

СПбГУТ)))



ГОД НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ
В СПбГУТ

75 ЮБИЛЕЙНАЯ
РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Студенческая ВЕСНА 2021

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК



apino.spbgut.ru/stud-vesna

УДК 061.3(082)
ББК 74.58

75-я Юбилейная региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая весна – 2021» : сб. науч. ст. / Под ред. А. В. Шестакова; сост. В. С. Елагин, Е. А. Аникевич, Задорожная А. А. Спец. вып. СПб. : СПбГУТ, 2021. 118 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

Корректурa и верстка Е. М. Аникевич

Подписано в печать 16.08.2021.

Вышло в свет 16.09.2021. Формат 60×90 1/8.

Уст. печ. л. 14,75. Заказ № 075-ИТТ-2021.

пр. Большевиков, д. 22, корп. 1

Россия, Санкт-Петербург, 193232

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Машков Г. М. – первый проректор – проректор по учебной работе

Ответственный секретарь

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

Члены организационного комитета

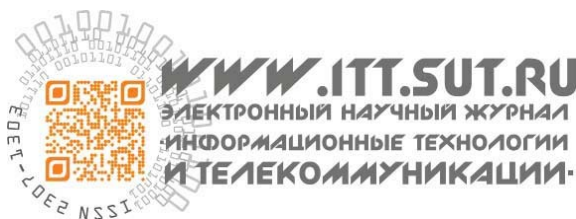
Зарубин А. А. – проректор по цифровой трансформации

Елагин В. С. – 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 978-5-89160-240-3

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель

Бачевский С. В. – доктор технических наук, профессор, ректор

Заместители председателя

Шестаков А. В. – доктор технических наук, старший научный сотрудник, проректор по научной работе

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

Ответственный секретарь

Владыко А. Г. – кандидат технических наук, 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

Колгатин С. Н. – доктор технических наук, профессор, 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 гуманитарного факультета

Бучатский А. Н. – кандидат технических наук, доцент, директор Института магистратуры

Гириш 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, 2021

Радиотехнологии связи

- 4 **Барышев О. С.** Адаптивное диаграммообразование в сетях 5G. Исследование алгоритмов DOA
- 9 **Дунаев Н. П., Якименко И. А.** Проектирование и конструирование фазовращателя и аттенюатора на основе интегральных схем

Инфокоммуникационные сети и системы

- 18 **Анисимов Д. Г.** Исследование использования технологии Wi-Fi для позиционирования на территории метрополитена
- 21 **Вершинина К. В.** Применение фундаментальных законов квантовой механики для квантового распределения ключей
- 25 **Горсков В. С., Доценко С. Э.** Исследование возможности передачи квазисоли-тонных импульсов в ВОСС с технологией WDM
- 31 **Исаенко Д. И., Романюк Д. Р.** Многофункциональный комплекс экологического мониторинга с оптическим каналом связи
- 36 **Кузнецов М. С., Мартынюк А. А.** Разработка телеграмм-бота для заключения цифровых сделок с применением технологии блокчейн
- 41 **Лебедева Н. А.** Обзор рынка услуг гиперлокального таргетинга по MAC-адресам
- 46 **Тванкова Н. А.** Сравнительный анализ методов оценки качества передачи в волоконно-оптических системах связи
- 51 **Фраз А. В.** Исследование оптического анализатора спектра для систем CWDM
- 57 **Хорошенкова Е. О.** Моделирование и исследование оптического изолятора

Информационные системы и технологии

- 61 **Татуков Д. А., Яшин А. В.** Проектирование и разработка модуля информационной системы поддержки бизнес-процессов аэропорта

Теоретические основы радиоэлектроники

- 65 **Алли Р. А.** Разработка многочастотной древовидной фрактальной антенны для ректенного преобразователя
- 69 **Буймистров И. И., Вяткин В. Б., Новиков А. А., Юрова В. А.** Разработка проекта по созданию образовательного чат-бота для курса «Электроника и схемотехника»
- 74 **Татаев В. С.** Что такое мировой эфир и как он связан с теорией относительности

Цифровая экономика, управление и бизнес-информатика

- 80 **Александров М. А.** Цифровая экономика и цифровая трансформация в бизнесе
- 85 **Антонов К. М., Гудков Д. П.** Изменение потребительского спроса во время пандемии COVID-19 в России
- 90 **Бучацкий А. С.** Совершенствование практики управления проектами в госсекторе
- 94 **Коростылев И. А., Попова К. А.** Использование инструментов семантического анализа для конструирования образовательных программ
- 98 **Смирнова К. С.** Историческая эволюция искусственного интеллекта и возможности его использования в современном мире

Социальные цифровые технологии

- 104 **Ананьина Т. Д.** Роль международных агентств в усыновлении российских детей иностранными гражданами
- 107 **Еникеева Е. М.** Методы управления СМИ негативной и позитивной реакцией общественности в интернет-изданиях

Сети связи специального назначения

- 113 **Пермяков А. С.** Модель процесса функционирования сети связи специального назначения в условиях технической компьютерной разведки

УДК 621.396
ГРНТИ 49.33.29

О. С. Барышев (студент гр. РМ-72, СПбГУТ), ludovik7380@gmail.com

АДАПТИВНОЕ ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЕ В СЕТЯХ 5G. ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ DOA

Обсуждения сетей подвижной связи пятого поколения приобретают все большую популярность благодаря тому, что на данный момент потребности пользователей непрерывно растут в связи с техническим прогрессом. Процентное соотношение пользовательского трафика склоняется в сторону медиа контента. В связи с этим растет потребность в увеличении скорости передачи данных, низких задержках, а также в появлении новых сервисов. Данные задачи призваны решить перспективные сети пятого поколения. Для решения проблемы уплотнения сетей радиодоступа требуется применять пространственное уплотнение одновременных передач SDMA за счет новых процедур установления и ведения связи, например, адаптивного диаграммообразования.

сверхплотные сети, адаптивное диаграммообразование, алгоритмы DOA, разрешающая способность.

Baryshev O. Adaptive Beamforming in 5G Networks. Research of DOA Algorithms.

Discussions of mobile communication networks of the fifth generation are becoming increasingly popular because that now the needs of users are constantly growing owing to technological progress. The percentage of user traffic is leaning towards media content. In this regard, there is a growing need for increased data transfer speed, low latency, as well as the emergence of new services. These tasks are designed to solve prospective networks of the fifth generation. To solve the problem of compaction of radio access networks, it is necessary to apply spatial compaction of concurrent SDMA transmissions owing to new procedures for establishing and maintaining communication, for example, adaptive beamforming.

Key words: ultra-dense networks, adaptive beamforming, DOA algorithms, resolution.

Потребность в применении направленной радиосвязи в сетях пятого поколения возникла из-за концепции сверхплотного территориального распределения сот, что приводит к повышению уровня внутрисистемных помех. Для решения данной проблемы требуется применять адаптивное диаграммообразование. Причиной увеличения плотности сети является переход в диапазон сантиметровых и миллиметровых волн, который в свою очередь накладывает физические ограничения на дальность радиосвязи. С другой стороны, уменьшение длины волны открывает широкие возможности для практической реализации систем Massive MIMO с возможностью адаптивного диаграммообразования [1].

Определение направления прихода сигнала (DOA) является неотъемлемой процедурой адаптивного диаграммообразования. Алгоритмы DOA

предназначены для того, чтобы устройства знали, куда необходимо сформировать максимум диаграммы направленности. Целью исследования в данной работе было определить и сравнить разрешающую способность и точность выбранных алгоритмов DOA посредством моделирования в программном комплексе MATLAB.

Рассматривая алгоритмы DOA в целом их можно разделить на две группы: традиционные и подпространственные алгоритмы [2].

Принято считать, что существует два стандартных метода: Beamscan и метод Кейпона [3]. К группе подпространственных методов можно отнести такие алгоритмы как MUSIC, ESPRIT.

В процессе моделирования было произведено исследование разрешающей способности (РС) и точности алгоритмов DOA. Исследование проводилось для метода Beamscan, метода Кейпона (MVDR) и алгоритма MUSIC. Дополнительно было исследовано влияние количества элементов в антенной решетке (АР) на РС и точность определения DOA рассмотренными алгоритмами. Для этого проводилось сравнение результатов моделирования АР из 64 и 256 элементов.

В рамках моделирования были произведены расчеты углов прихода сигнала для 2 лучей. Расчет производился по мере уменьшения углового разноса (УР) между лучами (рис. 1).

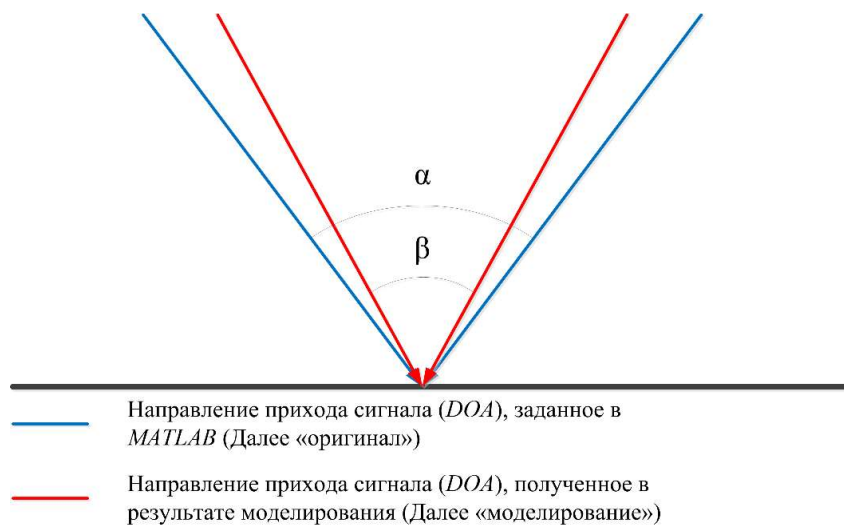


Рис. 1. Схематическое представление направлений прихода сигналов

Под разрешающей способностью алгоритма DOA подразумевается минимальное значение УР лучей, при котором алгоритм не теряет работоспособность пусть даже при появлении внушительных ошибок. При дальнейшем сближении лучей разделить их уже не представляется возможным и на пространственном спектре можно наблюдать вместо двух пиков, символизирующих определяемые лучи, один пик.

Результат моделирования для прямоугольной АР размером 8 на 8 с использованием метода Beamscan представлен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Результат моделирования для АР из 64 элементов методом Beamscan

Луч №	Моделирование		Оригинал		Угловой разнос лучей
	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	
Луч 1	50,10	50,00	50,00	50,00	100,00
Луч 2	-50,10	50,00	-50,00	50,00	
Луч 1	6,85	50,00	10,00	50,00	20,00
Луч 2	-6,80	50,00	-10,00	50,00	
Луч 1	0,10	50,00	9,00	50,00	18,00
Луч 2	47,75	49,95	-9,00	50,00	

Примечание: Все численные значения приняты в градусах.

Результат моделирования для прямоугольной АР размером 16 на 16 с использованием метода Beamscan представлен в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Результат моделирования для АР из 256 элементов методом Beamscan

Луч №	Моделирование		Оригинал		Угловой разнос лучей
	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	
Луч 1	14,00	50,00	14,00	50	28,00
Луч 2	-14,00	50,00	-14,00	50	
Луч 1	13,10	50,00	13,00	50	26,00
Луч 2	-13,10	50,00	-13,00	50	
Луч 1	4,00	50,00	5,00	50,00	10,00
Луч 2	-4,00	50,00	-5,00	50,00	
Луч 1	0,00	50,00	4,00	50,00	8,00
Луч 2	-0,05	70,90	-4,00	50,00	

Примечание: Все численные значения приняты в градусах.

Основываясь на результатах моделирования в таблице 1 можно сказать, что метод Beamscan с использованием АР из 64 элементов не позволяет добиться точного определения DOA даже с достаточно большим УР. Для УР в 100 градусов полученное отклонение от истинного значения составляет 0,1 градуса. Согласно результатам таблицы 2 АР из 256 элементов уверенно определяет DOA с 28 градусов УР.

Исходя из данных таблицы 1 и таблицы 2, можно определить, что РС данного метода равна 20 и 10 градусам УР для АР из 64 и 256 элементов соответственно.

Очевидно, что увеличение размера АР благоприятно повлияло на результат работы алгоритма. Точность определения DOA существенно повысилась, а порог РС алгоритма сдвинулся на 10 градусов, что является ощутимым приростом для организации сеансов направленной радиосвязи, особенно в рамках сверхплотных сетей.

Результат моделирования для прямоугольной АР размером 8 на 8 с использованием алгоритма MVDR представлен в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Результат моделирования для АР из 64 элементов методом MVDR

Луч №	Моделирование		Оригинал		Угловой разнос лучей
	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	
Луч 1	8,00	50,00	8,00	50,00	16,00
Луч 2	-8,00	50,00	-8,00	50,00	
Луч 1	7,00	50,00	7,00	50,00	14,00
Луч 2	-6,95	50,00	-7,00	50,00	
Луч 1	2,05	50,00	3,00	50,00	6,00
Луч 2	-2,05	50,00	-3,00	50,00	
Луч 1	-0,05	50,00	2,00	50,00	4,00
Луч 2	45,15	48,60	-2,00	50,00	

Примечание: Все численные значения приняты в градусах.

Результат моделирования для прямоугольной АР размером 16 на 16 с использованием алгоритма MVDR представлен в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4. Результат моделирования для АР из 256 элементов методом MVDR

Луч №	Моделирование		Оригинал		Угловой разнос лучей
	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	
Луч 1	3,00	50,00	3,00	50,00	6,00
Луч 2	-3,00	50,00	-3,00	50,00	
Луч 1	1,95	50,00	2,00	50,00	4,00
Луч 2	-1,95	50,00	-2,00	50,00	
Луч 1	0,55	50,00	1,00	50,00	2,00
Луч 2	-0,55	50,00	-1,00	50,00	
Луч 1	0,00	50,00	0,50	50,00	1,00
Луч 2	21,15	52,00	-0,50	50,00	

Примечание: Все численные значения приняты в градусах.

Проанализировав данные из таблицы 3, можно сказать, что точность алгоритма MVDR гораздо выше рассматриваемого ранее метода Beamscan. Об этом можно судить исходя из того, что при использовании АР из 64 элементов, MVDR точно определяет DOA, начиная уже с УР равного 16 градусам при том, что алгоритм Beamscan с использованием антенной решетки на 256 элементов в точности определил DOA только, начиная с УР в 28 градусов. Для АР из 256 элементов с использованием алгоритма MVDR

граница уверенного определения DOA находится в районе 6 градусов УР (табл. 4).

Анализируя результаты моделирования из таблицы 3 и таблицы 4, можно также заметить, что граница РС также сдвинулась в сравнении с методом Beamscan. Значение РС для AP из 64 и 256 элементов равно 6 и 2 градусам УР соответственно.

Основываясь на полученных результатах, можно сказать, что алгоритм MVDR превосходит алгоритм Beamscan в РС даже при меньшем количестве элементов в AP. Далее необходимо оценить влияние увеличения числа элементов AP на итог моделирования с использованием метода MVDR. Далее будет рассмотрен алгоритм MUSIC для аналогичных конфигураций AP.

Результат моделирования для прямоугольной AP размером 8 на 8 с использованием алгоритма MUSIC представлен в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5. Результат моделирования для AP из 64 элементов методом MUSIC

Луч №	Моделирование		Оригинал		Угловой разнос лучей
	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	
Луч 1	8,00	50,00	8,00	50,00	16,00
Луч 2	-8,00	50,00	-8,00	50,00	
Луч 1	6,95	50,00	7,00	50,00	14,00
Луч 2	-6,95	50,00	-7,00	50,00	
Луч 1	1,60	50,00	1,75	50,00	3,50
Луч 2	-1,50	50,00	-1,75	50,00	
Луч 1	46,65	50,00	1,50	50,00	3,00
Луч 2	-1,00	50,00	-1,50	50,00	

Примечание: Все численные значения приняты в градусах.

Результат моделирования для прямоугольной AP размером 16 на 16 с использованием алгоритма MUSIC представлен в таблице 6.

ТАБЛИЦА 6. Результат моделирования для AP из 256 элементов методом MUSIC

Луч №	Моделирование		Оригинал		Угловой разнос лучей
	Азимут	Угол места	Азимут	Угол места	
Луч 1	1,50	50,00	1,50	50,00	3,00
Луч 2	-1,50	50,00	-1,50	50,00	
Луч 1	0,90	50,00	1,00	50,00	2,00
Луч 2	-0,90	50,00	-1,00	50,00	
Луч 1	-0,05	50,00	0,50	50,00	1,00
Луч 2	-21,05	50,10	-0,50	50,00	

Примечание: Все численные значения приняты в градусах.

При рассмотрении результатов моделирования методом MUSIC в таблице 5 и таблице 6 можно заметить, что РС алгоритма MUSIC соответствует 3,5 и 2 градусам УР лучей соответственно.

РС алгоритма MUSIC позволяет говорить о том, что его использование более целесообразно в отношении применения для сеансов направленной радиосвязи.

Анализируя результаты моделирования из таблицы 5 и таблицы 6, можно заметить, что при увеличении числа элементов в АР граница уверенного определения DOA сместилась с 16 до 3 градусов УР.

Как показало исследование РС и точности алгоритмов DOA наиболее предпочтительным из рассмотренных для сеансов направленной радиосвязи является алгоритм MUSIC, потому что он обладает высокой РС и благодаря многоэлементным АР позволяет достичь крайне высокой точности определения DOA.

Список используемых источников

1. Фокин Г. А. Технологии сетевого позиционирования: монография. СПб. : СПбГУТ, 2020. 558 с.
2. Баланис К., Иоанидес П. Введение в смарт-антенны. Litres, 2017.
3. Liberti J. C., Rappaport T. S. Smart Antennas for Wireless Communications: IS-95 and Third Generation CDMA Applications. 1999.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры РСиВ СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Фокиным Г. А.

УДК 621.372.852.29
ГРНТИ 47.45.99

Н. П. Дунаев (студент гр. РК-72, СПбГУТ), ndunaev@inbox.ru
И. А. Якименко (студент гр. РК-72, СПбГУТ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛЯ И АТТЕНЮАТОРА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Наиболее функциональным инструментом для реализации методов пространственно-временной обработки сигналов является антенная решётка. Её основной задачей становится формирование весовых коэффициентов пространственного фильтра. В фазированных антенных решётках для этого используются фазовращатели и аттенюаторы в аналоговом тракте. В работе представлен пример реализации цифрового фазовращателя и аттенюатора в диапазоне 2,5–3,1 ГГц на основе современных интегральных схем. Показаны особенности проектирования и конструирования аналоговой

и цифровой части. Описана методика поиска кодов управления при наличии паразитного изменения фазы в аттенюаторе и амплитуды в фазовращателе. При проектировании как самого устройства, так и системы управления, учтена возможность использования аттенюатора и фазовращателя в антенной решётке.

фазовращатель, аттенюатор, фазированная антенная решётка, ФАР.

Dunaev N., Yakimenko I. Designing of Integral Scheme Based Phase Shifter and Attenuator. *Antenna array is the most functional tool for implementation of spatio-temporal processing methods. Its main task is to form the spatial filter weight coefficients. Phase shifters and attenuators play this role in analog path of phased array antennas. The paper presents an example of the implementation of a digital phase shifter and attenuator in the range of 2,5–3,1 GHz based on modern integrated circuits. The features of the design and construction of the analog and digital parts are shown. The methodology for finding control codes in the presence of parasitic phase change in the attenuator and parasitic amplitude change in the phase shifter is described. Designing the device and control system, the possibility of using attenuator and phase shifter in phased array antenna has been taken into account.*

Key words: phase shifter, attenuator, phased array antenna, PAA.

Введение

Для формирования диаграммы направленности (ДН) фазированной антенной решётки (ФАР) необходимо изменять амплитудно-фазовое распределение (АФР) в апертуре [1, 2]. Для изменения АФР, в ФАР с фидерным возбуждением, могут использоваться фазовращатели и аттенюаторы (Ф/А), примеры построения которых показаны в [3].

Целью работы является проектирование, конструирование и исследование характеристик фазовращателя и аттенюатора для восьмиэлементной линейной эквидистантной ФАР, предназначенной для отработки алгоритмов синтеза ДН [4], адаптации в адаптивных антенных решётках [5, 6] и настройки ФАР [7, 8, 9]. Кроме того, указанная ФАР будет использоваться в образовательных целях.

При разработке Ф/А необходимо учитывать следующие особенности:

- Ослабление в Ф/А должно быть минимальным для увеличения K_u ФАР.

- Необходимо минимизировать массогабаритные характеристики. Ф/А должен располагаться как можно ближе к излучателю для уменьшения ослабления в фидерном тракте. При этом, излучатели в ФАР идут с шагом порядка половины длины волны в свободном пространстве.

- При работе на больших мощностях становится актуальна проблема теплоотвода.

- Необходима высокая скорость перестроения А/Ф, что затруднено на высоких мощностях.

- Существенной частью Ф/А является устройство управления, сопряжения, контроля и питания [10]. Оно должно разрабатываться с учётом того, что в ФАР входит несколько Ф/А.

– Наблюдаются паразитные эффекты при управлении Ф/А. При изменении фазы в фазовращателе изменяется амплитуда, а при изменении амплитуды в аттенуаторе изменяется фаза.

Максимальные функциональные возможности Ф/А достигаются в активных ФАР или АФАР [11]. Ослабление компенсируется активными компонентами (МШУ и усилителем мощности). Скорость переключения состояний повышается за счёт работы на низком уровне мощности. Появляется возможность применения интегральных схем Ф/А, что сокращает габариты, массу и энергопотребление. В дискретных Ф/А уже имеется встроенный цифровой драйвер [3, 12], который позволяет управление в цифровом виде. В результате сравнительного анализа было принято решение о построении Ф/А на основе интегральных схем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Выбрать элементную базу.
- Разработать высокочастотный узел Ф/А.
- Разработать систему управления, сопряжения и контроля.
- Разработать РКД для изготовления макетного образца.
- Исследовать характеристики макетного образца.
- Предложить методику поиска кодов управления Ф/А при наличии паразитного изменения амплитуды и фазы.

