
$a_2 \leftarrow g^{w_2}$	$a_2 \leftarrow g^{r_2} (B/h)^{-d_2}$
$c = H(B, a_1, a_2)$	$c = H(B, a_1, a_2)$
$d_2 \leftarrow c - d_1$	$d_1 \leftarrow c - d_2$
$r_2 \leftarrow w_2 + \alpha d_2$	$r_1 \leftarrow w_1 + \alpha d_1$

$$\underline{B, proof(B) = (d_1, d_2, r_1, r_2)} \rightarrow$$

$$d_1 + d_2 \stackrel{?}{=} H(B, g^{r_1} (Bh)^{-d_1}, g^{r_2} (B/h)^{-d_2})$$

Рис. 2. Неинтерактивный протокол Чаума-Педерсена для доказательства принадлежности зашифрованного значения множеству $\{1, -1\}$

Поскольку в рассматриваемой далее схеме ДЭГ схема проверяемого разделения секрета используется для разделения голосов избирателей, а сами голоса не шифруются, то необходимость в проверке частичной расшифровки голосов выборными представителями отсутствует. Вместо этого каждый участник системы ДЭГ способен проверить суб-подсчет суммы голосов (S_j, T_j) , рассчитанный и опубликованный выборными представителями.

Кроме того, каждый выборный представитель A_j способен проверить доли $(a_{ij}, b_{ij}) = (G_i(j), H_i(j))$, полученную от избирателя V_i .

Рассмотрим схему ДЭГ с разделением голосов избирателей на основе схемы проверяемого разделения секрета Педерсена [2].

Строительство бюллетеня

Избиратель V_i случайным образом выбирает b_i из $\{1, -1\}$ и вычисляет бюллетень $B_i = g^{\alpha_i} h^{b_i}$, где α_i выбирается случайным образом из Z_q . Избиратель также вычисляет $proof(B_i)$. Наконец, избиратель определяет многочлены G_i и H_i ,

$$G_i(x) = \alpha_i + \alpha_{i1}x + \dots + \alpha_{i,t-1}x^{t-1}, H_i(x) = b_i + \beta_{i1}x + \dots + \beta_{i,t-1}x^{t-1},$$

где коэффициенты $\alpha_{il}, \beta_{il}, 1 \leq l < t$, выбираются случайным образом из Z_q . Также по данным коэффициентам избиратель вычисляет обязательства

$$B_{il} = g^{\alpha_{il}} h^{\beta_{il}}.$$

Избиратель размещает $B_i, proof(B_i), B_{i1}, \dots, B_{i,t-1}$ на доске объявлений.

Все участники проверяют правильность формирования бюллетеня B_i путем проверки $proof(B_i)$.

Избиратель отправляет соответствующие доли $(a_{ij}, b_{ij}) = (G_i(j), H_i(j))$ выборному представителю A_j по частному каналу.

Каждый орган проверяет полученную долю (a_{ij}, b_{ij}) , проверяя, что

$$g^{a_{ij}} h^{b_{ij}} = B_i \prod_{l=1}^{t-1} B_{ij}^l.$$

Голосование

Чтобы проголосовать, V_i просто публикует $s_i \in \{1, -1\}$ такое, что $v_i = b_i s_i$ представляет желаемый голос.

Подсчет голосов

Каждый орган A_j публикует сумму $S_j = \sum_{i=1}^m a_{ij} s_i$ и суб-подсчет $T_j = \sum_{i=1}^m b_{ij} s_i$.

Каждый счетчик проверяет долю (S_j, T_j) , размещенную органом A_j , проверяя, что

$$g^{S_j} h^{T_j} = \prod_{i=1}^m \left(B_i \prod_{l=1}^{t-1} B_{il}^{j^l} \right)^{s_i}.$$

Из t пар (j, T_j) , соответствующих выборным представителям, для которых доли (S_j, T_j) верны, каждый счетчик может вычислить окончательный результат T по формуле:

$$T = \sum_{j \in A} T_j \prod_{l \in A \setminus \{j\}} \frac{l}{l-j},$$

где A обозначает множество из t корректных выборных представителей.

В итоге, совокупное значение $T = \sum_{i=1}^m v_i$, уменьшенное по модулю q , так что $-q/2 < T < q/2$, представляет собой общее количество голосов «за» минус общее количество голосов «против», следовательно, общее количество голосов «за» составляет $(m + T)/2$. Очевидное требование состоит в том, чтобы $m < q/2$.

В работе [2] утверждается, что представленная схема ДЭГ удовлетворяет требованиям проверяемости, надежности и конфиденциальности.

Пусть $G(x) = \sum_{i=1}^m s_i G_i(x)$ и $H(x) = \sum_{i=1}^m s_i H_i(x)$ для каждого проверенного выборного представителя A_j . Тогда

$$\begin{aligned} g^{G(j)} h^{H(j)} &= g^{\sum_{i=1}^m s_i G_i(j)} h^{\sum_{i=1}^m s_i H_i(j)} = g^{\sum_{i=1}^m s_i a_{ij}} h^{\sum_{i=1}^m s_i b_{ij}} = \\ &= \prod_{i=1}^m (g^{a_{ij}} h^{b_{ij}})^{s_i} = \prod_{i=1}^m \left(B_i \prod_{l=1}^{t-1} B_{il}^{j^l} \right)^{s_i}. \end{aligned}$$

Исходя из предположения, что проверка подсчета для (S_j, T_j) выполняется, имеем $g^{G(j)} h^{H(j)} = g^{S_j} h^{T_j}$, откуда следует, что $S_j = G(j)$ и $T_j = H(j)$.

Как следствие, окончательный подсчет T действительно равен $H(0)$ и, таким образом, представляет собой результат выборов, если проверка подсчета верна по крайней мере для t выборных представителей.

Таким образом, соблюдается проверяемость и надежность системы.

Свойство конфиденциальности может быть доказано из того факта, что используемая схема проверяемого разделения секрета Педерсена [3] и доказательство достоверности теоретически безопасны для информации.

Таким образом, менее t органов власти не получают никакой информации об отдельных голосах избирателей, кроме той, которая может быть получена из окончательного подсчета голосов.

Исходя из описания данной схемы работа для каждого избирателя составляет $O(1)$ для построения бюллетеня (включая доказательство действительности) плюс $O(t)$ для обязательств по схеме проверяемого разделения секрета. Каждый орган должен выполнить $O(m)$ работы, чтобы проверить все доли. Наконец, проверка результатов выборов (выполняемая только заинтересованными счетчиками) требует $O(m)$ работы для проверки бюллетеней плюс $O(t \log^2 t)$ умножений для проверки долей в окончательном подсчете [2].

Таким образом, активные участники выполняют линейную работу, а большая часть необходимой работы выполняется в автономном режиме.

При, например, $|p| = 512$ бит и $|q| = 256$ бит, объем бюллетеня и доказательство его достоверности составляют $512 + 4 * 256 = 1\ 536$ бит.

Список используемых источников

1. Security Properties for Electronic Voting. URL: <https://www.cs.cornell.edu/courses/cs513/2002SP/proj.00.StuSolns/sp258.0.htm> (дата обращения: 15.05.2022)
2. Cramer R., Franklin M., Schoenmakers B., Yung M. Multi-Authority SecretBallot Elections with Linear Work // In Advances in Cryptology— EUROCRYPT'96, Vol. 1070 of Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, 1996. pp. 72–83.
3. Pedersen T. P. Non-Interactive and Information-Theoretic Secure Verifiable Secret Sharing // EUROCRYPT'91. 1991. pp. 129–140.

Статья представлена научным руководителем, профессором кафедры ЗСС СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Яковлевым В. А.

УДК 535.14, 372.862
ГРНТИ 29.05.15, 29.01.45

А. В. Фраз (студент, СПбГУТ), frazalex@yandex.ru

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС С ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ МАХА-ЦЕНДЕРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КВАНТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

В статье представлен виртуальный лабораторный комплекс, содержащий три виртуальные установки для изучения квантовых явлений. Центральным компонентом установок является интерферометр Маха-Цендера. Выполняя предлагаемые лабораторные работы, студенты более глубоко знакомятся с принципами действия интерферометра Маха-Цендера и его компонентов, экспериментально обнаруживают различия в поведении классических частиц, электромагнитных волн оптического диапазона и одиночных фотонов в интерферометре, закрепляют знания о математическом описании квантовых явлений, получают навыки расчета векторов состояния квантовых объектов. Подготовлены методические указания к циклу лабораторных работ, содержащие теоретическое описание лабораторных установок и изучаемых явлений, задания для выполнения экспериментальных исследований и контрольные вопросы для проверки степени усвоения материала.

интерференция, квантовое состояние, классические частицы, электромагнитная волна, одиночный фотон, интерферометр Маха-Цендера, виртуальная лабораторная работа.

Fraz A. Virtual Laboratory Complex with a Mach-Zehnder Interferometer to Study Quantum Phenomena.

The article presents a virtual laboratory complex containing three virtual installations for studying quantum phenomena. The central component of the installations is the Mach-Zehnder interferometer. Performing the proposed laboratory work, students become more deeply acquainted with the principles of operation of the Mach-Zehnder interferometer and its components, experimentally detect differences in the behavior of classical particles, electromagnetic waves of the optical range and single photons in the interferometer, consolidate knowledge about the mathematical description of quantum phenomena, gain skills in calculating quantum state vectors.-your objects. Methodological guidelines for the cycle of laboratory work have been prepared, containing a theoretical description of laboratory facilities and the studied phenomena, tasks for performing experimental studies and control questions to check the degree of assimilation of the material.

Key words: interference, quantum state, classical particles, electromagnetic wave, single photon, Mach-Zehnder interferometer, virtual laboratory work.

В работе предлагается лабораторный комплекс, содержащий три виртуальные установки с интерферометром Маха-Цендера (ИМЦ) для изучения квантовых явлений: 1) Build a Mach-Zehnder Interferometer – Модель ИМЦ (рис. 1) [2], 2) Phase shifter in a Mach-Zehnder Interferometer – Влияние фазовращателя на работу ИМЦ (рис. 2) [3] и 3) Interferometer experiments with

photons, particles and waves – Интерферометрические эксперименты с фотонами, частицами и волнами (рис. 3) [4]. Установки могут работать в следующих режимах: 1) Simulation – Introduction, в котором на экран выводится информация о лабораторной установке и указания по ее использованию; 2) Step-by-Step Explanation, в котором представлено математическое описание компонентов установки и краткое объяснение наблюдаемых явлений; 3) Simulation – Controls, в котором студенты выполняют лабораторные работы.

Основным компонентом всех трех установок является ИМЦ, образованный двумя полупрозрачными (BS1 и BS2) и двумя непрозрачными (M1 и M2) зеркалами. Каждое зеркало представляет собой стекло, покрытое тонким слоем серебра. Соотношение между коэффициентами отражения R и пропускания T зеркала зависят от толщины этого слоя. В установках моделируются идеальные зеркала: для

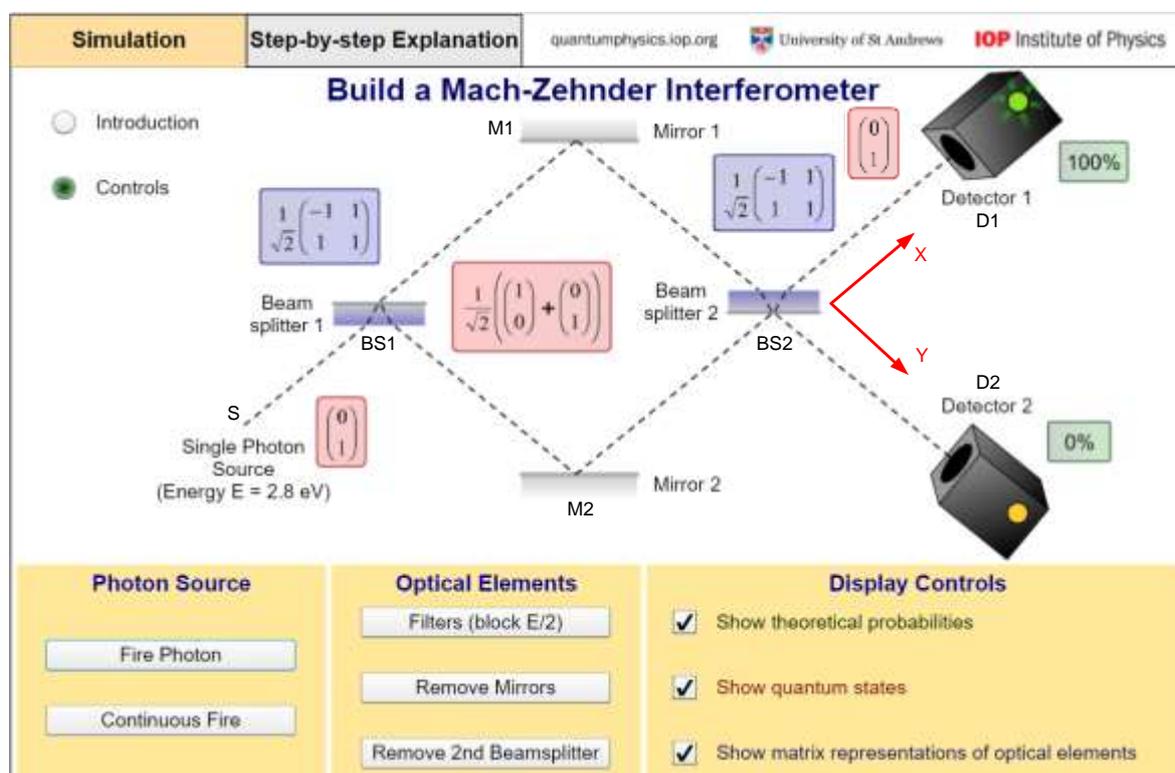


Рис. 1. Установка «Модель ИМЦ»

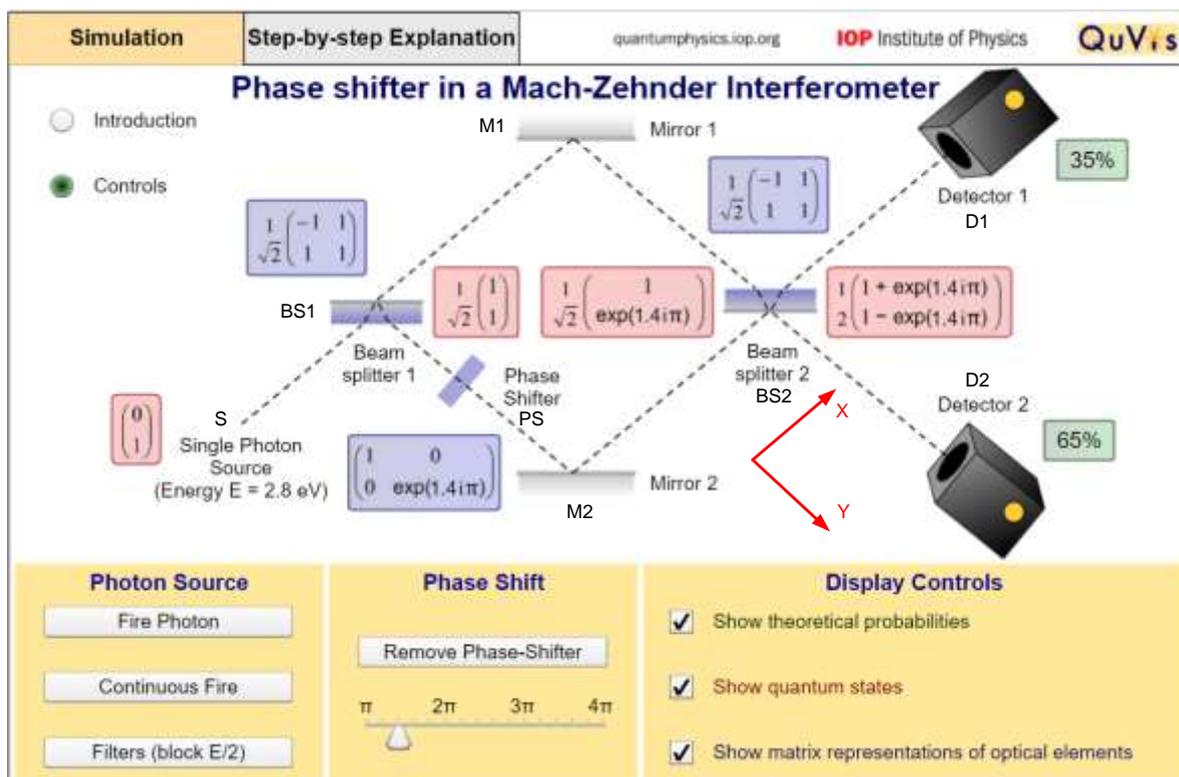


Рис. 2. Установка «Влияние фазовращателя на работу ИМЦ»

$M1$ и $M2$ $R = 1$, $T = 0$, для $BS1$ и $BS2$ $R = T = 0.5$. Для $BS1$ и $BS2$ учитывается, что при отражении излучения от границы раздела воздух-металл его фаза будет меняться на π -радиан. Для упрощения выражений мы пренебрегаем аналогичным изменением фазы излучения при отражении от $M1$ и $M2$, а также при распространении между компонентами, так как эти изменения одинаковы для любой траектории распространения излучения.

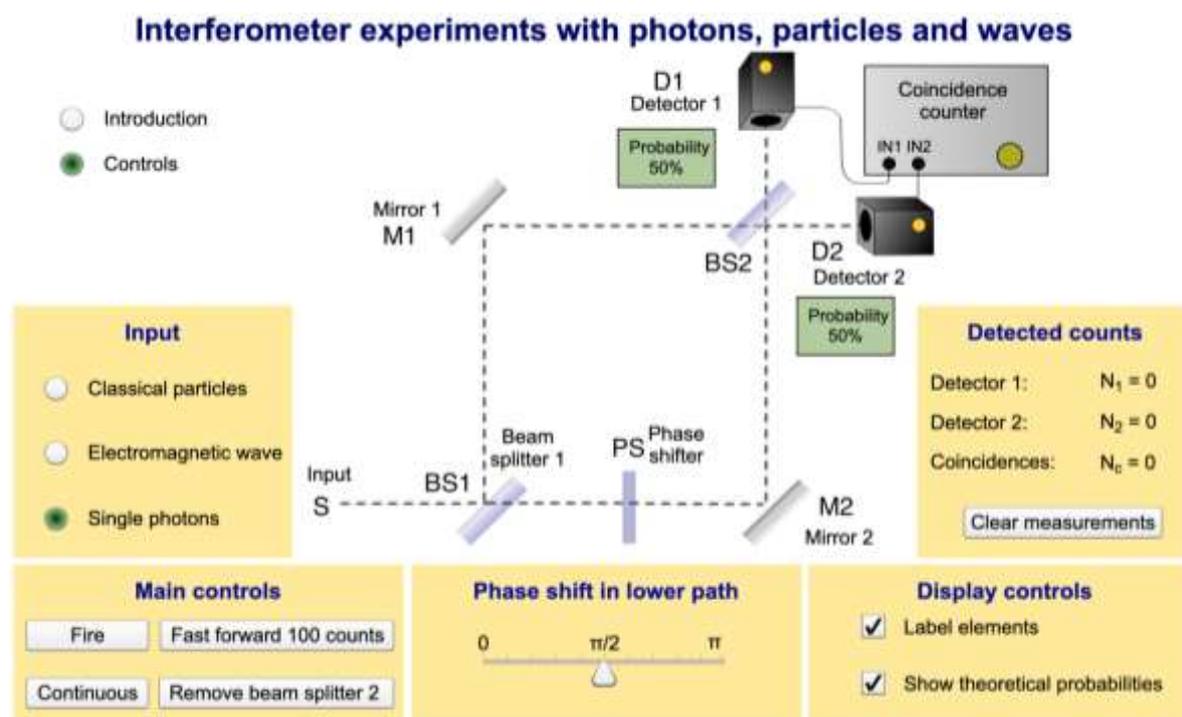


Рис. 3. Установка «Интерферометрические эксперименты с фотонами, частицами и волнами»

В установках 1 и 2 имеются источник S одиночных фотонов с энергией 2.8 эВ, два детектора одиночных фотонов $D1$ и $D2$ и два узкополосных заграждающих фильтра $F1$ и $F2$, блокирующих свет с энергией 1.4 эВ. S может работать в двух режимах: 1) «Fire photon», в котором он испускает единственный фотон; 2) «Continuous Fire», в котором он постоянно испускает одиночные фотоны с таким периодом, чтобы детекторы успевали регистрировать каждый фотон в отдельности. В установке 3 имеется универсальный источник S , который может излучать одиночные фотоны, электромагнитные волны оптического диапазона и «псевдофотоны» – частицы света с классическим, а не квантовым поведением. Детекторы $D1$ и $D2$ в этой установке также могут работать в режимах регистрации фотонов, волн и «псевдофотонов».

В установках 2 и 3 имеется фазовращатель PS . Величину фазового сдвига φ можно изменять. Зеркала $BS2$, $M1$ и $M2$, фильтры $F1$ и $F2$ и фазовращатель PS можно по очереди или одновременно удалять из установок, изменяя схему исследования.

В квантовой механике фотон представляется вектором в пространстве базисных состояний. Будем считать базисными состояниями фотона два возможных направления его движения: вдоль оси X и вдоль оси Y . Обозначим векторы, соответствующие этим состояниям $|X\rangle$ и $|Y\rangle$:

$$|X\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, |Y\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Отметим, что базис, предлагаемый авторами установок, отличается от введенного нами, поэтому некоторые результаты расчетов в данной работе будут отличаться от отображаемых на экране.

Если фотон находится в некотором состоянии $|s\rangle$, то вероятности срабатывания D1 и D2 можно рассчитать по выражениям:

$$P_1 = P_X = |\langle X|s\rangle|^2, P_2 = P_Y = |\langle Y|s\rangle|^2. \quad (2)$$

Записи $\langle X|s\rangle$ и $\langle Y|s\rangle$ означают скалярное произведение транспонированного вектора $|X\rangle$ или $|Y\rangle$ и вектора состояния $|s\rangle$. Взаимодействие фотона с компонентами схемы описывается как изменение вектора состояния в результате действия матричного оператора. Вид матричных операторов BS1 и BS2 в выбранном базисе будет зависеть от ориентации слоя серебра. Для BS1 и BS2 на рис. 1 и 2:

$$BS = BS_1 = BS_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Зеркала M1 и M2 меняют направление распространения излучения, то есть их матричные операторы имеют вид:

$$M = M_1 = M_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Фазовращатель PS в нашем базисе будет описываться оператором:

$$PS = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{i\varphi} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Фотон, генерируемый источником S, описывается вектором $|s_0\rangle = |X\rangle$. После прохождения BS1 он переходит в состояние суперпозиции:

$$|s_1\rangle = BS_1 \cdot |s_0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} (|X\rangle + |Y\rangle). \quad (6)$$

Если в схеме установлен фазовращатель PS, то после взаимодействия с ним вектор состояния фотона станет равным:

$$|s_2\rangle = PS \cdot |s_1\rangle = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{i\varphi} \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{i\varphi} \end{pmatrix}.$$

После взаимодействия с зеркалами M1 и M2 получаем:

$$|s_3\rangle = M \cdot |s_2\rangle = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{i\cdot\varphi} \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{i\cdot\varphi} \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Наконец, после взаимодействия с BS2 вектор состояния:

$$|s_4\rangle = BS_2 \cdot |s_3\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{i\cdot\varphi} \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 - e^{i\cdot\varphi} \\ 1 + e^{i\cdot\varphi} \end{pmatrix}.$$

При отсутствии PS мы получим $|s_4\rangle = |s_0\rangle = |X\rangle$, что соответствует срабатыванию только D1. При наличии PS, если φ не кратно π :

$$P_1 = |\langle X|s_4\rangle|^2 = \cos^2(\varphi), P_2 = |\langle Y|s_4\rangle|^2 = \sin^2(\varphi).$$

Первая работа выполняется на установке 1. Измерения проводятся в схемах: 1) схема исследования взаимодействия фотона с зеркалом BS1 содержит S, BS1, D1 и D2; 2) схема исследования поведения фотона в ИМЦ содержит источник S, BS1, BS2, D1 и D2; 3) схема исследования поведения фотона в ИМЦ с удаленным зеркалом BS2; 4) схема исследования поведения фотона в ИМЦ с фильтрами F1 и F2. Для каждой из схем студенты должны теоретически рассчитать вероятности P_1 и P_2 . Последовательно сгенерировать 20 фотонов, нажимая кнопку «Fire photon», и подсчитать число срабатываний каждого из детекторов. Вычислить экспериментально наблюдаемые вероятности P_1 и P_2 , сравнить их с теоретически рассчитанными и сделать выводы.

Вторая работа выполняется на установке 2. Измерения проводятся в схемах ИМЦ: 1) с установленным PS; 1) с установленными PS, F1 и F2. Для каждой из схем студенты должны теоретически рассчитать зависимости вероятностей P_1 и P_2 от величины фазового сдвига φ . Для каждого значения φ , последовательно генерировать по 20 фотонов, нажимая кнопку «Fire photon», подсчитывать число срабатываний детекторов и вычислять экспериментально наблюдаемые вероятности P_1 и P_2 . Построить зависимости наблюдаемых вероятностей от φ , сравнить их с теоретически рассчитанными и сделать выводы.

Третья работа выполняется на установке 3. Студенты проводят измерения в схемах с излучением 1) «псевдофотонов», 2) электромагнитных волн и 3) одиночных фотонов. Цель исследования – обнаружить и объяснить разницу в поведении этих объектов. Для каждой из схем студенты должны теоретически рассчитать вероятности P_1 и P_2 .

В схеме 1 студенты должны сгенерировать 1 000 «псевдофотонов», нажимая кнопку «Fast forward 100 counts», каждый раз фиксируя число срабатываний D1 и D2 и рассчитывая наблюдаемые вероятности P_1 и P_2 . Результаты представляются в виде графиков зависимостей P_1 и P_2 от числа

«псевдофотонов». В схемах 2 и 3 студенты для каждого значения φ генерируют 1000 объектов (волновых пакетов или фотонов), каждый раз фиксируя число отдельных (N_1 и N_2) и одновременных (N_c) срабатываний D1 и D2 и рассчитывая наблюдаемые вероятности P_1 , P_2 и $P_c = N_c / (N_1 + N_2)$. Результаты представляются в виде графиков зависимостей P_1 , P_2 и P_c от числа объектов и от φ .

Для защиты лабораторных работ подготовлены контрольные вопросы. Предлагаемый комплекс будет внедрен в учебный процесс.

Список используемых источников

1. Виртуальная установка Build a Mach-Zehnder Interferometer (Open source software). URL: https://www.st-andrews.ac.uk/physics/quvis/simulations_html5/sims/Mach-Zehnder-Interferometer/Mach_Zehnder_Interferometer.html.
2. Виртуальная установка Phase shifter in a Mach-Zehnder Interferometer (Open source software). URL: https://www.st-andrews.ac.uk/physics/quvis/simulations_html5/sims/Mach_Zehnder_PhaseShifter/Mach_Zehnder_PhaseShifter.html.
3. Виртуальная установка Interferometer experiments with photons, particles and waves (Open source software). URL: https://www.st-andrews.ac.uk/physics/quvis/simulations_html5/sims/photons-particles-waves/photons-particles-waves.html.

Статья представлена научным руководителем, заведующей кафедрой ФилС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Былиной М. С.

УДК 004.4'2
ГРНТИ 50.43

К. А. Красавцева (студентка гр. ИСТ-831, СПбГУТ), Krasavtseva.Ks@yandex.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МИКРОКЛИМАТА ОРАНЖЕРЕИ

В данной работе представлены результаты проектирования и разработки модуля информационной системы мониторинга микроклимата, предназначенной для научных исследований в оранжереях.

микроклимат, мониторинг микроклимата, обработка данных, отчет, датчик, разработка, анализ.

Krasavtseva K. Fragment Design and Development Monitoring Information System Greenhouse Microclimate.

This paper presents the results of the design and development of the microclimate monitoring information system module designed for scientific research in greenhouses.

Key words: microclimate, microclimate monitoring, data processing, report, sensor, development, analysis.

На данный момент, оранжереи служат для научной и просветительской деятельности. Однако, со временем они будут переводить все больше ресурсов в сферу практических исследований, из чего следует повышение требований к результатам. Уже недостаточно просто сохранить растение, необходимо тщательно изучить его. В таком случае мониторинг микроклимата играет значительную роль, т. к. окружающая среда оказывает непосредственное влияние на любое растение.

Согласно прогнозам, в ближайшие 10–15 лет деятельность оранжерей будет ориентирована в сторону развития биотехнологий и биоразнообразия. Это обусловлено повышенным социальным интересом, а, следовательно, и финансированием, т. к. затрагивает важнейшие сферы человеческой жизни, в первую очередь медицину и сельское хозяйство.