Методы

Для Ф/А были выбраны микросхемы аттенуатора НМС542BLP4Е и фазовращателя НМС647ALP6Е от производителя Analog Devices, основные характеристики которых приведены в таблице 1 [13, 14].

ТАБЛИЦА 1. Основные характеристики аттенуатора НМС542BLP4Е и фазовращателя НМС647ALP6Е

Характеристика	Аттенуатор	Фазовращатель
Рабочий диапазон, ГГц	0 – 4,0	2,5 – 3,1
Разрядность, бит	6	6
Начальное ослабление, не более, дБ	1,8	6,5
Шаг по амплитуде, дБ	0,5	–
Ошибка по амплитуде, дБ	± 0,25	–
Шаг по фазе, градусы	–	5,6
Ошибка по фазе, градусы	–	± 1,5
Волновое сопротивление, Ом	50	50

Характеристика	Аттенюатор	Фазовращатель
Интерфейс	serial	parallel
Питание, В	+5	Двухполярное* +5 и -5
Тип корпуса	qfn-24	qfn-28

*Для организации двухполярного питания была выбрана микросхема TPS65135 от Texas Instruments. Питание на Ф/А подаётся от лабораторного источника питания.

На рис. 1. представлена функциональная схема Ф/А.

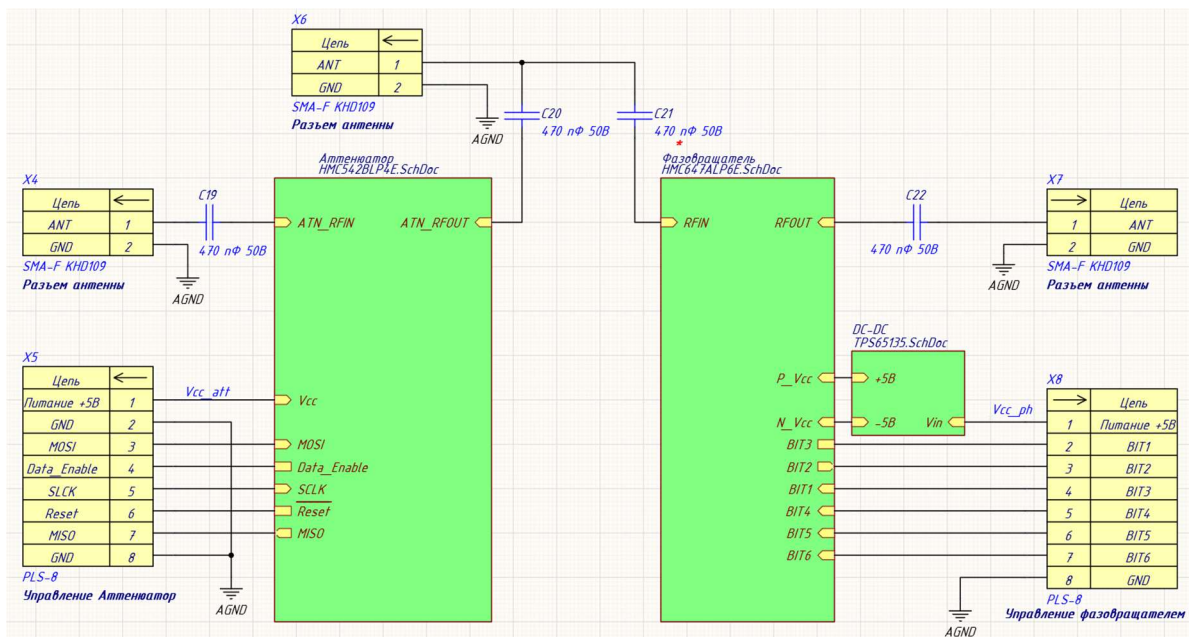


Рис. 1. Функциональная схема Ф/А

Цифровые фазовращатели включают в себя каскады, каждый из которых обеспечивает сдвиг фазы на фиксированное значение, как изображено на рис. 2. Таким образом, за счёт изменения комбинации состояний переключателей, обеспечивается фазовый сдвиг равный сумме выбранных битов (вплоть до 360°) [12].

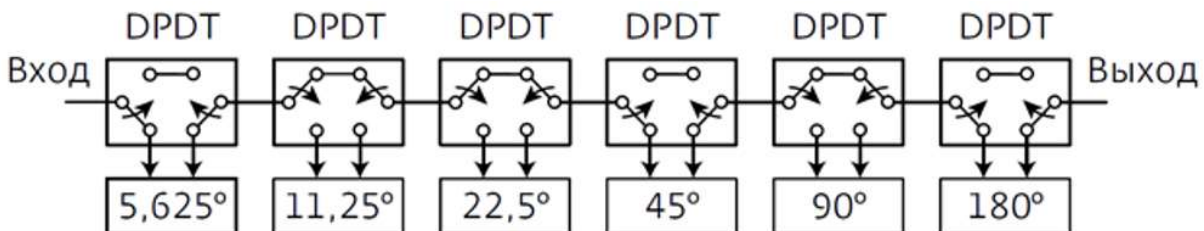


Рис. 2. Каскады фазовращателя

Микросхема аттенюатора HMC542BLP4E имеет аналогичные переключатели [13], вследствие чего в фидерный тракт вносится не только затухание, но и значительные паразитные изменения фазы, которые необходимо компенсировать.

Плата Ф/А изображена на рис. 3. Третий разъём в середине между фазовращателем и аттенюатором является технологическим и необходим для последовательной проверки и настройки. После настройки удаляется.

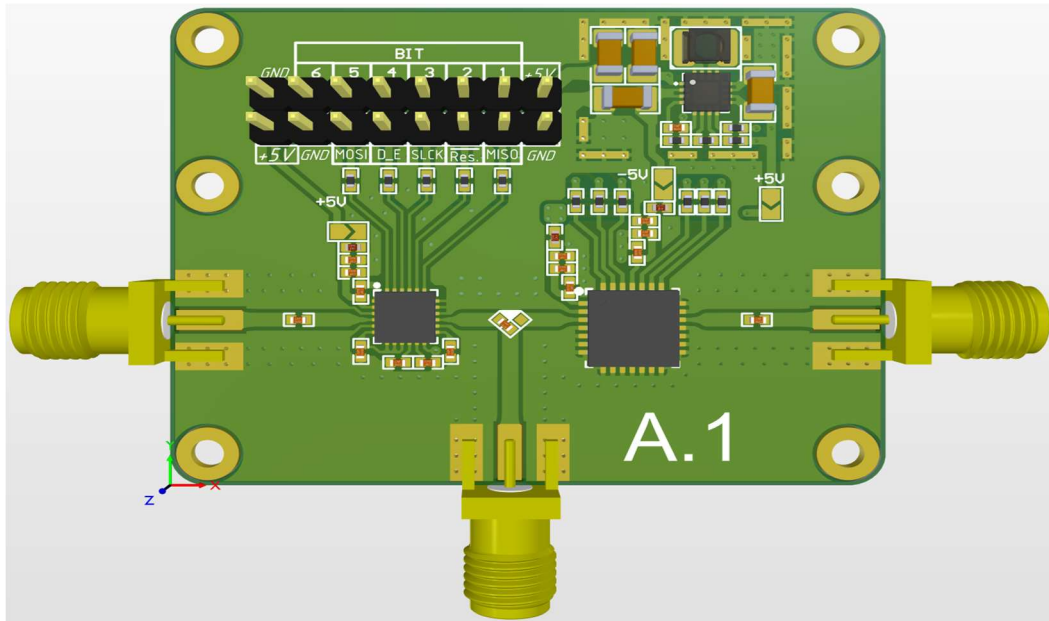


Рис. 3. Внешний вид макета Ф/А

Согласно технической документации на фазовращатель [14] время установки амплитуды – 150 нс, из этого следует, что частота переключения режимов работы без искажений – не более 6,6 МГц. Для расчёта минимальной скорости примем объем сообщения – 12 бит, на значения фазы и аттенюации по 6 бит. Расчёт скорости производится относительно фазовращателя, так как аттенюатор более легкодоступный элемент, что позволяет в дальнейшем подобрать альтернативу с необходимой скоростью.

Минимальная скорость рассчитывается по следующей формуле:

$$S = I_{\text{сооб}} \times \mathcal{F},$$

где $I_{\text{сооб}}$ – объем сообщения, \mathcal{F} – частота переключения фазовращателя.

$$S = 12 \times 6,67 \times 10^6 = 80 \text{ Мбит/с}.$$

В соответствии с расчётом были подобраны интерфейсы подключения, приведённые в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Интерфейсы и скорости

Интерфейс	Скорость
USB 2.0	480 Мбит/с (High Speed)
USB 3.0	5 Гбит/с
Ethernet	1/10 Гбит/с

Для подключения одного канала по критериям скорости, лёгкости подключения к компьютеру и простоты реконфигурации системы наиболее оптимальным является интерфейс USB 2.0. Интерфейсы USB 3.0 и Ethernet 1/10 Гбит/с избыточны и требуют дополнительных микросхем-контроллеров. Интерфейса USB 2.0 недостаточно для планируемой системы из 8 каналов, поэтому потребуется использовать более скоростной интерфейс – USB 3.0. Для преобразования интерфейсов удобно применять готовое решение в виде USB разветвителя с блоком питания, при этом решается задача питания нескольких каналов. На рисунке 3 представлена предполагаемая конфигурация из 8 каналов. Командное устройство (компьютер) отправляет сигнал по интерфейсу USB 3.0 на разветвитель, затем сигнал передаётся на микроконтроллер по интерфейсу USB 2.0 High Speed. Питание подаётся от внешнего источника через разветвитель по шине Vbus, ток питания при USB 2.0–0.5 А, при USB 3.0–0.9 А [15, 16].

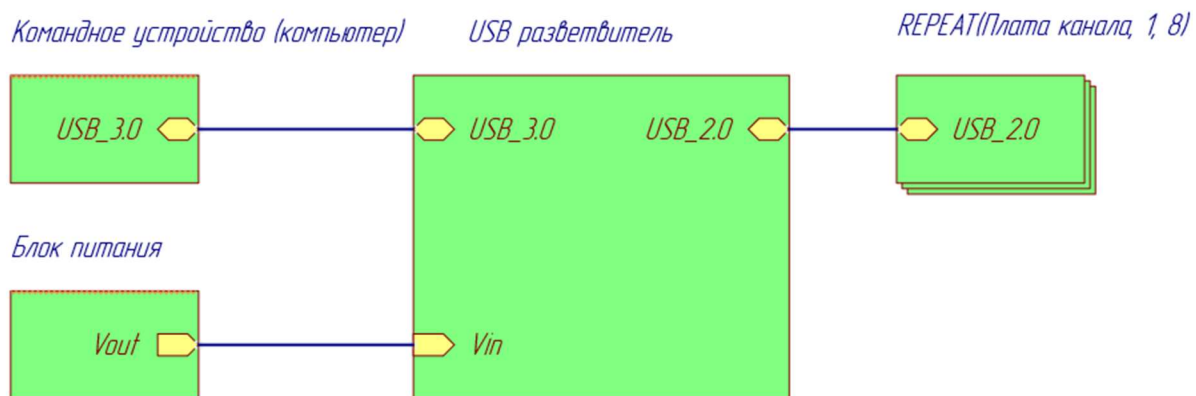


Рис. 3. Конфигурация 8 каналов

Работу микросхемы предлагается детектировать по потребляемому току, для этого в цепь питания последовательно с устройством подключается датчик тока на эффекте Холла [17]. Такие датчики минимально воздействуют на работу устройств.

Для управления Ф/А используется отладочная плата с микроконтроллером STM32F407 [18]. Использование готового решения в виде отдельной платы управления позволяет легко изменить и модернизировать конфигурацию устройства.

Для получения характеристик была собрана измерительная установка, включающая в себя отладочную плату микроконтроллера, плату Ф/А, блок питания и векторный анализатор (рис. 4). Для изменения режима работы Ф/А с компьютера отправляется код управления на отладочную плату, затем на микроконтроллере код преобразуется и передаётся на Ф/А. Результаты работы фиксируются на векторном анализаторе.



Рис. 4. Схема измерительной установки

Результаты

На рис. 5 представлены результаты измерений. Чтобы измерить паразитное изменение фазы (рис. 5 а), фазовращатель был установлен в состояние смещения на $264,375^\circ$, аттенюатор переключался с шагом 6 дБ, от 0 до 31,5 дБ. Для получения значений паразитного изменения амплитуды (рис. 5 б) на аттенюаторе было выставлено состояние ослабления сигнала на 23,5 дБ, при этом фазовращатель переключался с шагом $67,5^\circ$, от 0 до $354,375^\circ$. После каждого переключения снимались показания с прибора.

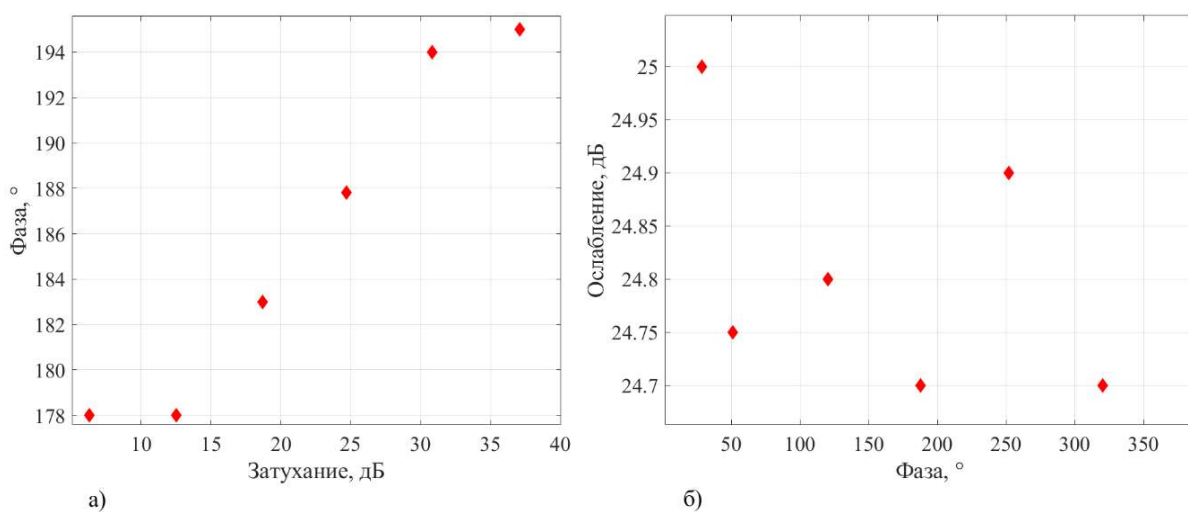


Рис. 5. Паразитные характеристики: а) паразитное изменение фазы, б) паразитное изменение амплитуды

Заключение и выводы

Разработанный узел Ф/А выполняет свои основные функции – меняет фазу и амплитуду сигнала, но для дальнейшего использования в 8-элементной линейной эквидистантной ФАР требуется учёт паразитных характеристик, выявленных в процессе исследования (рис. 5). Компенсация паразитного изменения фазы и амплитуды осуществляется с помощью кодов управления, поиск которых происходит в автоматическом режиме перебором всех возможных режимов работы узла Ф/А. Для установки требуемого значения в полярной системе координат выставляются все точки возможных состояний на основании собранных данных. Затем по критерию минимального расстояния выбирается точка, максимально приближённая к требуемому АФР.

Список используемых источников

1. Хансен Р. С. Мир радиоэлектроники. Фазированные антенные решетки ; Синани А. И. (пер. с англ., ред.). 2-е изд. М. : Техносфера, 2012. 558 с.
2. Вендик М. Д., Парнес О. Г. Антенны с электрическим сканированием (Введение в теорию) / Под редакцией Л. Д. Бахраха. М. : Сайнс-Пресс, 2002. 232 с. ISBN 5-94818-002-6.
3. Кочемасов В., Белов Л. Аттenuаторы с электронным управлением – производители и характеристики // Электроника НТБ. 2017. Т. 1, № 4. С. 82–95.
4. Кузьмин С. В., Коровин К. О., Раимжанов Т. Р. Вариант реализации интерактивного приложения для синтеза систем связи с антенными решетками // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. 2020. Т. 23, № 2. С. 46–54.
5. Григорьев В. А., Щесняк С. С., Гулюшин В. Л., Распаев Ю. А., Лагутенко О. И., Щесняк А. С. Адаптивные антенные решетки : учебное пособие в 2-х частях. Часть 1 / Под общ. ред. В. А. Григорьева. СПб. : Университет ИТМО, 2016. 118 с.
6. Ратынский М. В. Адаптация и сверхразрешение в антенных решетках. М. : Радио и связь, 2003. 200 с.
7. Жегалов А. Н., Кузьмин С. В., Морозов А. Н., Ривкин М. И., Силуянов И. И. Применение матрицы взаимных связей при настройке ФАР // V Всерос. науч.-техн. конф. "Радиолокация и радиосвязь", Москва, 21–25 нояб. 2011 г. ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН. М., 2011. С. 216–220.
8. Шубников В. В., Ривкин М. И. Методика экспресс-анализа РТХ ФАР в эксплуатационных условиях // Вестник воздушно-космической обороны, 2018. Т. 20, № 4. С. 105–108.
9. Коротецкий Е. В., Шитиков А. М., Денисенко В. В. Методы калибровки фазированных антенных решеток // Радиотехника. 2013. № 5. С. 95–104.
10. Самойленко В. И., Шишов Ю. А. Управление фазированными антенными решетками. М. : Радио и связь, 1983. 240 с.
11. Воскресенский Д. И., Канащенков А. И. Активные фазированные антенные решетки. М. : Радиотехника, 2004. 488 с.
12. Кочемасов В., Шадский В. Твердотельные СВЧ-фазовращатели. Часть 1 // Электроника НТБ, 2017. Т. 1, № 1. С. 86–100.
13. Reference manual. Attenuators HMC542BLP4E. URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/hmc542b.pdf> (дата обращения: 20.04.2021).

14. Reference manual. PHASE SHIFTERS HMC647ALP6E. URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/HMC647ALP6E.pdf> (дата обращения 20.04.2021).
15. USB 2.0 Specification. URL: <https://usb.org/usb2> (дата обращения 20.04.2021).
16. USB 3.2 Specification. URL: <https://usb.org/usb-32> (дата обращения 20.04.2021).
17. Платан. Датчики тока ACS712. Датчики Холла. URL: <https://www.platan.ru/news/news124.shtml> (дата обращения: 20.04.2021).
18. STMicroelectronics. Discovery kit with STM32F407VG MCU. URL: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/stm32f4discovery.html> (дата обращения 20.04.2021).

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

УДК 004.732
ГРНТИ 49.33.29

Д. Г. Анисимов (студент гр. ИКТИ-05м, СПбГУТ), anisimovdd@outlook.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ WI-FI ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

Статья посвящена исследованию использования технологии Wi-Fi для позиционирования на территории метрополитена. На основе информации об установленных точках доступа Wi-Fi, используемых ими частотных диапазонах и каналах предлагается алгоритм для определения местоположения клиентских устройств.

Wi-Fi, позиционирование, беспроводная локальная сеть, точка доступа, программирование, Java.

Anisimov D. Research on the Use of Wi-Fi Technology for Positioning in the Metro Area. *The article is devoted to the study of the use of Wi-Fi technology for positioning in the metro area. Based on the information about the installed Wi-Fi access points, the frequency bands and channels used by them, an algorithm is proposed to determining the location of client devices.*

Key words: Wi-Fi, positioning, Wireless LAN, Access Point, programming, Java.

Метрополитен является основным видом общественного транспорта в Санкт-Петербурге. Ежедневный пассажиропоток Петербургского метрополитена составляет около 2,5 млн пассажиров [1]. С внедрением бесплатной Wi-Fi сети «MT_FREE» [2] поездка в метро перестала быть рутинной. Предоставленный пассажирам доступ в Интернет позволяет оставаться на связи в социальных сетях, проверять электронную почту, читать статьи с различных ресурсов и т. п. Все это несомненно повышает уровень комфорта посетителей при использовании метрополитена. Однако несмотря на это, примерно половина пассажиров предпочитают использовать для доступа в Интернет услуги операторов сотовых сетей [3]. Основной причиной такого выбора является нежелание пассажиров просматривать рекламу при подключении к бесплатной Wi-Fi сети «MT_FREE» [4]. Преимуществом подключения к Wi-Fi остается энергосберегающий режим, реализованный в самой технологии [5], который заметно снижает расход заряда батареи мобильного устройства, по сравнению с передачей данных по сети 3G или LTE [6]. Однако независимо от типа подключения, доступ в Интернет влечет за собой рассеянность внимания, что в случае поездки в метрополитене может стать причиной пропуска нужной для выхода из вагона станции.

В прошлом уже предпринимались попытки разработать технологию позиционирования мобильных устройств на территории метрополитена.

В частности, в отделе разработок Яндекс в 2009 году была реализована экспериментальная сборка приложения «Яндекс.Метро», которая анализировала адреса от базовых станций (БС) операторов связи в туннелях [7]. Однако из-за малой плотности таких БС точность определения местоположения мобильного устройства оказалась недостаточной, из-за чего данный проект был приостановлен.

На основе результатов проведенных исследований [8, 9], посвященных исследованию Wi-Fi сети в Петербургском метрополитене, возникла идея реализации позиционирования на основе технологии Wi-Fi. Покрытие беспроводной Wi-Fi сетью в Санкт-Петербургском метрополитене не ограничивается вагонами: по состоянию на февраль 2020 года точки доступа «MT_FREE» также размещены на 62 из 72 платформах станций [8]. На некоторых платформах наблюдаются сигналы от ТД пунктов управления транспортной безопасности «ПУТБ» и других внутренних сетей Wi-Fi. Наличие ТД на платформах в редких случаях может приводить к возникновению внутриканальных (*Co-Channel Interference*, CCI) и межканальных (*Adjacent Channel Interference*, ACI) интерференций с ТД внутри вагонов, что ведет к снижению пропускной способности канала из-за нарастания помех. Среди посетителей метрополитена такие ТД пользуются сравнительно меньшим спросом, однако их наличие практически на каждой платформе позволяет установить однозначное соответствие между местонахождением мобильного устройства и MAC-адресом ТД.