Так, например, согласно докладу «Селекция 2.0» высшей школы экономики и федеральной антимонопольной службы, в нашей стране очень высока доля импорта в посадочном материале. На момент исследования, у подсолнечника она составляет 73 %, картофеля – 90 % и сахарной свеклы – 98 %. Тогда как, согласно недавно утвержденной доктрине продовольственной безопасности, доля отечественных посадочных материалов должна составлять не менее 75 % [1].

Также, для решения многих задач современной генетики и физиологии растений необходима постановка эксперимента в определенных условиях с возможностью фиксации не только результата, но и самого процесса.

Сравнение обычных и автоматизированных условий содержания растений позволяет сделать вывод о целесообразности использования современных решений (табл. 1). Они позволяют автоматизировать сбор данных, гарантируют точное соблюдение режимов, минимизируют участие человека, а также позволяют осуществлять дистанционный мониторинг.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение условий содержания растений

Обычная		Автоматизированная	
Достоинства	Недостатки	Достоинства	Недостатки
Независимость от источников энергии	Необходимость постоянного присутствия обслуживающего персонала	Автоматический сбор данных	Вероятность возникновения непредусмотренной ситуации
Низкая себестоимость	Повышенные трудозатраты	Точное соблюдение режимов	Затраты на приобретение оборудования
Простота в обслуживании	Повышенный расход ресурсов	Дистанционный контроль и мониторинг	Безопасность передачи данных

Мониторинг микроклимата является сложной задачей, т. к. необходимо учитывать непрерывно изменяющиеся условия. Для решения этой задачи применяются различные средства. В рамках исследования рассмотрено несколько систем, предназначенных для использования в промышленных теплицах (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. Сравнение систем мониторинга микроклимата

	Smart Grow Monitor	НПФ «ФИТО»	«Био-Контролер»
Масштабируемость (можно подключать дополнительные датчики)	+	+	+
Использование сторонних датчиков	ограниченное	только предоставляемых компанией	+
Система визуализация	+	+	+
Наглядность и удобство визуализации микроклиматических параметров	+	-	-

	Smart Grow Monitor	НПФ «ФИТО»	«Био-Контролер»
Возможность настройки визуализации	-	-	+
Возможность ведения отчетов, заметок	-	-	+

Сравнение этих систем позволило выделить следующие особенности:

- всем системам доступно масштабирование, однако оно ограничено доступным для подключения оборудованием;
- визуализация информации предусмотрена во всех системах, однако она не всегда является удобной и подходящей для мониторинга микроклимата в оранжерее;
- в большинстве систем отсутствует возможность внесения изменений в настройки визуализации, а также нет возможности составления отчетов.

Выявленные особенности существующих систем, их достоинства и недостатки позволили сформулировать требования к проектируемой системе. Таким образом, она должна обеспечивать возможность:

- подключения различных датчиков и их редактирование;
- отслеживание параметров микроклимата;
- создание и редактирование отчетов, шаблонов отчетов.

Для представления модели функционирования системы, построена диаграмма прецедентов (рис. 1). С информационной системой мониторинга микроклимата оранжереи взаимодействуют следующие актеры типа «пользователь» – администратор, сотрудник.

Администратор выполняет подключение датчиков и редактирование информации о них. Сотрудник работает с отчетами и датчиками.

Также с системой взаимодействуют датчик и база данных. Они выполняют операции по обработке запросов и передаче данных.

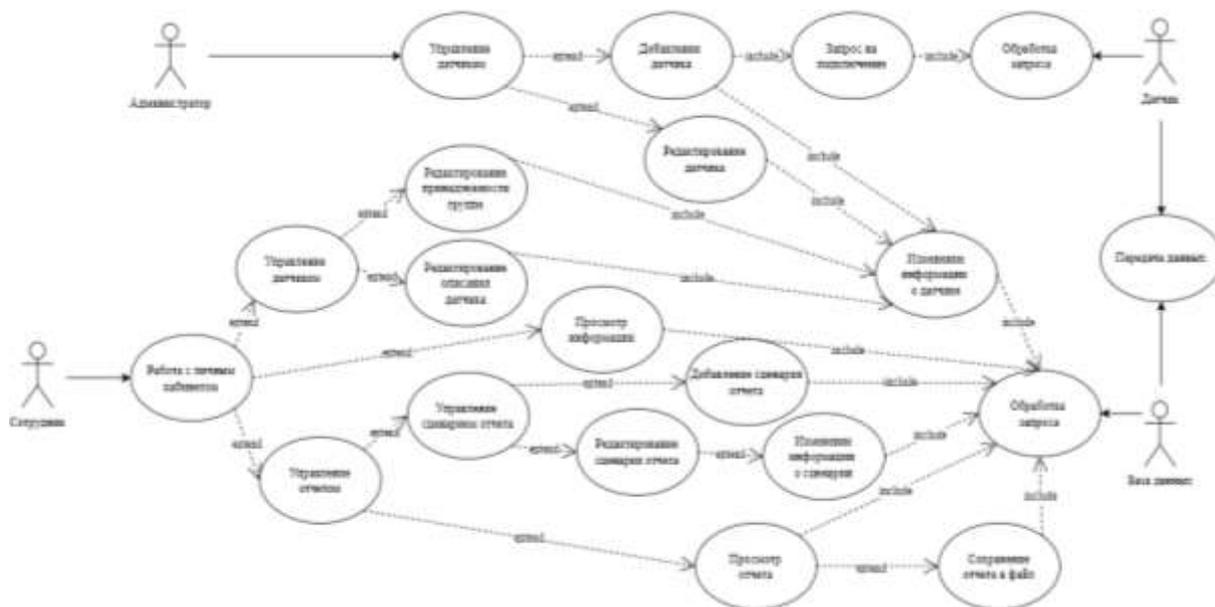


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

Для проектирования базы данных разработана инфологическая модель (рис. 2). Она определяет совокупность информационных объектов, их атрибуты и отношения.

Исходя из требований к системе выделены следующие сущности – сотрудник, датчик, значение показателя, отчет, шаблон и группа датчиков. Также, в процессе проектирования были добавлены сущности «датчик в отчете» и «датчик в группе».

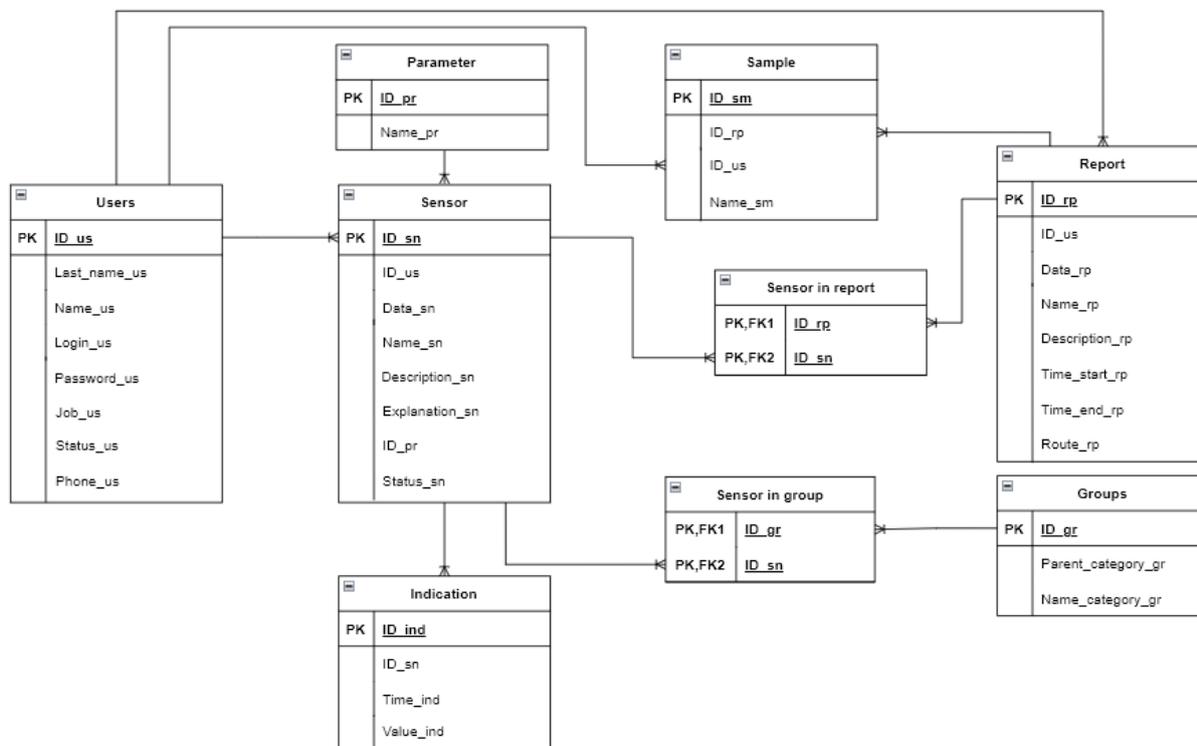


Рис. 2. Инфологическая модель базы данных

После успешной авторизации, пользователь, в зависимости от своей должности, получит доступ к одному из двух модулей программы: «Сотрудник» или «Администратор».

К стандартным операциям сотрудника можно отнести составление и просмотр отчета. Этот набор операций наиболее часто будет задействован при эксплуатации системы.

После внесения всех данных в форму отчета пользователь нажимает кнопку «Создать отчет». В результате этого действия на экране появляется запрошенная информация (рис. 3).

Пользователь также может редактировать описание у уже созданного отчета. Для этого необходимо ввести изменения в соответствующее поле и нажать кнопку «Сохранить». Созданный отчет доступен для повторного просмотра в личном кабинете пользователя. Сохраненные в виде шаблона отчеты расположены на соответствующей странице.

В рамках данной работы используются показания микроклимата из научных статей «An Innovative Adaptive Control System to Regulate Microclimatic Conditions in a Greenhouse»[2] и «Моделирование тепловых режимов теплиц» [3].

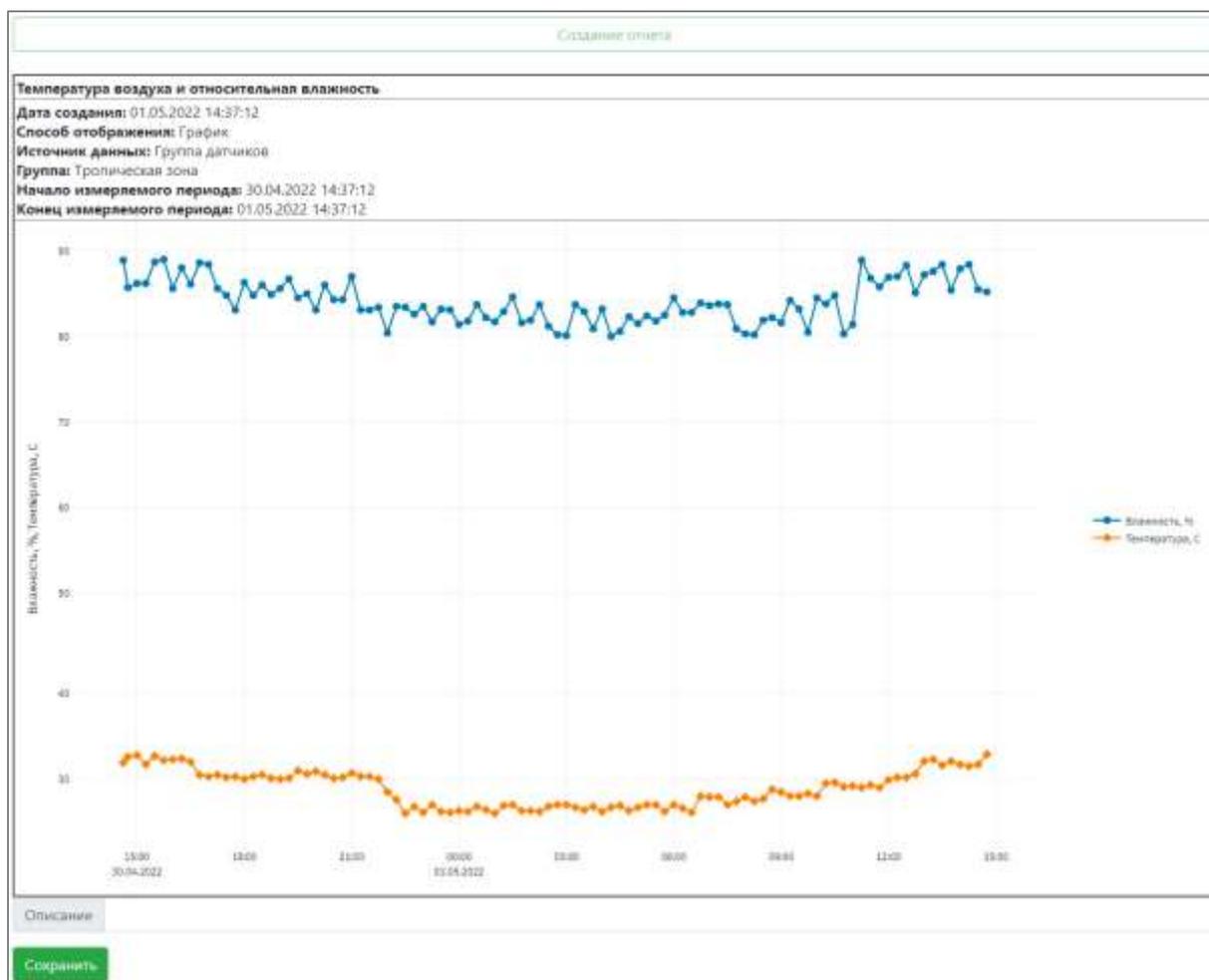


Рис. 3. Сформированный отчет

Разработанная система является самостоятельным модулем мониторинга микроклимата, также она может быть использована в качестве части системы всестороннего мониторинга факторов, влияющих на состояние растения.

Список используемых источников

1. Структура российского селекционного рынка / В. С. Волощенко, О. А. Гаврилова, С. В. Гончаров [и др.] // Исследовательский проект «Селекция 2.0». Москва: Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2020. С. 17–112.
2. An Innovative Adaptive Control System to Regulate Microclimatic Conditions in a Greenhouse // MDPI.
3. Захлебин А. С., Мукашев А. М., Терновая И. С. Моделирование тепловых режимов теплиц // Science time. 2016. С. 370–375.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры БИС СПбГУТ, кандидатом технических наук, Липановой И. А.

УДК 004.056.53
ГРНТИ 81.96

Е. А. Мягчилова (студентка гр. ИСМ-113, СПбГУТ), bxem@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Показана актуальность исследования систем биометрической идентификации человека. Представлено многообразие преимуществ и свойств интегрированных систем биометрической идентификации человека. Описаны особенности квалиметрического подхода к представлению знаний об интегрированных системах биометрической идентификации человека. Рассмотрены унифицированные показатели качества интегрированных систем биометрической идентификации человека. Предложены расширения исследований интегрированных систем биометрической идентификации человека.

биометрическая идентификация, интегрированная система, свойства, квалиметрический подход, показатели качества, методика.

Myagchilova E. Research of Integrated Biometric Identification Systems.

The relevance of the study of human biometric identification systems is shown. The variety of advantages and properties of integrated systems of biometric identification of a person is presented. The features of the qualimetric approach to the presentation of knowledge about integrated systems of biometric identification of a person are described. The unified quality indicators of integrated systems of biometric identification of a person are considered. Extensions of studies of integrated systems of biometric identification of a person are proposed.

Key words: biometric identification, integrated system, properties, qualimetric approach, quality indicators, methodology.

Уровень достижений современных информационных технологий, а также высокие требования по обеспечению информационной безопасности привели к тому, что традиционные средства идентификации, ориентированные на введение и использование паролей, кодов ключей, карт доступа, постепенно заменяются более надежными и точными системами биометрической идентификации человека в соответствии с физиологическими или поведенческими характеристиками. Индивидуальные особенности частей тела или действий человека, характеризующие конкретного человека, применяются для различения людей между собой.

Выделяются объективные причины высокой востребованности исследований систем биометрической идентификации субъектов:

- цифровая трансформация экономики, ориентированная на возрастание масштабов погружения профессиональной деятельности в среды информационных инфраструктур;
- повышение степени разнообразия моделей, методов и средств биометрической идентификации человека;
- совершенствований технологий обработки данных, информации и знаний;
- ускорение темпов развития информационных систем биометрической идентификации человека;
- разрастание многообразия предлагаемых реализаций систем биометрической идентификации человека;
- интенсивное обновление поля угроз для несанкционированного доступа к объектам, ресурсам, данным, информации и знаниям;
- непрерывное расширение и повышение требований к информационной защищенности инфраструктур и их компонентов;
- открытость вопросов профилирования качества систем биометрической идентификации человека.

Исследования систем биометрической идентификации опираются на знания об их жизненном цикле. Исследования начинаются с представления достижений их средств, анализа развития биометрических технологий и тенденций их совершенствования.

Начальный этап развития биометрической идентификации характеризовался проектированием, разработкой и внедрением устройств для проверки и идентификации пользователей по таким индивидуальным характеристикам, как отпечатки пальцев, голос, черты лица, радужная оболочка глаза, форма ладони, стиль набора текста и подпись.

Последующие развитие биометрической идентификации привело к проектированию, разработке и внедрению мультимодальных систем, отличающихся определёнными сочетаниями реализуемых методов [1]. При

этом задействованные сочетания методов фиксируются при проектировании мультимодальных систем.

Однако реальными условиями востребованности систем биометрической идентификации и глобальными масштабами их применения предопределяется необходимость использования гибких приёмов сочетаний реализуемых методов в зависимости от условий, характеризующих выполняемую в среде информационной инфраструктуры деятельность. С учетом представленных обстоятельств актуализируется новый этап развития биометрической идентификации, ориентированный на проектирование, разработку и внедрение интеллектуальных интегрированных систем с мягкой архитектурой, при которой определённые сочетания методов предопределяются условиями выполнения деятельности и предъявляемыми требованиями к их качеству [2].

Отличительной особенностью интеллектуальных интегрированных систем биометрической идентификации субъектов является ситуационное объединение средств в процессе их функционирования. Объединение в зависимости от ситуации поддерживается самой системой с помощью одной или нескольких подсистем искусственного интеллекта.

Неоспоримыми преимуществами интеллектуальных интегрированных биометрических систем с мягкой архитектурой являются их гибкость, адекватность по отношению к изменениям во внешних средах, контроль и мониторинг качества в условиях их функционирования.

В случае использования свойств ситуационности при объединении средств биометрической идентификации субъектов ставится и решается задача достижения требуемого качества функционирования интеллектуальной интегрированной системы в условиях неопределённости информации о поведении окружающей среды и субъектов.

Для перехода на новый этап развития биометрической идентификации, связанный с созданием интеллектуальных интегрированных систем с мягкой архитектурой, требуется развитие квалиметрического подхода к представлению знаний об их организации и качестве.

Предлагаемый путь развития квалиметрического подхода к представлению знаний об их организации и качестве предусматривает расширение формализаций, касающихся приемов реализации сочетаний методов идентификации, расширения профилей качества функционирования, определения и оценивания показателей качества.

В развиваемом квалиметрическом подходе предусматривается и анализ традиционных свойств и критериев качества биометрической идентификации. В этом случае акцентируется внимание на уникальности, универсальности, постоянстве, собираемости, производительности, приемлемости, легкости имитации черты для проверки биометрической системой, ошибочности.

Уникальность является одним из основных критериев, показывающим, насколько уникально биометрическая система может распознать пользователя из множества пользователей.

Универсальность считается вторичным критерием, определяющим необходимость уникальных характеристик человека, которые невозможно воспроизвести.

Постоянство связывается с особенностью того, что записанная биометрическая черта должна быть постоянно доступна в базе данных в течение определенного времени.

Собираемость ассоциируется с простотой приобретения, измерения или обработки человеческой черты.

Приемлемость трактуется как удобство использования потребителем.

Перечисленные критерии критериев качества биометрической идентификации традиционно характеризуются в пределах трех градаций: высокий, средний и низкий.

Ошибочность характеризуется вероятностями (частотами) ошибок первого (FRR – *False Rejection Rate*) и второго (FAR – *False Acceptance Rate*) рода.

Показатель FRR определяется как вероятность того, что подлинный пользователь будет отклонен системой.

Показатель FAR находится как вероятность принятия системой решения о ложной идентичности.

Для характеристики интегрированных биометрических систем может использоваться пять классов профилей качества.

К I классу профиля качества интегрированных биометрических систем относятся показатели достоверности идентификации индивидуумов.

Во II класс профиля качества интегрированных биометрических систем включаются показатели, отражающие статистические показатели времени идентификации индивидуумов.

В III классе профиля качества интегрированных биометрических систем объединяются показатели их технической эффективности.

В IV класс профиля качества интегрированных биометрических систем вводятся показатели их технико-экономической эффективности.

В V классе профиля качества интегрированных биометрических систем позиционируются показатели их экономической эффективности.

Предлагаемый путь развития жизненного цикла систем биометрической идентификации базируется на моделировании интеллектуальных интегрированных систем идентификации человека по биометрическим профилям с управляемым качеством их функционирования.

При развитии предусматривается:

- реализация процессного подхода к моделированию;

- сквозное связывание процессного подхода и объектно-ориентированного подхода;
- явное формальное описание правил интеграции средств идентификации;
- классификация профилей качества интеллектуальных интегрированных систем биометрической идентификации;
- разработка методик формирования расширенных объектно-ориентированных моделей интеллектуальных интегрированных систем биометрической идентификации;
- разработка методов анализа расширенных объектно-ориентированных моделей интеллектуальных интегрированных систем биометрической идентификации;
- формирование методик оценивания показателей качества функционирования интеллектуальных интегрированных систем биометрической идентификации.

Каждому классу профилей качества ставятся в соответствие однотипные модели интеллектуальных интегрированных биометрических систем, отражающие возможные вариации в их архитектуре в зависимости от назначения, предъявляемых требований и ситуаций, в которых они функционируют.

В перечисленных методиках учитываются ключевые особенности вариативных масштабируемых технологий обработки биометрической информации.

Представленные расширения исследований интегрированных систем биометрической идентификации определяют научную новизну их результатов.

Список используемых источников

1. Биометрическая идентификация. URL: http://www.techportal.ru/glossary/biometricheskaya_identifikaciya.html (дата обращения: 12.09.2021).
2. Птицына Л. К., Жаранова А. О., Птицын Н. А., Белов М. П. Расширение интеллектуальных технологий мягких архитектур интегрированных биометрических систем // В сборнике: Проектирование и обеспечение качества информационных процессов и систем. Сборник докладов Международной конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 104–107.

Статья представлена научным руководителем, заведующей кафедрой ИИС СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Птицыной Л. К.

УДК 621.391, 621.382.2/.3
ГРНТИ 47.01.05

А. Э. Гиниятуллин (студент гр. ФП-81, СПбГУТ), kompot26452@mail.ru
Ю. А. Никитин (к. т. н., с. н. с., доцент каф. ЭиС СПбГУТ), yuriyan@list.ru
В. А. Юрова (к. ф.-м. н., доцент каф. ЭиС, СПбГУТ), va-yurova@mail.ru

МНОГОРАЗРЯДНЫЙ НОНИУСНЫЙ ЦИФРОАНАЛОГОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СИГНАЛА С АРИФМЕТИЧЕСКИМ СУММАТОРОМ

Быстрое развитие цифровой техники и цифровых методов обработки информации определило современные тенденции в разработке различных устройств, значительную роль в этом занимают аналого-цифровые (АЦП) и цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Целью работы является проектирование и настройка ЦАП, который построен по нониусной технологии. Обязательным условием является сохранение быстрой реакции при повышении точности.

цифроаналоговый преобразователь, арифметический сумматор, аналоговый сумматор, нониус, управляющий код.

Giniyatullin A., Nikitin Yu., Yurova V. Multi-Digit Vernier Digital-To-Analog Signal Converter with Arithmetic Adder.

The rapid development of digital technology and digital methods of information processing has determined modern trends in the development of various devices, an analog-to-digital (ADC) and digital-to-analog converters (DACs) play a significant role in it. The purpose of the work is to design and configure the DAC, which is built using vernier technology. A prerequisite is to maintain performance while increasing accuracy.

Key words: digital-to-analog converter, arithmetic adder, analog adder, vernier, control code.

Суть нониусного метода (рис. 1) состоит в том, что используется 2 цифро-аналоговых преобразователя (ЦАП), меньшей разрядности, но в конечном итоге они в сумме позволяют достичь более точного результата на выходе и за меньшее время, чем, если бы использовали один ЦАП большой разрядности, так как каждый ЦАП по отдельности обрабатывает отведенные ему биты независимо друг от друга [1 – 2]. На вход такого ЦАП подается входной код X , который делится на 2 примерно равные группы, так называемые старшие M длиной α и младшиеразряды N длиной β , которые будут обрабатываться двумя независимыми друг от друга цифро-аналоговыми преобразователями. После преобразования старших разрядов M в ЦАП 1, получим аналоговый сигнал Z_1 , который будет пропорционален управляющему слову $Q = M \pm N$, которое получаем, пропустив старшие и младшие разряды M и N через арифметический сумматор 1, где над этими кодами производится операция сложения или вычитания.

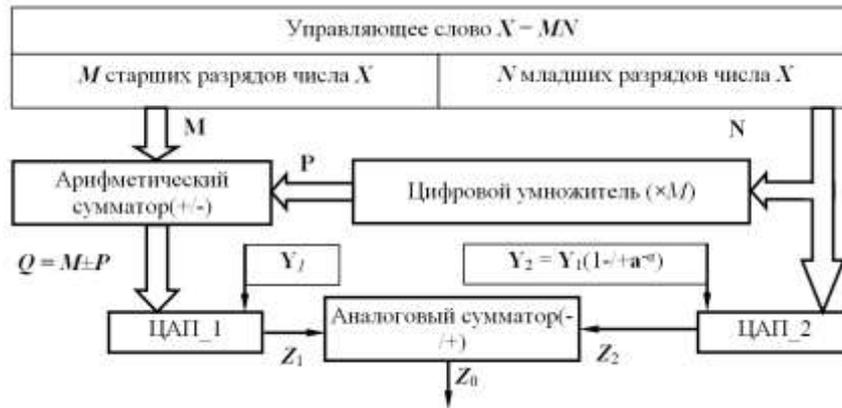


Рис. 1. Принципиальная схема работы нониусного ЦАП

Параллельно этому происходит преобразование N младших разрядов управляющего слова в аналоговый сигнал Z_2 в ЦАП 2, однако непосредственно перед преобразованием управляющее слово длиной α подвергается цифровому умножению в α раз. На входы ЦАП 1 и ЦАП 2 должны подаваться соответственно опорные аналоговые сигналы Y_1 и Y_2 , причем $Y_2 = Y_1(1 \mp a^{-\alpha})$ (отличие на единицу младшего разряда), где a – основание системы счисления, которую мы используем для управляющего слов X . Далее уже аналоговые сигналы Z_1 и Z_2 поступают на входы аналогового сумматора 2, где подвергаются операции вычитания или сложения в зависимости от той операции, которую использовали в арифметическом сумматоре 1, если там было вычитание, значит, используем сложение и наоборот, если было сложение, то выполняет операцию вычитание. На выходе аналогового сумматора 2 получим аналоговый сигнал Z_0 .

В параллельных цифроаналоговых преобразователях (ЦАП) из опорного сигнала Y формируют эталонные сигналы, соответствующие значениям (весам) разрядов входного управляющего кода X , которые затем суммируют и образуют дискретные значения выходной аналоговой величины Z [3 – 4].

$$Z = Y \cdot \frac{X}{a^\Psi} \tag{1}$$

Принцип нониусного преобразования отражается следующей формулой:

$$Z_0 = Z_1 - Z_2 = \frac{Y_1 \cdot (M \pm N) \mp Y_2 \cdot N}{a^{(\alpha + \beta)}} \tag{2}$$

где Z_0 – аналоговый сигнал преобразования входного кода X ,

$$X = M + N \cdot a^{-\alpha}. \quad (3)$$

M – код старшей группы разрядов α , N – код младшей группы разрядов β , Z_1 – аналоговый сигнал суммы кодов M и N ; Z_2 – аналоговый сигнал кода N ; Y_1 – опорное напряжение для ЦАП суммы кодов групп $(M + N)$; Y_2 – опорное напряжение для ЦАП кода N группы младших разрядов β ; a – основание системы счисления.

Опорные напряжения обоих ЦАП связаны формулой:

$$Y_2 = Y_1 \cdot (1 \pm a^{-\alpha}). \quad (4)$$

Если подставить выражение (4) в (2) с учетом (3), получим

$$\begin{aligned} Z_0 = Z_1 - Z_2 &= \frac{Y_1 \cdot (M \pm N) \mp Y_2 \cdot N}{a^{(\alpha+\beta)}} = \frac{Y_1 \cdot (M \pm N) \mp Y_1 \cdot (1 \pm a^{-\alpha}) \cdot N}{a^{(\alpha+\beta)}} = \\ &= \frac{Y_1 \cdot (M \pm N \mp N + a^{-\alpha} \cdot N)}{a^{(\alpha+\beta)}} = \frac{Y_1 \cdot (M + a^{-\alpha} \cdot N)}{a^{(\alpha+\beta)}} = \frac{Y_1 \cdot X}{a^\psi}; \\ Z_0 &= \frac{Y_1 \cdot X}{a^\psi} \end{aligned} \quad (5)$$

Формула (5) совпадает с (1), т. е. соответствует классическому цифроаналоговому преобразованию.

В предлагаемом способе преобразования при любом соотношении чисел N и M происходит потеря всего лишь одного разряда каждого ЦАП при росте точности цифроаналогового преобразования в $\approx a^{\alpha-1}$ раз, т. к. происходит значительное уменьшение погрешности и, значит, увеличение точности преобразования параллельного цифроаналогового преобразования без ужесточения требований к технологии изготовления элементов ЦАП.

Требования к точности и стабильности источников опорных напряжений (токов) и аналоговых алгебраических сумматоров входных/выходных напряжений (токов) инвариантны выбранному методу преобразования, а их вклад невелик.

Основной вклад в бюджет погрешностей вносит собственно ЦАП (который присутствует в структуре нониусного цифроаналогового преобразования в явном или неявном виде) посредством погрешностей ключей тока/напряжения и $R(C)$ – матриц.

Применение одинаковых резисторов позволяет существенно улучшить точность по сравнению с обычным взвешивающим ЦАП, так как сравнительно просто изготовить набор прецизионных элементов с одинаковыми

параметрами. ЦАП типа $R-2R$ позволяют отодвинуть, но не снять, ограничения по разрядности.

Для проверки реализуемости предложенной структуры (рис. 1) была спроектирована принципиальная схема (рис. 2). Она состоит из двух 10-битных цифроаналоговых преобразователей, трех 4-битных арифметических сумматоров, дифференциального усилителя и других вспомогательных элементов.

Работает схема следующим образом. На разъем $J1$ подается восемнадцатиразрядный код. Младшая группа разрядов (β), контакты разъема $J1$ с 4 по 13, одновременно поступают на сумматор и на десятиразрядный дополнительный ЦАП ($U4$). Старшая группа разрядов (α), контакты разъема $J1$ с 19 по 28, поступает только на сумматор. Сумматор выполнен на микросхемах $U1-U3$. В группах (α) и (β) по десять разрядов, но для работы схемы используется только 9 разрядов, старшие разряды должны быть равны нулю, они используются только при настройке схемы. Код суммы старшей группы разрядов (α) и младшей группы (β) с сумматора поступает на главный ЦАП ($U5$).

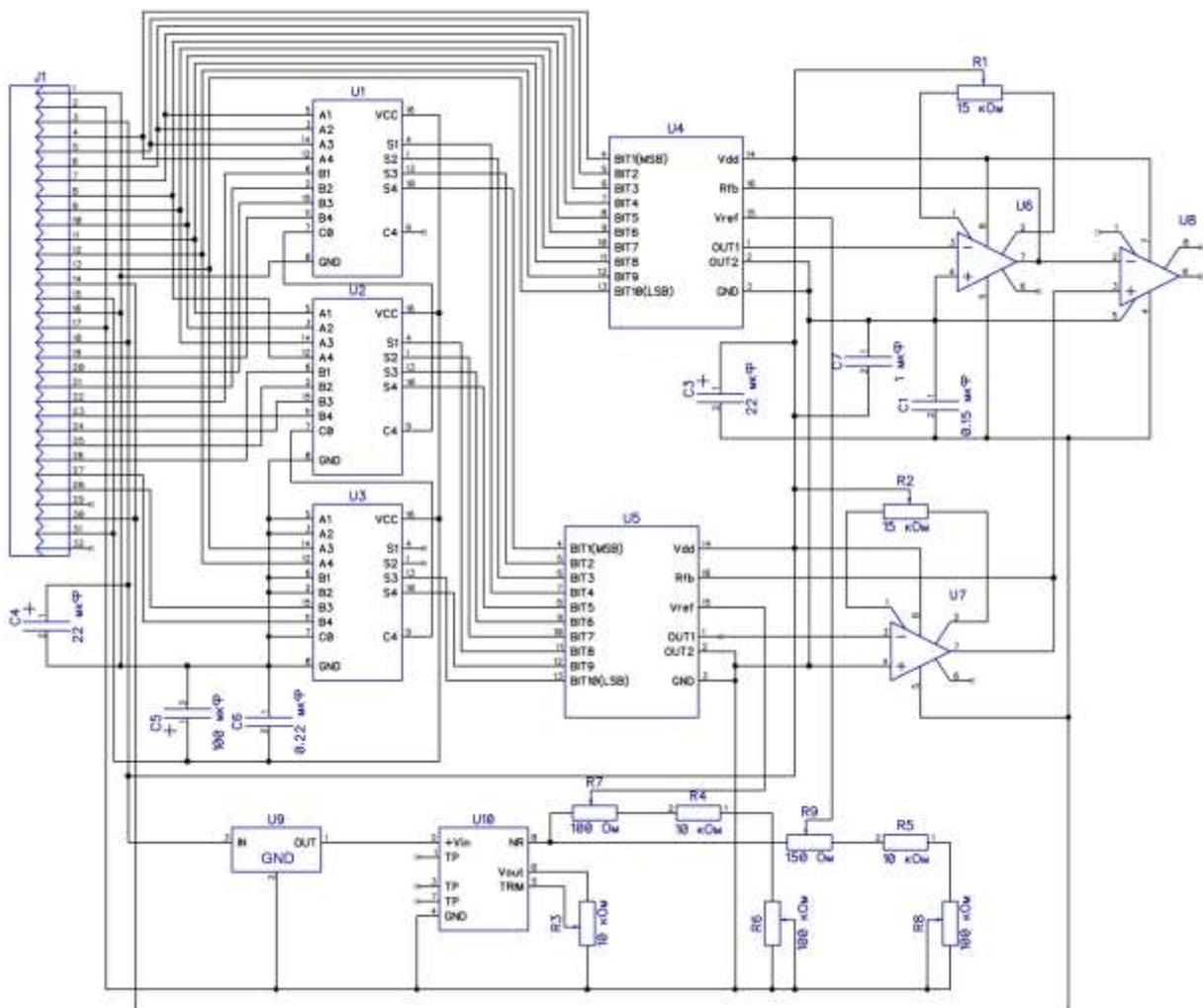


Рис. 2. Принципиальная схема нониусного цифроаналогового преобразователя

Выходные токи главного и дополнительного ЦАП с помощью операционных усилителей U_6 и U_7 преобразуются в напряжение. С выходов операционных усилителей U_6 и U_7 аналоговые сигналы поступают на входы дифференциального усилителя U_8 , где они вычитаются. Дифференциальный усилитель имеет единичный коэффициент усиления. Выход дифференциального усилителя U_8 является выходным аналоговым сигналом преобразованного в напряжение восемнадцати разрядного кода.

Для настройки нулевого уровня напряжения на выходах операционных усилителей U_6 и U_7 (балансировка) служат подстроечные резисторы R_1 и R_2 .

Для формирования выходных токов цифроаналоговыми преобразователями (ЦАП) требуется опорное напряжение, причем разной величины. Опорное напряжение формируется микросхемами U_9 и U_{10} .

На главном ЦАП опорное напряжение регулируется резисторами R_6, R_7 , на дополнительном ЦАП – резисторами R_8, R_9 . Основное опорное напряжение выполнено с двойной стабилизацией. Первая ступень (U_9) стабилизирует напряжение до уровня +12 В, вторая ступень (U_{10}) – до уровня +10 В. Резистором R_3 можно подстраивать уровень основного опорного напряжения от 9,88 В до 10,3 В.

Аналоговая часть схемы питается от внешнего источника напряжения ± 15 В. Это напряжение подается через разъем J_1 , контакты 3, 18 (+15 В) и контакты 14, 30 (-15 В), контакты 2, 17 аналоговая ноль. Цифровая часть схемы питается от внешнего источника напряжения +5 В, контакт 15, 31 (+5 В), контакты 1, 16 цифровой ноль (разъем J_1).

Измерения выходного напряжения схемы рис. 2 подтвердило теоретические выводы и позволило утверждать, что принцип нониусного цифроаналогового преобразования является перспективным направлением техники.

Список использованных источников

1. Аверченков О. Е. Основы схемотехники аналого-цифровых устройств: учебное пособие по курсу «Схемотехника ЭВМ». Москва: ДМК Пресс, 2012. 80 с.
2. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. 3-е изд. стер. Москва: ДМК Пресс, 2015. 528 с.
3. Рабаи, Жан М.; Чандракасан, Ананта; Николич, Боривож. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования = Digital Integrated Circuits. 2-е изд. Москва: Вильямс, 2007. 912 с.
4. Топильский В. Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей. Учебное издание Москва: Техносфера, 2014. 288 с.

УДК 621.396.946
ГРНТИ 49.43

Д. М. Курбатов (студент гр. ФП-11м, СПбГУТ), KurbatovD.M@yandex.ru

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ФАЗИРОВАННАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА С УСТРОЙСТВОМ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА

Фазированные антенные решетки (ФАР) СВЧ сегодня находят широкое применение в наземной, авиационной и морской технике. Настоящая работа посвящена исследованию возможности питания патч-излучателей ФАР полосковым устройством с изломом микрополоска и объединения нескольких патч-структур в ФАР на их основе.

СВЧ, фазированная антенная решетка, микрополосковая линия, патч-антенна, возбуждение излучающей структуры.

Kurbatov D. Integrated Phased Array Antenna with Signal Processing Device.

Phased antenna arrays of ultrahigh frequencies are widely used in ground, aviation and marine technology today. This work is devoted to the study of the possibility of powering patch emitters Phased antenna arrays with a strip device with a microstrip break and combining several patch structures into Phased antenna arrays based on them.

Key words: ultrahigh frequencies, phased array antenna, microstrip line, patch antenna, excitation of the radiating structure.

На сегодняшний день антенны с электрическим сканированием находят все больше приложений не только в военной, но и в гражданской отрасли. Такие антенны можно применять в радионавигационных системах, системах связи с искусственными спутниками, метео-локации, связи между движущимися объектами, дистанционной зарядкой аккумуляторов, радиотелескопии, сканировании пространства и во многих других областях. Как и для военного, так и для гражданского рынка необходимы технологичные, недорогие и компактные ФАР СВЧ диапазона. Патч-структуры отлично подходят для реализации такого рода устройств. Их производство очень технологично на сегодняшний день благодаря массовому использованию технологий изготовления печатных плат и ИС.

ФАР представляет собой набор излучающих элементов, расположенных определенным образом для создания диаграммы направленности (ДН) нужного вида. К каждому элементу АР подводится сигнал с возможностью управлять его амплитудой и фазой. Фазовое распределение (ФР) на излучателях позволяет управлять видом ДН. На рис. 1 представлен вид ДН плоской эквидистантной антенной решетки, которой можно добиться при использовании большого количества излучателей (1 600 шт.) и правильном их расположении [1–4].

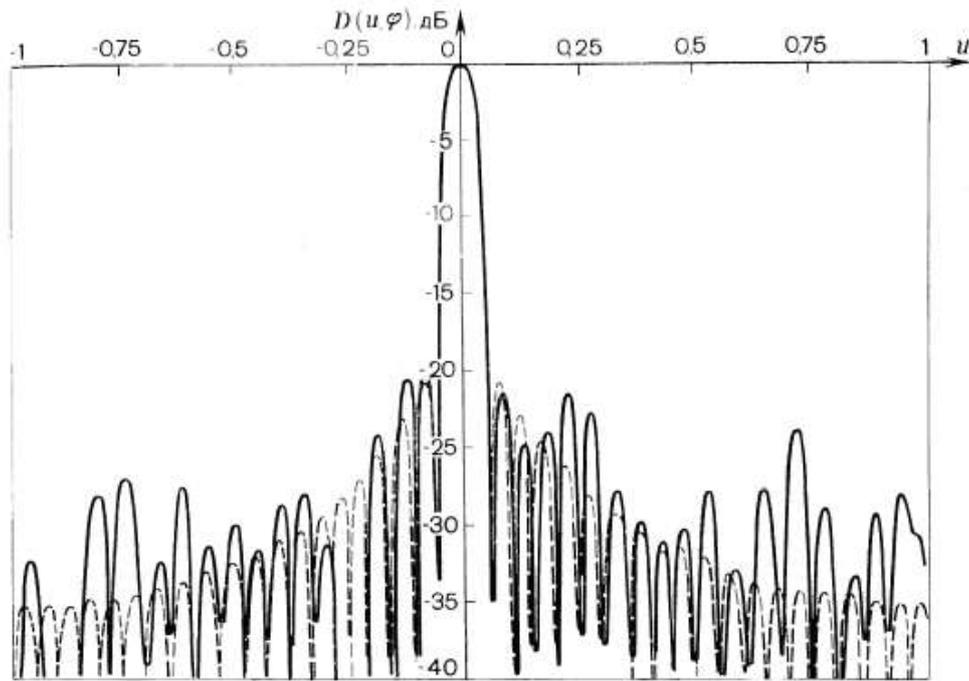


Рис. 1. Диаграмма направленности прямоугольной антенной решетки. Сплошная линия – ДН реальной решетки. Штриховая линия – эталонная ДН. $\varphi = 0$; $u = \cos(\theta)$. Расстояние между излучателями $d = \lambda/2$ [1]

Обычно патч-излучатели возбуждают коаксиальным кабелем (рис. 2), щелевыми излучателями или микрополосковой линией (рис. 3). Производство щелевого и коаксиального типа питания на СВЧ является очень дорогостоящим и трудоемким процессом, связанным с многослойностью и высокой интеграцией элементов. Такая проблема отсутствует у микрополоскового типа питания, но при использовании микрополосковой линии, находящейся в плоскости патча, при приеме сигнала образуется существенная паразитная обратная связь из-за попадания излучения непосредственно на прямо-передающий тракт.

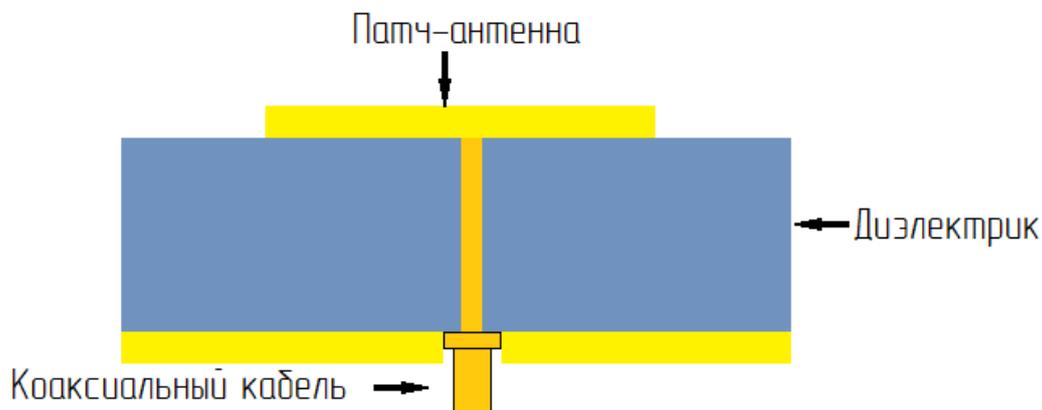


Рис. 2. Коаксиальный тип питания

Предлагается концепция АФАР, в которой усилительный и фазовращательный элементы будут интегрированы непосредственно в излучающий элемент ФАР. Для реализации такой конструкции предполагается использование усилительного элемента, помещенного в микрополосковую линию, питающую антенну. Интерес представляет исследование возможности питания патч-структуры, размещенной на платформе, поднятой над основным уровнем ИС, используя микрополосковую линию (рис. 4). Благодаря такому исполнению образуется перпендикулярная перемычка ИС (область 1 на рис. 4), на которой можно разместить активный элемент, частично избавившись тем самым от паразитной обратной связи.

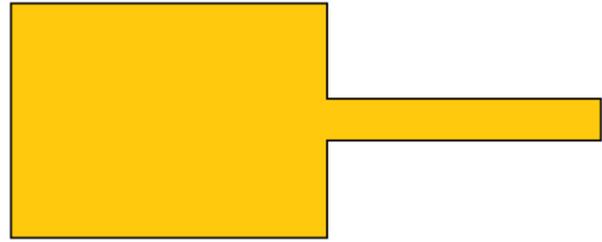


Рис. 3. Микрополосковый тип питания

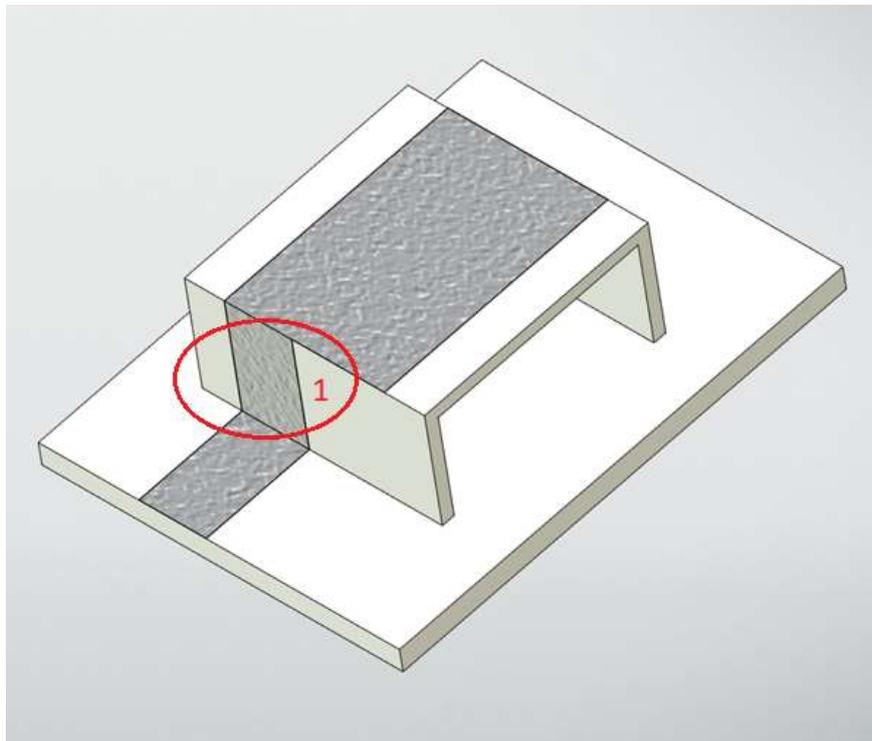


Рис. 4. Модель излучающего элемента

Для исследования возможности такого типа питания был создан масштабный макет ИС (рис. 5 а, б). Он представляет собой патч-антенну с центральной частотой около 3 ГГц.

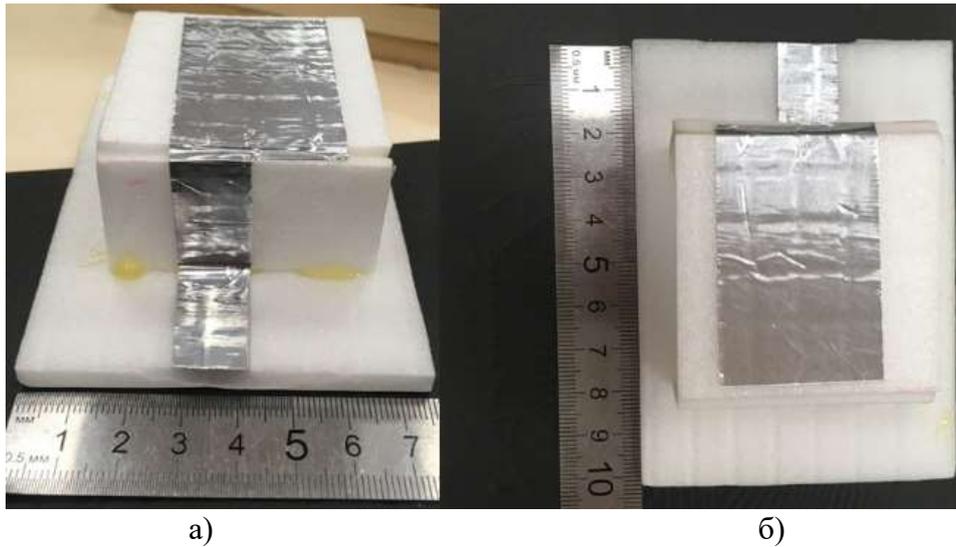


Рис. 5. Модель излучающего элемента

Была получена экспериментальная характеристика КСВН (рис. 6). На ней явно виден резонанс находящийся на частоте 2.6 ГГц. Это и есть центральная частота макета излучателя.

Так же было синтезировано 3 макета излучателя с установленным активным элементом. В качестве активного элемента использовался усилительный туннельный диод типа 3И101А.

В первом и 3 макете диод был установлен последовательно в питающий полосок патча, при таком включении он представляет собой последовательное отрицательное дифференциальное сопротивление. К сожалению, при измерении первого макета при подаче питающего напряжения диода характеристика КСВН (рис. 7) не изменялась. Проблема первого макета заключалась в неудачном конструктивном питании туннельного диода, ее удалось устранить при создании 3 макета.

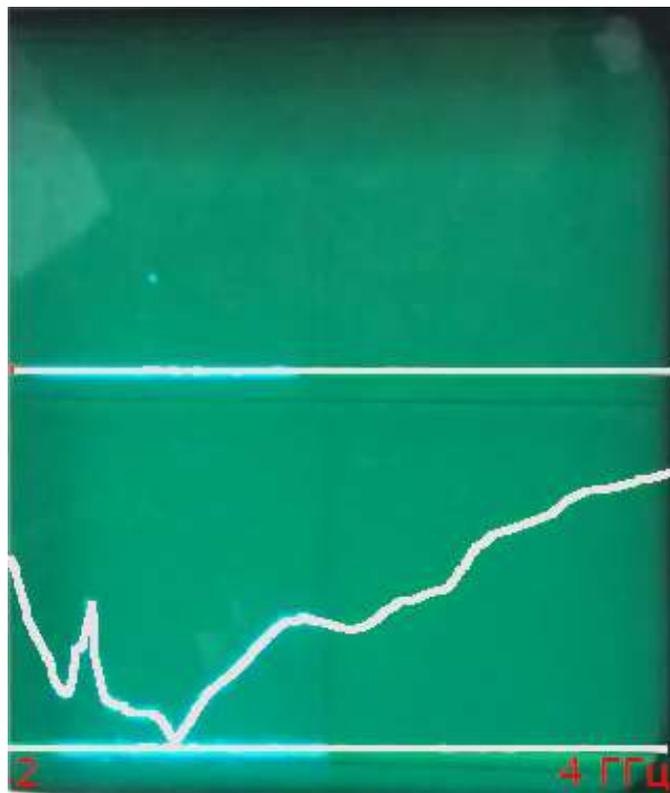


Рис. 6. КСВН излучающего элемента

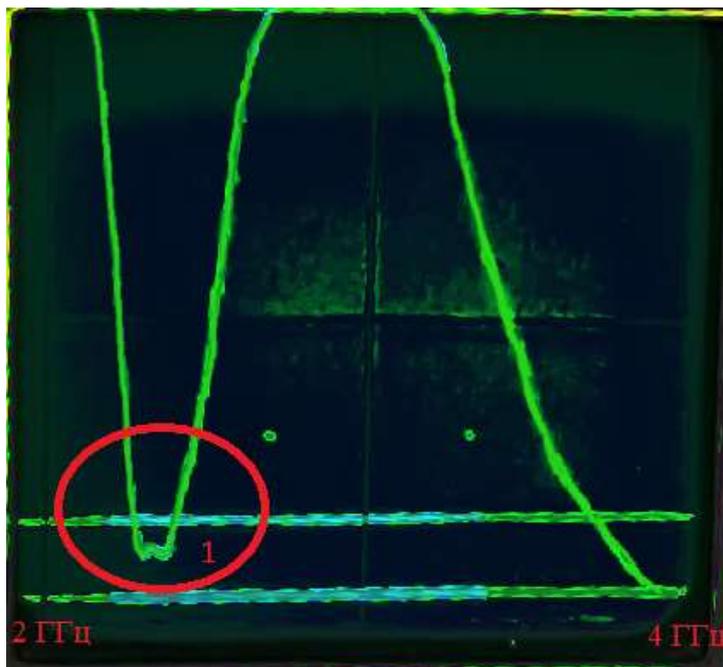


Рис. 7. КСВН первого макета излучающего элемента с установленным диодом ЗИ101А

Диод во втором макете (рис. 8) включался параллельно между питающим полоском и земляным полигоном. Данная схема включения диода не позволяет использовать переход между основным уровнем ИС и уровнем расположения патча. Характеристика КСВН макета при активном диоде представлен на рис. 9. Величина КСВН на резонансных частотах находится в диапазоне 1.7–2.5, и сильно реагирует на изменение среды в ближней зоне, – это показывает, что данная структура выполняет функцию узкополосной антенны. На характеристике КСВН явно наблюдается 2 близких резонанса, – это показывает, что излучение происходит на двух краях патча что нежелательно для нашего приложения.



Рис. 8. Второй макет излучающего элемента с установленным диодом ЗИ101А



Рис. 9. КСВН второго макета излучающего элемента с установленным диодом 3И101А

Диод в третьем макете (рис. 10) установлен последовательно и имеет корректную схему питания. Характеристика КСВН макета при активном диоде представлена на рисунке 12. Величина КСВН на резонансных частотах находится в диапазоне 1,17–1,2 и аналогично второму макету сильно реагирует на изменение среды в ближней зоне, – это так же показывает, что данная структура выполняет функцию узкополосной антенны.



Рис. 10. Место включения туннельного диода на 3 макете



Рис. 11. КСВН третьего макета излучающего элемента с установленным диодом 3И101А без напряжения питания



Рис. 12. КСВН третьего макета излучающего элемента с установленным диодом 3И101А с поданным напряжением питания (КСВН на резонансной частоте $\approx 1,18$)

Таким образом, было показано, что предложенный тип питания патч-излучателя возможен, а также то, что в переходную область между уровнями ИС возможно включить активный элемент для согласования приемо-

передающего тракта антенны, усиления и манипуляции проходящим сигналом.

Список используемых источников

1. Зелкин Е. Г. Соколов В. Г. Методы синтеза антенн: Фазированные антенные решетки и антенны с непрерывным раскрытием. Москва: Советское радио, 1980. 296 с.
2. Воскресенский Д. И. Филиппов В. С. Гостюхин В. Л. Устройства СВЧ и антенны: учебник. Изд. 2-е доп. и перераб. Москва: Радиотехника, 2006. 376 с.
3. Вендик О. Г. Парнес М. Д. Антенны с электрическим сканированием / под редакцией Л. Д. Бахраха. Science Press, 2001.
4. Журавлев А. К. Хлебников В. А. Родимов А. П. Адаптивные радиотехнические системы с антенными решетками. Ленинград: Изд-во Ленинградского университета, 1991. 544 с.

Работа представлена научным руководителем, старшим преподавателем кафедры ЭиС СПбГУТ Глуховым Н. И., научным консультантом, доцентом кафедры ЭиС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Седышевым Э. Ю.

УДК 621.311

ГРНТИ 47.14.17

А. И. Кучерявый (студент гр. ФП-81, СПбГУТ), can4oyc@list.ru

РАЗРАБОТКА ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ЛИТИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКОЙ ЗАРЯЖАЕМЫХ ЯЧЕЕК

Задачей проведения выполненных работ, было создание устройства для зарядки li-ion аккумуляторов с несколькими последовательно соединенными ячейками. Готовые зарядные устройства дороги и при этом не позволяют быстро заряжать ячейки, отстающие по заряду от других ячеек автоматически. Автор поставил задачу спроектировать и изготовить зарядное устройство с гальванической развязкой ячеек на доступных компонентах. В работе кратко изложен процесс проектирования и начальный этап сборки устройства.

источники питания, зарядные устройства, гальваническая развязка, аккумуляторы.

Kutschtryavy A. Development of a Lithium Battery Charger Batteries with Galvanic Isolation Charging Cells.

The task of carrying out the work performed was to create a device for charging li-ion batteries with several cells connected in series. Ready-made chargers are expensive and at the same time

do not allow you to quickly charge cells that lag behind other cells automatically. The author set the task to design and manufacture a charger with galvanic isolation of cells on additional components. The paper briefly describes the design process and the initial stage of assembly of the device.

Key words: power sources, chargers, galvanic isolation, batteries.

Аккумуляторные батареи сегодня окружают нас повсеместно, от смартфонов до электротранспорта. Самыми распространёнными батареями сейчас являются литий-ионные и литий-полимерные батареи. Зарядка аккумуляторов на их основе в отличие от зарядки свинцовых аккумуляторов сложный процесс. В свинцово-кислотных аккумуляторах ячейки можно заряжать постоянным током. Литиевые аккумуляторы нужно заряжать сначала постоянным током, затем постоянным напряжением, такую зарядку называют *CC-CV (Constant Current, Constant Voltage)*, что значительно усложняет схемотехнику зарядного устройства. При этом зарядка последовательно соединённых ячеек в свинцово-кислотном аккумуляторе происходит таким же образом, что и зарядка одной ячейки – постоянным током, в то время как зарядка литиевых аккумуляторов, состоящих из нескольких последовательных ячеек очень сложна, т. к. в идеале необходимо заряжать каждую ячейку в отдельности от остальных. Автор, заинтересовавшийся проблемой зарядки литиевых аккумуляторов, поставил цель разработать зарядное устройство с гальванической развязкой каждой из заряжаемых ячеек, что отличается от стандартных решений в этой области. В работе описан процесс разработки устройства и начальный этап его сборки.