Возможность подобного взаимодействия заложена в процедуре широковещательной передачи каждой отдельной ТД кадров Beacon с интервалом TBTT (*Target Beacon Transmission Time*), равным по умолчанию 100 TU (*Time Units*) или 102,4 мс [10]. Данный сигнальный «маячок» передается точками доступа для оповещения окружающих устройств, находящихся в режиме пассивного сканирования, о доступности беспроводной сети. Внутри кадра Beacon передается имя беспроводной сети (*Service Set Identifier*, SSID), список поддерживаемых скоростей и возможностей, а также уникальный идентификатор ТД BSSID (*Basic SSID*), формируемый на основе ее MAC-адреса. Этот принцип, в совокупности с полученным уровнем сигнала, используется во многих проектах по интерактивному применению Wi-Fi сетей [11, 12].

Полученный из кадра Beacon BSSID ТД может анализироваться приложением на смартфоне посетителя метрополитена и уведомлять о названии станции по прибытии на платформу. Подобный подход позволит рассматривать построенную Wi-Fi инфраструктуру в Петербургском метрополитене не только как сеть передачи данных, но и как часть интеллектуальной городской инфраструктуры в рамках концепции умного города [13]. Подобный сервис станет полезным не только для гостей города и людей с ограниченными возможностями, но и для погруженных в прослушивание музыки или веб-серфинг людей.

На данный момент разработка данного приложения ведется на кроссплатформенном языке программирования Java под смартфоны с операционной системой Android. Основной идеей работы является взаимодействие компонентов библиотеки WifiManager [14] с базой данных SQLite. При этом приложение не будет нуждаться в Интернет-подключении – вся работа приложения будет происходить локально на устройствах пользователей, основываясь на данных пассивного сканирования. Возможные проблемы, связанные с отсутствием сигналов ТД на некоторых платформах, будут решены введением таймера, основанного на предыдущих результатах сканирования и средней длительности поездки между станциями. В дальнейшем рассматривается организация самоорганизующейся Ad-Hoc сети из устройств, для обмена информацией о ближайших ТД в случае недостаточной дальности распространения сигнала. Ожидается, что подобный механизм полностью устранил проблему слабого сигнала от ТД с платформ. В целях повышения точности может быть разработана предиктивная модель нейронной сети, которая на основе анализа Wi-Fi сетей будет строить прогноз о следующей станции.

Финальная реализация приложения будет выпущена в виде отдельного приложения в мае 2022 года, однако сервис может быть легко интегрирован в уже существующие картографические приложения (например, «2ГИС» или «Яндекс.Метро»).

Список используемых источников

1. Пассажиропоток на станциях метро Санкт-Петербурга. URL: <https://kommet.ru/stats> (дата обращения 15.05.2021).
2. MT_FREE: в петербургском метро появился бесплатный Wi-Fi. URL: <https://nevnov.ru/486358-mtfree-v-peterburgskom-metro-poyavilsya-besplatnyi-wi-fi> (дата обращения 15.05.2021).
3. В петербургском метро Wi-Fi оказался не столь популярен, как у москвичей. URL: https://www.dp.ru/a/2018/05/11/V_peterburgskom_metro_Wi- (дата обращения 15.05.2021).
4. Wi-Fi в метро сделает остановку. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4140716> (дата обращения 15.05.2021).
5. IEEE 802.11-2016. IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems. Local and metropolitan area networks – Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE Standards Association, 2016. 1599-1642 pp.
6. Zou, Longhao & Javed, Ali & Muntean, Gabriel-Miro. (2017). Smart mobile device power consumption measurement for video streaming in wireless environments: WiFi vs. LTE. 1–6. 10.1109/BMSB.2017.7986151.
7. Яндекс.Метро с LBS – экспериментальная версия. URL: https://web.archive.org/web/20100225115441/http://mobile-blog.ya.ru/replies.xml?item_no=1045&ncrnd=3185 (дата обращения 15.05.2021).

8. Анисимов Д. Г., Дунайцев Р. А. Исследование работы WI-FI в подвижном составе и на платформах станций Петербургского метрополитена // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Том 8. № 3. С. 27–38. DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-3-27-38.

9. Анисимов Д. Г., Дунайцев Р. А. Исследование работы Wi-Fi в метро Санкт-Петербурга // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 1. С. 89–93.

10. 802.11 Mgmt: Beacon Frame. URL: <https://mrncciew.com/2014/10/08/802-11-mgmt-beacon-frame/> (дата обращения 15.05.2021).

11. Ali M. U., Hur S., Park Y. Wi-Fi-Based Effortless Indoor Positioning System Using IoT Sensors // Sensors. 2019. Vol. 19. Iss. 7. P. 1496. doi: 10.3390/s19071496.

12. Дунайцев Р. А., Шабанова А. А. Использование технологии Wi-Fi в маркетинге // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Том 7. № 4. С. 37–42. DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-4-37-42.

13. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25.12.2020 N 866/пр «Об утверждении Концепции проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город». URL: https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/315/25.12.2020_866_pr.pdf (дата обращения 15.05.2021).

14. Android Platform: WifiManager. URL: <https://developer.android.com/reference/android/net/wifi/WifiManager>

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ССиПД СПбГУТ, кандидатом технических наук Дунайцевым Р. А.

УДК 004.056.55; 535.14

ГРНТИ 81.93.29

К. В. Вершинина (студентка гр. ИКТФ-06м, СПбГУТ),
xenia.vershinina@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЗАКОНОВ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ ДЛЯ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ

Передача данных по протоколам квантового распределения ключей (Quantum Key Distribution) осуществляется с помощью фундаментальных законов квантовой физики. Разделом физики, отвечающим за безусловную безопасность квантовых линий связи, является квантовая механика (Quantum Mechanics). В статье рассматриваются следующие базовые инструменты КМ для QKD: принцип неопределенности Гейзенберга, явление фотонной (квантовой) запутанности и теорема об отсутствии клонирования.

квантовое распределение ключей, QKD, квантовая механика, КМ, принцип неопределенности Гейзенберга, квантовая запутанность, теорема об отсутствии клонирования.

Vershinina X. Application of Quantum Mechanics Fundamental Laws for Quantum Key Distribution.

Data transmission via Quantum Key Distribution protocols is routed using the fundamental laws of quantum physics. The clause of physics responsible for the quantum communication lines unconditional security is Quantum Mechanics. The article considers the following basic QM features for QKD: Heisenberg's uncertainty principle, phenomenon of photonic (quantum) entanglement and no-cloning theorem.

Key words: Quantum Key Distribution, QKD, Quantum Mechanics, QM, Heisenberg's uncertainty principle, quantum entanglement, no-cloning theorem.

С недавними достижениями в области квантовых вычислений способность обеспечивать безопасность данных с помощью современных принятых методов шифрования быстро приближается к устареванию. Для устранения надвигающихся уязвимостей были предложены два решения: квантовое распределение ключей (QKD) и постквантовая криптография (PQC). Направление QKD достаточно рассмотрено в иностранных источниках и его теоретическое изучение и программно-математическое моделирование на данный момент наиболее возможно.

В предыдущих исследованиях [1] был описан алгоритм и физические особенности базового для технологии QKD протокола – BB84. Для последующего обоснования физического смысла квантовых технологий, необходима трактовка законов квантовой механики.

Следует отметить, что квантовая криптография (QC) является одним из новейших методов обеспечения безопасности в мире шифров и определяется как предельный уровень безопасности. QC использует квантовый канал для безопасного обмена ключами и защищает конфиденциальную информацию от нежелательных сторон и злоумышленников. QKD применяется для совместного использования случайного секретного ключа путем кодирования информации в квантовых состояниях. QC включает в себя законы квантовой механики (QM) для создания новых криптографических методов.

На рис. представлена схема квантовой криптосистемы с направлениями шифрации и дешифрации секретной информации, необходимой для передачи по квантовому каналу связи. По открытому каналу передаётся служебная информация без применения технологий QKD и законов QM. По квантовому каналу отправляются фотоны, что обеспечивает безопасность ключей шифрования секретной информации.

Передача данных по протоколам квантового распределения ключей осуществляется с помощью фундаментальных законов квантовой физики. Разделом физики, отвечающим за безусловную безопасность квантовых линий связи, является квантовая механика. В статье рассматриваются следующие базовые инструменты QM для QKD: принцип неопределенности Гейзенберга, явление фотонной (квантовой) запутанности и теорема об отсутствии клонирования [2].



Рис. Упрощённое представление передачи информации в QKD

Прежде чем перейти к описанию самих принципов QM для QKD, необходимо отметить следующие основные понятия, необходимые для понимания этих принципов: квантовая механика (QM) и квантовая оптика, фотоны и кванты излучения, квантовая когерентность, волновая функция, суперпозиция квантовых состояний.

QM описывает физические явления микромира и объясняет некоторые физические парадоксы, которые отражены в законах классической физики.

Квантовая оптика определяет квантовые свойства светового излучения (потока фотонов), например, тепловое излучение, эффект Рамана и вынужденное излучение.

Фотон представляет собой квант электромагнитного излучения, несущий электромагнитное взаимодействие в вакууме со скоростью света. Фотоны позволяют обеспечивать безусловную безопасность, передаваемой через системы квантовой оптической обработки информации. Получить эту информацию о частоте, фазе и поляризации света возможно только путём уничтожения или поглощения фотона.

Также, квантовые частицы имеют такое свойство как – квантовая когерентность, а функцией, описывающей вероятность нахождения квантовой системы в определённом состоянии – является волновая функция. Любое измерение квантового состояния в системе QKD приводит к коллапсу волновой функции таким образом, что вероятности всех состояний, кроме одного, обращаются в ноль.

Суперпозиция в квантовой механике отражает сочетание свойств (энергию и скорость) различных квантовых состояний частицы. Частица имеет способность находиться одновременно в двух или более состояниях до момента измерения ее в одном из соответствующих состояний.

Описанные выше основы механики позволяют обосновать три фундаментальных принципа квантовой механики: квантовая запутанность, принцип неопределенности Гейзенберга и квантовую теорему об отсутствии клонирования.

Квантовая запутанность представляет собой квантовомеханическое явление, при котором квантовые состояния объектов оказываются взаимозависимыми. Такая взаимозависимость сохраняется, даже если эти частицы разнесены в пространстве. Измерение параметра одной частицы приводит к мгновенному прекращению запутанного состояния другой. Таким образом, квантовая запутанность – это связанные состояния квантовых объектов [3].

Принцип неопределенности Гейзенберга заключается в невозможности одновременно и точно измерить положение и скорость частицы. Неопределенность связана с тем, что процесс измерения – это взаимодействие, которое влияет на состояние квантового объекта, поэтому точно можно измерить только один из параметров квантовой частицы [4].

Суть квантовой теоремы об отсутствии клонирования состоит в предотвращении создания копий неизвестного квантового состояния [5]. Это еще один механизм защиты информации в квантовой теории, поскольку копирование неизвестных квантовых состояний позволит точно измерить копии и избежать ограничений принципа неопределенности Гейзенберга, а также воспрепятствовать созданию перехватчиком копий квантовой информации, передаваемой по квантовому каналу.

Учитывая, что квантовое распределение ключей – это метод обмена ключами, реализованный в квантовой криптографии для создания случайного ключа, который разделяется между отправителем и получателем, то есть является для них общим и конфиденциальным. Принципы и теоремы, основанные на QM-законах, предполагают создание ключей с помощью элементарных частиц – фотонов, благодаря чему QKD обеспечивает высокий уровень безопасности в оптических каналах связи. А квантовая криптография, основанная на QM-законах, обеспечивает безусловную безопасность, используя принцип неопределенности Гейзенберга, явление квантовой запутанности и квантовую теорему об отсутствии клонирования.

Список используемых источников

1. Вершинина К. В. Применение протокола BB84 для квантового распределения ключей (QKD) // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2020). Региональная научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей; сб. лучших докладов конф. СПб. : СПбГУТ, 2021. С. 166–171. ISBN 978-5-89160-204-5. URL: http://pkm.sut.ru/documents/best_pkm2020.pdf (дата обращения 28.06.2021).

2. Archana B., Krithika S. Implementation of Noise Immune QKD using BB84 Protocol In Time Division Multiplexing – Passive Optical Networks // International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication. 2015. Vol. 3, No. 4, pp. 1854–1859.

3. Wei Li, Le Wang, Shengmei Zhao. Phase Matching Quantum Key Distribution based on Single-Photon Entanglement // Scientific Reports. 2019. Vol. 9, No. 1.
4. Arevalo Aguilar L. M., Garcia Quijas C. P., Robledo C. The Improvement of the Heisenberg Uncertainty Principle // Advanced in Quantum Mechanics. 2013. Vol. 4, pp. 67–77.
5. Winiarczyk P., Zabierowski W. BB84 analysis of operation and practical considerations and implementations of quantum key distribution systems // CADSM. 2011, pp. 23–25.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ФилС СПбГУТ Салтыковым А. Р.*

УДК 621.39, 530.182
ГРНТИ 49.44.31

В. С. Горсков (студент гр. ИКМ-92з, СПбГУТ), gorskov.miroslav@yandex.ru
С. Э. Доценко (инженер кафедры ФилС, СПбГУТ), 0472895@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ КВАЗИСОЛИТОННЫХ ИМПУЛЬСОВ В ВОСС С ТЕХНОЛОГИЕЙ WDM

Работа посвящена исследованию возможности передачи квазисолитонных импульсов в ВОСС с технологией WDM с учетом интерференции совместно распространяющихся по одномодовому оптическому волокну со смещенной дисперсией импульсов, оценке возникающих искажений, определению минимального интервала по частоте между соседними каналами, максимальных расстояний по трассе. Исследования включают теоретические расчеты и моделирование процессов в волокне без потерь.

одномодовое оптическое волокно, технология WDM, солитонный импульс, дисперсия групповых скоростей, фазовая самомодуляция, OptiSystem, фундаментальный солитон, волоконно-оптическая система связи.

Gorskov V., Dotsenko S. Investigation of the Possibility of Transmitting Quasi-Soliton Pulses in FOCS with WDM Technology.

The work is devoted to the study of the possibility of transmitting quasi-soliton pulses in FOCS with WDM technology, taking into account the interference of pulses propagating together along a single-mode optical fiber with dispersion-shifted dispersion, assessing the arising distortions, determining the minimum frequency interval between adjacent channels, and maximum path distances. Research includes theoretical calculations and simulation of lossless fiber processes.

Key words: single-mode optical fiber, WDM technology, soliton pulse, group velocity dispersion, self-phase modulation, OptiSystem, fundamental soliton, fiber-optic communication system.

Процессы распространения импульсов в одномодовом оптическом волокне (ООВ) описываются с помощью нелинейного уравнения Шредингера [1, 2, 3] (НУШ), которое для ООВ без потерь имеет вид:

$$i \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2} + |u|^2 \cdot u = 0,$$

где $u = N \cdot A / \sqrt{P_0}$ – нормированная огибающая амплитуд напряженности электрического поля в импульсе; $z = Z / L_D$, $\tau = T / T_0$ – нормированные расстояние и внутриимпульсное время; $L_D = T_0^2 / |\beta_2|$, $L_{NL} = 1 / (\gamma \cdot P_0)$ – дисперсионная и нелинейная длины ООВ, км; $N^2 = L_D / L_{NL}$; T_0 – полуширина импульса на входе в ООВ, пс; P_0 – пиковая мощность импульса, Вт; β_2 – дисперсия групповых скоростей (ДГС), пс²/км, γ – коэффициент нелинейности, 1/Вт км.

С помощью НУШ была определена форма оптического импульса (фундаментального солитона порядка $N = 1$), который способен распространяться по ООВ без потерь, сохраняя свою амплитуду и форму. Это импульс, имеющий форму гиперболического секанса (далее секансный импульс):

$$u(Z, \tau) = \operatorname{sech}(\tau) \cdot \exp(i \cdot Z/2).$$

С увеличением Z изменяется только фаза волны. Между пиковой мощностью P_0 и полушириной T_0 секансного импульса должна быть связь:

$$P_0 = |\beta_2| / (\gamma \cdot T_0^2).$$

Для моделирования процессов распространения солитонных импульсов в одноканальной ВОСС использовалась система связи, показанная на рис. 1. Она включает: одномодовый лазерный диод (ЛД) непрерывного излучения (CW Laser), генератор псевдослучайной бинарной последовательности (ПСП), формирователь импульсов, имеющих форму гиперболического секанса (Hyperbolic-secant Pulse Generator), амплитудный модулятор (АМ) ООВ без потерь со смещенной дисперсией (DSF) с длиной l , фотоприемное устройство (ФПУ) для энергетического приема, включающее р-і-n фотодиод (ФД), усилитель фототока и регенератор. Для контроля физических процессов в определенных точках схемы используются измерители мощности (Optical Power Meter), анализаторы оптического спектра (Optical Spectrum Analyzer), оптические осциллографы (Optical Time Domain Vizualizer), электрические осциллографы (Oscilloscope Vizualizer) и анализатор ошибок, позволяющий наблюдать глаз диаграмму (Eye Diagram Analyzer).

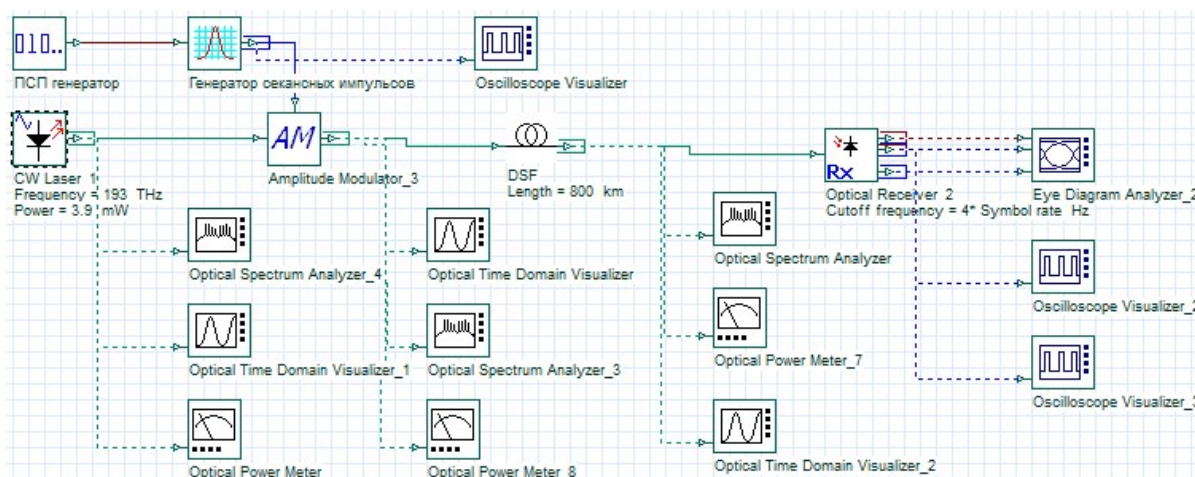


Рис. 1. Схема одноканальной солитонной ВОСС

При моделировании использовались следующие параметры:

для ОВ: коэффициент хроматической дисперсии (ХД) $D_x = 1$ пс/(нм км), ДГС $\beta_2 = -1,3$ пс²/км, наклон дисперсионной характеристики $S_x = 0,075$ пс/(нм² км), нелинейный коэффициент преломления $n_2 = 26$ 10⁻²¹ м²/Вт, площадь модового поля $A_{ef} = 41$ мкм²;

для передатчика: скорость передачи $B = 10$ Гбит/с, ширина импульса на уровне половины амплитуды $t_u = 0,2$ бит, частота лазера (ЛД) $\nu_0 = 193$ ТГц, ширина спектра излучения источника $\Delta\nu = 10$ МГц;

для фотоприемного устройства (ФПУ) с ФД на основе р-і-n структуры: чувствительность 1 А/Вт, темновой ток 10 нА, полоса пропускания 40 ГГц.

Были рассчитаны следующие параметры: полуширина и пиковая мощность фундаментального солитона $T_0 = t_u / 1,763 = 11,34$ пс, $P_0 = |\beta_2| / (\gamma \cdot T_0^2) = 3,93$ мВт а также дисперсионная и нелинейная длины ОВ $L_D = T_0^2 / |\beta_2| = 98,9$ км и $L_{NL} = 1 / (\gamma \cdot P_0) = 99$ км.

Результаты исследований для различных расстояний Z и пиковых мощностей P_0 приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты исследования одноканальной солитонной ВОСС

Задаваемые величины			Измеренные величины			
l , км	P_{0m} , мВт	t_{u0} , бит	t_{u0} , бит	P_{lm} , мВт	t_{ul} , бит	Q -фактор
100	3,9	0,14	0,2	3,7	0,23	222
300	3,9	0,14	0,2	3,8	0,22	159
600	3,9	0,14	0,2	4,3	0,19	154
800	3,9	0,14	0,2	4,2	0,20	93

Из таблицы 1 видно, что идеальный солитонный режим реализовать не удастся. Это проявляется в колебаниях пиковых мощностей выходных

импульсов относительно среднего значения (рис. 2а), а также в том, что с ростом расстояния сначала преобладает влияние ХД, а потом ФСМ. На рис. 2б показан средний по амплитуде импульс, амплитуда и длительность которого соответствуют фундаментальному солитону.

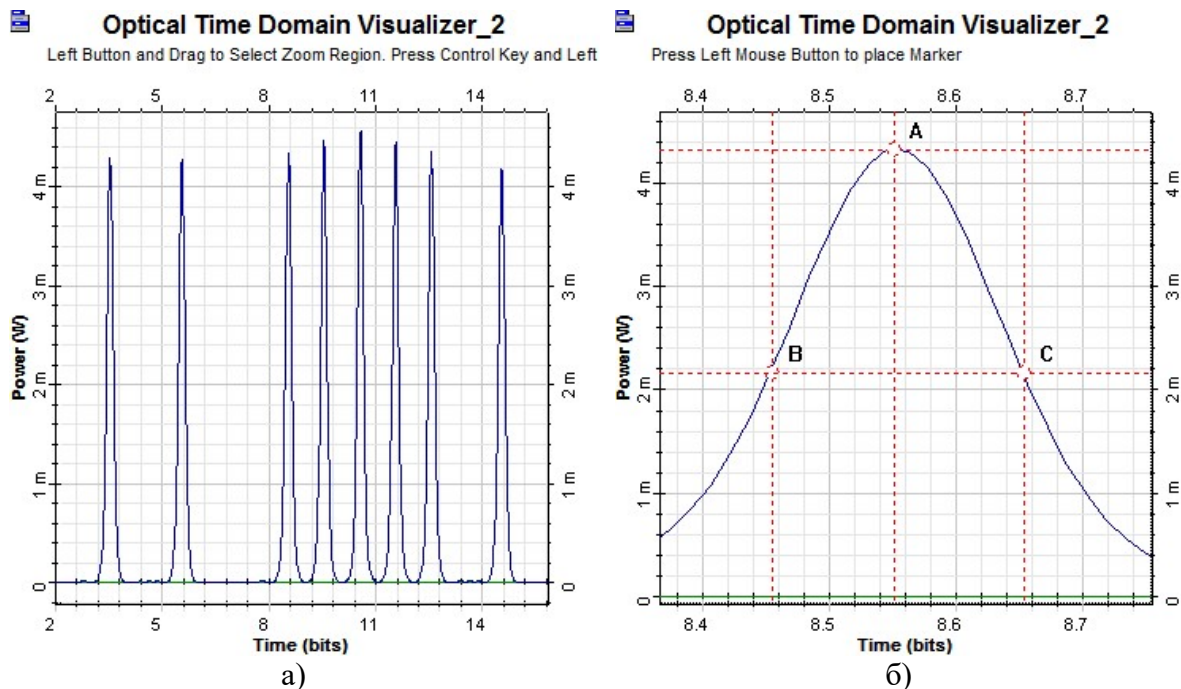


Рис. 2. Секансные импульсы на выходе ООВ длиной 800 км: а) ПСП импульсов на выходе ООВ, б) третий импульс, средний по амплитуде

Для проверки возможности передачи солитонных импульсов по ООВ смоделируем четырехканальную ВОСС с технологией DWDM (рис. 3). Схема ВОСС содержит четыре передающих и приемных устройств и одно ООВ с уже рассмотренными параметрами. Основные элементы схемы имеют уже рассмотренные параметры. Для передатчиков используются частоты $\nu_0 = 193$, $\nu_1 = 193,2$, $\nu_2 = 193,4$ и $\nu_3 = 193,6$ ТГц. Относительная длительность, установленная в генераторе секансных импульсов 0,14 бит, а реальная на уровне половины амплитуды составляла $t_{u0} = 0,2$ бит. Помимо уже использованных в схеме рис. 1 элементов схема содержит четырехканальный мультиплексор и демultipлексор с шириной полосы пропускания $\Delta\nu_{mux} = 90$ ГГц и межканальным интервалом $\Delta\nu = 100$ ГГц.

На первом этапе исследования схемы рис. 3 реализовывалась одноканальная схема. Для этого три из четырех источников излучения отключались установкой их уровня $p_0 = -100$ дБм. Результаты исследований одноканальной схемы приведены в таблице 2.

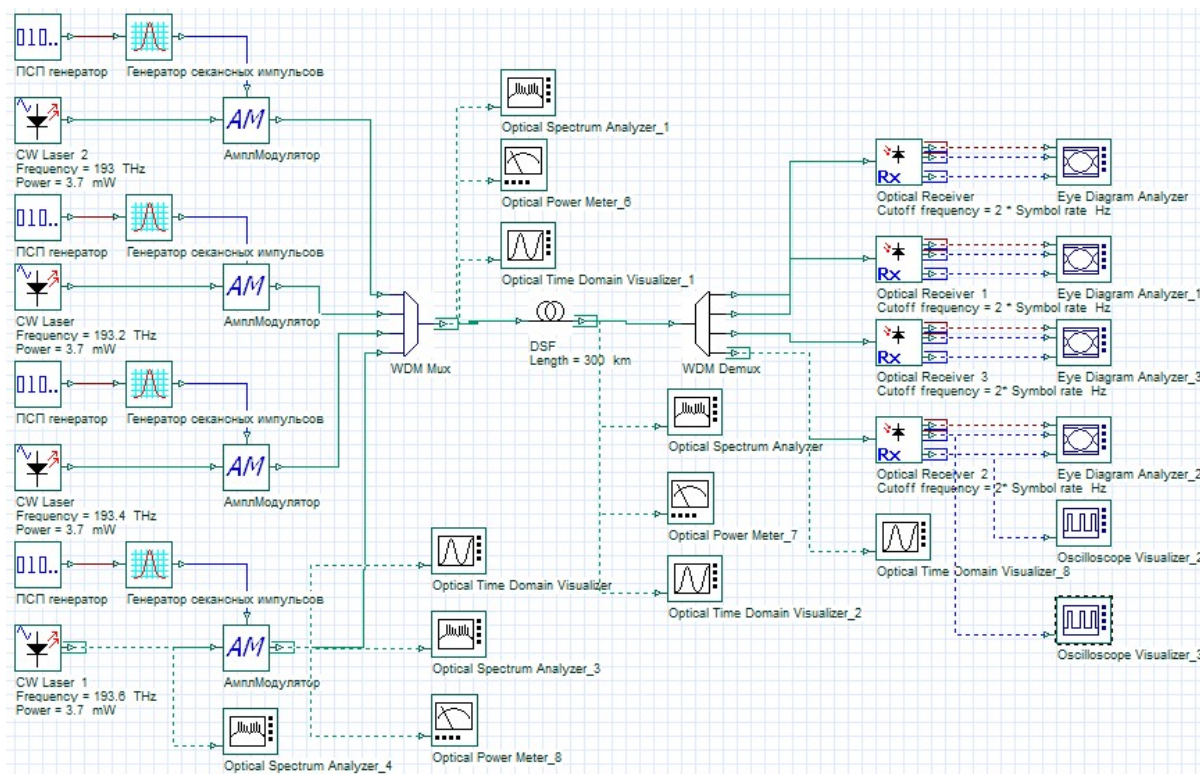


Рис. 3. Схема 4-х канальной ВОСС

ТАБЛИЦА 2. Результаты исследования одного канала 4-х канальной ВОСС

Задаваемые величины			Измеренные величины			
l , км	P_{0m} , мВт	t_{u0} , бит	t_{u0} , бит	P_{lm} , мВт	t_{ul} , бит	Q -фактор
100	3,7	0,14	0,2	3,3–3,4	0,22	374
200	3,7	0,14	0,2	3,3–3,4	0,22	369
300	3,7	0,14	0,2	4,3	0,20	409
600	3,7	0,14	0,2	4,2	0,20	402

Из таблицы 2 видно, что несмотря на ограничение спектра квазисолитонных импульсов в мультиплексоре ($\Delta\nu_{mux} = 90$ ГГц) и демльтиплексоре ($\Delta\nu_{dmux} = 20$ ГГц) до расстояний 600 км можно считать режим квазисолитонным.

На втором этапе исследования схемы рис. 3 реализовывалась многоканальная схема. При длине ООВ 300 км подключались другие каналы в различных сочетаниях. Результаты исследований приведены в таблице 3, из которой следует, что качество связи за счет помех соседних каналов значительно ухудшилось. Q -фактор уменьшился, но остается очень большим. Отметим, что о наличии перекрестных помех свидетельствуют значения Q -фактора в каналах, в которых собственного информационного сигнала нет. Однако перекрестные помехи малы, о чем свидетельствуют малые значения Q -фактора, меньше 6.

ТАБЛИЦА 3. Результаты исследования 4-канальной солитонной ВОСС при $\Delta\nu = 100$ ГГц

Номера каналов	Пик. мощн. на вых. ОВ, мВт	Отн. длит. на вых. ОВ, бит	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
3	3,7	0,20	409	7	0	0
3 и 2	3,6	0,20	117	150	5.4	0
3, 2 и 1	3,6	0,19	55	29	55	5.5
3, 2, 1 и 0	5,5	0,19	41	28	24	42

Для исследования влияния на качество связи интервала между каналами $\Delta\nu$ повторим исследования для $\Delta\nu = 200$ ГГц. Результаты исследований приведены в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4. Результаты исследования 4-канальной солитонной ВОСС при $\Delta\nu = 200$ ГГц

Номера каналов	Пик. мощн. на вых. ОВ, мВт	Отн. длит. на вых. ОВ, бит	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
3	3,7	0,19	484	0	0	0
3 и 2	3,7	0,20	200	195	0	0
3, 2 и 1	3,7	0,19	161	73	122	0
3, 2, 1 и 0	3,7	0,24	113	83	90	94

Из таблицы 4 видно, что увеличение $\Delta\nu$ существенно повышает качество связи. Однако, оно меньше, чем для одного канала.

Выводы

Квазисолитонный режим в многоканальных ВОСС с технологией WDM может быть реализован в ООВ со смещенной дисперсией (DSF) без учета потерь при сравнительно малой пиковой мощности секансных импульсов. При этом компенсация ХД осуществляется за счет ФСМ.

Следующим этапом исследования будет учет и компенсация затухания в ООВ.

Список используемых источников

1. Андреева Е. И., Былина М.С., Глаголев С. Ф., Чаймарданов П. А. Свойства временных оптических солитонов в оптических волокнах и возможность их использования в телекоммуникациях. Часть 1 // Труды учебных заведений связи. 2018. Т. 4. № 1. С. 5–11.
2. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: пер. с англ. / Под ред. П. В. Мамышева. М. : Мир, 1996. 324 с.

УДК 621.395.9
ГРНТИ 47.14

Д. И. Исаенко (студент гр. ИКТС-72, СПбГУТ), isaenko-d@mail.ru
Д. Р. Романюк (студент гр. ИКТС-72, СПбГУТ)

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛОМ СВЯЗИ

В статье приводится описание разработанного многофункционального комплекса для постоянного мониторинга экологической обстановки с оптическим каналом связи. Рассмотрен принцип работы комплекса и его аппаратная часть. Предложены возможные модификации комплекса. Разработанный комплекс абсолютно модульный, что позволяет внести изменения в комплекс, для адаптации к любым требованиям.

экологический мониторинг, оптический канал связи, SFP-модуль.

Isaenko D., Romanyuk D. Multifunctional Environmental Monitoring Complex with Optical Communication Channel.

The article describes the developed multifunctional complex for continuous monitoring of environmental conditions with an optical communication channel. The principle of the complex operation and its hardware are considered. Possible modifications of the complex are offered. The developed complex is absolutely modular, which allows making changes in the complex to adapt to any requirements.

Key words: environmental monitoring, optical communication channel, SFP module.

Некоторые новостные издания называют 2020 год – годом экологических катастроф в России. Разумеется, эти происшествия можно было бы избежать или минимизировать последствия. Для этого необходимо производить мониторинг на постоянной основе. В таком наблюдении нуждаются не только техногенно опасные предприятия и территории, но и жилые массивы, транспортные артерии (автомобильные трассы, морские торговые пути, железнодорожные магистрали, нефте- и газопроводы). Иначе говоря, вся экосистема: вулканы, пожары, зоны подтоплений и другие стихийные бедствия [1].

Требования к комплексу

При проектировании комплекса были введены следующие требования:

1. Автономность и антивандальность. Комплекс должен работать автономно без участия человека, а также быть достаточно прочным, либо располагаться в месте, недоступном для обычного человека.
2. Малые габариты.

3. Малое энергопотребление.
4. Возможность установки широкого набора датчиков. Поскольку специфика экологического мониторинга окружающей среды подразумевает замеры огромного количества параметров, нет экономического смысла в измерении всех параметров. Необходимо подбирать конкретные измеряемые параметры под конкретное размещение комплекса.
5. Быстродействие обменом данных с центром обработки данных.
6. Возможность смены способа передачи данных в зависимости от месторасположения комплекса.

Схема комплекса

На рис. 1 представлена схема многофункционального комплекса экологического мониторинга с оптическим каналом связи, где БП – блок питания, Т – трансивер (приёмопередатчик) оптического сигнала, Д1-Д3 – датчики, МК – микроконтроллерная плата, преобразующий данные с датчиков и передающий их на передатчик оптического сигнала Пд.

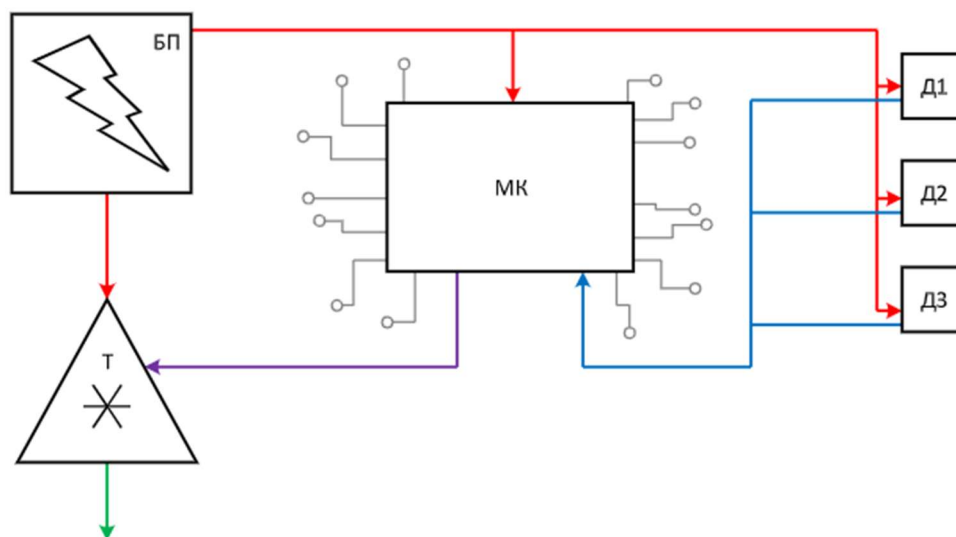


Рис. 1. Схема комплекса экологического мониторинга

Схема питания

Подразумевается использование источника постоянного питания малой мощности с питанием от сети 220 В (50 Гц). В качестве примера выбран сетевой преобразователь ESP-15-5, имеющий необходимые параметры [2].

Данная модель выбрана с значительным запасом по мощности, так как нет данных о точном энергопотреблении всего комплекса мониторинга, и, в случае необходимости или наличия точных данных, возможна замена.

Однако, при размещении комплекса мониторинга в непосредственной близости к опорам линий электропередач или на самих опорах возможно организовать электропитания с сильного электромагнитного поля. В таком случае применяется катушка индуктивности и выравнивающая напряжение

схема до необходимых в работе 5 В. При этом, параметры катушки индуктивности определяются индивидуально, в зависимости от мощности электромагнитного поля и энергопотребления используемых датчиков.

Микроконтроллерная плата

В качестве устройства, берущего на себя функции преобразования сигнала с датчиков и его передачу на трансивер T, выступает микроконтроллерная плата Arduino Nano. Выбор данного микроконтроллера обусловлен малыми габаритами и энергопотреблением, а также большим количеством документации. При этом, представляется возможным уменьшить энергопотребление микроконтроллера с помощью уменьшения частоты или аппаратных доработок [3].

Трансивер оптического сигнала

Сейчас наиболее популярным стандартом сменных оптических трансиверов стали SFP модули (*Small Form-factor Pluggable*). Они представляют собой малогабаритные конструкции в металлическом корпусе (для механической защиты и электромагнитного экранирования) с выводами для подключения к слотам активного оборудования.

На рис. 2 представлена схема работы двухволоконного оптического трансивера, и приняты следующие обозначения:

- Automatic Shut-Down – Автоматическое выключение;
- Laser Driver – контроллер лазера;
- E/O – электронно-оптический преобразователь;
- Power Control – контроллер питания;
- O/E – оптоэлектронный преобразователь;
- LimA – ограничивающий усилитель;
- TIA – трансимпедансный усилитель;
- DDM – модуль цифровой диагностики;
- EEPROM memory – постоянное запоминающее устройство с параметрами модуля.

На плате модуля, кроме излучателя и фотодетектора, находятся схемы обеспечения тока накачки излучателя, преобразования в линейный код, смещения на фотодетекторе, термостабилизации и т. д.

В большинстве современных конструкций реализована функция цифрового мониторинга DDM (*Digital Diagnostics Monitoring*), которая позволяет контролировать с внешнего терминала внутреннюю температуру, напряжение источника питания, ток смещения лазера, выходную мощность лазера и уровень принимаемого оптического сигнала, что позволяет выявить повреждения кабеля и сбои модулей.

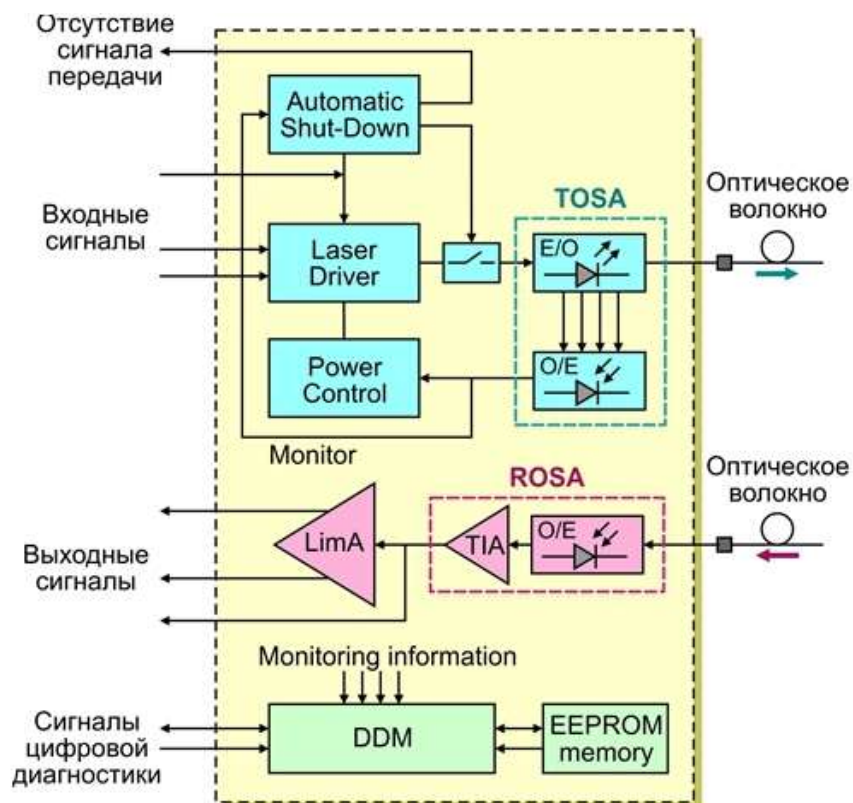


Рис. 2. Схема работы двухволоконного оптического трансивера

Для примера был выбран оптический *SFP* модуль GL-OT-SF14SC1-1550-1310 компании GIGALINK, так как обладает следующими параметрами:

1. Максимальная скорость передачи 155 Мбит/с.
2. Дальность до 20 км.
3. Дуплексная передача данных по одному волокну.
4. Для работы с одномодовым волокном (9/125 мкм).
5. Рабочие длины волн 1310 и 1550 нм.
6. Тип излучателя FP.

Датчики

Рынок предлагает широкий выбор различных датчиков мониторинга экологической обстановки, но стоит отметить, что конструкция комплекса мониторинга позволяет использовать практически любой вид датчиков не только для мониторинга экологической обстановки, но и, например, проводить метеорологические наблюдения.

В качестве примера будет производиться мониторинг следующих параметров:

- состояние воздуха (углекислый газ, формальдегиды, взвеси твёрдых частиц);
- направление и скорость ветра.

При необходимости список параметров, необходимых для мониторинга, можно увеличить многократно.

В качестве датчика углекислого газа CO₂ используется промышленный инфракрасный датчик MH-410D компании WINSEN. Принцип действия такого датчика основан на поглощении газом инфракрасного излучения. Различные газы имеют разные максимумы поглощения инфракрасного излучения, поэтому тип и концентрация газа могут быть определены через измерение и анализ кривой поглощения газом излучения [4].

Для определения широко спектра соединений формальдегида используется электрохимический датчик WINSEN ME3-CH₂O. В основе данного датчика лежит электрохимический процесс окисления целевого газа на рабочем электроде внутри электролитической ячейки. Ток, производимый в электрохимической реакции целевого газа, прямо пропорционален его концентрации. Тогда концентрация газа может быть получена путем измерения значения тока [5].

Роль сенсора взвеси твёрдых частиц выполняет датчик WINSEN ZPH02. В его основе лежит технология инфракрасного обнаружения, способная обнаружить частицы диаметром от 1 мкм [6].

Для измерения скорости ветра (анемометрии) существует множество способов, главные из которых следующие:

- термоанемометрический;
- механический – с пропеллером (точнее, импеллером) или чашечной горизонтальной крыльчаткой (классический чашечный анемометр). Измерение скорости в этих случаях эквивалентно измерению частоты вращения оси, на которой закреплена пропеллер или крыльчатка;
- ультразвуковой – объединяет измерения скорости и направления.

Для измерения направления способов меньше:

- ультразвуковой;
- механический флюгер с электронным съёмом угла поворота. Для измерения угла поворота есть также много различных способов: оптические, резистивные, магнитные, индуктивные, механические.

В работе, для простоты, используются два отдельных механических датчика для определения скорости и направления ветра.

Список используемых источников

1. Земляков А. 66.ru. 2020-й стал годом экологических катастроф и катаклизмов. Кто за это ответит. URL: <https://66.ru/news/society/237356/>
2. 15W Single Output Switching Power Supply / MEAN WELL – Switching Power Supply Manufacture. URL: <https://www.meanwell.com/webapp/product/search.aspx?prod=EPS-15>.
3. Про Ардуино и не только. Уменьшаем энергопотребление Ардуино. URL: <https://tsibrov.blogspot.com/2018/02/PowerConsumption.html>
4. Wincen Electronics. MH-410D NDIR CO₂. URL: <https://www.winsen-sensor.com/sensors/co2-sensor/mh-410d.html>

5. Wincen Electronics. Electrochemical Gas Sensor ME3-CH2O. URL: <https://www.winsen-sensor.com/sensors/ch2o-gas-sensor/me3-ch2o.html>

6. Wincen Electronics. ZPH02 Particles Sensor. URL: <https://www.winsen-sensor.com/sensors/dust-sensor/zph02.html>

*Статья представлена научным руководителем,
преподавателем кафедр ФилС и ПИВТ СПбГУТ Резниковым Б. К.*

УДК 004
ГРНТИ 28.15

М. С. Кузнецов (студент гр. ИКПИ-05, СПбГУТ), mkgs210@gmail.com
А. А. Мартынюк (студент гр. ИКПИ-05, СПбГУТ)

РАЗРАБОТКА ТЕЛЕГРАММ-БОТА ДЛЯ ЗАКЛЮЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СДЕЛОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

Научная работа посвящена разработке телеграмм-бота для заключения цифровых сделок с применением технологии блокчейн. В работе рассматриваются особенности архитектуры построения решения, способы использования технологии блокчейн, а также особенности реализации логики работы системы смарт-контрактов.