Не смотря на необходимость контроля напряжения на каждой отдельно взятой ячейке, в большинстве случаев их все равно заряжают вместе, просто шунтируя уже зарядившиеся ячейки. Для этого используют специальные балансировочные схемы. На рис. 1 представлена типичная схема шунтирования одной из ячеек в балансиере. При достижении напряжения окончания заряда схема (через резистор R1) начинает шунтировать аккумулятор, пропуская большую часть тока через себя [1].

К минусам данной реализации относится малый ток балансировки и большой нагрев балансирующих резисторов, что на практике ограничивает зарядку батарей с большим отличием начальных напряжений на ячейках.

Существуют и другие, более современные способы балансировки ячеек, например, конденсаторные балансиры, ток балансировки у которых может достигать 5 ампер. Однако проблему балансировки можно решить полностью, если каждую ячейку заряжать с помощью гальванически развязанных зарядных модулей.

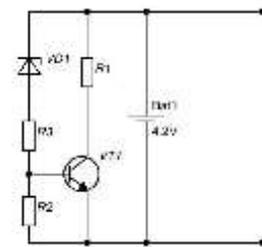


Рис. 1. Схема шунтирования заряженной батареи

В качестве зарядных модулей будут использоваться модули на основе $x14015e1$, позволяющие как устанавливать конечное напряжение заряда, так и регулировать ток заряда.

Планируется изготовить устройство для аккумуляторов с тремя последовательно соединенными ячейками, соответственно планируется использовать три модуля зарядки и необходимо обеспечить три гальванически развязанных напряжения питания зарядных модулей.

Для формирования гальванически развязанных напряжений была разработана схема блока питания на основе высоковольтного самотактируемого драйвера с внутренним генератором – $ir2153$. Схема представлена на рис. 2 и условно разделена на пять частей.

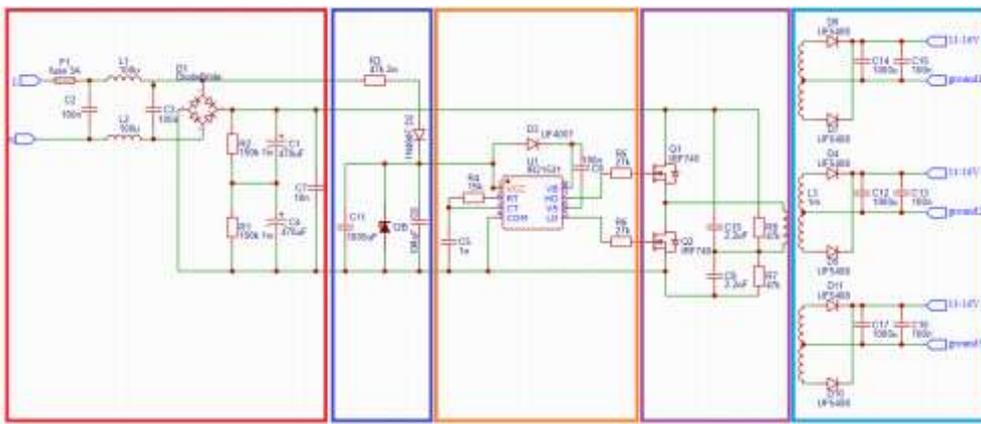


Рис. 2. Условное разделение схемы на составляющие

В красной части происходит выпрямление сетевого напряжения до уровня 330 вольт, выпрямление происходит за счёт использования диодного моста и двух последовательно соединённых конденсаторов [2]. Также в этой части присутствует сетевой фильтр.

В синей части происходит формирование напряжения питания драйвера равное 12 вольтам. Оно главным образом формируется за счёт резистора $R3$ и стабилитрона на 12 вольт. Конденсаторы используются для уменьшения пульсаций.

В оранжевой части схемы расположен драйвер $ir2153$ и вся необходимая для него обвязка. Драйвер формирует импульсы поочередно открывающие силовые транзисторы. Частота этих импульсов с учетом используемой обвязки равна 47.4 кГц.

В фиолетовой части распложены силовые транзисторы и первичная обмотка трансформатора. Транзисторы открываясь и закрываясь, по очереди заряжают конденсаторы $C9$ и $C10$, которые в свою очередь поочередно разряжаются на первичной обмотке трансформатора.

В голубой части распложены три вторичные обмотки трансформатора и двухполупериодные выпрямители со средней точкой [3]. На них формируются три гальванически развязанных постоянных напряжения для питания зарядных модулей.

Расчет трансформатора был проведен в программе «Excellentit_9.1» рис. 3. В результате расчета был определен подходящий из имеющихся сердечник и количество витков первичной и вторичных обмоток.

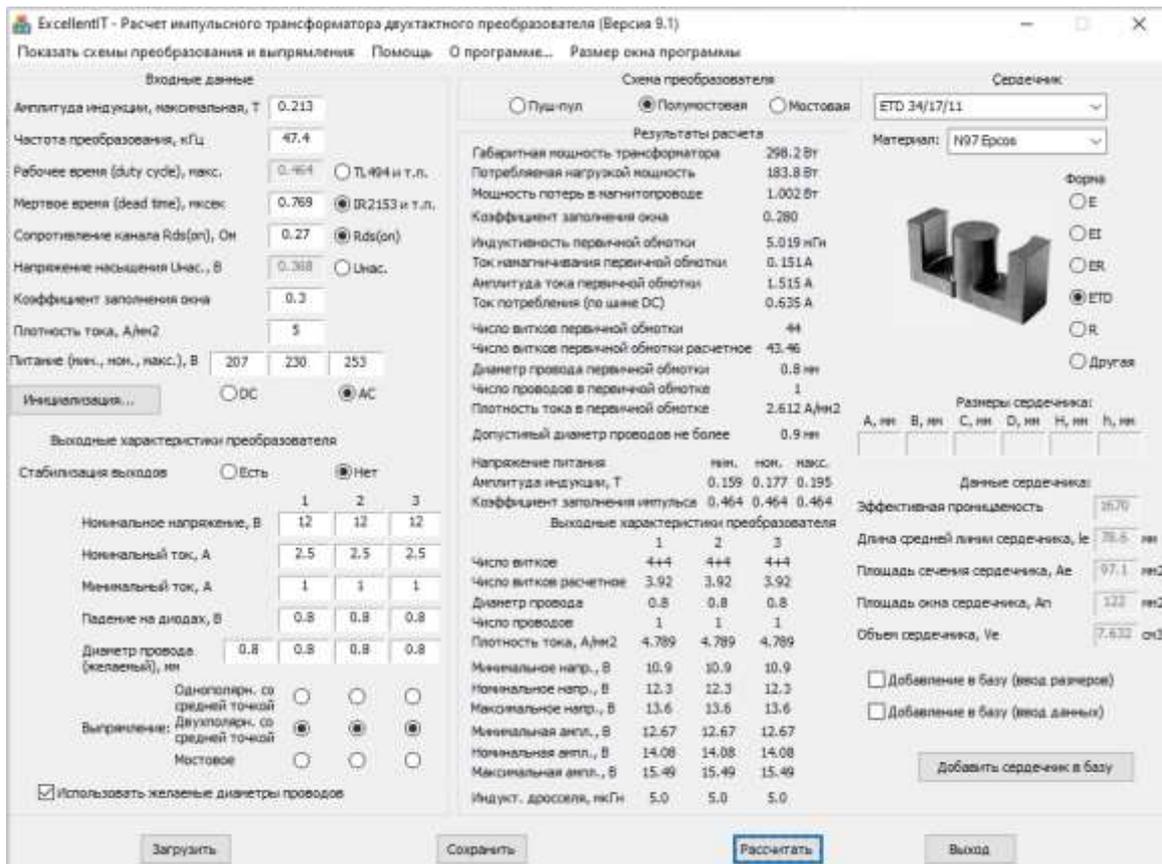


Рис. 3. Расчет силового трансформатора блока питания

На данный момент реализованы только три части схемы. На рис. 4 представлен макет заготовки, разработанного блока питания. На рисунке выделены части блока питания цветами, соответствующими схеме на рис. 2.

Как уже можно было заметить на предыдущих схемах, в блоке питания по максимуму используются компоненты из старых компьютерных блоков питания, что существенно уменьшает его цену. На рисунке 4 видно, что сетевой фильтр полностью взят с блока питания, путем его вырезания из основ-

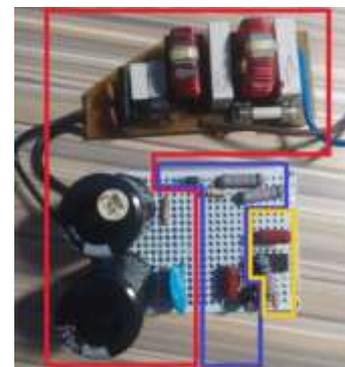


Рис. 4. Реализованная часть блока питания

ной платы. Для готового устройства такая реализация не допустима, но для макета, предназначенного для проверки работоспособности, подобная реализация имеет место быть.

На данном макете были проведены первые тесты и получены первые результаты. Ниже приведены снятые с макета осциллограммы и пояснение к ним.

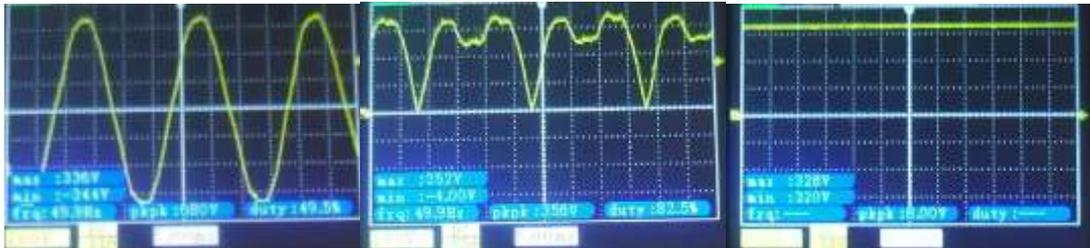


Рис. 5. Осциллограммы сетевого напряжения, напряжения после диодного моста и после высоковольтных конденсаторов

Осциллограммы на рис. 5 полностью соответствуют ожиданиям. Колебания выпрямленного напряжения не превышают 3 %, что вполне нормально для данного блока питания.

По осциллограмме на рис. 6 можно увидеть, что напряжение питания драйвера составляет примерно 11,3 вольта, вместо ожидаемых 12. Минимальным напряжением питания драйвера является 10 вольт, поэтому схему можно оставить без изменений.



Рис. 6. Осциллограмма напряжения питания драйвера

По осциллограмме на рис. 7 видно, что частота полученных импульсов равна 53,1 кГц, что на 12 % больше теоретически рассчитанных 47,4 кГц. В связи с этим желательно провести перерасчет силового трансформатора.

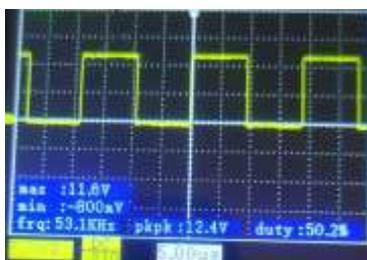


Рис. 7. Осциллограмма напряжения управления одного из ключей

ления зарядным устройством.

В ходе проделанной работы была разработана схема блока питания с тремя гальванически развязанными выходами. Была начата сборка макета устройства и проведены первые измерения, показывающие что разработанная схема работоспособна. Следующим этапом работы станет намотка силового трансформатора и завершение пробной сборки схемы. В дальнейшем предстоит разработать печатную плату для разработанной схемы и добавить систему визуализации и управ-

Список используемых источников

1. Воронин П. А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. Москва: Додэка-XXI, 2001. 384 с. С. 265–268.
2. Шустов М. А. Практическая схемотехника. Источники питания и стабилизаторы. Москва: Альтекс-А, 2002. 189 с. С. 18–21.
3. Раймонд Мэк. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению. Москва: Додэка-XXI 2008. 272 с. С. 139–141.

Работа представлена научным руководителем, зав. кафедрой физики СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Передистовым Е.Ю.

УДК 621.373.52

ГРНТИ 45.09.35

А. К. Ларионова (студентка гр. ФП-11м, СПбГУТ),
06012000larionova@gmail.com

МИКРОВОЛНОВЫЙ КОЛЬЦЕВОЙ ГЕНЕРАТОР НА НЕСКОЛЬКИХ АКТИВНЫХ ДВУХПОЛЮСНИКАХ

В работе рассматриваются конструкции СВЧ-генераторов в интегральном исполнении на кольцевом эллиптическом резонаторе с использованием нескольких активных элементов. Завершающим этапом работы стало создание макета генератора на лавинно-пролетном диоде. Проведены многочисленные эксперименты, сделаны выводы о характеристиках генераторов. В работе представлена конструкция генератора частотного «хаоса» на высокодобротном резонаторе.

СВЧ, генератор, генератор шума, активный двухполюсник, резонатор, ЛПД.

Larionova A. Microwave Ring Generator on Multiple Active Bipolar.

The paper considers the designs of microwave generators in an integral design on an annular elliptical resonator using several active elements. The final stage of the work was the creation of a model of the generator on an avalanche-span diode. Numerous experiments have been carried out, conclusions have been drawn about the characteristics of generators. The paper presents the design of a frequency "chaos" generator on a high-quality resonator.

Key words: microwave, generator, noise generator, active bipolar, resonator, LPD.

Современная радиотехника нуждается в мощных генераторах СВЧ полупроводникового типа, от подобных конструкций требуется увеличение мощности за счет сохранения нормального режима работы активного элемента, а это возможно лишь в случае увеличения их количества.

В работе «Кольцевой эллиптический генератор на активных двухполюсниках» [1] был произведен подробный анализ уже известной модели интегрального генератора СВЧ на кольцевом резонаторе [2], сделаны выводы о природе возникновения «семейства» гармоник на экспериментальной спектрограмме (рис. 1).

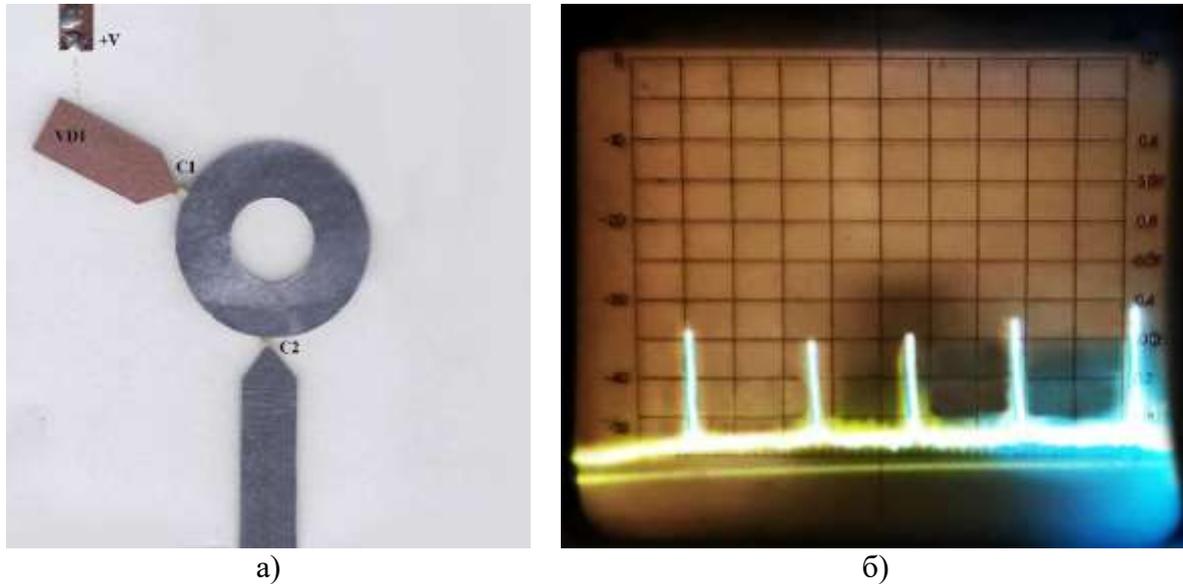


Рис. 1. Макет СВЧ генератора на кольцевом эллиптическом резонаторе с использованием одного генераторного диода (а), его экспериментально полученная спектральная характеристика (б) [2]

Исследуем как изменится выходная характеристика при добавлении к синтезированному устройству еще одного активного двухполюсника, расположив его симметрично к существующему. Принципиальная схема устройства с двумя диодами и его спектрограмма представлены ниже. Макеты устройства представлены на рис. 2.

Синтезированный макет был исследован на предмет генерации в той же частотной области, что и макет генератора с одним активным элементом, и показал повышенный уровень выходной мощности, который зафиксировал спектральный анализатор. Примерный прирост мощности составил 6дБ. Экспериментальная характеристика приведена ниже, на рис. 3.

Результатом эксперимента можно считать синтез высокостабильного генератора СВЧ на двух активных двухполюсниках и возможность синтеза подобных СВЧ генераторов со сложением мощности от нескольких активных элементов, установленных в шлейфах.

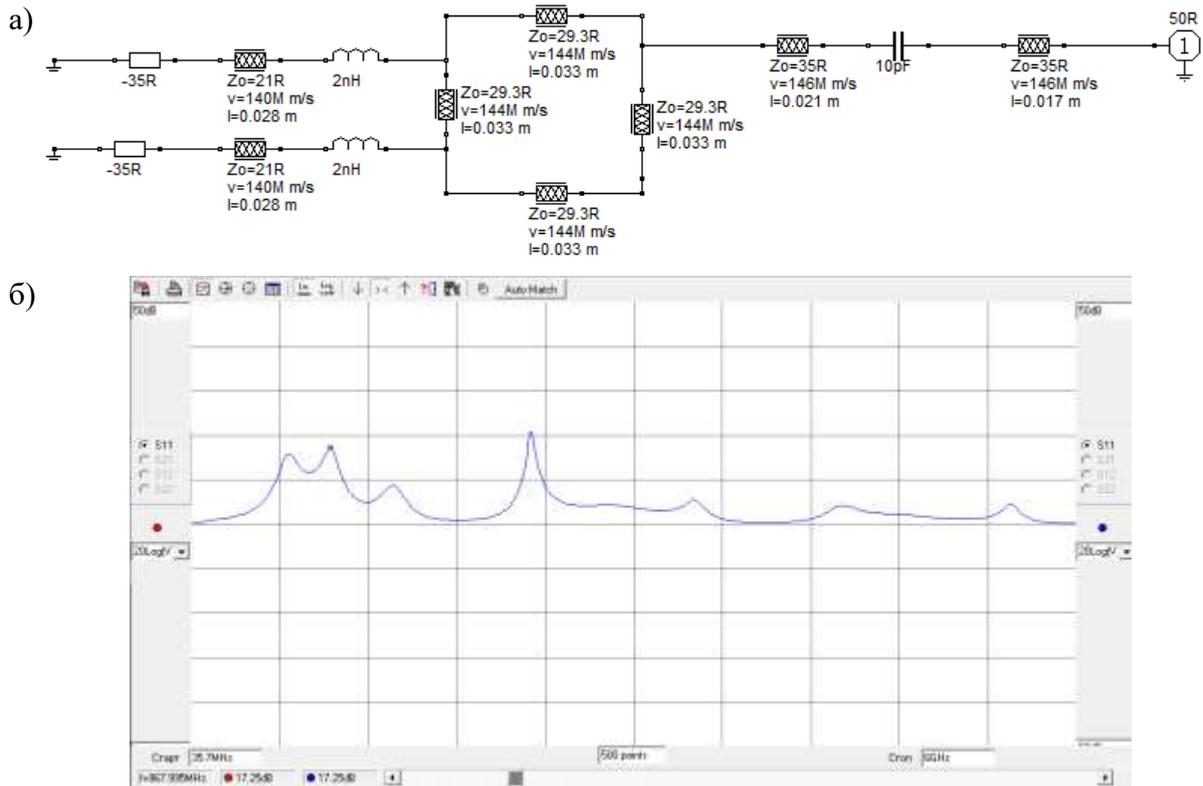


Рис. 2. Эквивалентная схема устройства с двумя активными двухполюсниками (а) и его АЧХ, полученная в САПР RFSim99 (б)

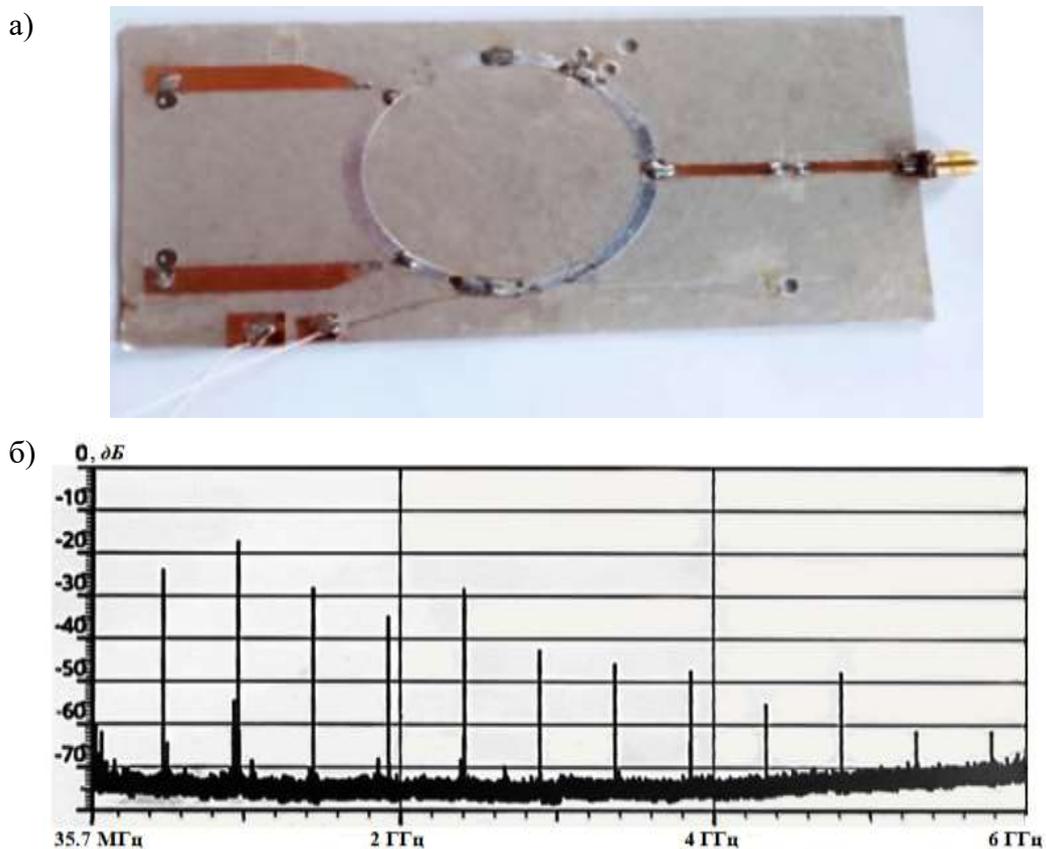


Рис. 3. Реальная модель устройства с двумя активными двухполюсниками (а) и его экспериментально полученная спектральная характеристика(б)

В продолжении изучения генерационных схем со сложением мощности на нескольких активных двухполюсниках был проведен ряд экспериментов, целью которых было исследование одновременной работы нескольких полупроводниковых диодов, установленных в 1 точку, в схеме генерации. Результаты опытов описаны в работе «Исследование микроволнового генератора на кольцевом резонаторе с учетом эквивалента активного двухполюсника» [3]. В большинстве экспериментов модели представляли из себя генераторы шума с довольно насыщенными шумовыми характеристиками. Один из таких результатов представлен на рис. 4 ниже.

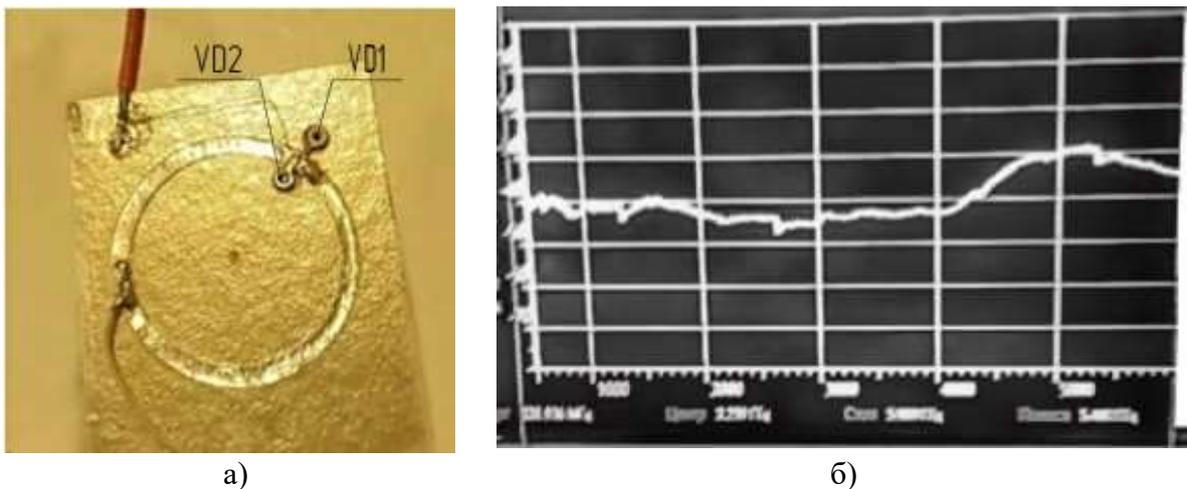


Рис. 4. Макет СВЧ генератора на кольцевом эллиптическом резонаторе с использованием двух диодов, установленных в одну точку, его экспериментально полученная спектральная характеристика (б) [3]

Проектирование и расчет генераторов шума (ГШ) – одна из самых актуальных инженерно-технических задач на сегодняшний день, данная задача в радиоэлектронике примыкает к вопросам теории хаоса. Генераторы шума используются во многих областях радиотехники: они нужны для подавления мешающих сигналов, могут модулироваться и быть информационным транспортом. Интерес к применению ГШ за последние годы существенно увеличился, что заставляет современных разработчиков СВЧ-техники заниматься исследованиями по данной тематике.

В Лаборатории синтеза СВЧ устройств СПбГУТ, профиль «Микроволновая техника. Объемные интегральные схемы» был синтезирован генератор шума с помощью высокодобротного резонатора и лавинно-пролетного генераторного диода 3A707Г. Во всем диапазоне частот от 9 до 12 ГГц мы можем наблюдать устойчивую шумовую характеристику.

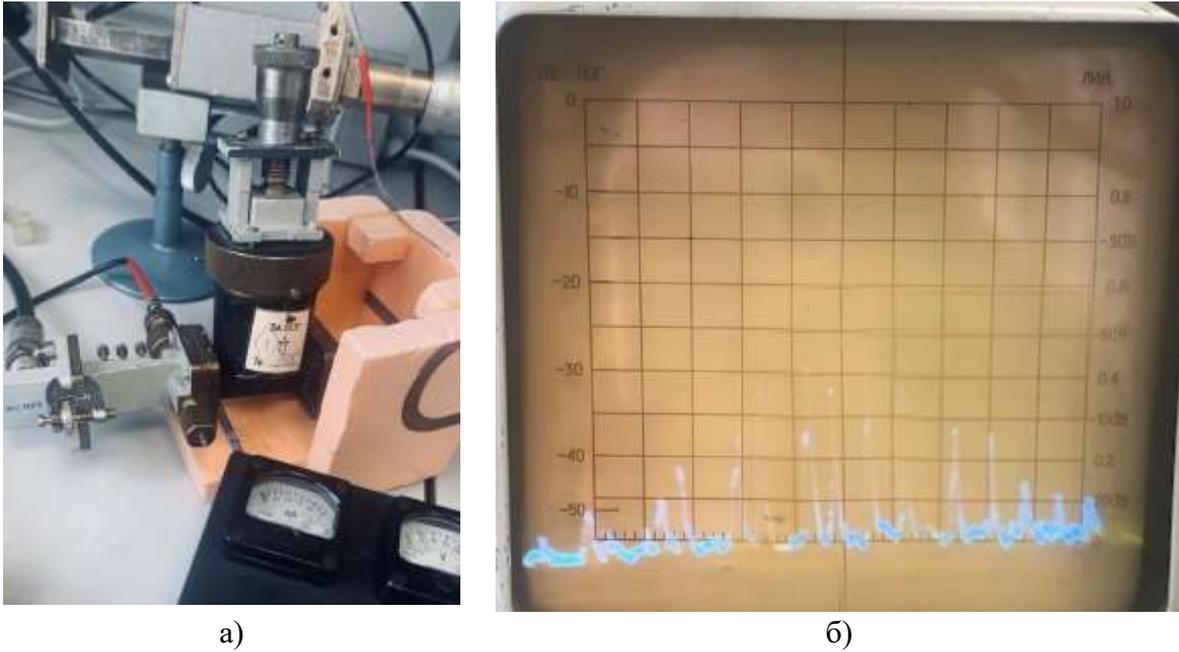


Рис. 5. Исследуемая установка генератора шума СВЧ диапазона (а), его экспериментально полученная спектральная характеристика (б)

Список используемых источников

1. Ларионова А. К., Седышев Э. Ю. Кольцевой эллиптический генератор на активных двухполюсниках // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2021). Всероссийская научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; материалы конф. / Сост. Н.Н. Иванов. СПбГУТ. СПб., 2022. 1072 с. С. 38–40. URL: <http://pkm.sut.ru/documents/Materiali%20konferencii%202021.pdf>

2. Седышев Э. Ю., Шомин А. Ю. Генератор СВЧ в интегральном исполнении на кольцевом резонаторе // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2020). Региональная научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; Сборник лучших докладов конф. / Сост. Н. Н. Иванов. СПб.: СПбГУТ, 2021. 450 с. С. 339–343. URL: http://pkm.sut.ru/documents/best_pkm2020.pdf

3. Ларионова А. К., Седышев Э. Ю. Исследование микроволнового генератора на кольцевом резонаторе с учетом эквивалента активного двухполюсника // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2022. Т. 2.