блокчейн, Ethereum, смарт-контракт, цифровая экономика, технологии распределенных реестров.

Kuznetsov M., Martyniuk A. Development of a Telegram Bot for Conducting Digital Transactions Using Blockchain Technology.

The developed software solution is a protected analogue of Freelance Websites for self-employed citizens, where each user can act both as a service provider and as a client, consumer of services. Clients are protected from fraud, leakage of funds from the account due to escrow smart contracts running in Ethereum blockchain.

The system allows securely and automatically conclude different kinds of deals and trades for any purpose between any participants in the Telegram messenger.

Key words: Blockchain, Ethereum, escrow smart contract, digital economy, Distributed Ledger Technology.

Актуальность

Разработанное программное решение (далее – бот) представляет из себя защищенный аналог бирж для самозанятых граждан (бирж фриланса), где каждый пользователь может выступать и в роли поставщика услуг, и в роли клиента, то есть потребителя услуг. Ключевым отличием существующих централизованных бирж фриланса, как моделей заключения

цифровых сделок, от разработанного децентрализованного решения является наличие безопасной системы проведения платежей, где отсутствует третья сторона, представленная в виде администратора площадки. Подобный подход позволяет не только избавиться от комиссионных взносов, требуемых на подобных площадках, но и исключить человеческий фактор и человеческое умышленное вмешательство в процесс проведения сделки. В сети Ethereum можно отследить полную хронологию и этапы проведения всех сделок, без сокрытия информации о них, а также без возможности манипуляции со стороны злоумышленника. К тому же, атаки на бота не окажут должного влияния, так как логика взаимодействия с финансами функционирует в рамках системы смарт-контрактов, который не регулируется действиями бота, в отличие от бирж, которые не защищены от всевозможных хакерских атак. Данные будут неизменны даже при сбое Telegram сети, оставляя возможность взаимодействия со смарт-контрактом в сети Ethereum.

Поэтому авторами работы было принято решение создать инструмент, позволяющий на базе телеграмм-бота и с использованием технологии блокчейн, просто, надёжно, безопасно, децентрализованно и автоматизированно заключать смарт-контракты для любых целей между любыми участниками мессенджера Telegram.

Архитектура работы

Работа представляет собой Telegram-бота, который взаимодействует с базой данных и системой смарт-контрактов. Все взаимодействия происходят автономно, без участия пользователя. Пользователь взаимодействует только с Telegram-ботом.

Описание работы бота

Телеграмм бот написан на языке python3 с использованием библиотек web3 [1], pyTelegramBotAPI [1], SQLite3 [2]. Связь с клиентом Telegram осуществляется через библиотеку pyTelegramBotAPI [3], на которой построена вся архитектура бота (рис. 1). Данные регистрации пользователей и компаний, а также данные о заключенных договорах записываются в базу данных через библиотеку SQLite3 [2]. Через библиотеку web3 [1] происходит связь со смарт-контрактами.

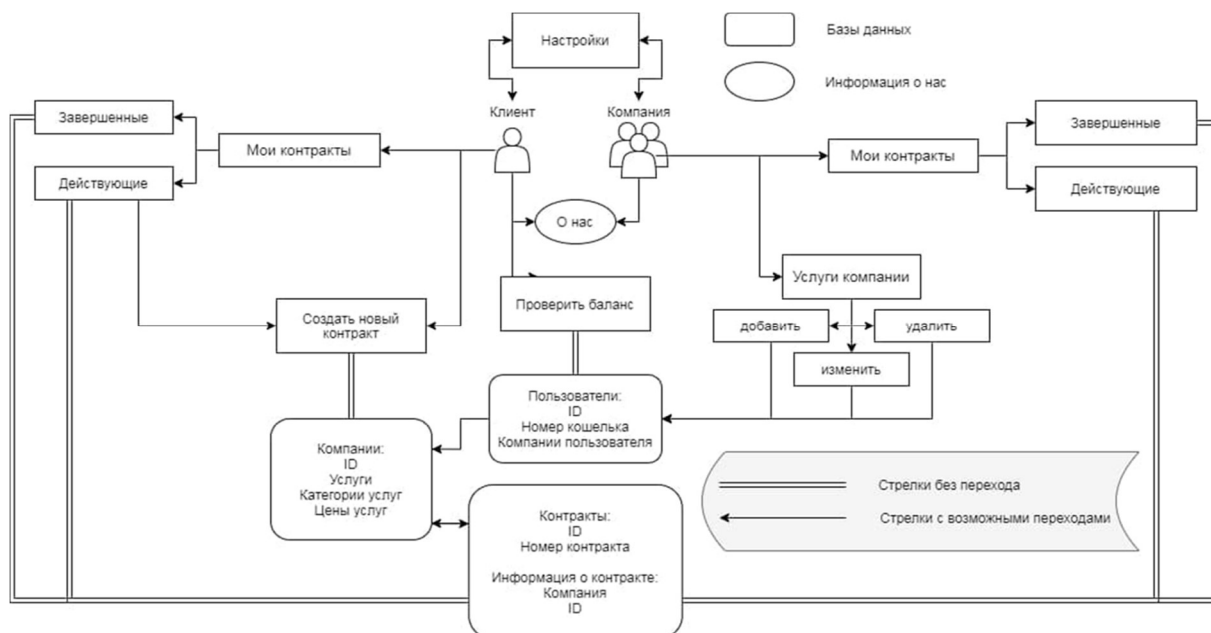


Рис. 1. Схема работы телеграмм бота

Описание работы смарт-контракта

Смарт-контракт написан на языке *Solidity* [4]. Работа смарт-контракта построена по модели: *factory-company-order* (рис. 2, см. ниже), где *factory* является фабрикой для создания контрактов всех компаний, *company* – фабрика для создания контрактов-заказов определенной компании с их личного смарт-контракта *company*. Контракт *factory* создает контракты компаний, которые управляются владельцами компаний, без участия третьей стороны также и при установке владельцем контрактов *order* (контракты-заказы), являющимися отображением услуги выбранной покупателем.

Контракты-заказы выполнены на основе *escrow* контрактов – они представляют из себя специальные счета для безопасного проведения расчетов между покупателем и продавцом. Они позволяют перечислить деньги на смарт-контракт, отправить поставщику, вернуть деньги за заказ, изменить время окончания заказа. Использование такой модели смарт-контрактов предотвращает нежелательные действия со стороны как клиента, так и поставщика. Безопасность таких сделок обеспечена.

Результаты работы

В рамках работы был разработан полнофункциональный телеграмм-бот, который может выступать в качестве полноценной самостоятельной фриланс-площадки на базе технологии блокчейн. В рамках чата интегрируется сложнейшая технология, обеспечивающая защиту, неизменность данных и точность. Интерфейс разработанного бота представлен на рис. 3.

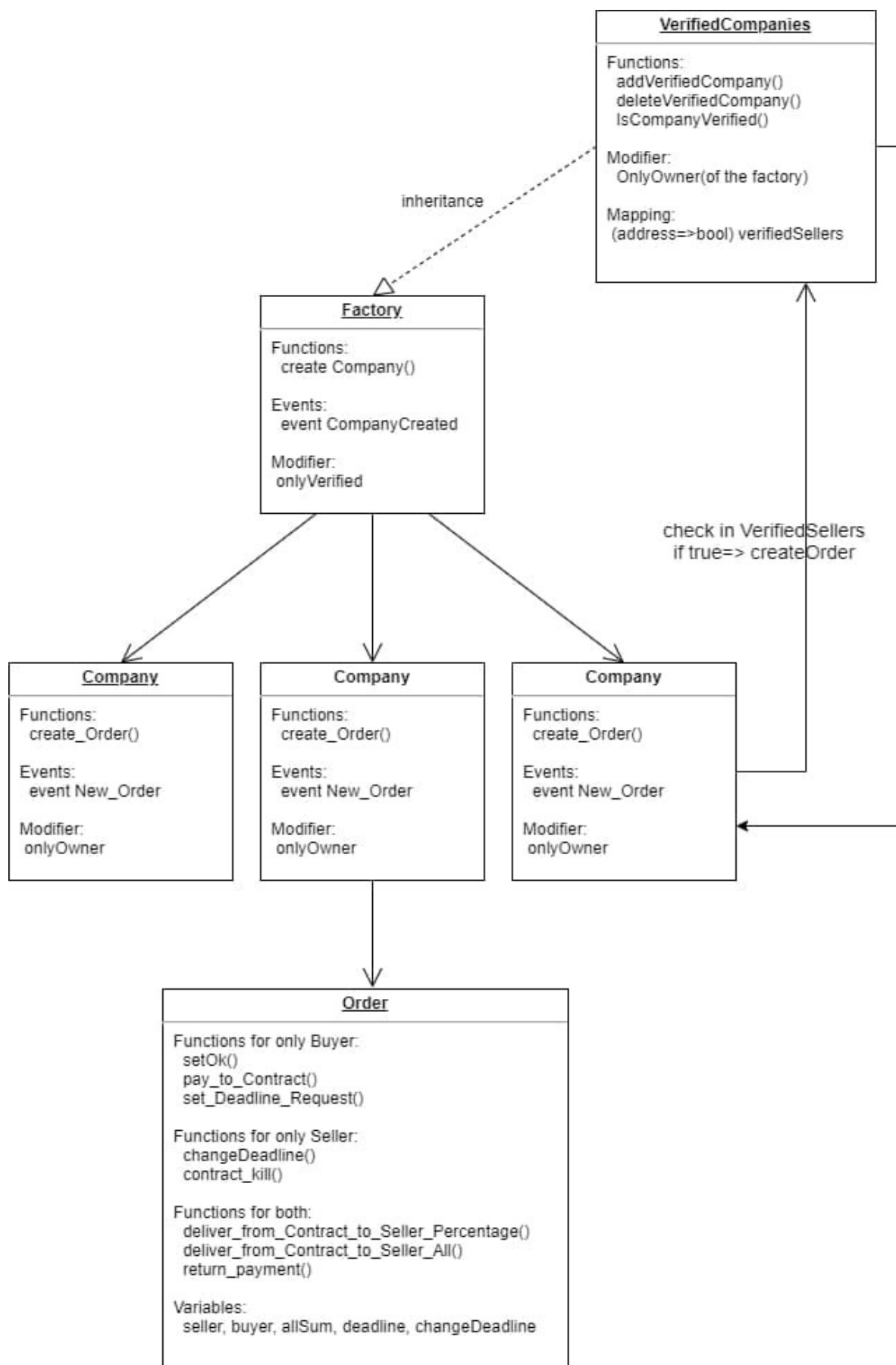


Рис. 2. Архитектура системы смарт-контрактов

Телеграмм-бот реализует все необходимые функции, такие как регистрацию новых компаний и новых клиентов, возможность смены роли в системе, возможность регистрации собственных услуг по категориям, а также возможность заключения сделок между участниками диалога (компанией и клиентом). Данная система не только позволяет в рамках мессенджера обсудить все особенности заключаемой сделки, но также в рамках мессенджера сформировать смарт-контракт на совершение сделки, установить в сеть и приступить к реализации. На данный момент данная разработка не имеет прямых аналогов (рис. 3).

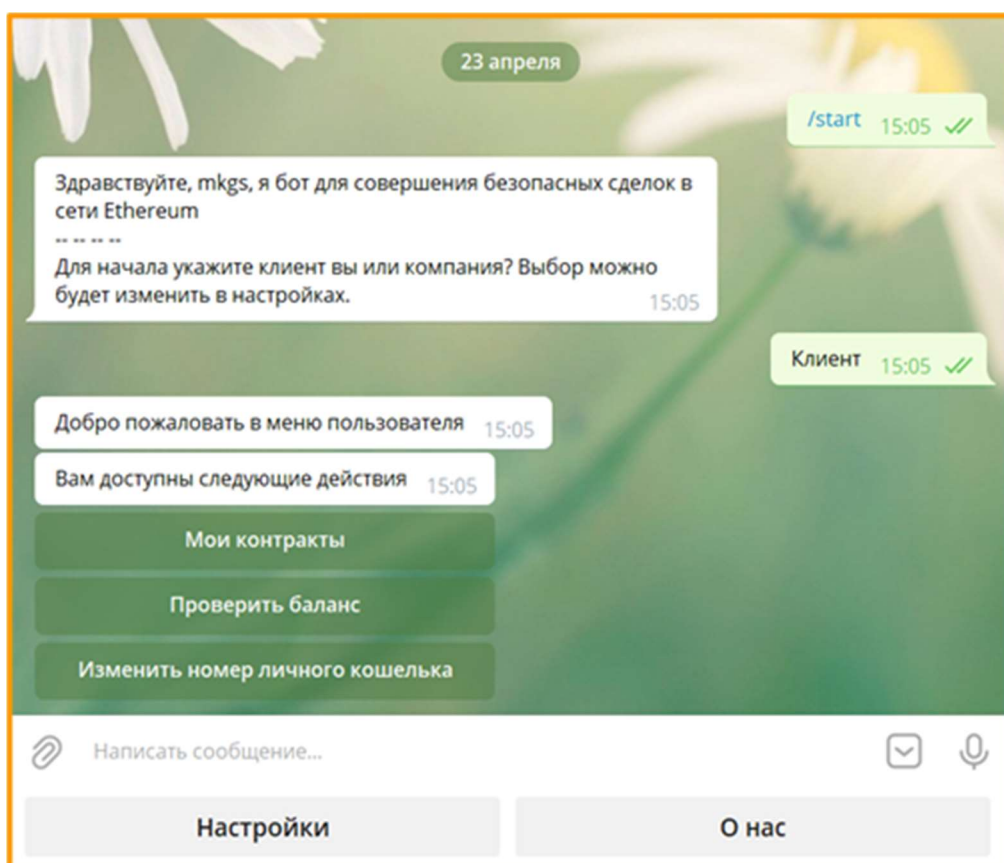


Рис. 3. Интерфейс телеграмм-бота

Выводы

Проект не прекращает развиваться. Уже сейчас введена система распределения услуг по категориям, сам проект можно использовать не только как универсальную площадку для фриланса, но и как инструмент заключения безопасных сделок, а также как инструмент для создания контрактов, содержащих любую информацию. В будущем проект будет дополнен более усовершенствованной системой взаимодействия, балльно-рейтинговой системой, касающейся и компаний, и покупателей, определяющей качество предоставляемых услуг и сервисов, а также помогающей лучше принимать решения относительно разных продавцов.

Список используемых источников

1. Документация по работе с библиотекой Web3. <https://web3py.readthedocs.io/en/stable/> (дата обращения 02.06.2021).
2. Документация используемой базы данных SQLite3. URL: <https://www.sqlite.org/docs.html> (дата обращения 02.06.2021).
3. Документация по работе с библиотекой TelegramBotAPI. URL: <https://python-telegram-bot.readthedocs.io/en/stable/> (дата обращения 02.06.2021).
4. Документация языка программирования Solidity. URL: <https://docs.soliditylang.org/en/v0.8.6/> (дата обращения 02.06.2021).

*Статья представлена научным руководителем,
ассистентом кафедры ПИВТ СПбГУТ Помогаловой А. В.*

УДК 004.732
ГРНТИ 49.33

Н. А. Лебедева (студентка гр. ИКТИ-95М, СПбГУТ), lebedeva.na.97@bk.ru

**ОБЗОР РЫНКА УСЛУГ ГИПЕРЛОКАЛЬНОГО ТАРГЕТИНГА
ПО MAC-АДРЕСАМ**

Специалисты в области интернет-маркетинга выделяют гиперлокальный таргетинг по MAC-адресам как один из главных рекламных трендов последних лет. Гиперлокальный таргетинг помогает четко выделить и охватить клиентскую аудиторию, которая проживает или работает рядом с компанией, рекламирующей свои товары или услуги. Статья посвящена обзору рынка услуг гиперлокального таргетинга по MAC-адресам и его перспективам.

гиперлокальный таргетинг, MAC-адрес, рандомизация, Wi-Fi, мобильное устройство, смартфон.

Lebedeva N. Review of the Market for Hyperlocal Targeting Services by MAC-addresses. *Internet marketers have singled out hyperlocal targeting by MAC addresses as one of the top advertising trends in recent years. Hyperlocal targeting helps to clearly identify and reach a customer audience who lives or works next to a company that advertises its products or services. The article is devoted to an overview of the market for hyperlocal targeting services by MAC addresses and its prospects.*

Key words: hyperlocal targeting, MAC address, randomization, Wi-Fi, mobile device, smartphone.

Сегодня Wi-Fi точки доступа (ТД) окружают нас повсюду: в кафе, торговых центрах, в транспорте, на работе и дома. Достаточно удобно постоянно держать включенным Wi-Fi модуль, чтобы смартфон сам подключался

к знакомой сети, как только он оказывается в зоне ее покрытия. Для обнаружения ТД рассылаются широковещательные запросы Probe Requests использованием MAC-адреса Wi-Fi адаптера телефона, который является уникальным для каждого устройства. Это означает, что любой мониторящий эти запросы сможет отслеживать пользователя в магазине или рядом с ним через несколько посещений, даже если он не подключался к ТД в нем.

Можно выделить наиболее распространенные случаи, когда происходит рассылка Probe Request:

- Включение Wi-Fi модуля.
- Запуск ручного сканирования ближайших ТД.
- Периодическая автоматическая рассылка для актуализации списка ТД.

Данный механизм является вспомогательным, так как информацию о ТД пользовательские устройства получают путем прослушивания эфира на наличие маяков Beacon, в которых также указывается информация о ТД и ее параметрах.

Помимо широковещательного Probe Request, мобильное устройство может отправлять персональный запрос выбранной ТД для того, чтобы удостовериться в ее присутствии. Периодически пользовательские устройства производят рассылку для всех сохраненных Wi-Fi сетей методом простого перебора, пытаясь найти поблизости знакомую ТД.

Собираемые MAC-адреса могут быть использованы для замера трафика и проходимости в каком-либо месте. Таким образом, компании могут почерпнуть из этого информацию о покупательских привычках, и выдавать таргетированную рекламу магазинов, а также их товаров и услуг. Это позволяет определить целевую аудиторию, живущую или работающую рядом с конкретными магазинами, и не тратить бюджет на показ рекламы тем, кто там точно не бывает [1]. Подобные рекламные кампании особенно актуальны для небольшого бизнеса с жесткой привязкой к местоположению: аптекам, кафе, салонам красоты и т. п.

Данная технология работает следующим образом: в интересующем нас месте (например, в магазине) устанавливается Wi-Fi сниффер. Обычно он работает в пассивном режиме [2], т. е. лишь мониторит запросы ProbeRequest от смартфонов и заносит полученные из них MAC-адреса мобильных устройств в базу данных (БД). Помимо этого, таким способом можно собрать информацию о том, заходил ли пользователь в магазин, в какое время дня он проходил мимо, а также насколько часто он здесь бывает [3] (рис. 1). Единичные запросы, как правило, убираются из общего списка, потому что, скорее всего, на рекламу откликнутся люди, которые часто проходят рядом, чем те, кто случайно проходил мимо и, возможно, живет в другом районе. На основании полученных таким образом данных можно сформировать рекламные предложения для конкретной аудитории.

Например, для тех, кто проходит мимо вечером, можно предложить скидку на товары собственного производства магазина.

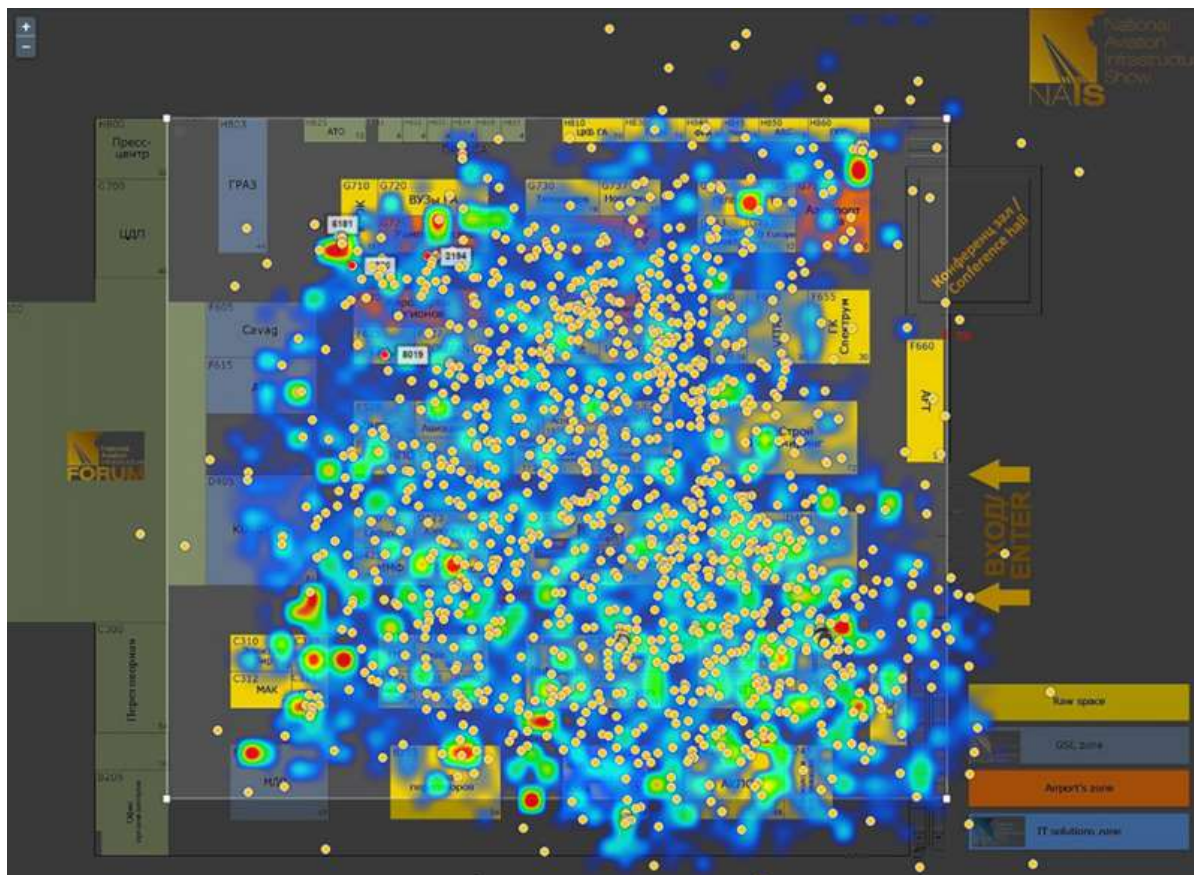


Рис. 1. Пример карты расположения Wi-Fi устройств, показывающей в реальном времени точки наибольшего интереса посетителей

В настоящий момент на рынке работает множество компаний, предоставляющих владельцам бизнеса Wi-Fi sniffеры и сопутствующее программное обеспечение (ПО) для Wi-Fi аналитики (рис. 2), например, O2O media [4], DEWSWEB [5], Hyperloc [6] и др. В основе их работы, как уже говорилось ранее, лежит сбор MAC-адресов. Сама по себе БД MAC-адресов мобильных устройств, попавших в зону действия Wi-Fi sniffера, владельцу бизнеса ничего не дает. Wi-Fi аналитика предполагает обработку этих данных, фильтрацию и только после этого через специальные сервисы таргетированная реклама может быть показана целевой аудитории. Это можно сделать с помощью ПО, которое поставщики Wi-Fi sniffеров предоставляют клиентам. В нем можно посмотреть все собранные Wi-Fi sniffером MAC-адреса с указанием времени обнаружения мобильного устройства и уровня, принятого от него сигнала. Там же имеется возможность сегментации собранных данных за определенные промежутки времени. Помимо этого, можно произвести деление всех пользователей, попавших в зону действия Wi-Fi sniffера, на проходивших мимо, зашедших в помещение, и задержавшихся там на указанное время [7].

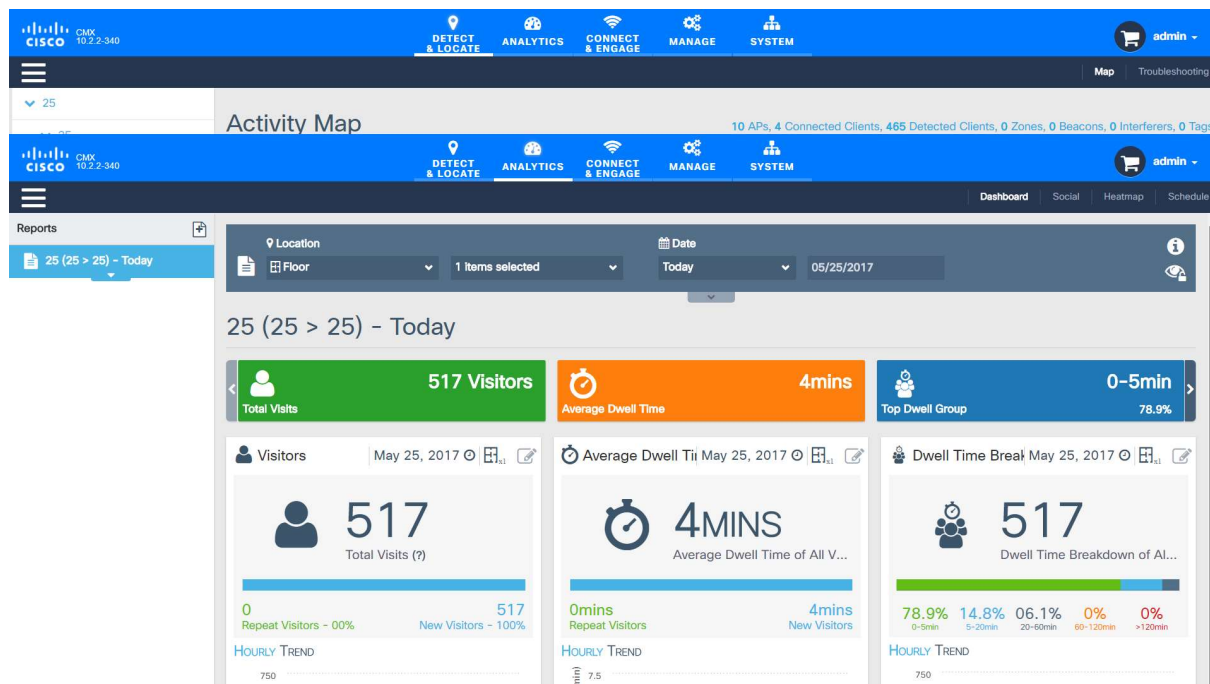


Рис. 2. ПО от компании Cisco для Wi-Fi аналитики

После того как статистика собрана, ее загружают на один из сервисов для показа рекламы. На данный момент на рынке в РФ существует два популярных сервиса для этой цели: Яндекс.Директ [8] и MyTarget [9]. Алгоритм работы у них примерно одинаковый, основное отличие заключается в том, где будет показана реклама. Реклама, запущенная через Яндекс.Директ, будет появляться на сайтах партнеров и сервисах самого Яндекса. Реклама, запущенная через MyTarget, будет показываться на площадках, принадлежащих Mail.Ru Group, включая социальные сети «ВКонтакте» и «Одноклассники». После обработки, уже на сайте Яндекс.Директ или MyTarget, можно посмотреть более подробную сегментацию клиентов, включая средний возраст аудитории, процентное соотношение мужского и женского пола и даже интересы клиентов. Далее можно настроить рекламу, которая будет ориентирована на нужную целевую аудиторию. Таким образом, рекламные предложения будут поступать только потенциальным клиентам, а не всем подряд. При этом будут учтены пол, возраст, интересы и прочее. Реклама посылается на устройства с MAC-адресами, выбранными из имеющейся БД. Такая таргетированная реклама будет появляться в браузерах, социальных сетях и других приложениях пользователей. Кроме того, у самих Яндекс.Директ и MyTarget есть большая база уже сегментированной аудитории, то есть ранее собранных и проанализированных MAC-адресов, которые сопоставлены с владельцами устройств, их возрастом, полом и интересами. Это дает возможность настраивать рекламу не только на устройства с MAC-адресами, собранными конкретным Wi-Fi сниффером,

но и на аудиторию с нужными параметрами. Иными словами, по результатам анализа собранных MAC-адресов можно расширить аудиторию для показа рекламы.

Компании, предоставляющие услуги рекламы с использованием гиперлокального таргетинга, говорят о высокой эффективности данного метода. Однако некоторое время назад производители мобильных операционных систем (ОС), чтобы защитить пользователей от использования MAC-адреса смартфонов третьими сторонами, внедрили рандомизацию MAC-адресов. В этом случае при отправке широковебчательных и адресных запросов Probe Request вместо реального MAC-адреса смартфоном производится подстановка случайного MAC-адреса, не являющегося каким-либо образом, связанным с данным устройством. Такой MAC-адрес назначается одновременно ради проведения сканирования и время его жизни составляет от нескольких секунд до нескольких минут. Далее MAC-адрес заменяется на новый случайный и больше не используется. Таким образом, устройства могут генерировать широковебчательные запросы без раскрытия своего реального MAC-адреса. А начиная с Android версии 9.0 (в параметрах разработчика) и 10.0 (по умолчанию), а также с iOS версии 14.0, для каждого SSID устройство генерирует и хранит индивидуальный MAC-адрес [10, 11]. Соответственно, даже при подключении к ТД смартфон не раскрывает свой реальный MAC-адрес. Однако такие MAC-адреса достаточно легко определить и исключить: они все являются локально администрируемыми, т. е. соответствующий бит universal/local (U/L) у них равен 1. Также некоторые современные смартфоны как в режиме поиска Wi-Fi сетей, так и когда они подключены к ТД рассылают значительно меньше кадров Probe Request или даже не рассылают их вовсе, если в это время не открыто окно выбора ТД.

Совокупность вышеперечисленных факторов значительно ухудшает работу механизма сбора MAC-адресов и, тем самым, снижает эффективность таргетированной рекламы, так как она возможна лишь для пользователей со старыми версиями ОС или же для посетителей крупных ТЦ, если пользователь подключается к ТД в нем. Таким образом, использование MAC-адресов смартфонов для таргетированной рекламы небольших магазинов в обозримом будущем будет крайне проблематичным.

Список используемых источников

1. Реклама по гео: что такое гиперлокальный таргетинг и как с ним работать. URL: <https://hot-wifi.ru/blog/giperlokalniy-targeting/> (дата обращения 25.06.2021).
2. Дунайцев Р. А., Шабанова А. А. Использование технологии Wi-Fi в маркетинге // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Том 7. № 4. С. 37–42.
3. Как можно зарабатывать на Wi-Fi в общественных местах. URL: <https://habr.com/ru/company/croc/blog/282101/> (дата обращения 25.06.2021).
2. O2Omedia. Сбор mac-адресов, потенциальных клиентов и гиперлокальный таргетинг. URL: <https://o2o.media> (дата обращения 25.06.2021).

3. DEWSWEB. Гиперлокальная реклама по MAC-адресам. URL: <https://www.dewswb.ru> (дата обращения 25.06.2021).

4. Hyperloc. Гиперлокальная реклама. URL: <https://hyperloc.ru/advertising#cost> (дата обращения 25.06.2021).

5. Как магазин в торговом центре узнает вас по Wi-Fi (точнее, по MAC-адресу) – на базе обычных хотспотов. URL: <https://habr.com/ru/company/croc/blog/331894/> (дата обращения 25.06.2021).

6. Яндекс.Директ – контекстная реклама на Яндексе. URL: <https://direct.yandex.ru/> (дата обращения 25.06.2021).

7. myTarget – рекламируйте товары и услуги в соцсетях. URL: <https://target.my.com/> (дата обращения 25.06.2021).

8. Privacy: MAC Randomization. URL: <https://source.android.com/devices/tech/connect/wifi-mac-randomization> (дата обращения 25.06.2021).

9. Использование случайных MAC-адресов. URL: <https://support.apple.com/ru-ru/guide/security/secb9cb3140c/web> (дата обращения 25.06.2021).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ССиПД СПбГУТ, кандидатом технических наук Дунайцевым Р. А.

УДК 621.39

ГРНТИ 49.27.31

Н. А. Тванкова (студентка гр. ИКМ-92з, СПбГУТ), natalitvankova@icloud.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ

В работе рассмотрены основные показатели качества связи – Q-фактор и коэффициент ошибок. Проведен сравнительный анализ методов оценки качества передачи в волоконно-оптических системах связи на основе моделирования цифровых волоконно-оптических систем связи с энергетическим приемом, использованием амплитудной и фазовой модуляции и различными видами кодирования. Показано, что наиболее устойчивыми к дисперсионным и фазовым искажениям являются волоконно-оптические системы связи, использующие кодирование RZ.

волоконно-оптическая система связи, оценка качества передачи, коэффициент ошибок, глаз-диаграмма, Q-фактор, модуляция, кодирование.

Tvankova N. Comparative Analysis of Methods for Assessing the Quality of Transmission in Fiber-Optic Communication Systems.

The paper considers the main indicators of the quality of communication - the Q-factor and the error rate. A comparative analysis of methods for assessing the quality of transmission in fiber-optic communication systems based on modeling digital fiber-optic communication systems with energy reception, using amplitude and phase modulation and various types of coding. It is shown that the most resistant to dispersion and phase distortions are fiber-optic communication systems using RZ coding.

Key words: fiber-optic communication system, transmission quality assessment, error rate, eye diagram, Q-factor, modulation, coding.

Тестирование кабельных линий проводится на всех этапах строительства и эксплуатации волоконно-оптических линейных трактов (ВОЛТ). Важнейшим показателем качества ВОЛТ является коэффициент ошибок, который оценивается как для отдельных участков регенерации, так и для ВОЛТ в целом [1, 2, 3]:

$$K_{\text{ош}} = N_{\text{ош}}/N,$$

где $N_{\text{ош}}$ – число ошибочно принятых бит за время измерения, N – общее число принятых бит. Цифровой сигнал считается полностью восстановленным, если $K_{\text{ош}}$ меньше специфицированного для данной линии значения.

Время, необходимое для измерения $K_{\text{ош}}$ с заданной доверительной вероятностью β и точностью измерений α определяется выражением [2]:

$$T_{\text{изм}} = t_{\beta}^2 / (\alpha^2 \cdot B \cdot K_{\text{ош}}).$$

где B – скорость передачи информации, бит/с, t_{β} – коэффициент, зависящий от β , например, для $\beta = 0,9$ он составляет 1,643.

В системах связи с DWDM измерение $K_{\text{ош}}$ необходимо производить в каждом оптическом канале, что занимает много времени. Для сокращения времени измерения используется метод на основе оценки Q-фактора [1, 2, 3], однозначно связанного с $K_{\text{ош}}$:

$$Q = |\mu_1 - \mu_0| / (\sigma_1 + \sigma_0), K_{\text{ош}} = \exp(-0,5Q^2) / (Q \cdot \sqrt{2\pi}),$$

где μ_1, μ_0 – средние значения сигналов, соответствующих логическим единице и нулю, σ_1 и σ_0 – их среднеквадратические отклонения.

Q-фактор может быть оценен по глаз-диаграмме, представляющей собой результат многократного наложения цифрового импульсного сигнала в некой точке ВОЛТ. На рис. 1 представлена глаз-диаграмма и пояснен принцип измерения Q-фактора путем ее статистической обработки.

В работе исследовалась зависимость Q-фактора и $K_{\text{ош}}$ от степени компенсации хроматической дисперсии (ХД). На рис. 2 представлены схемы исследуемых волоконно-оптических систем связи (ВОСС) с амплитудной модуляцией (ASK), а на рис. 3 (см. ниже) – схемы ВОСС с фазовой модуляцией (DPSK). Все ВОСС обеспечивают скорость передачи 10 Гбит/с и используют энергетический прием оптического сигнала. Для моделирования использовалась программа OptiSystem.

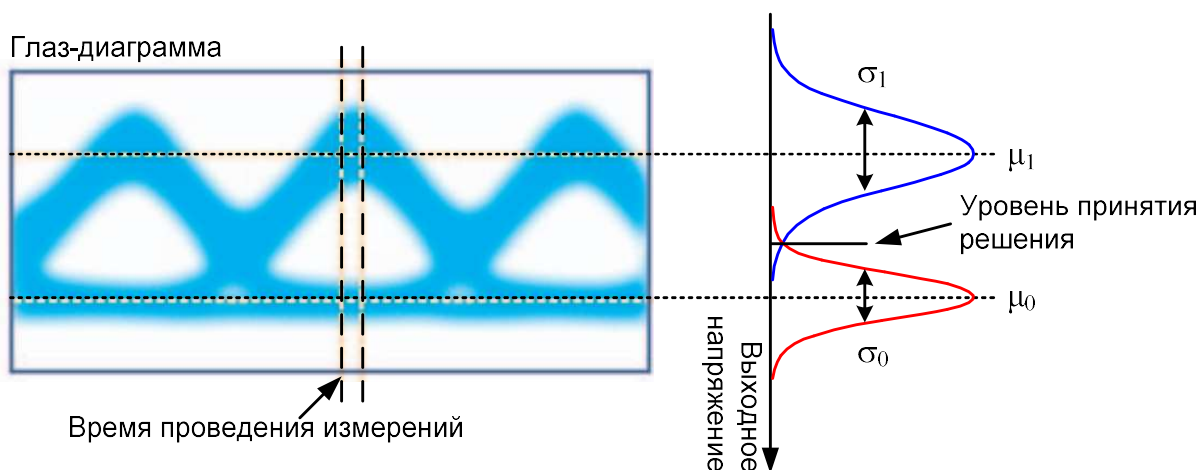


Рис. 1. Определение Q -фактора по глаз-диаграмме

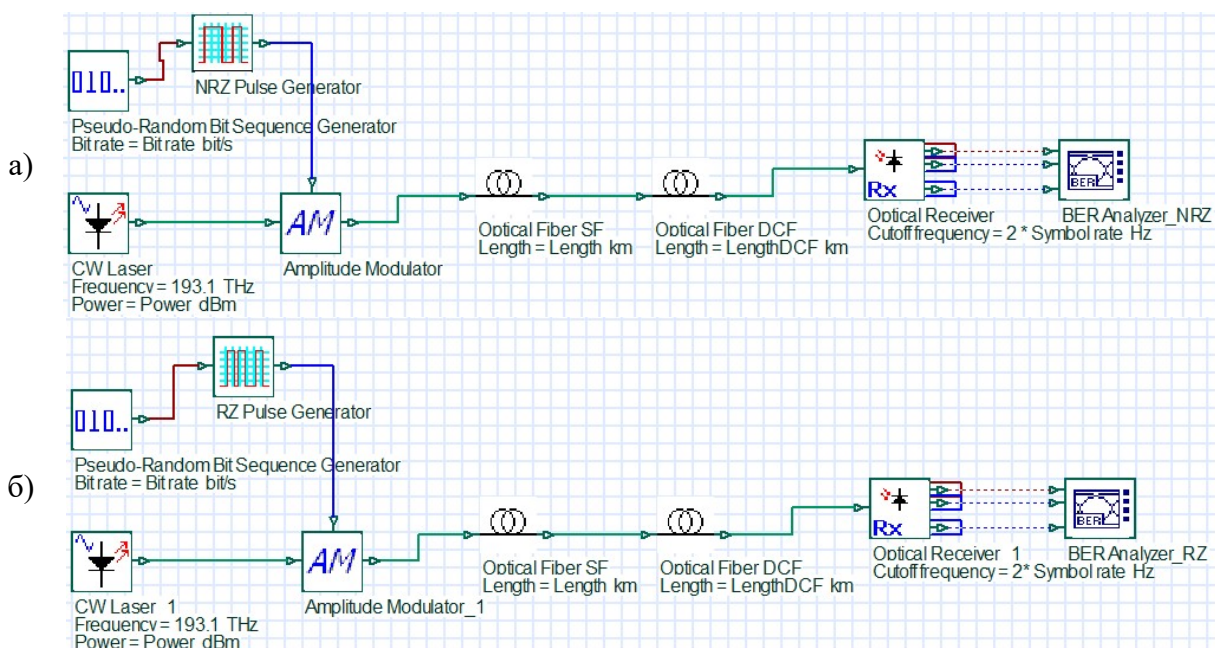


Рис. 2. Схемы ВОСС с ASK и с кодированием: а) NRZ, б) RZ-50

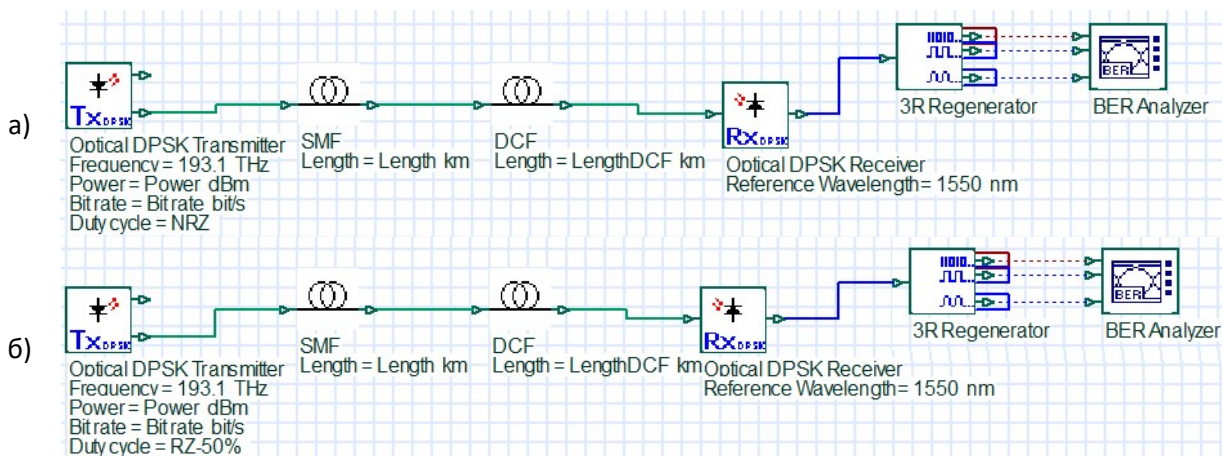


Рис. 3. Схемы ВОСС с DPSK и с кодированием: а – NRZ, б – RZ

ВОЛТ в исследуемых ВОСС состоял из стандартного одномодового оптического волокна (ОВ) (SMF) длиной 100 км и специального ОВ для компенсации ХД (DCF). Параметры SMF и DCF на длине волны 1550 нм представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Параметры ОВ SMF и DCF

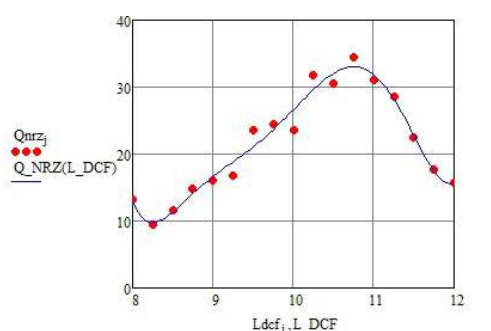
Параметр	SMF	DCF
Коэффициент ХД, пс/(нм·км)	16	-160
Наклон ХД, пс/(нм ² ·км)	0,08	0,08
Коэффициент затухания, дБ/км	0,2	0,3

Для получения глаз-диаграмм и определения Q -фактора и $K_{\text{ош}}$ использовался измерительный прибор BER Analyzer.

В таблице 2 и на рис. 4 представлены результаты измерений ВОСС с ASK. Измерения показали, что наибольшее значение Q -фактора и наименьшее значение $K_{\text{ош}}$ при использовании кода NRZ наблюдается при длине DCF равной 10,75 км, а при использовании кода RZ – при длине DCF равной 9,75 км. На рис. 5 представлены результаты измерения глаз-диаграмм для двух этих случаев.