4. Отчет о НИР «Исследование возможности нелинейной хаотизации колебаний в твердотельных диодных генераторах и создания на основе этого явления малогабаритных широкополосных генераторов шума терагерцового диапазона частот для радио видения и шумовой радиолокации высокого разрешения». Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, 2016.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЭиС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Седышевым Э. Ю.

УДК 621.395.623.74
ГРНТИ 49.39

М. К. Лемешев (студент гр. ФП-11, СПбГУТ), matveylem543@mail.ru

РАЗРАБОТКА ИОНОФОНА – ПЛАЗМЕННОГО ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ

Ионофон, он же поющая дуга – громкоговоритель со специфическим механизмом воспроизведения звука. Обычно электрическая энергия преобразуется в энергию звуковых волн при помощи динамической головки, то есть подвижной мембраны, приводимой в движение взаимодействием постоянного магнита и катушки, по которой течет переменный электрический ток. В случае ионофона все намного интересней: звуковые волны возникают в результате изменения объема ионизированного воздуха – плазмы. Впервые ионофон был создан Уильямом Дудделом в 1900 году и продемонстрирован на заседании Лондонского института инженеров. Изобретатель подключил клавиатуру рояля к электродам и исполнил композицию «Боже, храни королеву». С развитием электроламповой промышленности плазменный громкоговоритель получил вторую жизнь. Советские радиолюбители Плоткин Каратеев и Прютц на 26 всесоюзной выставке радиолюбителей представили звуковоспроизводящий агрегат с ионофоном [1].

ионофон, громкоговоритель, звук, одноконтный преобразователь.

Lemeshev M. Development of Ionophone – Plasma Loudspeaker.

The ionophone, also known as the singing arc, is a loudspeaker with a specific sound reproduction mechanism. Usually, electrical energy is converted into sound wave energy by means of a dynamic head, that is, a movable membrane driven by the interaction of a permanent magnet and a coil through which an alternating electric current flows. In the case of an ionophone, everything is much more interesting: sound waves arise as a result of changes in the volume of ionized air – plasma. The ionophone was first created by William Dugdale in 1900 and demonstrated at a meeting of the London Institute of Electrical Engineers. The inventor connected the piano keyboard to the electrodes and performed the composition "God save the Queen". With the development of the electric lamp industry, the plasma loudspeaker received a second life. Soviet radio amateurs Plotkin Karateev and Prutz presented a sound reproducing unit with an ionophone at the 26th All-Union Amateur Radio Exhibition [1].

Key words: ionophone, loudspeaker, sound, single-stroke converter.

Для получения высоковольтной дуги необходим источник высокого напряжения порядка нескольких киловольт. Его особенности будут рассмотрены далее. При постановке технического задания были сформулированы требования, которым должна отвечать схема устройства:

1. Простота.
2. Доступность элементной базы.
3. Рациональность примененных схемотехнических решений.

В результате поиска в сети Интернет из наработок отечественных и зарубежных радиолюбителей была создана схема, приведенная ниже [2, 3] (рис. 1).

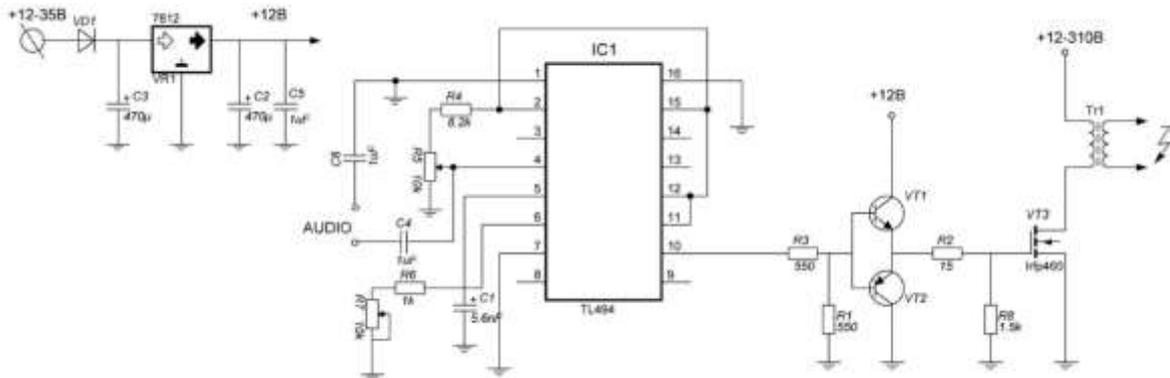


Рис. 1. Разработанная схема устройства

Схема представляет собой однотактный преобразователь, построенный на микросхеме *Tl494*, драйвере в виде комплементарного усилителя на транзисторах *sd772* и *sd882*, высоковольтном строчном трансформаторе, а также силовом *MOSFET* транзисторе *Irfp460*. Рассмотрим схему подробнее. На диоде *1n4007*, интегральном стабилизаторе *lm7812* и конденсаторах *C3*, *C2* и *C5* построен источник питания на 12 вольт для микросхемы *Tl494* и ее обвязки, диод выступает в роли защиты от неправильной полярности. Переменный резистор *R7* и конденсатор *C1* являются частото задающей цепочкой и рассчитаны таким образом, чтобы диапазон работы генератора был от 9,5 до 98 КГц. Потенциометр *R5* отвечает за регулировку скважности импульса и соответственно мощности проходящей через повышающий трансформатор. Конденсаторы *C4* и *C6* выступают в роли разделительных – чтобы отсеять постоянную составляющую аудио сигнала. Транзисторы *VT1* и *VT2* выступают в роли усилителя тока для облегчения режима работы микросхемы и полного открытия транзистора *VT3*. Резисторы *R3* и *R2* ограничивают токи базы и затвора, а *R1* и *R8* гарантируют надежное запирающее как силового транзистора, так и транзисторов драйвера. Принцип работы данной схемы таков: после подачи питания микросхема начинает генерировать прямоугольные импульсы заданной частоты открывая и закрывая транзистор *VT3* который в свою очередь пропускает ток через первичную обмотку трансформатора, так как первичная обмотка трансформатора имеет индуктивность то ток в ней нарастает постепенно на протяжении всего импульса что приводит к возникновению ЭДС индукции во вторичной обмотке и возникновению высоковольтной дуги в разряднике. Если в этот момент через разделительный конденсатор *C4* подать аудио сигнал на 4 ножку микросхемы, то длительность импульса начнет сокращаться или увеличиваться в зависимости от амплитуды входящего сигнала, что приведет к возникновению звука от дуги.

Печатная плата для этого проекта была разведена в программе *Sprint-layout 6*. Далее рисунок дорожек был распечатан на глянцевой фотобумаге и с помощью утюга был перенесен на заранее вырезанный кусок фольгированного стеклотекстолита. Затем плата была погружена в раствор хлорного железа для травления. После плату нужно было залудить и просверлить монтажные отверстия (рис. 2).

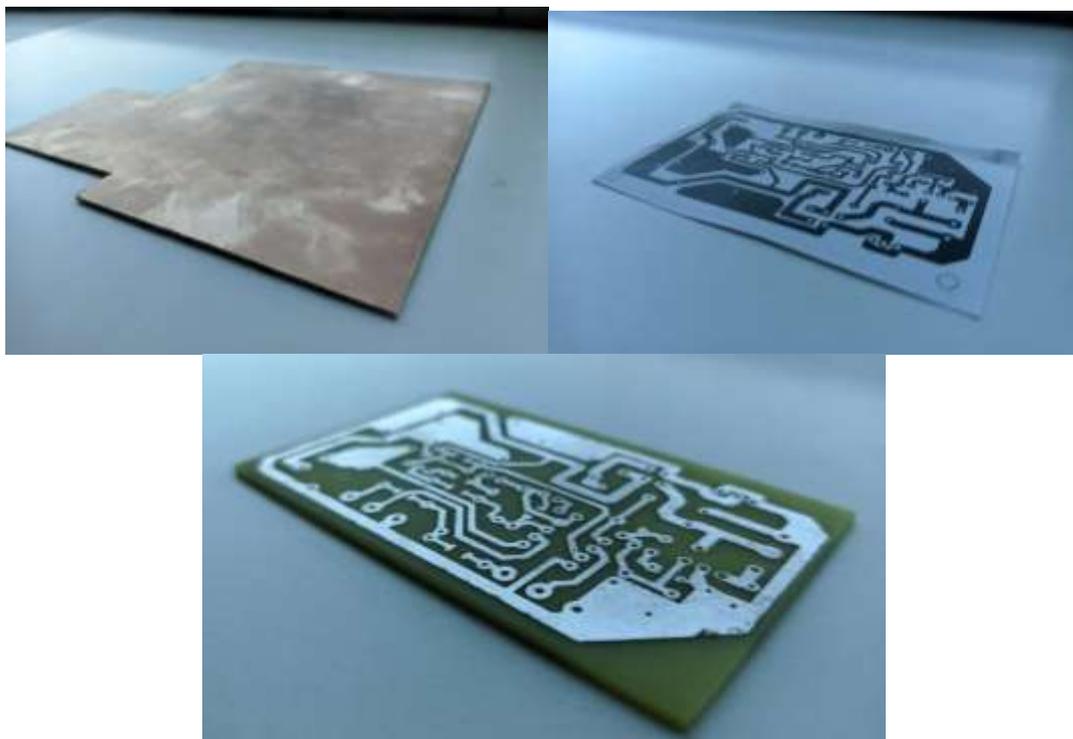


Рис. 2. Процесс создания печатной платы устройства

В нашем случае в роли повышающего трансформатора выступает ТДКС (трансформатор диодно-каскадный строчный) изъятый из старого ЭЛТ телевизора (рис. 3). В роли первичной обмотки выступает кусок многожильного провода в изоляции намотанный на магнитопровод. Количество витков первичной обмотки подбирается в зависимости от питающего напряжения из соображения чтобы получить максимально высокое напряжение на выходе при адекватном потреблении устройства. Подбор количества витков обусловлен тем что измерение параметров магнитопровода осложняется монолитностью трансформатора из-за чего трудно произвести замеры габаритов сердечника и его магнитной проницаемости. Разрядник – это два электрода расположенном на некотором удалении друг от друга (рис. 4). В данном случае в роли разрядника выступают два болта закрепленных на конструкции из стеклотекстолита. Подключение разрядника к трансформатору обязательно производится при помощи проводов в высоковольтной изоляции.



Рис. 3. ТДКС, изъятый из старого ЭЛТ телевизора

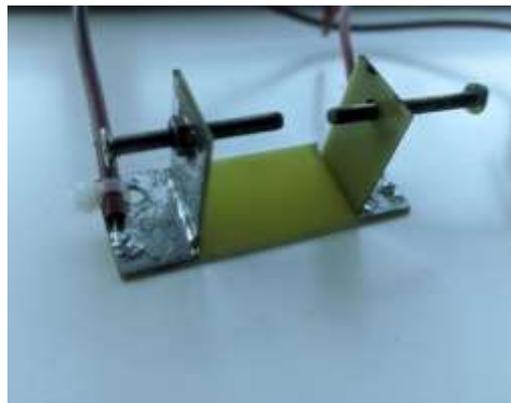


Рис. 4. Разрядник

После изготовления всех деталей конструкции и закупки необходимых элементов производится окончательная сборка устройства. Запаиваются все электронные элементы, ликвидируются торчащие выводы, на свои места подключается трансформатор и разрядник, силовой транзистор крепится на радиатор (рис. 5).



Рис. 5. Устройство в сборке

Далее речь пойдет о питании данного устройства. Мосфет *Irfp460* имеет предельное напряжение сток-исток равное 500 вольтам. Соответственно теоретически возможен запуск громкоговорителя от сетевого выпрямителя, но из-за особенности однотактных преобразователей при таком высоком напряжении питания параллельно первичной обмотке необходимо разместить демпфирующую цепочку, защищающую силовой транзистор от выброса самоиндукции. Поэтому было принято решение питать устройство

от понижающего трансформатора с выпрямителем. Первый запуск устройства производится с выкрученным на минимум регулятором мощности. Постепенно вращая потенциометр нужно добиться того чтобы дуга стабильно горела. Подстроив частоту генератора, расстояние между электродами и мощность добиваемся тихой дуги без шипения и писка. Теперь, подав звуковой сигнал на вывод 4 микросхемы, можно услышать, как дуга играет музыку.

В ходе данной работы был спроектирован и собран ионофон для наблюдения аудио модуляции плазменной дуги (рис. 6). Несмотря на прекрасное качество звука на высоких и средних частотах было выяснено – чтобы получить достаточную громкость воспроизведения нужно увеличивать напряжение питания устройства, то есть увеличить объем дуги. Несмотря на ряд недостатков спроектированное устройство достойно для использования в комбинированной аудио системе вместе с НЧ динамиками.

Плюсами такого излучателя является то, что он лишен массивной подвижной мембраны из-за чего искажения звука сводятся к минимуму. Минусами является относительно низкий КПД и малый срок службы электродов так как температуры плазмы может достигать нескольких тысяч градусов кроме того выделяется озон, который является токсичным газом.

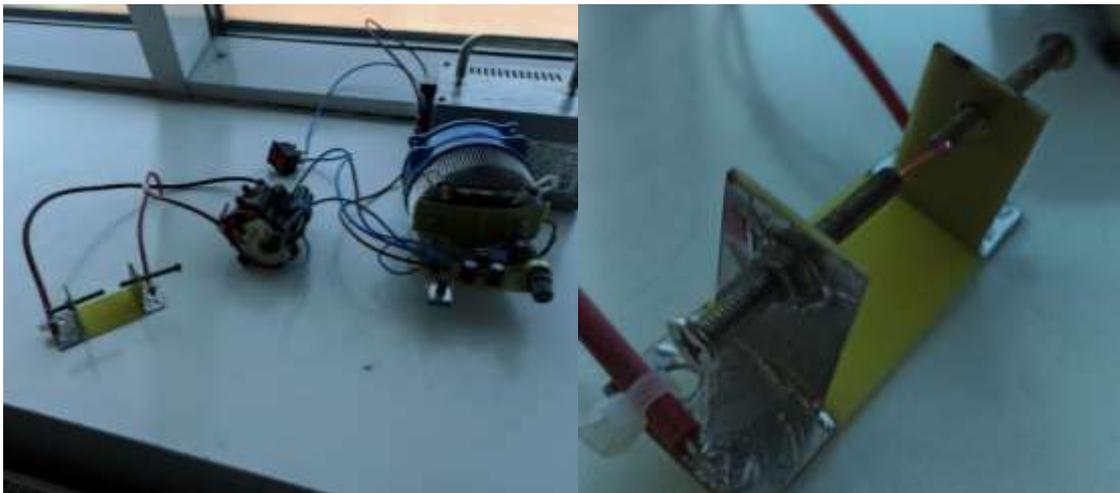


Рис. 6. Ионофон для наблюдения аудио модуляции плазменной дуги

Список используемых источников

1. Плоткин Е., Каратеев Б., Прютц В., Петров С. Звуковоспроизводящий агрегат с ионофоном. простые лентопротяжные устройства. Третий громкоговоритель двухканальной системы. Наша консультация // Радио. № 12. 1959. С. 18–22.
2. Компоненты и технологии – журнал об электронных компонентах. 2008. № 10. 160 с.
3. Шляпин А. Е., Кичик М. Г., Попов Н. В., Ионофон. Долгопрудный, 2020. URL: https://mipt.ru/upload/medialibrary/465/b04_907_shlyapin-artem-evgenevich_ionofon.pdf

Статья была представлена научным руководителем, доцентом кафедры физики СПбГУТ, кандидатом физико-математических наук, доцентом Долматовой О. А.

УДК 330.322
ГРНТИ 06.58.45

Ф. Т. Александров (студент гр. РК-91, СПбГУТ), f-alexandrov@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ВЕНЧУРНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ИННОВАЦИОННОМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ РОССИИ

Цель статьи – рассмотреть особенности отрасли венчурных инвестиций в развивающиеся высокотехнологические компании в Российской Федерации. В результате проведенного исследования были определены основные понятия в инновационном предпринимательстве и инвестиционные этапы, а также рассмотрены показатели современных инвестиционных исследований глобального и российского рынков. Были выявлены актуальные препятствия и позитивная динамика в сфере венчурных инвестиций в Российской Федерации.

венчурные инвестиции, инновационное предпринимательство, инвестиционные раунды, финансирование высокого риска.

Alexandrov F. Features of Venture Investment in Innovative Entrepreneurship in Russia. *The purpose of the article is to consider the features of the venture investment industry in developing high-tech companies in the Russian Federation. As a result of the conducted research, the main concepts in innovative entrepreneurship and investment stages were identified, as well as the indicators of modern investment studies of the global and Russian markets were considered. Actual obstacles and positive dynamics in the field of venture investments in the Russian Federation were identified.*

Key words: venture investments, innovative entrepreneurship, investment rounds, high-risk financing.

Предпринимательство как явление стало двигателем многих макропроцессов, происходящих на рынке. В последние годы на международном и национальных рынках наблюдается большой рост высокотехнологичной продукции. Последнюю автор считает следствием увеличения популярности инновационного предпринимательства.

Инновационное предпринимательство – это коммерческая деятельность в сферах народного хозяйства, целью которой является получение прибыли за счет создания инновационных товаров и услуг, внедрения технологических новшеств. Данный процесс напрямую связан с высокими рисками – постоянными попытками бизнеса удовлетворить потребительские нужды. Преимущество инноваций в данном аспекте можно обозначить в улучшении качества товара или услуги вводимой научно-технической новизной, в уникальном отличии продукта от похожих разновидностей экономических благ. Стартап – это развивающееся (чаще всего, наукоёмкое) предприятие, характеризующееся коротким периодом операционной деятельности.

Венчурные инвестиции или *VC* (*venture capital*, от англ. *venture* – «риск», «авантюра») – это долгосрочное финансирование высокого риска, вливание частного капитала в наукоемкие продукты. Процесс такого инвестирования в среднем составляет от 3 до 7 лет и непосредственно связан с высокотехнологическими комплексами. Чистую прибыль венчурные фонды получают за счет продажи акций венчурных компаний, в которые они инвестируют свой капитал [1]. Со стороны компании, венчурное инвестирование решает проблему нехватки средств на развитие или модернизацию созданного продукта. Частных венчурных инвесторов, вкладывающих часть своих капиталов на раннем этапе развития компаний называют «бизнес-ангелами». При этом, венчурный инвестор может выступать как опосредованное лицо, так и как «*advisor*» - консультант, сопровождающий проект на всех стадиях и дающий рекомендации для улучшения экономико-маркетинговых метрик продукта.

Согласно глобальному годовому отчету частной исследовательской компании *Pitchbook*, в 2021 году наибольший объем капитала был инвестирован в отрасль *FinTech*, а средний размер сделки в корпоративном техническом раунде вырос до 27,7 миллионов долларов США. Является важным отметить, что в статистику не входят данные, создаваемые фондами прямых инвестиций.

В научно-исследовательских материалах на сегодняшний день нет консенсуса относительно четкого выделения момента венчурного инвестирования в развивающиеся наукоемкие компании. Раундом инвестиций называется этап финансирования проекта инвесторами.

Инвестиционные этапы (раунды):

- *Seed stage* (посевная стадия) – сюда относятся так называемые *pre-seed* (предпосевной этап – проверка гипотез, разработка идеи, бизнес-плана, исследования рынка и привлечение первых инвесторов, «бизнес-ангелов»), *seed* (посевной раунд – тестирование созданной бизнес-модели и контроль соответствия результатов гипотезам). Средняя величина раунда в РФ составляет от 100 тысяч до 2 млн. долл. США.

- *Early startup stage* (ранняя стадия, ранний рост) – выпуск и организационные аспекты реализации продукта, выход на «точку безубыточности» – к этому этапу начинаются инвестиции венчурных фондов. Компания занимается поиском клиентов, выходом на международный рынок.

- *Growth & expansion* (рост и расширение) – укрепление позиций компании на целевом рынке (в среднем, объем инвестиций от 5 млн. долл. США [3]).

- Выход на *IPO* (от англ. *Initial Public Offering*) – первая публичная продажа акций неограниченному числу лиц и *SPO* (от англ. *Secondary Public Offering*) – вторичное размещение акций для привлечения дополнительных инвестиций, иногда как следствие снижения волатильности и улучшения прогнозируемости.

По различным оценкам российских изданий, на внутреннем венчурном рынке РФ сумма финансирования компании перед выходом на *IPO* составляет свыше 5 миллионов долларов США.

Во многом, особенностью российского венчурного капитализма является сильное влияние государства. Данный факт автор объясняет следствием образования российских высокотехнологических комплексов из военно-промышленного, а также, в широком смысле слова, следствием плановой экономики СССР. Тенденцией второго десятилетия XXI века является рост интереса инвесторов к развивающимся компаниям. Во всяком случае, российский рынок до сих пор является мало привлекательным для зарубежных инвесторов, в частности из-за сложности с привлечением как частных, так и иностранных инвестиций.

Счетная палата Российской Федерации приводит статистику [4], на основании которой, по состоянию на 1 января 2020 года, в Российской Федерации созданы более 230 венчурных фондов (из которых 53 – с государственным участием), с общим объемом инвестиций, составляющим 5,4 миллиарда долларов США. Российская ассоциация венчурного инвестирования (РАВИ) приводит статистику [5]: по состоянию на 2021 год в РФ функционирует 159 венчурных фондов общим объемом 4,46 млрд долл. США. В период с 2016 по 2020 гг. существовала тенденция снижения количества венчурных фондов, выходящих на рынок.

Доля государственного участия
в венчурных фондах (2021)

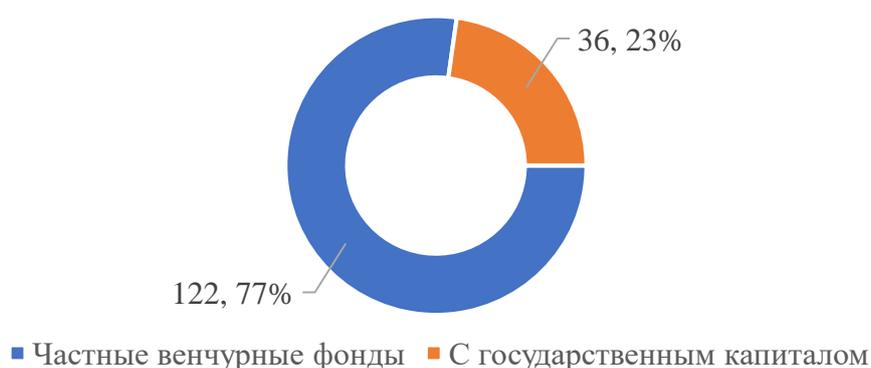


Рис. 1. Доля государственного участия в венчурных фондах (2021)

Наблюдая за изменением доли государственного участия в отрасли *VC* в Российской Федерации в период с 2019 по 2021 гг. (рис. 1), автор выявляет постепенное снижение доли государственного участия, что можно считать предпосылкой к увеличению интереса будущих инвесторов в создании частных венчурных фондов.

РАВИ сообщает об увеличении объема инвестиций действующих VC-фондов на стадии посева (*early stage: seed*) в последние два года (рис. 2) [5], что, по мнению автора, может активизировать потенциальных основателей стартапов и увеличить количество инновационных компаний на российском рынке.



Рис. 2. Количество и объём фондов, инвестирующих в компании на посевном этапе

В распределении VC-инвестиций по секторам экономики на данный момент лидирует отрасль информационных технологий (83 %). Государство, в свою очередь, больше инвестирует в телекоммуникации.

На сегодняшний день широкому распространению венчурных инвестиций в Российской Федерации препятствуют: несоответствующий рыночный механизм, слабые экономические стимулы для капиталовложения, недостаток квалифицированных специалистов в управлении инновационными проектами [1], и, по мнению автора, малое количество источников венчурного капитала внутри страны. Изнутри ситуацию могут улучшить налаженные связи между сферами бизнеса, образования и государственным аппаратом [2]. Действительно, стоит отметить, что программы высшего образования по подготовке специалистов в управлении инновационными проектами появились совсем недавно.

В 2020 году Счетная палата Российской Федерации официально предложила разработку документа стратегического планирования развития отрасли. По мнению автора, в настоящий момент государство показывает положительную динамику и начинает прилагать усилия, необходимые для развития сферы венчурного инвестирования и поддержания инновационного сектора: стимулируя инвестиции в малый и средний бизнес, проводя деофшоризацию экономики. С марта 2022 года Правительство Российской

Федерации предпринимает активные действия по активизации ИТ-индустрии (Указ Президента Российской Федерации №83 от 02 марта 2022 года), в частности, снижение налога на прибыль до 0% до июня 2024 года, поддержку разработки русскоязычного программного обеспечения, VR- и AR-технологий.

Список используемых источников

1. Крысова Д. А., Видус А. В. Оценка состояния венчурных фондов в России // В сб.: Импульс-2012. Труды IX Международной научно-практической конференции студентов, молодых ученых и предпринимателей в сфере экономики, менеджмента и инноваций в 2-х т. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2012. С. 77–79.
2. Макаров В. В., Асеев А. А., Верстова В. В. Инновации и наука: проблемы и решения // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 7 (65). С. 23–26. DOI: 10.24411/2411-0450-2020-10583.
3. Каширин А. И., Семенов А. С. Инновационный бизнес: венчурное и бизнес-ангельское инвестирование. М: Изд-во «Дело» РАНХиГС, 2012. 260 с.
4. Счётная палата Российской Федерации. "Анализ механизмов венчурного и прямого инвестирования, осуществляемого с использованием средств федерального бюджета" // Счётная палата Российской Федерации. 2020. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/a29/a298f3e07b401a8d60e4e4afdd1671b7.pdf>. (дата обращения: 05.05.2022).
5. Российская ассоциация венчурных инвестиций (РАВИ). Обзор рынка прямых и венчурных инвестиций за 2021 год // Аналитический сборник РАВИ. 2021. URL: <http://www.rvca.ru/rus/resource/library/rvca-yearbook> (дата обращения: 20.05.2022).

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ЭМИ СПбГУТ Фёдоровой М. Ю.*

УДК 338.242.2
ГРНТИ 06.75.10

К. Е. Большакова (студентка гр. ЭМ-82, СПбГУТ), krisbol2000@gmail.com

ИНСТРУМЕНТЫ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА ДЛЯ МАЛОГО БИЗНЕСА

Информационно-коммуникационные технологии являются одним из перспективных направлений, где создаются благоприятные условия для развития малого бизнеса. Современные предприятия немыслимы без использования новейших технологий в маркетинге, которые открывают широкие возможности для бизнеса с новыми способами воздействия на потенциального потребителя. В статье рассмотрены возможности применения современных инструментов интернет-маркетинга.

интернет-маркетинг, продвижение, электронная коммерция, маркетплейсы.

Bolshakova K. Internet Marketing Tools for Small Businesses.

Information and communication technologies are one of the promising areas where favorable conditions are created for the development of small businesses. Modern enterprises are unthinkable without the use of the latest technologies in marketing, which open up wide business opportunities with new ways of influencing potential consumers. The article discusses the possibilities of using modern Internet marketing tools.

Key words: internet marketing, promotion, e-commerce, marketplaces.

За последние годы в маркетинге произошло множество изменений. В настоящее время наиболее популярной становится модель «маркетингового управления», базирующаяся на долгосрочном планировании и прогнозировании с всесторонним исследованием рынка, поведения и привычек покупателей, использовании комплексных методов формирования спроса и стимулирования посредников. С точки зрения современной маркетинговой концепции, в центре внимания находится потребитель и удовлетворение потребностей конкретных целевых аудиторий покупателей.

Маркетинг-менеджмент как процесс принятия управленческих решений по поддержанию обмена с потребителями и удовлетворения потребностей клиентов в предлагаемом товаре, становится неотъемлемой частью стратегии развития компании и достижения поставленных целей [1].

Бизнес современного предприятия немислим без использования новейших технологий в маркетинге, которые открывают широкие возможности для бизнеса с новыми способами воздействия на потенциального потребителя. В условиях стремительного развития рынка электронной коммерции, предприниматели используют все возможные каналы сбыта и продвижения своих товаров или услуг, одним из которых являются маркетинговые коммуникации через интернет. Интернет-маркетинг позволяет при относительно низких затратах адаптироваться под отдельную личность или отдельный потребительский сегмент и быстро реагировать на запросы клиентов [2].

При этом потребители также успели оценить удобство получения информации и высокую скорость выполнения заказов через интерактивное общение с продавцом, что подтверждают исследования компаний *Kepto* и *We Are Socia* о состоянии цифровой отрасли в России. Согласно их данным, за 2021 год число пользователей интернет устройств и онлайн сервисов в России увеличилось на 4,7 % (5,8 миллионов человек). Среднестатистический россиянин проводит в интернете примерно 7 ч 50 мин в сутки, причем половину этого времени на мобильных устройствах. Аналитики подсчитали, что за неделю онлайн покупки совершают 42,5 % пользователей в возрасте от 16 до 64 лет, а 13,8 % минимум раз в неделю используют онлайн-сервисы для сравнения цен [3].

Продвижение компании на рынке электронной торговли является одной из актуальных задач предпринимателей и особенно важно для малого бизнеса. Малому бизнесу, который только начинает свой путь в развитии на онлайн площадке очень сложно получить внимание потребителей. Люди готовы воспринимать предложения компаний только в том случае, если они соответствуют их интересам и запросам. Поэтому так важна гибкая рекламная коммуникация с пониманием потребностей целевой аудитории и спецификой ее выбора с тем, чтобы попадать на глаза клиента в тот момент, когда потенциальный покупатель находится в поиске решения и максимально заинтересован рассматривать поступающие к нему предложения. Тогда у компании появляется шанс получить в ответ желаемую реакцию.

На сегодня интернет-маркетинг использует множество инструментов электронного характера. Наибольшее распространение получили *SEO*-продвижение и контекстная реклама, сочетающие в себе креатив и точечное воздействие на аудиторию.

Еще одним популярным инструментом стала видеореклама в виде коротких снэк-видео (челленджи и развлекательный контент в виде коротких видеороликов на закуску), сторителлинга (запоминающиеся истории) и лайтбоксов, когда внутри видео создаются различные интерактивы. При появлении лайтбокса затемняется основная область экрана затемняется и внимание фокусируется только на видеорекламе. От рекламных роликов заинтересованность и внимательность пользователей увеличивается в полтора раза по сравнению с телевизионной рекламой.

Появились и новые инструменты. Одним из лидеров роста российского рынка электронной коммерции стали маркетплейсы, которые эффективно влияют на потенциальных покупателей.

Под маркетплейсом (*Marketplace* – «торговое место») принято понимать систематизированную платформу электронной торговли, которая предоставляет потенциальным покупателям товары или услуги различных продавцов-поставщиков. Маркетплейсы позволяют покупателям сравнивать, выбирать лучший вариант по ценам, характеристикам и иным важным для них параметрам, и покупать выбранные товары на одной и той же площадке.

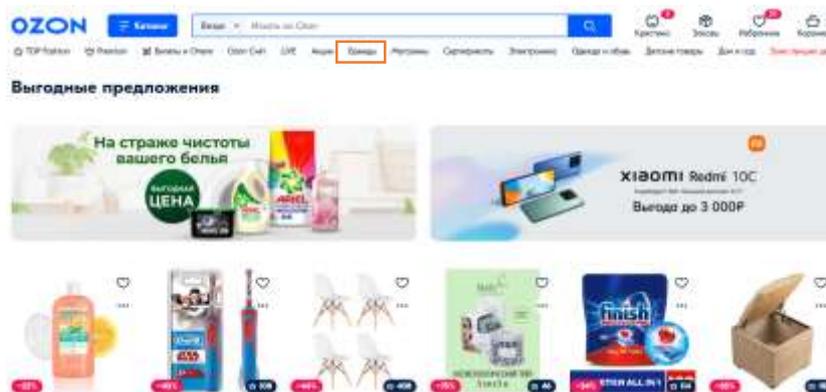
Маркетплейс не является продавцом, он лишь связующее звено между покупателем и поставщиком. Крупные универсальные торговые площадки предоставляет широкий спектр возможностей продвижения. Это и реклама в товарных карточках, и платные показы товаров в карточках других продавцов. Карточка товара лежит в основе продвижения и дальнейшего развития продаж компании. В первую очередь создается качественный фото и видео контент (уникальный и хорошего качества), по возможности генерация 3D-фото, в этом случае покупатель будет более заинтересован в покупке товара именно у этого продавца. На схеме (рис. 1) представлена структура продающей (условно идеальной) карточки товара.



Рис. 1. Структура продающей карточки товара маркетплейса

Маркетплейсы развивают рекламные инструменты внутри площадок. Бренды могут приобрести рекламный баннер (фото / видеобаннеры) на главной странице маркетплейса, но для малого бизнеса, который только выходит на рынок электронной торговли, это дорогое удовольствие. В этом случае доступно для всех участие в акциях и распродажах – возможность продвигать товары, добавляя их в акции, которые большинство маркетплейсов регулярно проводят для покупателей.

Для продавца гарантируется попадание на главную страницу и подборку товаров. Акционный товар компании / бренда будет показываться на страницах с акциями вместе с товарами и других партнеров площадки. На рис. 2 представлен пример отображения раздела акций с товарами продавцов маркетплейса *Ozon*.

Рис. 2. Представление раздела акций на *Ozon*

Участие в акциях бесплатное, а скидка идет за счет продавца. Для малого бизнеса с неизвестным брендом это прекрасная возможность для привлечения новых покупателей и получения первых положительных отзывов. С помощью акций продавцы-новички могут показать себя большей аудитории, продемонстрировать свой бренд и привлечь трафик. Но необходимо оценить наличие товара на складах и целесообразность своего участия в акции, произвести расчет приемлемого размера скидки.

Каждый маркетплейс имеет свой вид представления – дизайн, цветовое оформление, наполнение, размещение дополнительных блоков (раздел с рекламой, «Специальное предложение» и т. п.). Продвижение товара настраивается в маркетплейсах с помощью личного кабинета продавца, а плата производится за количество показов.

Баннерная реклама с помощью визуальных материалов помогает привлечь внимание потенциальных клиентов. Попадая в категорию товаров, пользователь видит баннерную рекламу (выделенный блок рис. 3). Так как все товары, продвигаемые данным способом, отмечены знаком скидки, то с максимальной вероятностью покупатель откроет карточку предложенного ему товара. Стоимость продвижения формируется с прогнозированием вероятного количества показов.

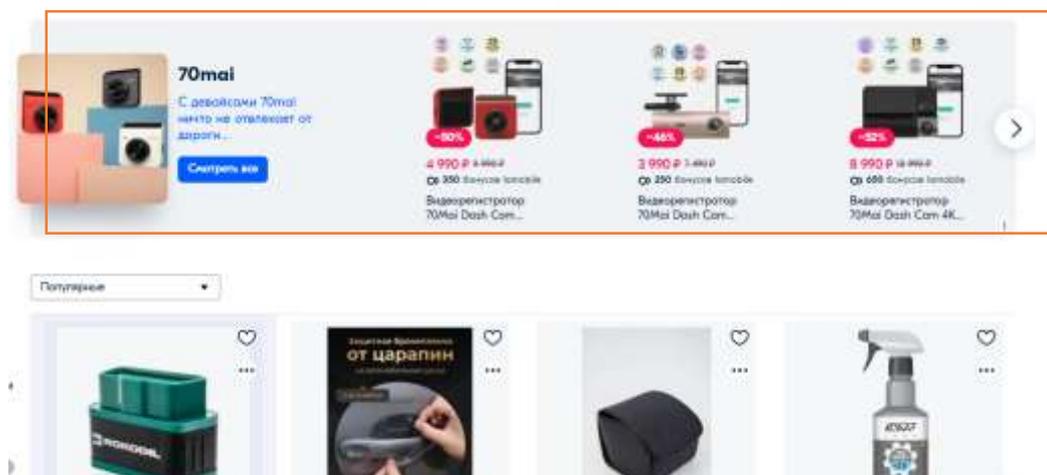


Рис. 3. Рекламный баннер в категории товаров на платформе Ozon

Рекламуемый товар выдвигается отдельным блоком в карточках товаров схожих категорий. При просмотре товара пользователю показываются похожие релевантные товары.

Продвижение в поиске считается наиболее эффективным инструментом продвижения, при использовании которого товары поднимаются в выдаче и рекламируются внутри площадки маркетплейса. Списание платы зависит от количества заказанных товаров. Инструмент работает по принципу аукциона, в соответствии, чем больше ставка за покупку, тем выше будет объявление в выдаче.

Следующий не менее важный инструмент маркетинга для малого бизнеса в сети Интернет – это контент-маркетинг – планомерная и постоянная работа по созданию полезного контента для целевой аудитории с разнообразным форматом представления информации (вебинары, тексты, графика и т. д.). И чем активнее компания делится своим опытом, показывает кейсы, дает рекомендации, тем получает большую аудиторию потенциальных клиентов, повышает значимость товара/услуги в поисковых системах, приобретает лояльность клиентов, конкурентов и соискателей.

Актуальным остается и маркетинг в социальных сетях (*SMM*) и мобильная реклама. С помощью *SMM* формируется потребность в определенном продукте на этапе поиска решений и сравнения альтернатив, стимулируются продажи с помощью таргетированной рекламы, идет поддержка на этапе использования продукта и рекомендации от лояльных клиентов. Когда в среднем на одного пользователя приходится 3 устройства, неудивительно, что онлайн-продажи за 2021 год выросли на 30 %, количество оказанных онлайн-услуг на 21 %, а средний чек увеличился на 19 %, а число продаж в мобильных приложениях брендов увеличилось на 58 % (данные анализа *IT*-компании *Admitad* [4]).

Проведенное исследование показывает, что технологии интернет-маркетинга постоянно развиваются и не ограничиваются *SEO* и контекстной рекламой. С каждым годом появляются и будут появляться дополнительные возможности в разных электронных каналах маркетинга. Возможностей множество, но стоит помнить о собственном бизнесе. Интернет-маркетинг начинается с целей, бизнес-процессов и изучения целевой аудитории. Понимание этих вещей и точная аналитика рекламных каналов помогут малому бизнесу выбрать именно те каналы, которые будут работать на увеличение прибыли и выводить бизнес на новый уровень.

Список используемых источников

1. Discovered О финансах и не только...: сайт. URL: <https://discovered.com.ua/> (дата обращения: 18.04.2022)
2. Капустина Л. М., Мосунов И. Д. Интернет-маркетинг. Теория и практика продвижения бренда в Сети: монография / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2015. 102 с.
3. Интернет в России в 2022 году: самые важные цифры и статистика. URL: <https://www.web-canape.ru/business/internet-v-rossii-v-2022-godu-samye-vazhnye-cifry-i-statistika/> (дата обращения: 12.05.2022)
4. Количество продаж в мобильных приложениях брендов увеличилось на 58 % в 2021 году – исследование Admitad // ppc.world : сайт. URL: <https://ppc.world/news/kolichestvo-prodazh-v-mobilnyh-prilozheniyah-brendov-velichilos-na-58-v-2021-godu-issledovanie-admitad/> (дата обращения: 15.05.2022)

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры УМСЭС СПбГУТ, кандидатом экономических наук, доцентом Егоровой М. А.

УДК 005.8 + 004.42
ГРНТИ 06.52

А. С. Бучацкий (студент гр. БИМ-01з, СПбГУТ), buch16@bk.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ СЕКТОРЕ

Обоснована замена зарубежного программного обеспечения для управления проектами в государственном секторе. Рассмотрены необходимые критерии, по которым отечественное программное обеспечение актуализируется в реестре разрешенных для использования на территории Российской Федерации. Выделены наиболее подходящие программные обеспечения, для управления проектами в государственном секторе. Рассмотрены ключевые преимущества «Битрикс24» для активного внедрения в государственном секторе в области управления проектами.

программное обеспечение, управление проектами, государственный сектор, импортозамещение.

Buchatsky A. Opportunities for Import Substitution of Software in the Field of Project Management in the Public Sector.

The replacement of foreign software for project management in the public sector is justified. The necessary criteria by which domestic software is updated in the register of those developed for use on the territory of the Russian Federation are considered. The most suitable software for project management in the public sector has been identified. The key advantages of Bitrix24 for active implementation in the public sector in the field of project management are considered.

Key words: software, project management, public sector, import substitution.

В виду сложившейся ситуации в мире, санкции наносят удар по предприятиям, занимающимся проектной деятельностью во всех сферах жизнеобеспечения граждан. Сейчас как никогда стоит вопрос о переходе на российское программное обеспечение (далее – ПО), которое позволит предприятиям действовать в эпоху запретов и отключений ПО странам, чьи интересы не удовлетворяют другие.

Особенно остро этот вопрос ставится в настоящее время для государственных учреждений, которые осуществляют свою деятельность в сфере управления проектами.

Речь об импортозамещении ПО началась в июне 2015 года, когда был принят и утвержден закон о создании отечественного реестра ПО, позднее, в этом же году было подписано постановление, которое включает ограничение на закупку ПО, которое отсутствует в реестре. Летом 2016 года был объявлен и утвержден план перехода федеральных органов исполнительной

власти, включая государственных внебюджетных организаций, дающий право на использование отечественного ПО.

Согласно федеральному закону, который определяет критерии, по которым ПО должно соответствовать, чтобы попасть в реестр, должно быть реализовано следующее:

- все исключительные права на ПО, находящегося на территории всего мира и на весь срок действия исключительных прав, должны принадлежать: Российской Федерации или субъекту Российской Федерации (далее – РФ);
- используемое ПО должно быть доступно для свободной продажи;
- сумма выплат по лицензионным и иным договорам, должна составлять менее 30 % от выручки правообладателя от реализации ПО за календарный год;
- все сведения о правообладателе ПО актуализированы в реестре аккредитованных организаций, ведущих свою деятельность в сфере ИТ;
- сведения о ПО, включая базы данных, а также сами программы не содержат сведений, которые составляют государственную тайну;
- наличие полных исходных кодов в России.

Таким образом, исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что необходимое ПО должно соответствовать определенным критериям, а также находится в реестре отечественного ПО.

Из списка ПО, включенного в единый реестр Российского программного обеспечения для закупок, можно выделить лишь три наиболее подходящих по классу ПО, для управления проектами:

- «Битрикс24» – это российский сервис, который предлагает инструменты для руководителей, позволяющий построить эффективную работу в подчиненном коллективе. «Битрикс24» выступает в качестве инструмента для делового общения между сотрудниками, также включает в себя учет базы сотрудников и контроль рабочего времени (позволяет отследить, находится ли тот или иной сотрудник, с которым предстоит вести работу/обсуждение, на рабочем месте) [1].

- «Docsvision» - российская ИТ-компания, вендор отечественного ПО для управления процессами и данными крупного бизнеса и госкомпаний – платформы Docsvision. ПО охватывает такую сферу, как электронный архив документов организаций, договорной документооборот, кадровый электронный документооборот, делопроизводство [2].

- «Naumen» – российский вендор ПО и облачных сервисов, технологический партнер в цифровой трансформации для компаний и органов государственной власти. Naumen Project Ruler – комплексное решение для проектного управления и автоматизации работы команд, с использованием инструментария для поддержки принятия решений на каждом этапе. Naumen Project Ruler предназначен для выстраивания процессов в единой

информационной среде, обеспечить взаимодействие проектного и процессного подходов, снизить риски и устранить основные проблемные места, сократить время и усилия на реализацию проектов [3].

При выборе ПО в государственном секторе для управления проектами, проведем сравнительный анализ по ряду критериев, указанных в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение ПО для управления проектами в государственном секторе

Критерии \ ПО	«Битрикс24»	«Docvision»	«Naumen»
Простота в управлении	+	+	+
Интуитивный дизайн	+	+	+
Настройка интерфейса	+	-	-
Ролевая модель	+	-	-
Мобильная версия	+	-	-
Итого:	5	2	2

Из выделенных ПО, наиболее подходящим является «Битрикс24» для управления проектами в государственном секторе. «Битрикс24» удобен и прост в управлении, интуитивный дизайн и настройка интерфейса «под себя» позволит максимально упростить работу сотрудника, а также «скрыть» функционал, который не подходит сотруднику для выполнения его прямых обязанностей.

«Битрикс24» традиционно воспринимается как ПО для управления взаимоотношениями с клиентами (например, маркетинг или рассылка), но несмотря на это сумел себя зарекомендовать своими возможностями в области управления проектами.

«Битрикс24» – это единая платформа для организации работы всей компании и команд проектов, в частности.

«Битрикс24» позволяет:

- Держать все задачи под контролем. Постановка и контроль задачи любой сложности, выбор ответственных, наблюдателей и сроков. При помощи фильтров, поиск любой задачи будет осуществляться за секунды;

- Использовать Сроки, Канбан, диаграмму Ганта, календарь. Для удобства в работе можно использовать разные методики планирования как задач, так и проектов, организация работ по правилам Scrum, используя готовые инструменты;

- Использовать систему фокусировки внимания. Система помогает следить за своими задачами и проектами (особенно, когда их становится много), показывает, что необходимо каждому сотруднику касаясь его роли в задаче; поднимает вверх списка задачи и проекты, в которых нужно участие сотрудника прямо сейчас;

- Вести результаты работы над задачей. Создание задач, при закрытие которых, требуются специальные комментарии с итогами проделанной работы. Все нужные комментарии отмечаются исполнителями как результат. Долго искать итоги не требуется – достаточно всего одного клика по задаче, и доступен просмотр, как именно сотрудник ее выполнил;

- Просматривать историю каждой задачи. В карточке любой задачи можно получить следующие сведения: когда и кем она была поставлена, какие сотрудники над ней работали, как осуществлялось обсуждение по выполнению задачи;

- Работать с проектами. Объединение связанных задач в один проект. К проекту уже подключены все необходимые инструменты: календарь, задачи, диск, чат и база знаний. Установка разного фона для каждого проекта – поможет быстро ориентироваться и отличать их друг от друга;

- Вести удобную сортировку. Можно вести несколько проектов одновременно и отслеживать всю активность в режиме реального времени. Один клик, позволит увидеть комментарии в активных проектах. Дополнительный клик, позволит увидеть, что горит и требует участия;

- Разделить роли и права доступа. Распределение ролей в задачах: ответственный, постановщик и наблюдатель. Проект может быть открытым и закрытым. Открытый увидят все сотрудники и могут в него вступить, а в закрытый проект требуется попасть только по приглашению;

- Получать задачи на почту. Постановка задачи сотруднику, которого нет в «Битрикс24». Он получит доступ только к этой задаче и сможет участвовать в обсуждении по почте.

- Использовать все коммуникации в одном сервисе. «Битрикс24» позволяет для общения команды не использовать другие сервисы. Если для выполнения проекта, потребуются регулярные онлайн-встречи команды, данную возможность позволит организовать виджет «Чаты и встречи». Помимо общения по видео и в чатах, можно использовать календарь, редактировать документы вместе с коллегами, хранить файлы на диске.

- Вести мобильные задачи и проекты. «Битрикс24» позволяет создать задачу прямо из сообщений в чате, устанавливать сроки ее выполнения и контролировать выполнение.

Исходя из проведенного обзора «Битрикс24», следует сделать вывод, что данный программный продукт вполне может заменить используемые ныне зарубежные программные продукты, так как включает в себя необходимый спектр возможностей для управления проектами в государственном секторе, охватывая одни из ключевых аспектов для поддержания командной работы над проектами, общение внутри команды проекта и во вне, если речь идет о заказчике и подрядчике, а также контроле и работе с проектами. Ещё

стоит обратить внимание, что «Битрикс24» обладает мобильной версией, что делает вовлеченность сотрудника команды проекта в разы выше и повышает его заинтересованность в положительном результате проекта.

Список используемых источников

1. «Битрикс24» – это единая платформа для организации работы всей компании и команд проектов. URL: <https://www.bitrix24.ru/>
2. Платформа Docsvision – Управление процессами и данными для крупного бизнеса и госкомпаний. URL: <https://docsvision.com/>
3. Naumen – ведущий российский разработчик программных решений для бизнеса и органов власти. URL: <https://www.naumen.ru/>

Статья предоставлена научным руководителем, профессором БИ СПбГУТ, доктором технических наук, доцентом Сотниковым А. Д.

УДК 338
ГРНТИ 06.52

Л. Д. Кушнир (студент гр. ИКТ-12, СПбГУТ), milelya@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Искусственный интеллект – термин, относящийся к области компьютерных технологий, занимающихся разработкой интеллектуальных машин, которые обладают схожим с человеческим мышлением, работают и реагируют как люди. На данный момент в мире практически не осталось мест, где искусственный интеллект абсолютно не применяется, технология искусственного сознания проникла во все сферы жизни общества. От космических программ до производства зерна и выпечки. Сейчас искусственный интеллект занимает важную позицию в развитии науки, особенно в рамках концепции Интернета вещей, ведь недостаточно только собирать данные, необходимо их обрабатывать, анализировать и действовать в тех случаях, когда человек этого сделать не может. Компании ставят цель разработать совершенный искусственный интеллект, который будет выполнять множество функций и, что самое главное, учиться на своих и чужих ошибках.

искусственный интеллект, цифровая экономика, электронные технологии.

Kushnir L. Features and Problems Using Artificial Intelligence.

Artificial intelligence is a term referring to the field of computer technology involved in the development of intelligent machines that are similar to human thinking, work and react like humans. At the moment, there are practically no places left in the world where artificial intelligence is absolutely not used, the technology

of artificial consciousness has penetrated into all spheres of society. From space programs to grain production and baking. Now artificial intelligence occupies an important position in the development of science, especially within the framework of the concept of the Internet of Things, because it is not enough just to collect data, it is necessary to process, analyze and act in cases when a person cannot do this. Companies aim to develop a perfect artificial intelligence that will perform many functions and, most importantly, learn from their own and others' mistakes.

Key words: artificial intelligence, digital economy, electronic technologies.

Идея создания человеком машины, которая могла бы заменить его самого, давно волнует лучшие умы человечества, так как позволит освободить человека не только от тяжелой, рутинной работы, что с успехом делает уже имеющаяся современная техника и оборудование, но поможет забрать на себя часть высокоинтеллектуальных функций человечества, а также функций, тесно связанных с эмоциональными категориями.

Искусственный интеллект представляет собой цифровые разработки, которые имитируют человеческий разум и реакции.

На протяжении всей истории человечества, начиная с древнегреческой, продолжая в Средневековье и по настоящее время изобретатели неустанно трудятся над созданием машин, облегчающих физический и теперь уже, интеллектуальный труд человека.

В качестве примера можно привести суммирующую машину Паскаля XVII века. Его машина позволяла проводить математические расчеты с большими числами, что в теории должно было упростить работу сборщиков налогов. И хоть эта машина не получила широкого распространения, она стала шагом к развитию Искусственного Интеллекта, так как показала, что машинный труд более эффективный, чем человеческий, однако процессом всё ещё должен был руководить человек.

Переломным моментом в истории возникновения искусственного интеллекта стала вторая мировая война, которая послужила катализатором множества открытий и изобретений, а также выступила источником «мозгового штурма» в различных сферах деятельности человека.

Именно требования военного времени в управлении сложными системами, сокращения времени отдачи и обработки информации до критически минимального уровня обусловили появление компьютеров, которые по сути явились прототипом искусственного интеллекта своего времени.

С успехом компьютеры обошли человеческий мозг в скорости и количестве обрабатываемой информации, количестве отсутствии субъективности мышления и продолжительности безотказной работоспособности.

В середине двадцатого века ученые объединили свои усилия для создания искусственного мозга. Активное развитие медицины в направлении неврологии, и проводимые в рамках данной науки исследования показали, что мозг представляет собой сеть взаимосвязанных между собой нейронов.

Данные открытия ученые попытались воспроизвести в искусственных материях для создания антропoidных роботов и компьютеров с искусственным интеллектом.

Так в 1951 году аспирантом Марвином Мински была изобретена первая нейронная сеть SNARC (*Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator*).

Машина Мински, при выдаче нужного результата, запоминала порядок действий, который к нему приводил. При этом, человек имел возможность выдать «вознаграждение» машине, тем самым вручную указывая на верность операций.

Этот механизм был создан, благодаря труду Алана Тьюринга.

Алан Тьюринг в своих исследованиях предложил гипотезу, что любую информацию, любой вид вычислений можно зашифровать двоичным кодом, и в 1950 году опубликовал статью – «Вычислительные машины и разум», в которой он сформулировал вопрос: «Может ли машина совершать действия, неотличимые от обдуманных действий?».

В этой статье он рассматривает именно цифровые компьютеры, исключая из класса машин людей, делает акцент на способности двоичных вычислительных машин, которые используют только цифры ноль и один, через выстраивания из них цепочек посредством простых правил.

Вместе с этим Алан Тьюринг задавался вопросом: может ли машина так симитировать человеческий интеллект, чтобы обмануть самого человека. Проводился следующий тест: человек, находящийся изолированной комнате должен был общаться одновременно с компьютером и другим человеком. При этом общение происходит только посредством текстовых сообщений. Задача машины и второго человека убедить первого, что каждый из них является человеком. В результате первый человек должен был определить какой из его собеседников является человеком, а какой машиной. Особенность теста заключается в том, сможет ли первый человек правильно определить с кем он беседует: в первом и во втором случае, то есть отличить где человек, а где машина. Если первый человек не может определить с достоверной точностью кто является компьютером, а кто человеком, то компьютер считается победителем.

Результаты данного теста нашли применение в методе распознавания пользователя под названием САРТСНА (с англ. *Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart*): является он реальным человеком или компьютером.

Последней темой, которую поднимает Тьюринг, стали обучающиеся машины. Имеется ввиду, что не человек должен постоянно совершенствовать машину, а она сама должна работать над своим развитием. Он начинает с оценки возможности разработки думающих машин с точки зрения инженерии и программирования, и ставит задачу составления программы для такой машины. Он предлагал разработать программу, которая бы изображала

разум ребенка и алгоритм, который выполнял его воспитание. Смысл состоял в том, что механизм работы мозга ребёнка несложен, а процесс воспитания частично основывался на методе наказаний и поощрений. Отличительной чертой подобной обучающей программы является то, что она не может со стопроцентной уверенностью прогнозировать вектор развития «ребенка». Отход от строго запланированной или предсказуемой модели поведения и является важнейшим признаком искусственного интеллекта. Кроме того, немаловажным итогом обучения является наличие естественных ошибок, на которых машина учится, в процессе развития.

Сейчас всё больше набирает обороты развитие и совершенствование искусственного интеллекта, этим занимаются не только отдельные разработчики, но и гиганты современного мира, например, Google. Компании ставят цель разработать совершенный искусственный интеллект, который будет выполнять множество функций и, что самое главное, учиться на своих и чужих ошибках.

В настоящее время изобретено огромное количество машин, которые распознают речь человека, беседуют с ним, выполняют различные команды, отличают человека от любых других существ, распознают лица и занимаются поиском преступников, играют с человеком в различные игры, при этом самый известный матч между человеком и компьютером, закончился не в пользу шахматиста Г. Каспарова.

Разработки в области искусственного интеллекта удерживают лидирующие позиции в развитии науки, так как в период распространения огромного количества информации на первый план выходит проблема обработки данной информации и ее анализа, чего не способен сделать человек ввиду огромных масштабов и ограниченного ресурса времени [1].

Внедрение искусственного интеллекта с каждым годом затрагивает все больше и больше различных областей, и сфер деятельности человека: сельское хозяйство, банковская сфера, медицина, автомобилестроение, машиностроение, издательская сфера, видеопроизводство и других, как зарубежом, так и в нашей стране.

В медицинских учреждениях искусственный интеллект поддерживает жизнь тяжелых пациентов, вводит лекарства, которые необходимы, и в тех дозах, которые требуются, в соответствии с ежесекундными данными поступающими в «мозг» компьютера от датчиков, фиксирующих показатели активности мозга, насыщенности крови кислородом и других.

В сфере маркетинга и рекламы искусственный интеллект практически полностью заменил человека: проводит анализ рынков, составляет опросы, отслеживает предпочтения человека через его поведение в интернет-среде формирует потребительский портрет.

Применение технологии распознавания лиц в соединении с огромным количеством датчиков и камер слежения, объединенных в единую сеть, фор-

мирует безопасную среду для жизни человека, так как позволяет предпринимать превентивные меры противодействия мошенническим действиям и пресекать преступления.