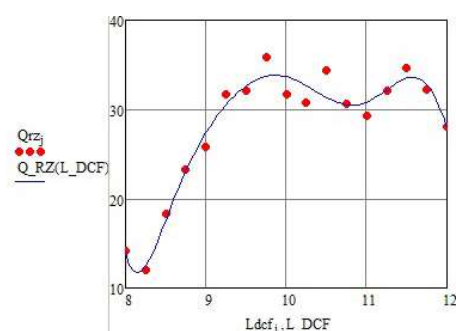
ТАБЛИЦА 2. Результаты исследования ВОСС с ASK

	Длина SF (км)	Длина DCF (км)	Q-фактор	$K_{\text{ош}}$
ASK(NRZ)	100	10	29,925	$0,1802 * 10^{-194}$
		9	14,8033	$0,0973 * 10^{-47}$
		11	29,4959	$0,1123 * 10^{-188}$
ASK(RZ)	100	10	33,0279	$0,036 * 10^{-236}$
		9	26,1082	$0,17 * 10^{-148}$
		11	29,8909	$0,0181 * 10^{-194}$



Максимальное значение Q-фактора наблюдается при $L_{\text{DCF}}=10,75$

а)



Максимальное значение Q-фактора наблюдается при $L_{\text{DCF}}=9,75$

б)

Рис. 4. Зависимости Q -фактора от длины DCF для ВОСС с ASK при использовании кода: а) NRZ, б) RZ (точки – результаты измерений, линия – аппроксимация)

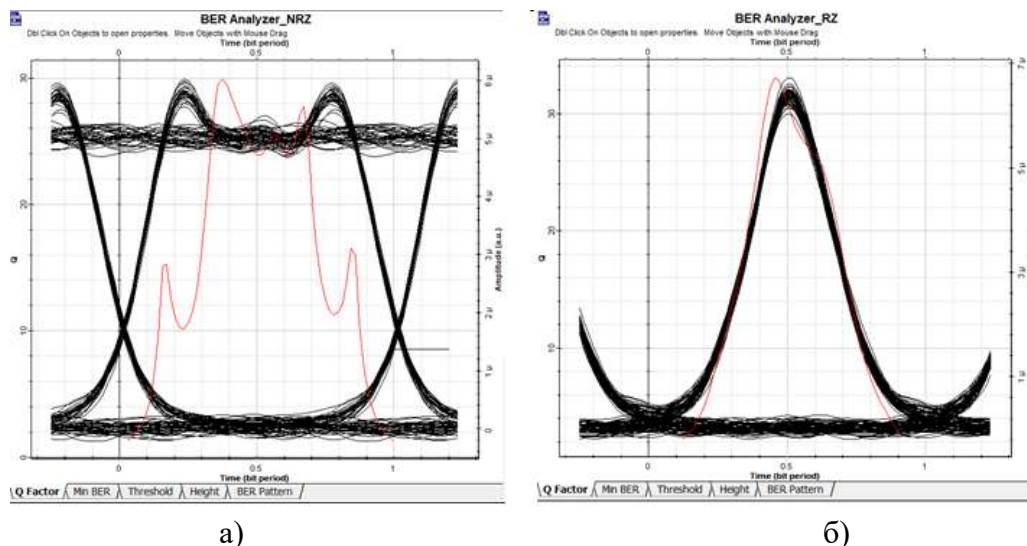


Рис. 5. Глаз-диаграммы ВОСС с ASK при использовании кода: а) NRZ, б) RZ

В таблице 3 представлены результаты измерений ВОСС с DPSK. На рис. 6 представлены результаты измерения глаз-диаграмм для случаев достижения максимального значения Q -фактора.

ТАБЛИЦА 3. Результаты исследования ВОСС с PSK

	Длина SF (км)	Длина DCF (км)	Q-фактор	$K_{\text{ош}}$
PSK (NRZ)	100	10	11,4597	$0,115510^{-28}$
		11	7,35486	$0,0432 * 10^{-12}$
		9	7,84716	$0,0077 * 10^{-14}$
PSK (RZ)	100	10	11,8891	$0,189 * 10^{-30}$
		11	12,5531	$0,0532 * 10^{-34}$
		12	11,2504	$0,189 * 10^{-27}$

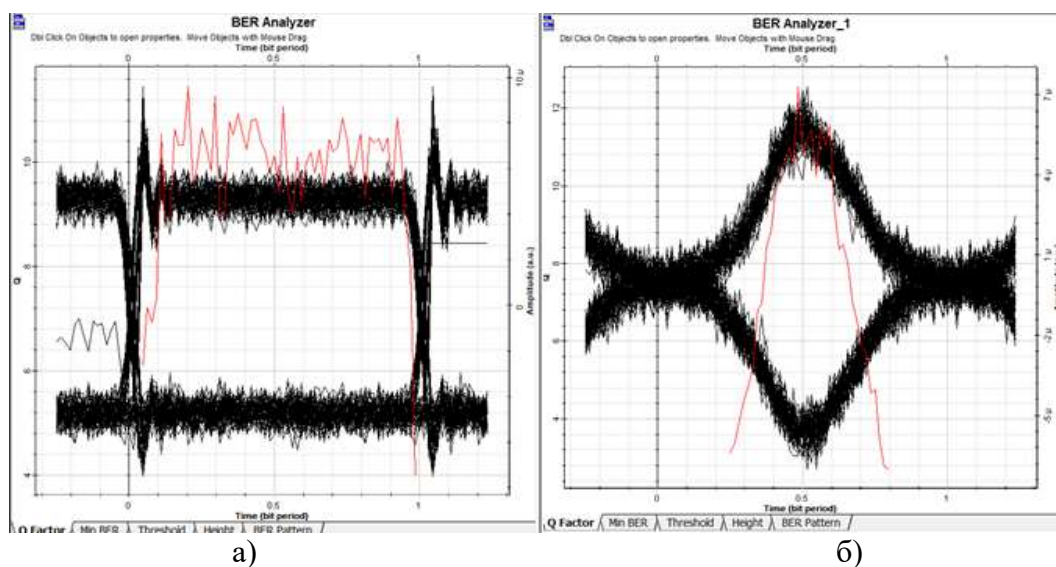


Рис. 6. Глаз-диаграммы ВОСС с DPSK при использовании кода: а) NRZ, б) RZ

Проведенные исследования показали, что при модуляции ASK сигнал с кодом RZ более устойчив к дисперсионным и нелинейным искажениям по сравнению с кодом NRZ. При модуляции PSK такая тенденция тоже сохраняется.

Поскольку при модуляции PSK фаза несущего колебания меняется скачкообразно, глаз-диаграмма выглядит менее «читабельной», по ней сложнее проводить тестирование, по сравнению с ASK. Она более подвержена джиттеру.

Наилучшее качество передачи достигается при максимальном значении Q-фактора.

Список используемых источников

1. Mohammad Azadeh. Fiber Optics Engineering. М. : Springer Science+Business Media, LLC 2009. 313 с. ISBN 978-1-4419-0303-7.
2. Мандель А. Е. Метрология в оптических телекоммуникационных системах. Томск : ТУСУР, 2014. 139 с.
3. Кушнир Ф. В., Савенко В. Г., Верник С. М. Измерения в технике связи : учеб. для вузов. М. : Связь, 1976. 432 с.

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

УДК 543.42

ГРНТИ 49.44

А. В. Фраз (студент гр. ИКТФ-06м, СПбГУТ), frazalex@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА ДЛЯ СИСТЕМ CWDM

Представлены результаты моделирования и исследования оптической системы анализатора спектра в ближнем инфракрасном диапазоне на основе объёмной дифракционной решётки, предназначенной для использования в составе лабораторной установки по изучению технологии CWDM. Проведено моделирование процесса регистрации сигналов фотодиодами, рассчитаны спектрограммы источников CWDM, зарегистрированные с помощью разработанного анализатора оптического спектра.

дифракция, дифракционная решётка, анализатор оптического спектра, разрешающая способность, линейка фотодиодов, технология грубого спектрального уплотнения, CWDM.

Fraz A. Study of the Optical Spectrum Analyzer for CWDM Systems.

The results of modeling and research of the optical system of a spectrum analyzer in the near infrared range based on a volumetric diffraction grating, intended for use as part of a laboratory setup for studying the CWDM technology, are presented. The process of signal registration by photodiodes was simulated, spectrograms of CWDM sources were calculated, recorded using the developed optical spectrum analyzer.

Key words: diffraction, diffraction grating, optical spectrum analyzer, resolution, photodiode array, coarse wavelength division multiplexing technology, CWDM.

Технология спектрального мультиплексирования (*Wavelength Division Multiplexing*, WDM) позволяет передавать по одному ОВ одновременно несколько спектральных каналов – высокоскоростных сигналов на разных длинах волн. Разновидностью WDM является технология грубого спектрального мультиплексирования (*Coarse WDM*, CWDM), в которой интервал между соседними каналами по длине волны составляет 20 нм. Для измерения параметров спектральных каналов используются анализаторы оптического спектра (АОС).

Целью данной работы является исследование разработанной в [1] конструкции оптической системы АОС (рис. 1) для лабораторной установки, предназначенной для исследования спектральных каналов CWDM.

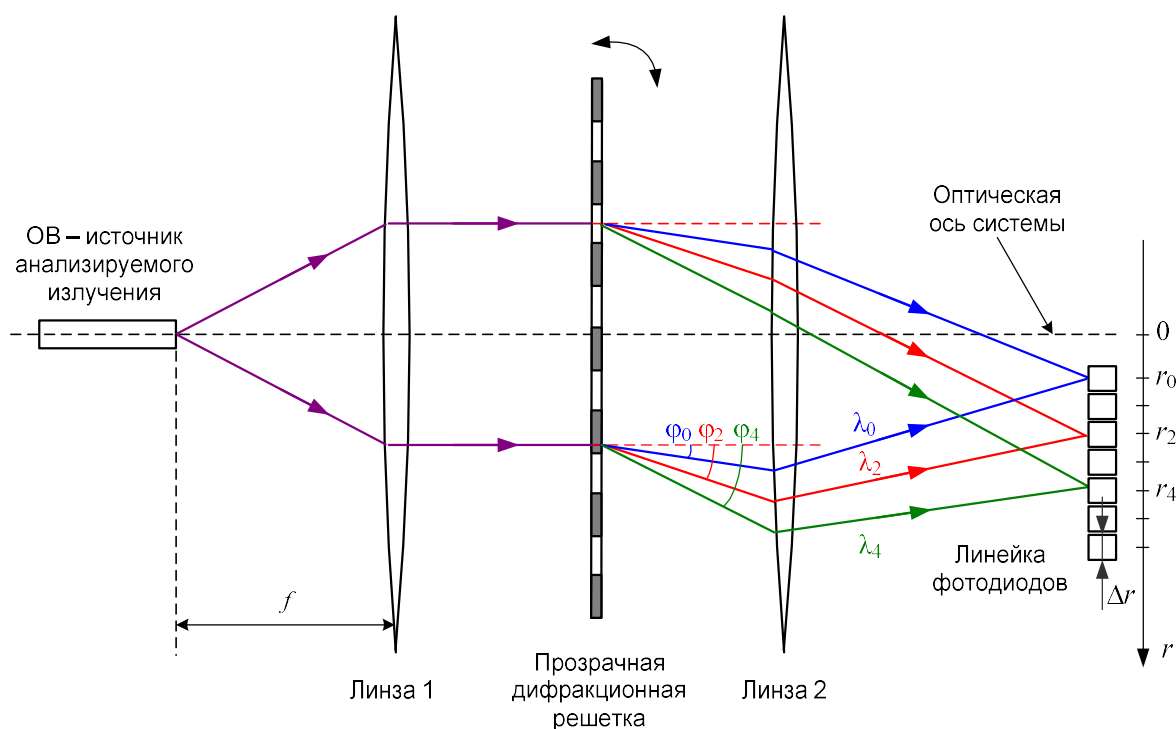


Рис. 1. Оптическая система АОС на основе ДР

Разработанная оптическая схема АОС представлена на рис. 1 [1]. Анализируемое излучение из ОВ попадает на вход АОС. Линза 1 выполняет функцию коллиматора, преобразуя расходящееся излучение, выходящее

из волокна, в параллельный пучок, который падает на прозрачную дифракционную решетку (ДР) с шагом Λ и изменяемым углом наклона θ . Прошедшие через ДР лучи дифрагируют под углами, зависящими от длины волны. Линза 2 с фокусным расстоянием f фокусирует их на неподвижную линейку из N фотодиодов (ФД), расположенную в ее фокальной плоскости.

Для анализа излучения во всем диапазоне работы систем CWDM выбраны следующие параметры АОС: плотность штрихов ДР – 700 мм^{-1} , диапазон углов θ поворота ДР – от -10 до $+10$ градусов, фокусное расстояние f линзы – 2 см , смещение r_0 линейки ФД – 6 см . Для регистрации разложенного в спектр излучения использовалась линейка фотодиодов G12430-046D (табл. 1) [2].

Перечисленные параметры позволяют анализировать с помощью разработанного АОС спектры излучения с длинами волн от 1271 до 1611 нм и разрешающей способностью не хуже $0,57 \text{ нм}$.

ТАБЛИЦА. Параметры G12430-046D

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Кол-во ФД N	46	Токовая чувствительность S при $\lambda = 1,55 \text{ мкм}$, А/Вт	0,95
Размер x чувствительной площадки каждого ФД, мм	0,2	Диапазон спектральной чувствительности, мкм	0,9–1,7
Расстояние Δx между соседними ФД, мм	0,25	Материал светочувствительного окна	Боросиликатное стекло

Рассмотрим процесс регистрации излучения и формирования спектрограммы с помощью разработанного АОС. С помощью ДР это излучение разлагается в спектр, и его спектральные составляющие фокусируются на отдельные ФД в линейке. Для длины волны λ_i , фокусируемой на i -ом ФД, справедливо:

$$\lambda_i = \Lambda \left(\left(\sqrt{1 + (f/r_i)^2} \right)^{-1} - \sin \theta \right).$$

Под воздействием падающего на ФД излучения в нем возникает фототок:

$$I_f(\lambda_i) = S(\lambda_i) \cdot P \cdot \Delta\lambda_i,$$

где $S(\lambda_i)$ – токовая чувствительность i -го ФД на длине волны λ_i , $\Delta\lambda_i$ – ширина спектра, принимаемая i -ым ФД, которую можно оценить по выражениям:

$$\Delta\lambda_i = \lambda_{\max i} - \lambda_{\min i},$$

$$\lambda_{\min i} = \Lambda \left(\left(\sqrt{1 + (f/r_{\min i})^2} \right)^{-1} - \sin \theta \right), \lambda_{\max i} = \Lambda \left(\left(\sqrt{1 + (f/r_{\max i})^2} \right)^{-1} - \sin \theta \right),$$

$$r_{\max i} = r_i + 0,5x, r_{\min i} = r_i - 0,5x.$$

Для токовой чувствительности $S(\lambda)$ справедливо:

$$S(\lambda) = \eta \frac{q_e \lambda}{hc}, \quad (1)$$

где η – внешняя квантовая эффективность, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме, q_e – заряд электрона. Из (1) следует, что токовая чувствительность ФД возрастает с длиной волны.

В таблице приведено значение токовой чувствительности на длине волны 1,55 мкм. Используя его, можно рассчитать внешнюю квантовую эффективность ФД в линейке G12430-046D по формуле (1). Она составила 0,7619.

Зависимость усиленного фототока от длины волны по сути и представляет собой зарегистрированную спектрограмму.

Предположим, что на ФД падает излучение, мощность которого равномерно распределена по всему спектру и составляет $P = 0,1$ мВт в полосе 1 нм. На рис. 2а представлена соответствующая зависимость фототока от длины волны.

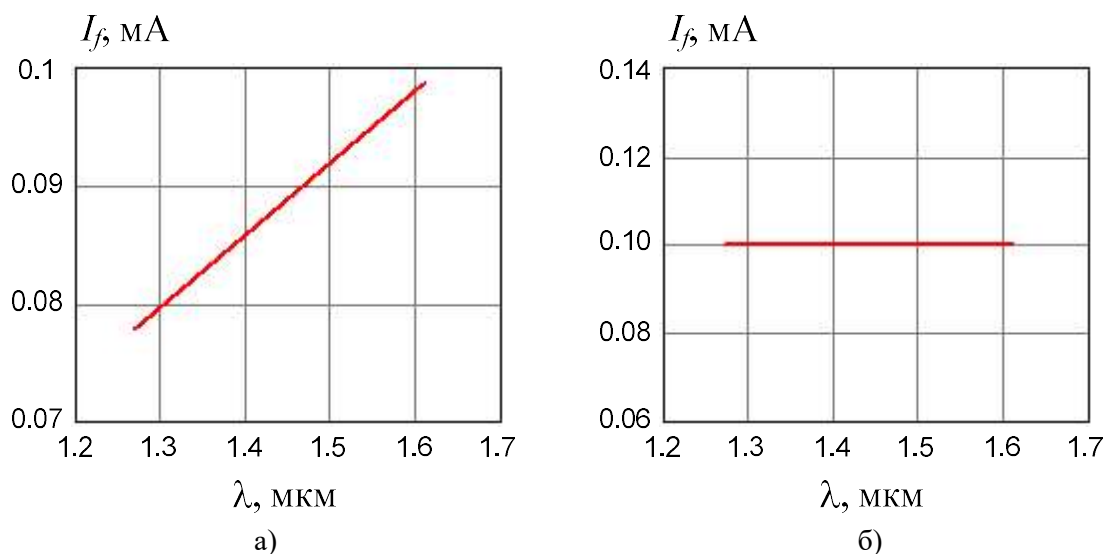


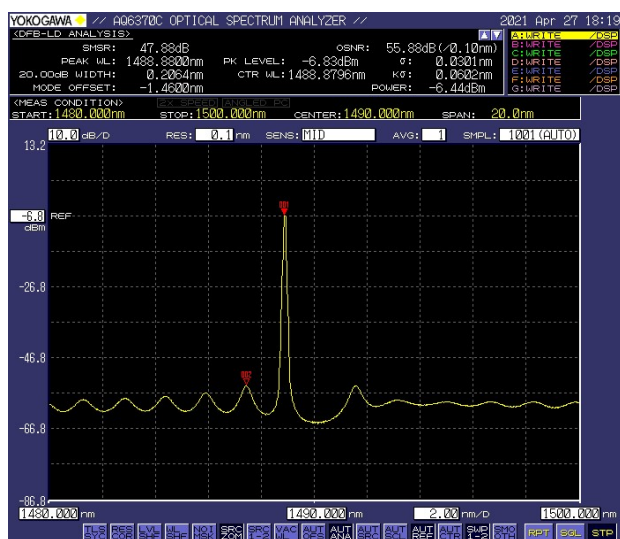
Рис. 2. Регистрация спектрограммы излучения с равномерной спектральной плотностью: а) фототок до коррекции, б) фототок после коррекции

Из рис. 2а видно, что при регистрации излучения с равномерной спектральной плотностью наблюдается выраженная линейная зависимость фототока от длины волны. Это означает, что для обработки зарегистрированной спектрограммы, необходимо включать коррекцию, которая заключается в умножении ее отсчетов на коэффициент:

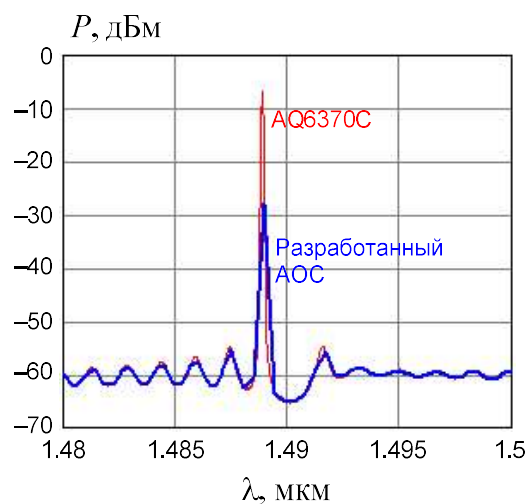
$$K(\lambda) = \frac{S_{\max}}{S(\lambda)}$$

В работе было проведено экспериментальное исследование, в ходе которого с помощью спектроанализатора AQ6370C YOKOGAWA были зарегистрированы спектрограммы излучения одномодового лазерного источника CWDM с центральной длиной волны 1490 нм (рис. 3а) и многомодового лазерного источника с резонатором Фабри-Перо и центральной длиной волны 1300 нм (рис. 4а). Для зарегистрированных спектрограмм было проведено моделирование процесса регистрации разработанным АОС. Для этого были определены все длины волн, на которых разработанный АОС может провести измерения, и проведена интерполяция зарегистрированных спектрограмм для определения мощностей излучения на этих длинах волн.

Обработанная спектрограмма одномодового лазерного источника CWDM с центральной длиной волны 1490 нм представлена на рис. 3б. Из рис. 3б видно, что разработанный АОС позволил провести регистрацию спектрограммы излучения источника CWDM с точностью, достаточной для измерения его центральной длины волны и ширины спектра.



а)



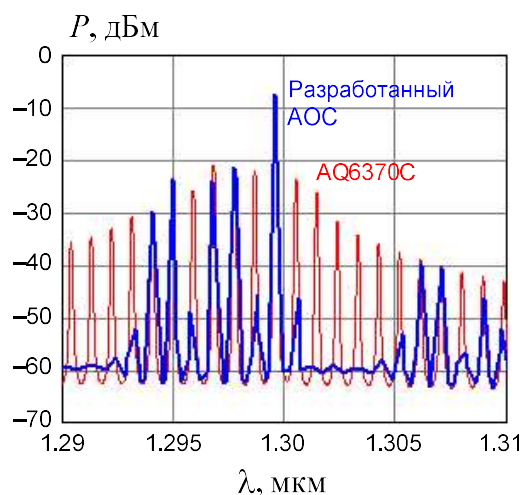
б)

Рис. 3. Спектрограмма лазера CWDM 1490 нм: а) зарегистрированная AQ6370C, б) зарегистрированная разработанным АОС

На рис. 4б представлена обработанная спектрограмма излучения многомодового лазерного источника с резонатором Фабри-Перо и центральной длиной волны 1300 нм. Из рис. 4б видно, что разрешающая способность разработанного устройства недостаточна для регистрации всех мод исследуемого излучения. Разработанное устройство позволяет с достаточной точностью измерить центральную длину волны, но не позволяет правильно определить ширину спектра излучения.