В Российской Федерации для сельского хозяйства ООО «Когнитив Роботикс» разработана первая в мире система беспилотного управления сельскохозяйственной техникой через искусственный интеллект – «Cognitive Agro Pilot» [2].

ООО «Когнитив Роботикс» является российским предприятием разработчиком систем искусственного интеллекта для различных транспортных средств без управления человеком. Нашли свое применение данные беспилотные транспортные средства помимо сельского хозяйства и в городском, автомобильном и железнодорожном транспорте.

В 2020–2021 годах подобная система «Cognitive Agro Pilot» была установлена на тракторы и комбайны в более чем 30 регионах России.

Особенностью данной системы является способность по маркерам окружающей среды оценивать обстановку и принимать соответствующие решения как бы это делал водитель транспортного средства. При этом система разрабатывает оптимальный маршрут движения, что позволяет экономить время на обработку сельскохозяйственных площадей на 25 процентов и сократить расходы на топливо.

Система «Cognitive Agro Pilot» состоит из четырех элементов:

1. Сенсорного блока связи и навигации.
2. Управляющего блока для получения данных с сенсоров, их обработка с помощью алгоритмов искусственного интеллекта.
3. Автопилот.
4. Блок управления колесами для движения по заданной траектории с высокой точностью.

Система анализирует поступающие с видеокамеры изображения, строит траекторию движения и передает команды для выполнения маневров.

Неоспоримыми преимуществами транспортных средств под управлением искусственного интеллекта является возможность работы в любое время суток, и в любое время года, так как система функционирует в самых сложных погодных условиях, таких как туман, снег, низкая освещенность и пыль, а также исключается риск аварий и непроизводительных простоев техники.

На основании вышеизложенного можно выделить следующие преимущества повсеместного внедрения искусственного интеллекта:

- увеличение производительности труда;
- рост качества продукции;
- сокращение сроков изготовления продукции;
- снижение себестоимости продукции;
- замена человека на опасных и тяжелых работах;

– замена человека в рутинных операциях.

Но замена человеческого труда в различных сферах на искусственный интеллект приводит к неоспоримому недостатку применения искусственного интеллекта, а именно сокращению занятого населения и как следствие росту безработицы. Помимо вышеизложенного на первоначальном этапе внедрение искусственного интеллекта на том или ином предприятии требует значительных финансовых вложений, что могут себе позволить лишь крупные игроки на рынках, и как следствие, приводит к увеличению разрыва между крупным и малым бизнесом, ограничению конкурентоспособности последнего.

Список используемых источников

1. Жолобова А. И., Макаров В. В., Павлова Е. В. Информационные технологии в цифровой экономике // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 7 (77). С. 59–62.

2. COGNITIVE AGRO PILOT. URL: <https://cognitivepilot.com/products/cognitive-agro-pilot/> (дата обращения: 25.04.2022).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ЭМИ СПбГУТ, кандидатом экономических наук, доцентом Павловой Е. В.

УДК 004.9:005.8
ГРНТИ 20.53

В. Э. Миков (студент гр. БИМ-01з, СПбГУТ), vlados-mikos@yandex.ru

ВЫБОР ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОЕКТНОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Из-за сложившейся в мире ситуации с пандемией COVID-19 проектные организации перешли на удаленную работу, что предъявило новые требования к выбору информационных систем управления проектами (ИСУП) для обеспечения бесперебойной работы сотрудников. В статье рассмотрены вопросы выбора информационной системы для автоматизации деятельности проектных организаций. Проведен анализ основных функциональных возможностей ИСУП, приводится их типовая структура. На основе проведенного анализа рынка ИСУП осуществлен выбор ведущих информационных систем в этой области, сформулированы критерии сравнения ИСУП, и проведен их сравнительный анализ в целях оптимального подбора информационной системы под задачи бизнеса проектных организаций.

информационная система управления проектами, программное обеспечение, документооборот.

Mikov V. Choosing an Information System for Project Document Management.

Due to the current situation with the COVID-19 pandemic in the world, project organizations switched to remote work, which presented new requirements for the choice of information project management systems (ISMS) to ensure uninterrupted work of employees. The article discusses the issues of choosing an information system for automating the activities of project organizations. The analysis of the main functional capabilities of the ISUP is carried out, their typical structure is given. Based on the conducted analysis of the IPM market, the selection of the leading information systems in this area was carried out, the criteria for comparing IPM were formulated, and their comparative analysis was carried out in order to optimally select an information system for the business tasks of project organizations.

Key words: project management information system, software, document management.

Из-за сложившейся ситуации с пандемией COVID-19 в мире проектные организации перешли на удаленную работу, чтобы снизить вероятность распространения болезни на производстве. Для этого необходимо было перенастроить сервера на удаленное взаимодействие, назначить дежурных специалистов технической поддержки для обеспечения работы серверов в офисе, а остальных сотрудников перевести на удаленное выполнение своих обязанностей.

Для выбора информационной системы управления проектами (ИСУП), обеспечивающую бесперебойную работу сотрудников, проведем анализ информационных систем для проектных организаций. Необходимо отметить, что успешная и продуктивная деятельность организаций невозможна без применения информационных технологий. В качестве инструмента автоматизации процессов и консолидации данных управления проектами выступает информационная система управления проектами, которая представляет собой сбалансированный организационно-технологический комплекс программных, технических и информационных средств и инструментов, направленный на реализацию, поддержку и повышение эффективности процессов управления проектами.

Перед началом работ по анализу рынка информационных систем и выбора наиболее подходящей из них, сформулируем необходимые требования к ИСУП:

1. Функциональность системы и степень адаптации к изменяющимся условиям ее функционирования;
2. Пропускная способность системы;
3. Время реакции системы на запрос;
4. Безотказная работа системы в требуемом режиме, иными словами – готовность и доступность системы для обработки запросов пользователей;
5. Простота эксплуатации и поддержки системы;
6. Требуемый уровень безопасности.

Современные технологии предоставляют выбор из множества информационных систем, удовлетворяющих перечисленным требованиям.

ИСУП поддерживают разный набор методов, подходов и инструментов проектного управления. В зависимости от того набора, который используется в конкретной организации для управления проектами, выбирается подходящий программный продукт.

В состав ИСУП должны входить:

- Система управления программами и портфелем проектов.
- Система планирования проекта.
- Система контроля и мониторинга проекта.
- Система контроля качества.
- Система документооборота.
- Система управления конфигурациями.
- Система управления изменениями.
- Система развития шаблонов проектов.
- Другие инструменты.

На данный момент на современном рынке ИСУП представлены следующие системы, краткое описание которых представлено в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Описание ИСУП

Название ИСУП	Краткая характеристика
YouGile	Подходит для операционного менеджмента, строительных и производственных компаний [3]. Систему легко внедрить. Интерфейс прост и удобен в использовании. Также подходит для отделов и маленьких команд до 10 человек, для которых продукт полностью бесплатный. Нет тегов и интеграции с облачными хранилищами и сторонними сервисами, например OneDrive и OneNote.
ПМ Форсайт	Простое, гибкое решение, которое обеспечит прозрачность проектного управления на всех уровнях организации [2]. Основные возможности: <ul style="list-style-type: none"> • Предоставление единого информационного пространства для участников проектной деятельности организации и коммуникаций между ними. • Предоставление доступа к полной информации по реализуемым проектам. • Ускорение сбора информации по проектной деятельности в формализованном электронном виде, ее агрегирование и анализ. • Снижение трудоемкости сбора и анализа, а также обеспечение дополнительных аналитических возможностей.
Vitro-CAD	Программное обеспечение Vitro-CAD является системой управления электронной технической документацией и инженерными данными [1]. Функционал данного решения позволяет: <ul style="list-style-type: none"> • Управлять проектами. • Осуществлять совместную работу с документами. • Интегрироваться с программами для разработки инженерной документации.

Название ИСУП	Краткая характеристика
	<ul style="list-style-type: none"> • Использовать бизнес-процессы и возможность запуска процедуры согласования из САПР-приложений. • Управлять командой проекта и разграничением прав доступа к документации. • Подключаться к системе из любой точки мира. • Работать с проектами с разных устройств.
ИС Управление проектной организацией	<p>Программный продукт для поддержки проектного и процессного управления в проектно-ориентированных предприятиях и организациях [4].</p> <p>Основные возможности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Управление проектами; • Планирование содержания и сроков проектов; • Проектное бюджетирование; • Планирование персонала и трудозатрат проекта; • Управление загрузкой и рабочим временем по проектам; • Регистрация фактических данных и событий проекта; • Панель руководителя подразделения; • Управление производством; • Управление затратами и расчет себестоимости; • Мониторинг и анализ показателей деятельности предприятия.

Представленные возможности перечисленных ИСУП в целом удовлетворяют требованиям бизнес-процесса проектной организации. Это позволяет проанализировать каждую из них по нескольким критериям, чтобы сделать окончательный выбор наиболее подходящей организации системы.

Проведем анализ по следующим критериям (табл. 1):

1. Возможность удаленной работы и непрерывности проектной деятельности – основной критерий к ИС в настоящее время.

2. Наличие плагинов в офисных и САД-приложениях.

3. Гибкость настроек интерфейса – гибкий и простой интерфейс, позволяющий пользователям быстро разобраться в системе и выполнять задачи без потери времени на изучение руководства.

4. Наличие модуля планирования проектов с возможностью назначения исполнителей на роли в команде проекта.

5. Наличие модуля создания бизнес-процессов, автоматизирующих производственный процесс.

6. Возможность управления процессом: отслеживание статусов задач и документации, сроков выполнения задач и фактическими трудозатратами.

7. Возможность интеграции с другим ПО – в проектных организациях используется ПО для выполнения иных задач: расчеты, разработка чертежей и 3D-моделей, вывод документации на печать, коммуникации между подрядчиками и т. д.

8. Возможность модификации и доработки по желанию заказчика – необходима возможность модифицировать ИСУП в индивидуальном порядке для получения еще больших бизнес- и организационных преимуществ.

9. Совместная работа с документами, версионность - одновременная совместная работа по редактированию документов, поддержка версионности документов (автосохранение, контроль актуальности, управление удалением).

10. Структура документации по проекту – возможность иерархической структуризации папок, документов, файлов, создание структуры папок документов по шаблону.

11. Возможности поиска – поиск по документации: по атрибутам, контенту, ключевым словам и метаданным.

ТАБЛИЦА 2. Сравнение ИСУП

№	Критерии	YouGile	ПМ Форсайт	Vitro-CAD	«1С Предприятие»
1	Возможность удаленной работы и непрерывности проектной деятельности	+	+	+	+
2	Наличие плагинов в офисных и САД-приложениях	-	-	+	-
3	Гибкость настроек интерфейса	+	+	+	+
4	Наличие модуля планирования проектов	+	+	+	+
5	Наличие модуля создания бизнес-процессов	-	+	+	-
6	Возможность управления процессом	+	+	+	+
7	Возможность интеграции с другим ПО	-	+	+	+
8	Возможность модификации и доработки по желанию заказчика	+	+	+	+
9	Совместная работа с документами, версионность	+	-	+	-
10	Структура документации по проекту	-	+	+	-
11	Возможности поиска	-	+	+	-

Данные критерии позволят выявить сильные и слабые стороны представленных ИСУП с точки зрения типичной проектной организации.

По результатам анализа систем по заданным критериям можно сделать вывод, что наиболее удовлетворяющей критериям бизнеса типичной проектной организации, является ИСУП Vitro-CAD.

Таким образом, процесс выбора ИСУП для проектных организаций основывается на следующих шагах:

- 1) сформировать общие требования к ИСУП на основе бизнес-потребностей типичной проектной организации;
- 2) проанализировать рынок ИСУП;
- 3) сформировать бизнес-критерии к ИСУП на основе возможностей представленного ПО и потребностей проектной организации;
- 4) провести анализ по сформированным критериям и сделать вывод о наиболее подходящей ИСУП.

Стоит отметить, что стоимостные критерии вторичны по отношению к функциональным критериям, следовательно, сначала выбираются ИСУП, удовлетворяющие максимальному количеству функциональных критериев, а из них в свою очередь выбирается ИСУП по стоимостным критериям. При этом в стоимостные критерии входит не только стоимость системы на момент покупки, но и стоимость, и сроки индивидуальных модификаций, стоимость технической поддержке, сроки ввода ИСУП в эксплуатацию.

Список используемых источников

1. Softline. URL: <https://store.softline.ru/vitrocad/-123490> (дата обращения: 02.06.2022)
2. Проектная практика. URL: <https://pmpractice.ru/it/foresight/preimushchestva> (дата обращения: 02.06.2022)
3. YouGile. URL: <https://ru.yougile.com/media/docs/yougile-api-manual.pdf> (дата обращения: 02.06.2022)
4. 1С: Управление проектной организацией. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/project-org/features> (дата обращения: 02.06.2022)

Статья предоставлена научным руководителем, зав. кафедрой БИ СПбГУТ, кандидатом экономических наук, доцентом Вольфсоном М. Б.

УДК 338.27
ГРНТИ 06.52

А. А. Пояркова (студентка гр. БИ-94, СПбГУТ)
Ю. А. Шендрик (студентка гр. БИ-94, СПбГУТ), juliaosa44@gmail.com

ЦИКЛ ЗРЕЛОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ *GARTNER* И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ХАЙП ПРОЕКТЫ

Любая инновационная бизнес-модель или технология проходит жизненный цикл от стадии хайпа до продуктивного использования. В статье рассматриваются сущность

и анализируются этапы жизненного цикла развития технологий, показано как можно понять на каком именно этапе находится разработка. Раскрыты преимущества и недостатки кривой Гартнера и практическая польза применения методологии Hype Cycle для определения приемлемого момента времени инвестиций в инновационные технологии.

жизненный цикл зрелости технологий, кривая Гартнера, хайп-проекты, инвестиции.

Poyarkova A., Shendrik Yu. Gartner Technology Maturity Cycle and its Practical Application for Investment in Hype Projects.

Any innovative business model or technology goes through a lifecycle from the hype stage to productive use. The article examines the essence and analyzes the stages of the technology development life cycle, shows how it is possible to understand at what stage the development is. The advantages and disadvantages of the Gartner curve and the practical benefits of using the Hype Cycle methodology to determine an acceptable point in time for investment in innovative technologies are revealed.

Key words: technology maturity lifecycle, Gartner curve, hype projects, investments.

Технологии являются драйвером изменений в современном мире. Для наглядного представления зрелости, принятия и социального применения конкретных технологий очень удобна методология *Gartner Hype Cycle* (Цикл хайпа). Эта методология предложена американской компанией *Gartner*, специализирующейся на исследованиях рынка информационных технологий и публикующая регулярные исследовательские отчеты в форматах «магический квадрант» и «цикл хайпа» [1].

Оценка аналитиками *Gartner* производится по двум ключевым критериям: способность реализации (*ability to execute*) – отражает качество и эффективность процессов, которые позволяют производителю выстраивать успешный бизнес и благоприятно влияют на финансовые показатели, репутацию компании и лояльность ее клиентов; полнота видения (*completeness of vision*) – позволяет оценить, насколько компания понимает текущую рыночную ситуацию, умеет предвидеть будущее развитие отрасли, видит потребности заказчиков и конкурентную среду. Цикл зрелости новых технологий *Gartner* определяет уровень развития более чем 1,9 тыс. разработок и около 75 рынков ИТ, бизнес- и потребительских технологий [2].

Определимся с понятием хайп проект. В основном финансовые компании воспринимают такие проекты как мошеннические, где обещают высокую окупаемость инвестиций, выплачивая прежним участникам деньги за счет поступлений от новых клиентов.

Но нельзя считать мошенническими абсолютно все «хайп-проекты». В этом качестве могут выступать и вполне успешные стартап-проекты, которым необходимы инвестиции на начальном этапе, но нет гарантии, что проект получит успешную реализацию в будущем. И на кривой Гартнера слово «хайп» применяется не в отрицательном смысле, оно означает лишь

то, как часто упоминается та или иная технология. Отсюда другие названия – «цикл ажиотажа» или «цикл шумихи». Термин «хайп» означает перечень технологий, которые существенно могут повлиять на бизнес, общество и отдельного человека в ближайшие пять-десять лет.

Таким образом, цикл хайпа – это визуальное представление роста и падения ожиданий от технологии (продукта) с течением времени.

Кривая Гартнера представляет собой графическое отображение цикла зрелости технологий в виде S-образной кривой (рис. 1). Это поэтапный процесс, состоящий из пяти участков (фаз цикла), через который проходит любая инновационная бизнес-модель или технология от стадии хайпа до продуктивного использования. Каждый этап развития компании с новой технологией сопровождается определенным уровнем информационной шумихи в СМИ, по которой судят о положении дел у разработчика.

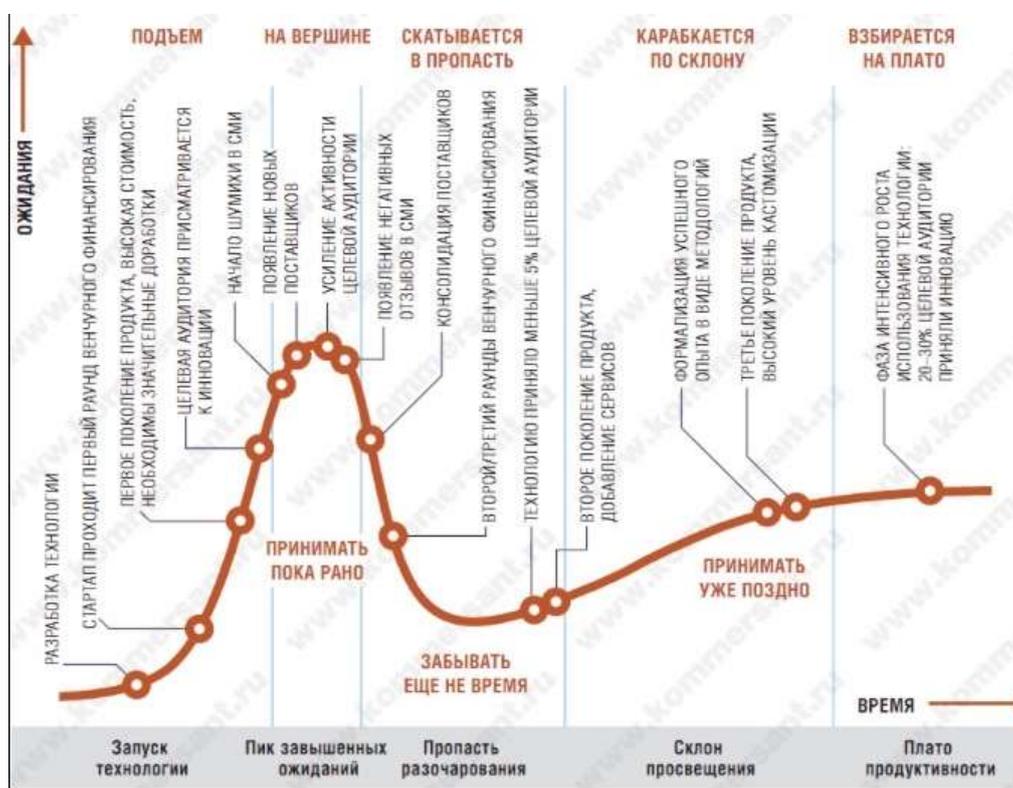


Рис. 1. Этапы жизненного цикла развития технологий [2]

Первый этап: запуск технологии (технологический триггер) – появление инновации, первые публикации о новой технологии. Затем, с ростом популярности инновации нарастают рекламная шумиха и ажиотаж.

Второй этап: пик чрезмерных ожиданий – момент времени, когда уже все говорят о технологии и от нее ожидают революционных свойств. Появляются компании, которые пробуют применить технологию с целью получить бизнес-преимущества. Повышенный интерес и ажиотаж ведут к иллюзиям вокруг проекта.

Третий этап: пропасть разочарования (избавление от иллюзий) – выявляются недостатки технологии, наступает разочарование вплоть до признания технологии провальной. Однако исследователи *Gartner* не советуют забывать про инновацию, находящуюся на этом этапе. Инновация может продолжать свое развитие, если производители удовлетворят потребности первых пользователей.

Четвертый этап: преодоление недостатков (склон просвещения) – технология начинает внедряться в коммерческих проектах. Считается, что, если инновацию приняло 5% потенциальной аудитории, то стоит выпускать доработанный продукт. По мере исправления разработчиками своих ошибок технология растет, и к продукту вновь появляется интерес, но меньше, чем во время пика. А вот после середины склона инвестировать в технологию уже поздно, так как все, кто мог, уже вложились.

Пятый этап: плато продуктивности – зрелость технологии, она заняла место на рынке (около 20 % целевой аудитории), стала решением в определенной области и воспринимается как данность. СМИ такую технологию упоминают только для сравнения с очередной инновацией.

Большинство ИТ-технологий проходят через кривую хайпа. В начале появляется потребность в разработчиках, технологию пытаются использовать во множестве отраслей, потом наступает спад и сокращение количества вакансий, затем стабилизация – где-то технология действительно применяется, где-то появляются другие решения.

Следует учитывать, что любая инновационная технология в начале своего пути не гарантирует как она будет развиваться дальше. Полный цикл проходят не все технологии, многие из них не достигают пика ожиданий, не преодолевают недостатки, и, соответственно, не доходят до массового использования.

В качестве примера можно рассмотреть технологию блокчейн, которая появилась на кривой *Gartner* в 2016 г. и быстро поднялась до «Пика ожиданий», а к 2018 г. приблизилась к границе «Избавления от иллюзий», что сопровождалось массовым разочарованием в применимости технологии и уходом компаний, проинвестировавших и внедряющих блокчейн в конкретные бизнес-процессы. Сейчас блокчейн по кривой хайпа находится где-то между фазой «Пропасть разочарования» и трудного пути улучшений.

Рассмотрим динамику кривой *Gartner* с 2019 по 2021 год (рис. 2).

Согласно отчетам компании *Gartner* главным трендом *Hype Cycle* в 2019 г. стало смещение фокуса с робототехники и *Hardware* на искусственный интеллект (ИИ). Кривая *Gartner* показывает какие технологии искусственного интеллекта на какой стадии находятся, и когда они начнут работать продуктивно. На данный момент автоматическое обучение машин и чат-боты находятся на пике хайпа, так как про них все говорят, многие уже используют, но на доведение технологий до массового внедрения потребуется еще не меньше 2-ух лет.

В цикле «шумихи» дроны были включены в сферу *Edge AI* (ИИ), виртуальная реальность стала частью *Augmented intelligence* (расширенного интеллекта). Обе технологии находятся на стадии запуска с позитивным прогнозом от 2 до 5 лет до продуктивной работы на рынке. В зоне «Запуск технологии» наблюдаются эмоциональный ИИ (*Emtion AI*), расширяемый ИИ (*Expandable AI*), краевой ИИ (*Edge AI*), и ИИ как платформа (*AI PaaS*). Эти технологии пока занимают ранний этап развития, плато для них ожидается только через 5–10 лет.

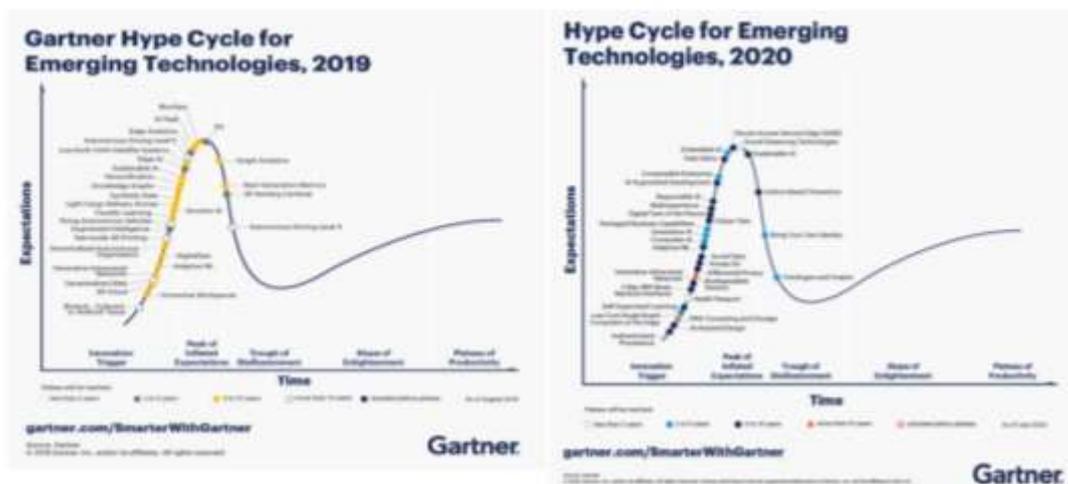


Рис. 2. Цикл развития технологий *Gartner* [3, 4]

По сравнению с 2019 г. в 2020 г. в зоне «Запуск технологии» появилось много новых технологий: разработка дополненной реальности с ИИ (*AI Augmented Development*), дизайн с ИИ (*AI Assisted Design*), адаптивное машинное обучение (*Adaptive ML*), композитный ИИ (*Composite AI*). По кривой видно, что расширяемый ИИ перешагнул пик завышенных ожиданий, а новая технология встраиваемого ИИ (*Embedded AI*), едва появившись, быстро приблизилась к пику.

В последнем цикле зрелости *Gartner 2021 Hype Cycle for Emerging Technologies* отмечено, что у невзаимозаменяемых токенов (*NFT*), управления метаданными, компонуемых приложений и генеративного ИИ есть от 2 до 5 лет до плато после «впадины разочарования».

Анализ цикла Хайпа помогает определять перспективные на данный момент времени технологии. Нами выделены два подходящих для инвестиций в проекты отрезка на кривой Гартне:

1) Отрезок от «Запуск технологии» до «Пика завышенных ожиданий». В этот период проект еще не дошел до самого пика ажиотажа (шумихи), следовательно, если инвестировать в проект в данный период, то инвестор до этапа «Пика завышенных ожиданий» может получить прибыль. Этот отрезок больше подходит для краткосрочных инвестиций;

2) Отрезок конца 3 фазы от «Пропasti разочарований» и начала 4 фазы «Склон просвещения». На этом отрезке технология может встать на ноги, исправив свои недоработки и выйти на «Плато продуктивности».



Рис. 2. Время для инвестиций на кривой развития технологий

Конечно, инвестиции в новые технологии – это всегда риски, но если инвестировать именно в эти отрезки времени, то риски уменьшаются. Важность этой кривой состоит как раз в том, чтобы определять перспективные направления для инвестиций. По ней руководители ИТ-компаний смогут принимать более точные решения об инвестировании в жизнеспособные проекты.

Подытожив статью, можно понять, что цикл зрелости (или, как его еще называют, «цикл шумихи») новых технологий, регулярно обновляемый аналитической компанией *Gartner*, всегда полезный инструмент для лиц, принимающих решения. С помощью графического отображения цикла зрелости можно анализировать темпы изменений в технологиях и прогнозировать развитие технологической инновации и выбирать актуальные направления для инвестиций в хайп проекты.

Список используемых источников

1. [Хайп развивающихся технологий: что изменит общество в ближайшие годы | РБК Тренды \(rbc.ru\)](#) (дата обращения: 11.04.2022)
2. [Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies \(Цикл зрелости технологий Gartner\) \(tadviser.ru\)](#) (дата обращения: 15.04.2022)
3. [Что нового в Gartner Hype Cycle 2019 | Tech&Biz Insights \(pyatakov.com\)](#) (дата обращения: 14.05.2022)
4. [Что нового в Gartner Hype Cycle 2020 | Tech&Biz Insights \(pyatakov.com\)](#) (дата обращения: 15.05.2022)

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры УМСЭС СПбГУТ, кандидатом экономических наук, доцентом Егоровой М. А.

УДК 159.9.072
ГРНТИ 15.41.39

Е. М. Еникеева (студентка гр. РСО-01м, СПбГУТ), kat98@bk.ru

ПРОБЛЕМА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ КОММУНИКАЦИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Рассматривается проблема применения технических аспектов коммуникации как инструментов манипулятивного психологического влияния в коммуникациях в социальных сетях. Обсуждается применение фейков, чат-ботов, спам-ботов, ботов-комментаторов в общении с пользователями социальных сетей. Рассматриваются негативные последствия применения чат-ботов для формирования общественного мнения.

манипуляция, чат-боты, психологическое влияние, социальные сети, общественное мнение.

Enikeeva E. The problem of Psychological Influence Technical Aspects of Communications in Social Networks.

The problem of using technical aspects of communication as tools of manipulative psychological influence in communications in social networks is considered. The use of fakes, chatbots, spam bots, commentator bots in communication with users of social networks is discussed. The negative consequences of the use of chatbots for the formation of public opinion are considered.

Key words: manipulation, chatbots, psychological influence, social networks, public opinion.

Автоматизация в современном мире затронула почти все сферы жизни человека, в том числе и область коммуникаций. Человеческое общение теперь имитируется искусственным интеллектом, а боты, созданные для помощи людям в борьбе с одиночеством, теперь становятся инструментом разжигания конфликтов и ведения информационных войн. Вопрос о распознавании способов мышления машин и их подобии человеческому мышлению был рассмотрен еще первопроходцами кибернетики. Алан Тьюринг [1], например, еще в 1950 году задается вопросом (журнал «Mind», «Computing Machinery and Intelligence») о возможностях «игры в имитацию» к которой способны машины. Однако, несмотря на все теоретические рассуждения о тесте Тьюринга и его вариациях, применение в масштабах общества данного «эксперимента» можно наблюдать именно в современных социальных сетях.

Трансформация цифрового общества обуславливает постоянное присутствие «ботов» – программ, выполняющих автоматические, заранее настроенные и повторяющиеся задачи. Обычно они имитируют поведение пользователя или заменяют его. Первым чат-ботом принято считать компь-

ютерную программу «Элиза», созданную в 1966 году. Бот имитировал человека-психиатра и работал на основе ключевых слов (данный принцип распознавания ключевых слов сохранился и в современных ботах). Позже был создан ряд чат-ботов, имитирующих человеческий разговор для естественного общения с пользователями. Боты-помощники, такие как «Скрепки» (интерактивный анимированный персонаж в виде канцелярской скрепки, который был создан в качестве помощника в программах Office в 1995 году) также применялись в поддержке пользователей, работающих даже офлайн. На данный момент боты имеют расширенный набор функций, их функционал стала сложнее, а за счет использования искусственного интеллекта (ИИ) они стали понимать нюансы языка, а не просто реагировать на команды.

Специалисты из «Лаборатории Касперского» выделяют два вида ботов: полезные и вредоносные [2], причём параметры их «полезности» или «вредоносности» будут зависеть от того, для какой цели они создавались.

Перечислим некоторые типы ботов:

- Чат-боты – программа, имитирующая поведение человека;
- Социальные боты – они используются для автоматической рассылки сообщений в социальных сетях, отстаивания идей или определённой позиции, а также как фиктивные учётные записи, которые применяются для увеличения количества подписчиков.

- Боты для совершения покупок – они осуществляют поиск выгодных цен для пользователя.

- Боты-пауки или поисковые роботы – такие боты сканируют веб-страницы для помощи поисковым системам в оптимизации ответов на поисковые запросы.

- Боты-сборщики информации и другие, в том числе DDoS-боты.

Боты применяются на различных интернет-площадках, в том числе в социальных сетях. Группу ботов, используемых в социальных сетях называют социальными ботами. Среди них можно выделить: фейки – поддельные аккаунты, выдаваемые за реального пользователя; чат-боты – программы, имитирующие поведение человека; спам-боты – программы, делающие спам-рассылку рекламных и иных сообщений; боты-комментаторы – боты, имитирующие интерес большого количества людей к обсуждению какой-либо темы. Интернет-боты могут называться пауками, поисковыми роботами или веб-ботами.

Следовательно, с точки зрения психологии, «эволюция ботов» непосредственно связана с развитием их адекватного задачам разработчиков навыков мышления и речи. Оба аспекта (мышление и речь) в оттогенезе и филогенезе являются ключевыми маркерами интеллектуального развития личности. При этом, речь отражает мировоззрение человека, т.к. включает не только фактуальную информацию (данные), но и когнитивно-эмоциональные подтексты. Интересно отметить, что ботами также могут называть

людей, которые пишут комментарии в поддержку определенной позиции за денежную плату. Так, с одной стороны, боты – это инструмент продвижения бренда: с помощью них осуществляется оперативная обратная связь, производится консультирование, группы/паблики выходят в рекомендации, создается видимость заинтересованности общества в бренде. С другой стороны, боты – это инструмент пропаганды определенных взглядов, позиций, идей, в том числе политических. Иногда поведение ботов настолько реалистично, что определить его искусственное начало можно только с помощью анализа страницы специальными сервисами.

В виртуальной среде, боты становятся не просто обезличенными помощниками-функциями, а полноценными участниками коммуникаций (по оценке людей-участников процесса общения). Отметим, что в последние годы все больше бот-активности наблюдается в комментариях сообществ. Помимо бот-рассылки комментариев в пользу какой-либо позиции, появляются рассылки потенциально опасного контента. Среди которого можно выделить: ссылки на содержащие запрещенный контент источники; фото и видео запрещенного контента. Такие рассылки быстро распознаются системами модерации в социальных сетях, а аккаунты ботов блокируют. Однако, они могут стать триггерами для проявления деструктивных психических состояний и поведения.

Не останавливаясь на применении ботов в откровенно деструктивных целях, отметим, что угрозу стабильности общества представляют и боты, просто имитирующие интерес большого количества людей к обсуждению какой-либо темы не зависимо от корректности данной темы. Сам факт обнаружения ботов провоцирует общественность на возмущение и конфликт. Боты могут создать видимость дискуссии, чтобы показать активность вокруг определенной темы.

Пользователи могут обнаружить ботов по следующим маркерам:

1. Типичность комментариев, схожих не только по смысловому содержанию, но и по стилистической форме сообщения. Часто такие комментарии публикуются под несколькими публикациями подряд.

2. Указано нереальное имя с фамилией.

3. Страница была создана 1–3 месяца назад, а на стене множественные репосты с различных групп, сделанные в одно время.

4. На аватаре фотографии людей невысокого качества, а в альбоме с фотографиями присутствует только несколько фотографий, загруженных в одно время, либо они отсутствуют.

5. Все комментарии на одну и ту же тему, даже в разных группах.

6. Подписка на более 200 групп.

7. Большое количество друзей, но при этом отсутствие просмотров и реакций под постами на стене.

Стоит отметить, что только по одному маркеру распознать бота достаточно трудно, т.к. сейчас программы мониторят поведение реальных людей

и копируют его. В связи с чем, необходимо комплексно рассматривать страницу.

Для помощи людям в распознавании ботов в социальных сетях появляются сервисы по проверке чужих страниц. Однако, далеко не все пользуются данными проверками, в виду невысокой информационной грамотности. Поэтому деятельность вредоносных ботов до сих пор активно развивается, а люди вовлекаются во взаимодействие с ними, не подозревая о техническом начале данных пользователей.

Таким образом, боты, которые были созданы для психологической поддержки человека, в итоге становятся инструментами манипулирования общественным мнением. Первичный анализ результатов активности ботов показывает, что по актуальным темам и вопросам общественность негативно реагирует уже на сам факт обнаружения ботов в комментариях (даже если общественность изначально была нейтральной). Активность ботов (не зависимо от темы) может спровоцировать конфликты, разделение общества на несколько лагерей, а искусственное гипертрофированное привлечение внимания к различным темам – ведет к запуску механизма отрицания, а также к более серьезным массовым последствиям: массовой агрессии, массовой паники и массовым негативным настроениям. Более того, уже само обвинение в применении ботов используется как доказательство ложности высказанных идей и попытки манипуляции общественным мнением. Скрытное использование ботов подрывает доверие и авторитет источника. Тем не менее, применение ботов в автоматическом консультировании открыто (как помощников), является конструктивным направлением.

Список используемых источников

1. Тьюринг А. Игра в имитацию : о шифрах, кодах и искусственном интеллекте. Москва : Родина, 2019. 192 с.
2. Что такое боты – определение и описание // kaspersky.ru. М., 2021. URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-are-bots> (дата обращения: 01.06.2022)

*Статья представлена научным руководителем,
доцентом кафедры СПН СПбГУТ,
кандидатом психологических наук, доцентом Беловой Е. В.*

УДК 94(485-25)''1877/1913'': 621.395
ГРНТИ 03.29

Е. Д. Михайлова (студентка гр. ЗР-91, СПбГУТ), mihajlovae97@gmail.com

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ СТОКГОЛЬМА В 1877 – 1913 г. г.

Данная статья посвящена основным этапам становления телефонных сетей в Стокгольме в период с 1877 – 1913 гг. на примере деятельности наиболее влиятельной телефонной компании – Stockholms Allmänna Telefonaktiebolag (SAT). Ход развития телекоммуникаций в Швеции во многом изменил представление о телефонной связи. Ранний период телефонии в Стокгольме носил уникальный характер: начиная от быстрой и общедоступной телефонной связи и заканчивая единственной в своем роде системой телефонных линий.

телефонные сети, телефония, Швеция, Стокгольм, стокгольмская телефонная башня.

Mihajlova E. The Main Stages of Formation Telephone Network of Stockholm in 1877–1913. *This article is devoted to the main stages of the formation of telephone networks in Stockholm in the period from 1877–1913 on the example of the most influential telephone company – Stockholms Allmänna Telefonaktiebolag (SAT). The development of telecommunications in Sweden has largely changed the idea of telephone communication. The early period of telephony in Stockholm was unique: from fast and public telephone communication to a one-of-a-kind telephone line system.*

Key words: telephone networks, telephony, Sweden, Stockholm, Stockholm telephone tower.

Конец XIX века был ознаменован началом телефонии в Швеции. Первые телефоны появились здесь в конце 1877 года. А уже в сентябре 1880 года в Стокгольме была открыта первая телефонная компания – Stockholms Bell Telefonaktiebolag, которая обслуживала 156 абонентов. Изначально телефон был предметом роскоши и в основном использовался владельцами предприятий. Абонентская плата была равно почти полугодовому окладу рабочего и в 1880 году составляла 160–240 шведских крон [1].

Бурный рост столицы, свобода предпринимательства, высокие цены, устанавливаемые Stockholms Bell Telefonaktiebolag и растущая потребность в телефонной связи оставили возможность для возникновения конкуренции.

В 1877 году инженер и бизнесмен Х. Т. Седергрэн установил первую телефонную линию между своим офисным помещением в доме № 31 по улице Дроттнинггатан и своим домом № 84 на той же улице. 13 апреля 1883 года под лозунгом «телефон в каждый дом» он основал собственную телефонную компанию SAT. Её целью было создание доступной телефонной связи, что было закреплено в первом пункте Устава: «разместить и под-

держивать телефонную связь в Стокгольме и других местах на таких дешевых условиях, которые были бы совместимы с сохранением активов компании» [1]. Более доступная телефония обеспечивала более широкую сеть и менее чем за год количество абонентов увеличилось до 785, большинство из них были частными лицами. Это стало началом великого предприятия, с которым будет связано развитие телефонии города.

В становлении телефонных сетей Стокгольма можно выделить четыре этапа или четыре поворотных момента.

Первый из них тесно связан с политикой SAT, обеспечившей стремительный рост абонентов, количество которых к 1885 году достигло 3 000. Большая нагрузка на сеть требовала изменений. В 1886 г. руководство приняло решение о строительстве центральной станции на улице Мальмскиллнадсгатан. На крыше которой для соединения телефонных линий была установлена телефонная башня (рис. 1) высотой 45 метров, надолго ставшая символом новой эпохи.



Рис. 1. Стокгольмская телефонная башня с покрытыми инеем проводами, около 1890 года

Открытие башни состоялось 12 июля 1887 года в присутствии короля Оскара II и его свиты и получило широкую огласку в газетах.

Инновациям подверглась и система диспетчеризации. Шведская компания Ericsson, активно сотрудничавшая с SAT разработала мультистол

(рис.2), который позволял оператору подключаться со своего места ко всем абонентам станции. Такая система давала возможность вывести все абонентские линии на одну станцию, что позволяло устанавливать соединение максимально быстро с большим количеством абонентов без увеличения числа операторов - станция была оснащена 20 мультистолами по 200 линий на каждый и стала крупнейшей телефонной станцией в мире [2, с.102].

Вторым решающим шагом стал переход на двухпроводную систему. Недостатком однопроводной телефонной сети были шумы, что делало связь на больших расстояниях практически невозможной. К 1894 году переход на двухпроводную систему был завершен и в столице, и за её пределами. К этому времени Стокгольм был соединён со всеми крупными городами в центральной Швеции. В 1889 году Норрчепинг был соединен со Стокгольмом двухпроводной линией длиной 180 километров – самой протяженной в Швеции на тот момент.

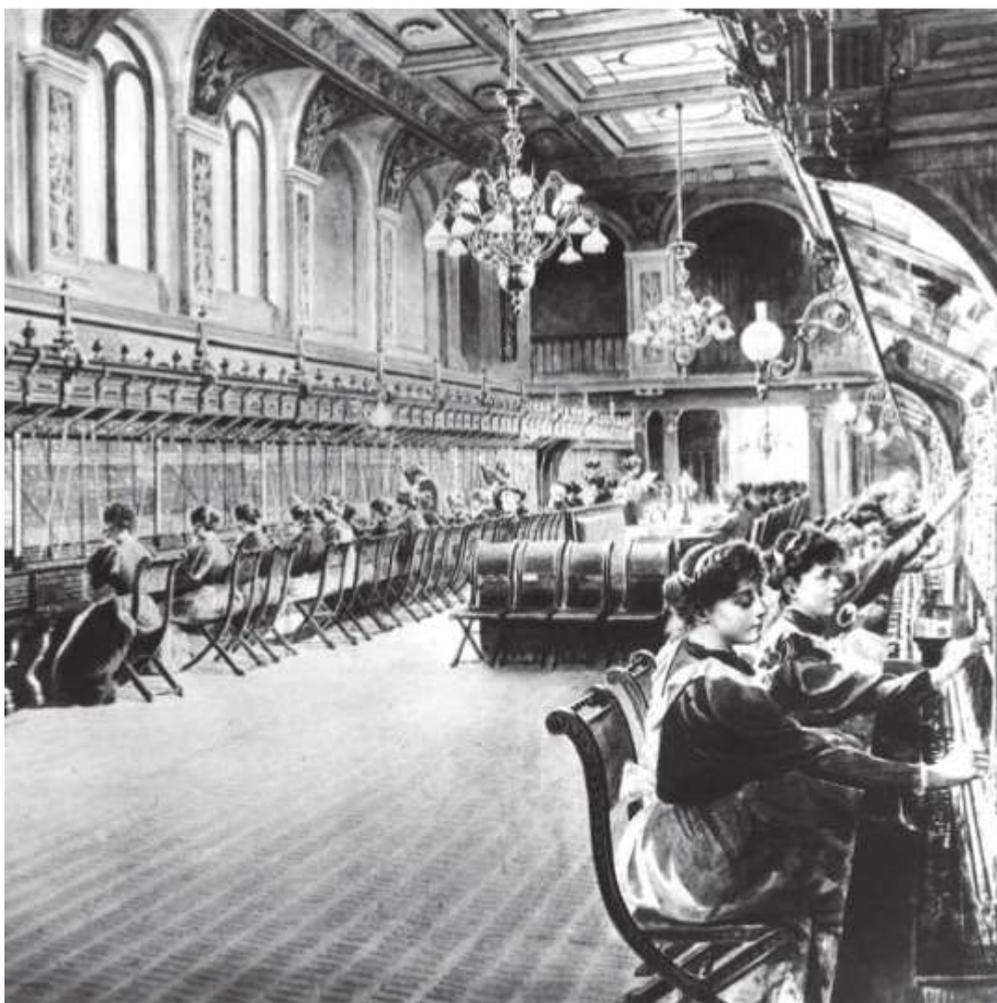


Рис. 2. Аппаратная на телефонной станции SAT, расположенная в доме № 30 на улице Мальмскилнадсгатан. Иллюстрация 1896 года

Третьим поворотным пунктом стала серия договоров, заключённых с национальной Телеграфная службой – Rikstelefon, которая к этому моменту

стала обладать монополией на междугороднюю связь. По их результатам абоненты SAT получали возможность пользоваться сетями Rikstelefon, а SAT получала право пользования телефонными сетями, расположенными в пределах 70 км от Стокгольма сроком на 50 лет [1]. Ограничение деятельности компании этой территорией позволило ей сосредоточиться на вытеснении конкурентов: в 1891 году SAT заключила соглашение о покупке сначала Stockholms Bell Telefonaktiebolag, а затем и большей части городской сети, расширив число абонентов до 5 000 человек

Четвёртым этапом стало внедрение подземных кабелей. Рост жилищного строительства в связи с увеличением численности населения повлек за собой транспортные проблемы и проблемы с коммуникационными системами. Провода, необходимые для телефонной связи, создавали практические проблемы и влияли на городской пейзаж [2]. Сами телефонные линии были уязвимы перед стихией и подвержены обрывам. С 1890 года были введены ужесточения по размещению телефонных линий на улицах города [3, с. 481]. Первая практика применения подземных кабельных линий была осуществлена в 1890 г. Переход на новую систему стал возможным после 28 октября. 1893 г., когда городской совет разрешил компании прокладывать подземные сети при условии оплаты ежегодного сбора в размере 1 кроны 50 эре за метр кабеля. В 1895 году был проложен подземный кабель длиной 1 510 м [1], что в дальнейшем позволило расширить сеть до 50 000 абонентов.

Так, Стокгольм стал городом с самым большим в мире количеством телефонов на душу населения (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Количество абонентов и телефонных операторов SAT за период 1883–1895 г.г.

Год	Количество абонентов (Стокгольм)	Количество абонентов (за пределами Стокгольма)	Общее Количество	Количество телефонных операторов
1883 г.	751	34	785	27
1885 г.	2 816	348	3 164	84
1890 г.	5 118	787	5 905	124
1895 г.	9 694	2 314	12 008	240

Можно выделить и политику SAT в отношении её широкого штата, который вырос с 60 человек в 1883 году до 460 в 1896. Все работники, в том числе телефонистки пользовались ежегодным отпуском. Для инженеров и рабочих был сформирован фонд страхования от несчастных случаев.

Абонентская плата, устанавливаемая SAT была достаточно низкой, а после перехода на двухпроводную систему к 1895 году была уменьшена до 45 шведских крон в год. Также была введена система дополнительных

услуг; в том числе программы для торговцев и ремесленников, позволяющих совершать звонки свободно и на неопределенный срок.

На момент смерти Седергрена в 1909 году количество абонентов SAT превысило 50 000 человек. Компания сохраняла свое лидирующее положение до тех пор, пока в 1918 году по решению риксдага ее не приобрел Rikstelefon. Со временем государство национализировало все телефонные компании страны. Так в Швеции начался век государственной монополии на телефонную связь, которая продлилась до 1980 года.

В 1913 году из-за развития телефонных сетей и переноса их под землю телефонная башня была выведена из строя и больше не выполняла свою прямую функцию. С телефонной башней исчез и символ исторического процесса, когда визуально-наглядная связь между технологией и функцией уступила место абстрактному, интеллектуальному пониманию технического процесса [2, с. 107].

Таким образом, в конце XIX века в Швеции был установлен градостроительный режим, который позволял согласовывать общественные и частные интересы. В отличие от других стран Европы, где преобладали государственные монополии на телефонную связь, в Швеции телекоммуникационная инфраструктура оставалась открытой для частного бизнеса. Залогом стремительного развития телефонии в Стокгольме стало применение крупнейшей телефонной компанией – SAT – новейших и лучших изобретений в области телефонии. А идея, выдвинутая ее основателем была революционной. Результатом его политики стал сетевой эффект: чем больше людей приобретали телефоны, тем большее место в их жизни они стали занимать. В отличие от мелкомасштабных и социально узко нацеленных предприятий, SAT сумела трансформировать телефонию в явление массового масштаба и создать класс рабочих телефонных служащих. Так, растущее значение телефонии в обществе в период с конца XIX – начала XX веков создало благоприятную почву для распространения и усовершенствования телефонных сетей.

Список используемых источников

1. Avskrift av affisch från Stockholmsutställningen 1897 som erhållits av Gösta Thames. /Lnd // Sveriges Telehistoriska SamlarFörening. URL: <http://www.stsf.org/arkiv/SATA.html> (In Swedish) (29.04.2022)
2. Jan Garnert. Hallå! Om telefonernas första tid i Sverige. Lund: Svenska Historiska Media Förlag AB, 2015. 224 p.
3. Anders Gullberg. City – drömmen om ett nytt hjärta del 1: moderniseringen av det centrala Stockholm 1951–1979 // DiVa [Websida]. URL: <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1553205/FULLTEXT01.pdf> (In Swedish) (29.04.2022)

*Статья представлена научным руководителем,
доцентом кафедры ИР СПбГУТ,
кандидатом исторических наук, доцентом Мосеевым В. И.*

УДК 659.11
ГРНТИ 19.01

Д. Д. Пыпина (студентка гр. РСО-04, СПбГУТ), dariapypina@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ БРЕНДА ВАИКАЛ430

ВАИКАЛ430 – молодой, но перспективный бренд по добыче байкальской воды, который во многом обязан своей популярностью креативным рекламным кампаниям. Работы бренда отличаются своей креативностью и совершенно нетипичным взглядом на достаточно обыденный продукт первой необходимости. Проведен анализ истории возникновения бренда, эффективности рекламных кампаний.
креатив, реклама, технологии, идентичность.

Pyypina D. Features of the BAIKAL430 Brand Advertising Campaign.

BAIKAL430 is a young but promising brand for the extraction of Baikal water, which owes much of its popularity to creative advertising campaigns. The brand's works are distinguished by their creativity and a completely atypical view of a fairly ordinary essential product. The analysis of the history of the brand, the effectiveness of advertising campaigns is carried out.

Key words: creativity, advertising, technology, identity.

«Креативность – это значит взять уже известные элементы и соединить их уникальным образом» [1].

ВАИКАЛ430 – молодой международный бренд по добыче и розливу глубинной байкальской воды, основанный в 2016 году. Это дочернее производство, входящее в состав компании ВАИКАЛSEA. Уникальное торговое предложение бренда состоит в том, что добыча воды происходит на глубине 400-500 метров озера Байкал, где находится особый слой, наполненный витаминами и минералами. Во многом благодаря именно рекламной деятельности марка быстро приобрела узнаваемость общественностью. Рекламные кампании данного бренда отличаются своей креативностью и совершенно нетипичным взглядом на достаточно обыденный продукт первой необходимости.

«Мы насыщаем пользователя эстетически, позволяя бренду проникать в сознание на эмоциональном, чувственном уровне» [2] – этой мыслью руководствовался бренд при создании одной из рекламных кампаний в 2020 году. Основная мысль кампании заключалась в поиске и исследовании русской идентичности (что было особенно актуально в период пандемии) через Байкал, его чистоту и красоту, стиль и здоровый патриотизм, что является сущностью самого бренда. Реклама рассказывает об отношениях мужчины и женщины, обратившихся в поиске себя к озеру Байкал. Так, процесс поиска партнеров превращается в путешествие в глубины русской души: обретение собственной второй половинки – путь к осознанию себя

полноценным от природы. Эта мысль будет прослеживаться и в последующих рекламных работах бренда. Атмосферные визуальные образы подкрепляются текстом, призывающим аудиторию к длительному размышлению.

Другим примером креативной рекламы ВАКАЛ430 является кампания, которая была создана в сотрудничестве с начинающими российскими иллюстраторами, 3D-артистами, моушн-дизайнерами и молодыми писателями. В основе данной работы такие актуальные вопросы как: что вообще представляет собой будущее? Каким оно будет? Ответами на эти вопросы оказываются разными: мечтания, неизвестность, порождающая не только страх, но и надежду. Эти чувства показаны (с помощью различных визуальных эффектов) через проникновение друг в друга двух параллельных реальностей, в которых вода ВАКАЛ430 становится проводником, соединяющим миры настоящего и будущего, и хранит информацию прошлого. Посредством рекламных публикаций аудитория видит, как волны озера Байкал превращаются в гравитационные волны, а невидимые слои, разделяющие глубокие воды Байкала становятся платформой будущего, изменяющей пространства и время, прямо как в фантастических фильмах. Поддерживая идею развития технологий, бренд воспроизвел весь контент с помощью цифровых инструментов, таких как компьютерная графика, digital-иллюстрация и другие.

Интересно проследить эффективность проведенной креативной рекламной кампании: так пользователи сохранили контент 7 143 раза, поделились – 2 167 раз; число подписчиков увеличилось на 2 110 человек; креативные посты собрали 408 комментариев, 95 % из которых – с позитивной тональностью и 5 % с нейтральной. Один из важных факторов, а именно показатель вовлеченности, составил 10,09 %, хотя раньше не превышал 3 % [2].

В еще одной кампании объектами рекламного эксперимента стали молодые и творческие люди. Для усиления контраста брендом использовался драматический прием конфликта, а именно – сопоставление России прошлого и России настоящего. Поколение героев нового и быстроизменяющегося мира помещены в декорации, которые до сих пор несут в себе дух исторического величия и пережитых болезненных событий посткапиталистической России. Но герои кампании не следуют по проторенному пути, а мечтают, живут, растут и размышляют о будущем, идя при этом собственной и еще никому неизвестной до них дорогой.

Таким образом, данная рекламная кампания несет идею неразделимости прошлого и настоящего (которые скрепляются человеком), ведь даже при том, что времена входят в конфликт, они изумительно дополняют друг друга – без прошлого нет настоящего, а без настоящего не будет и будущего. Эту мысль передает не только визуал, но и описание, сопровождающее каждое фото: «Небо, земля и вода – три главные стихии. Мысли стремятся в небо и в космос, ты крепко стоишь на земле и чувствуешь ее тепло, а вода –

смысл самой жизни. Держи ее в руках, наслаждаясь чистотой и спокойствием. Жизнь стартует там, где ты» [2].

Важно упомянуть, как и в предыдущих работах бренда, здесь также исследуются противоречивые грани русской души, которая привыкла познавать счастье через терзания и сострадание.

Каждый месяц бренд выпускает совершенно разные по смыслу и форме исполнения рекламные кампании, которые сплочены общей идеей исследования понятия русской идентичности – «собственного я». Абсолютно все работы призывают аудиторию к осознанности, любви к себе, самоактуализации и ломанию стереотипов.

Так, в одной из рекламных кампаний «Я это Байкал» рассматриваются проблемы следования различным стереотипам: эйджизм, узкое понятие красоты, неважность ментального здоровья, рутина. Компания предлагает новому посмотреть на повседневность и выкинуть из нее обыденность, задаться вопросами о том, что по-настоящему важно, начинать диалог (преимущественно с самим собой), вспомнить детские мечты, а может быть произнести свое имя по слогам, ведь таким образом тоже можно почувствовать свою уникальность в этом мире.

Стоит отдельно отметить, что компания снова затронула все также актуальную тему поиска себя и свой целостности, но придал это проблеме новый смысл, создав в рамках кампании ряд рекламных продуктов, показывающих современный взгляд на русские сказки: вместо дремучих лесов теперь городские джунгли, а сами персонажи больше чем просто герои сказок, действующие по написанному за них сюжету – они личности, стремящиеся к осознанности, ведь Байкал научил их ценить каждую деталь, каждую прозрачную каплю хрупкой жизни. Современные герои сказок надеются только на себя, не доверяя волшебству, живут здесь и сейчас, не мечтая о мнимой вечной жизни.

Бренд сотрудничает с медийными личностями известными только сравнительно малым аудиториям (например, певица Кина), что поддерживает его концепцию достижения популярности с помощью креатива, ставящего во главу ценности компании и аудитории, а не погоню за продажами и популярностью. Вопреки еще недавним трендам на достижение человеком некоей идеальности, сверхпродуктивности, и игнорировании своих истинных желаний, рекламные кампании БАЙКАЛ430 продвигают идею продуктивности во благо человека, проживание жизни по своим правилам, стремлению к мечтам, изменению мира вне зависимости от возраста, стремление к гармонии с ним и с собой – чему следовать твое решение.

«Творчество – это видеть то, что видят все, но затем придумывать новую мысль, о которой никогда не думали раньше, и выразить ее каким-то образом» [3] – так можно охарактеризовать креативную стратегию компании, которой удается с помощью современных технологий творчески подходить к продвижению товара первой необходимости.

Бренд ВАИКАЛ430 заинтересовывает аудиторию не известными рекламными лицами, а своим нетривиальным подходом к рекламированию продукта: честность и креатив его главные составляющие. Компания не только предоставляет полную информацию о производстве товара, но и несет реальную ответственность, маркируя каждую бутылку воды уникальным номером. Ценностями бренда является забота о здоровье аудитории, доставка качественного продукта и сохранение озера Байкал, что также отображается в рекламных работах.

Таким образом, компания ВАИКАЛ430 является не только производителем качественной продукции на рынке, но и постоянным создателем креативной рекламы. Компании удается находить баланс между оригинальностью и качеством рекламы, которая эффективно транслирует в мир не только продукт, но и такие «трендовые» ценности, как поиск и принятие себя и «менее трендовые», но не менее важные исследование русской идентичности связи прошлого настоящего и будущего.

Список используемых источников

1. Фреско Ж. Всё лучшее, что не купишь за деньги. Москва: Общественная Организация "Проектирование Будущего", 2013. 200 с. С. 5.
2. Гвоздинский Р. Роман в Instagram: как бренд байкальской воды преодолел болото изоляции. URL: <https://www.sostav.ru/publication/bajkal-44668.html> (дата обращения: 07.06.22).
3. Тайсон Н. Д., Ричард Г. Д. Добро пожаловать во Вселенную. Москва: АСТ, 2020. 384 с. С. 40.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры СПИ СПбГУТ, кандидатом политических наук, доцентом Шутманом Д. В.