а)



б)

Рис. 4. Спектрограмма многомодового лазера Фабри Перо 1300 нм:
а) зарегистрированная AQ6370C, б) зарегистрированная разработанным АОС

Проведенные в работе исследования подтвердили, что разработанный в АОС позволяет анализировать спектральные характеристики одномодовых лазерных источников системы CWDM. Было также установлено, что применение разработанного АОС для анализа спектральных характеристик многомодовых лазеров ограничено из-за недостаточной разрешающей способности.

Список используемых источников

1. Фраз А. В. Оптический анализатор спектра на основе объёмной дифракционной решётки // Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Глобальные трансформации технологических и научных систем: перспективы развития» (СПб., октябрь 2020). ЕНМЦ «Мультидисциплинарные исследования». С. 44–48.

2. Linear InGaAs photodiode arrays // Технические описания линеек фотодиодов InGaAs, чувствительных в ближнем инфракрасном диапазоне, производства HAMAMATSU. URL: <https://www.hamamatsu.com/eu/en/product/optical-sensors/photodiodes/ingaas-photodiode-array/ingaas-photodiode-array/index.html> (дата обращения 15.10.2020).

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой ФилИС СПбГУТ, доцентом, кандидатом технических наук Былиной М. С.

УДК 681.7
ГРНТИ 49.44

Е. О. Хорошенкова (студентка гр. ИКМ-92з, СПбГУТ), katrin.360@yandex.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗОЛЯТОРА

Статья посвящена моделированию и исследованию оптического изолятора – пассивного оптического устройства, работа которого основана на преобразовании состояния поляризации проходящего излучения.

оптический изолятор, вращатель Фарадея, полуволновая пластинка, поляризатор.

Khoroshenkova E. Modeling and Investigation of an Optical Insulator.

The article is devoted to the modeling and research of an optical insulator - a passive optical device, the operation of which is based on the transformation of the polarization state of the transmitted radiation.

Key words: optical insulator, Faraday rotator, half-wave plate, polarizer.

Оптический изолятор (ОИ) является пассивным устройством, работа которого основана на преобразовании состояния поляризации распространяющегося излучения. ОИ служит для передачи оптического излучения только в одном направлении, в котором он имеет небольшое вносимое затухание порядка 0,5–1,2 дБ. Для света, распространяющегося в противоположном направлении, оптический изолятор имеет затухание порядка 16–45 дБ. Они обычно используются для подавления отраженных от неоднородностей волоконного тракта сигналов, которые могут нарушить работу одномодового лазера, а также для подавления остаточного излучения накачки в оптических усилителях.

ОИ содержит ячейку Фарадея, которая осуществляет поворот плоскости поляризации на некоторый угол, не зависимо от направления распространения излучения. Работа ячейки основана на магнитооптическом эффекте Фарадея: при распространении линейно поляризованного света вдоль силовых линий магнитного поля в веществе, обладающем магнитооптическими свойствами, наблюдается поворот плоскости поляризации на угол $\theta = \beta \cdot H \cdot l$, где β – постоянная Верде, H – напряженность магнитного поля, l – путь, который луч прошел в веществе. Отраженный из линейного тракта сигнал имеет поляризацию, совпадающую с осью пропускания анализатора. Но в ячейке Фарадея он приобретает горизонтальную поляризацию. Поэтому поляризатор задерживает обратное излучение.

В схему изолятора входит линейный поляризатор (рис. 1), который преобразует падающее на него излучение в линейно поляризованное вдоль оси

пропускания и вращатель (ячейка) Фарадея, который осуществляет поворот плоскости поляризации проходящего излучения на некоторый угол θ , не зависимо от направления распространения излучения. Для описания компонентов изолятора использовалась матрица Джонса.

Было проведено моделирование вращателя Фарадея на основе тербий-галлиевого граната. На основе имеющихся справочных данных были получены зависимости показателя преломления и постоянной Верде от длины волны. Показатель преломления был аппроксимирован линейной функцией, а для аппроксимации постоянной Верде было использовано представленное выражение. Полученные коэффициенты аппроксимации приведены на слайде (рис. 2).

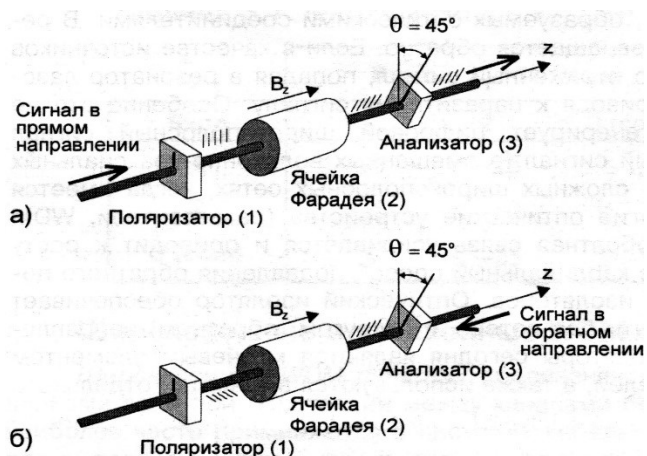


Рис. 1. Поляризационно-зависимый изолятор: а) схема, б) принцип работы

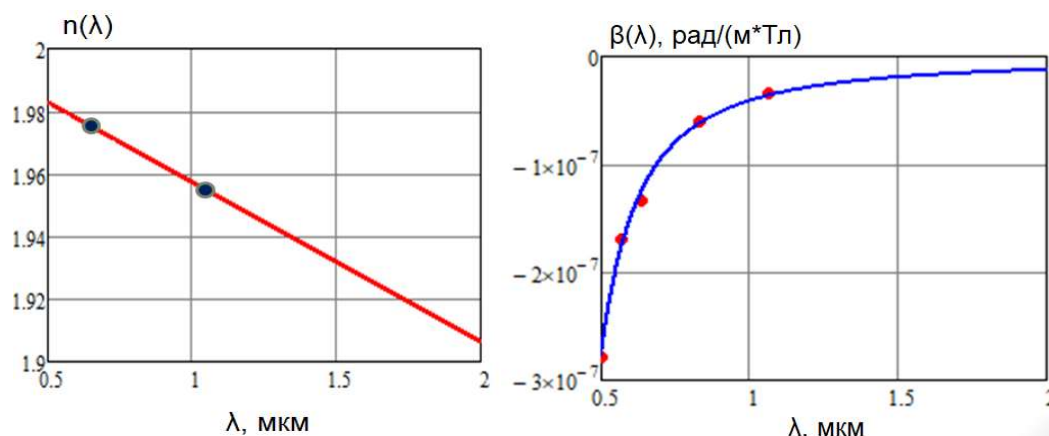


Рис. 2. Расчет постоянной Верде

На графиках представлены полученные зависимости. Точками обозначены данные из справочника.

На рис. 3 представлены результаты расчета зависимости угла поворота плоскости поляризации в кристалле тербий-галлиевого граната длиной 5 мм от напряженности магнитного поля. Графики приведены для двух длин волн. По ним можно определить напряженность поля, необходимую, чтобы получить поворот плоскости поляризации 45 градусов.

В первой части работы было проведено моделирование идеального изолятора. Для ячейки Фарадея на основе тербий-галлиевого граната были выбраны параметры: длина кристалла 5,32 мм, напряженность магнитного

поля 6 А/м. Эти параметры соответствуют повороту плоскости поляризации излучения с длиной волны 1310 нм на 45 градусов.

На рис. 4 приведены матрицы Джонса всех компонентов. Входное излучение представлялось вектором Джонса. Для данного расчета полагалось, что оно поляризовано вдоль оси пропускания первого поляризатора. Также на рис. 4 показано, как меняется вектор Джонса при распространении излучения через компоненты изолятора. Поскольку выходное излучение имеет такую же интенсивность, как и входное, потери идеального изолятора в прямом направлении оказались нулевыми.

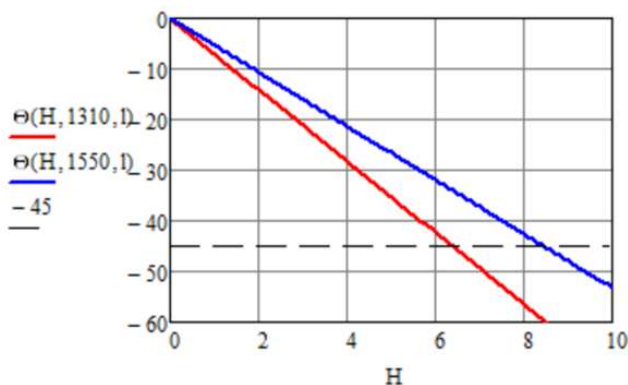


Рис. 3. Зависимость угла поворота плоскости поляризации от напряженности магнитного поля

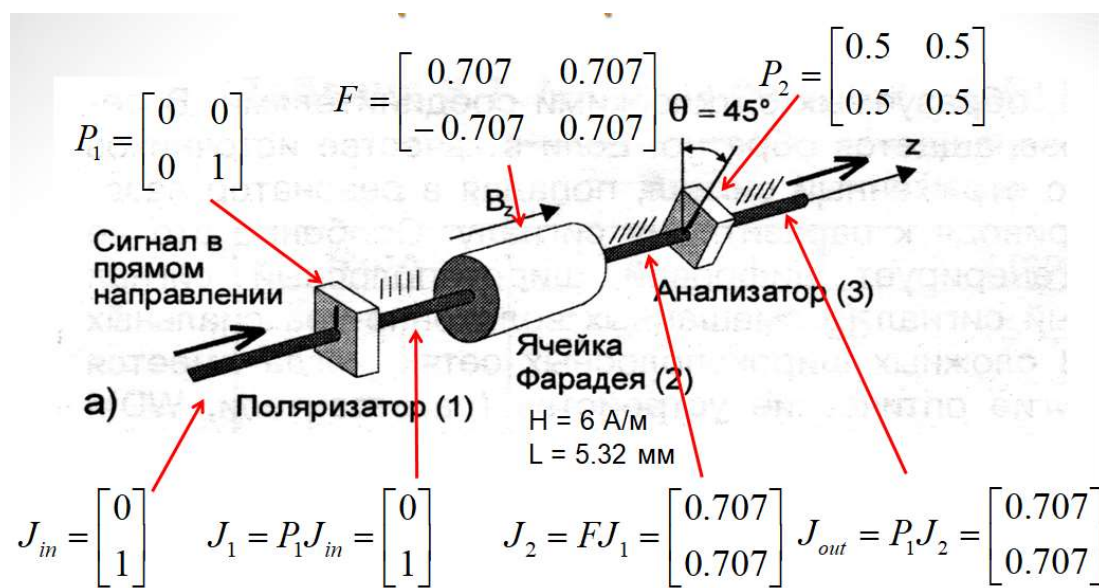


Рис. 4. Идеальный изолятор. Распространение излучения в прямом направлении

Аналогичные расчеты были проведены для излучения, распространяющегося в обратном направлении. Они показали, что потери идеального изолятора в обратном направлении бесконечно велики.

Наш изолятор является идеальным только на длине волны 1310 нм. Если длина волны изменяется, будет меняться постоянная Верде кристалла в ячейке Фарадея, и угол поворота будет отличаться от 45 градусов. Это приведет к ухудшению параметров изолятора.

На рис. 5 показана зависимость потерь изолятора в прямом направлении от длины волны. Видно, что они сохраняются малыми в широком диапазоне длин волн.

На рис. 6 показана зависимость потерь изолятора в обратном направлении от длины волны. Если задаться минимальными потерями в обратном направлении, можно определить полосу длин волн, в которой может работать смоделированное устройство. Например, для минимальных обратных потерь 30 дБ получаем полосу длин волн 60 нм.

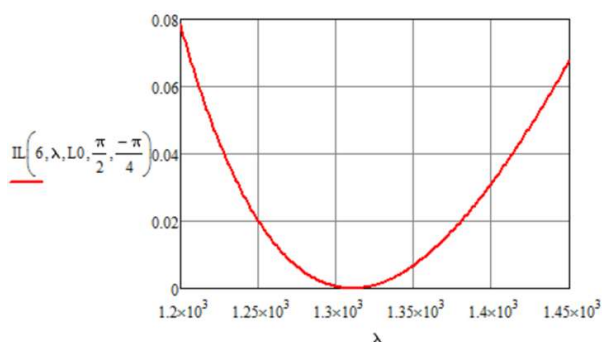


Рис. 5. Зависимость параметров изолятора от длины волны

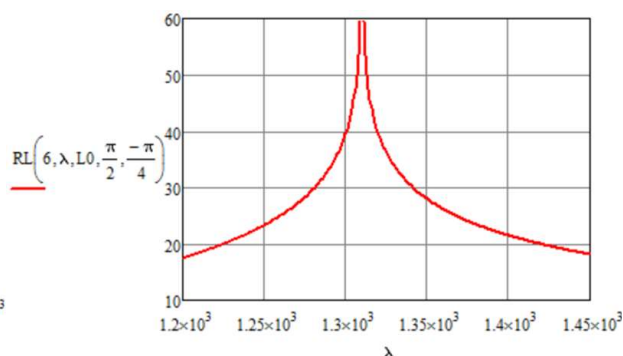


Рис. 6. Зависимость параметров изолятора в обратном направлении от длины волны

Таким образом, был исследован и промоделирован оптический изолятор, найдены потери изолятора в прямом и обратном направлениях.

Список используемых источников

1. Былина М. С. Конспект лекций по дисциплине «Физика и техника оптической связи». Тема 7. Пассивные оптические компоненты (рукоп.). 2021.
2. Рудов Ю. К., Зингеренко Ю. А., Оробинский С. П., Миронов С. А. Применение оптических циркуляторов в волоконно-оптических системах передачи // Электросвязь. 1999. № 6. С. 36–38.
3. Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи. М. : СОЛОН-Пресс, 2001. 237 с. ISBN 5-93455-069-1.

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

УДК 004.4'2
ГРНТИ 50.41

Д. А. Татуков (студент гр. ИСТ-712, СПбГУТ), tatukov.danila@mail.ru
А. В. Яшин (студент гр. ИСТ-712, СПбГУТ), alexey.morris@gmail.com

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ АЭРОПОРТА

Представлены результаты проектирования и разработки модуля информационной системы поддержки бизнес-процессов аэропорта для перехода аэропортов на вторую стадию развития согласно концепции «умного аэропорта».

информационная система, аэропорт, бизнес-процесс, самообслуживание, проектирование, разработка, умный аэропорт.

Tatukov D., Yashin A. Design and Development of the Information System Module for Supporting Business Processes of the Airport.

The report is devoted to the design and development of an information system module for supporting airport business processes. In the course of the report, the analysis of the concept of "smart airport" was carried out. The design and development of an information system module for supporting business processes of the airport for the transition of airports to the second stage of development according to the concept of "smart airport" were presented.

Key words: information system, airport, business process, self service, design, development, smart airport.

В наше время самолет стал одним из самых популярных и востребованных средств передвижения. Аэропорты ежедневно сталкиваются с огромной нагрузкой. Концепция умного аэропорта разделяет адаптацию технологий аэропорта на четыре стадии: Аэропорт 1.0, 2.0, 3.0 и 4.0. Согласно этой классификации, Аэропорт 1.0 – это традиционные аэропорты с ручными процессами и базовыми IT-решениями. Аэропорт 2.0 является новым уровнем аэропортов. В нем используются адаптированные под нужды аэропорта цифровые технологии и частичное самообслуживание, например, при процессе регистрации. Когда самообслуживание будет доступно на всех уровнях обслуживания пассажиров аэропорт достигнет стадии 3.0. В таких аэропортах операционный контроль автоматизирован, а решения для прогнозирования и мобильности широко используются в пассажирских терминалах, а также в воздушной зоне. Аэропорт 4.0 – это концепт, включающий в себя использование технологий big data и открытых данных для повышения эффективности работы в режиме реального времени [1]. Концепция умного аэропорта представлена на рис. 1.



Рис. 1. Концепция умного аэропорта

Многие современные системы призваны перевести аэропорты из первого поколения (аэропорт 1.0) во второе (аэропорт 2.0). Однако они не предоставляют многофункциональный набор модулей для комплексного решения задачи. Кроме того, стоимость данных систем также является фактором, препятствующим повсеместному внедрению информационных систем самообслуживания. Таким образом, необходимо разработать модульную информационную систему, предоставляющую различный набор решений по внедрению самообслуживания в различные этапы посадки пассажиров на самолет.

Процесс посадки пассажиров на самолет можно разбить на три этапа: регистрация, сдача багажа и получение посадочного талона. Разработанные подсистемы состоят из терминалов регистрации, сдачи багажа и выдачи талонов соответственно. Для обеспечения слаженной работы подсистем и упрощения импортирования системы в аэропорт разработаны центры сбора информации, которые обмениваются информацией с каждой из подсистем и записывают данные в хранилища. Подсистемы являются независимыми друг от друга.

На рис. 2 представлена диаграмма прецедентов с представлением процесса прохождения пассажиром всех этапов посадки. Кроме того, на ней представлены возможности менеджеров аэропорта просматривать информацию о рейсах, конкретных пассажирах, заполнять и изменять данные о самих рейсах [1, 2].

В работе представлены результаты разработки программной составляющей для терминалов выдачи талонов, построены модели талонов, терминалов и билетов, подключена база данных, построен интерфейс для взаимодействия с программой. На рис. 3 представлен код метода класса модели терминала, который выдает посадочные талоны пассажирам.

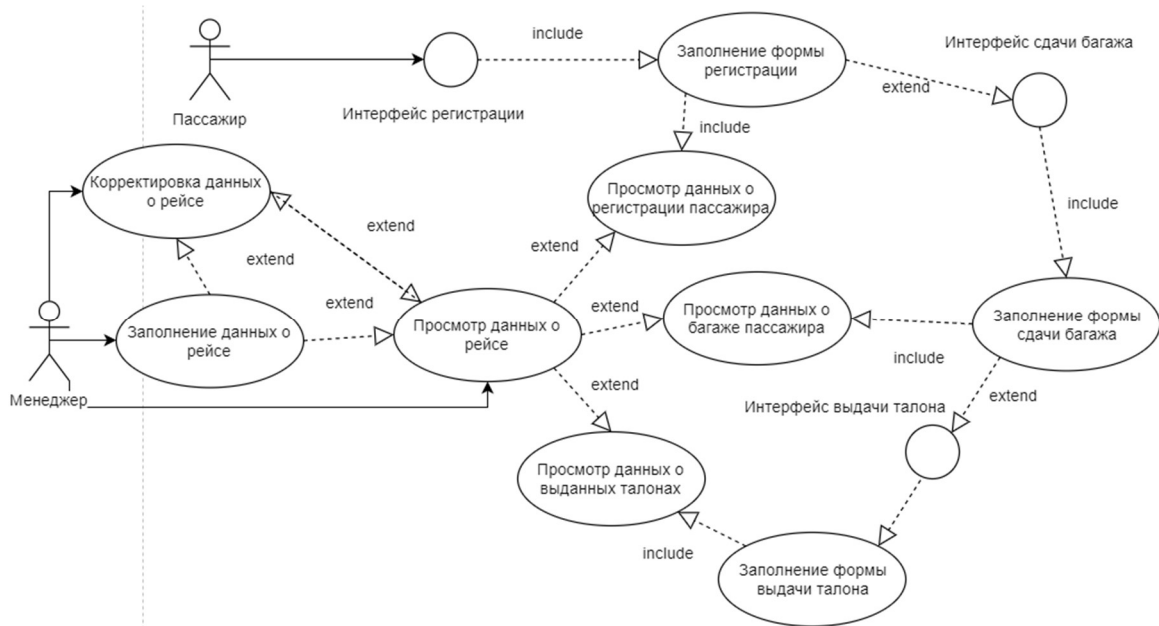


Рис. 2. Диаграмма прецедентов

```

public void passData(DataCenter.TokenData token_data)
{
    // Проверяем введенные данные
    if (datacenter.check_ticket_data(token_data))
    {
        // Всё ок, выдаём талон
        DateTime localDate = DateTime.Now;
        datacenter.insertTicket(token_data, localDate);
        MessageBox.Show($"Талон выдан {localDate}, номер билета: {token_data.ticket_number}", "Терминал выдачи талонов", MessageBoxButtons.OK);
    }
    else
    {
        // Что-то пошло не так, выводим ошибку
        MessageBox.Show($"Ошибка: введены неправильные данные (Номер билета: {token_data.ticket_number}, ФИО: {token_data.getFullname()})", "Терминал выдачи
    }
}

```

Рис. 3. Код метода класса терминала

В работе выполнены макеты основных интерфейсов терминалов регистрации, сдачи багажа и выдачи посадочных талонов. На рис. 4 (см. ниже) представлен макет интерфейса регистрации.

Интерфейс разбит на три окна. Каждое окно отвечает за один из этапов прохождения регистрации. Левое окно отвечает за сканирование лица пассажира. Центральное окно отвечает за ввод персональных данных пассажира. Правое окно отвечает за сканирование отпечатков пальцев и чипа паспорта. Для лучшего понимания работы терминала, в правом окне будет размещаться инструкция по сканированию чипа паспорта и отпечатков пальцев. Внизу каждого из окон присутствует кнопка индикации прохождения этапа. Если данный этап успешно пройден, кнопка загорается зеленым. В окне ввода данных регистрации предусмотрена дополнительная индикация прохождения этапа в виде небольшой кнопки сразу после полей ввода данных. Она необходима, для индикации технических проблем. При отправке данных она загорится желтым. При успешной проверке данных – зеленым. При технической ошибке она загорится синим и выведет сообщение

с просьбой обратиться к администратору. Интерфейс позволяет проходить этапы в любом порядке. После успешного прохождения всех этапов терминал автоматически начнет процесс завершения регистрации.

Сканирование лица	Данные регистрации	Сканирование отпечатков пальцев и чипа паспорта	
Изображение с камеры	Фамилия <input type="text"/>	Инструкция	
	Имя <input type="text"/>		
Отчество <input type="text"/>			
Номер билета <input type="text"/>			
Номер паспорта <input type="text"/>			
Данные введены неверно!			
Пожалуйста, посмотрите в камеру, пока кнопка внизу не загорится зеленым	Пожалуйста, введите данные регистрации и дождитесь, пока кнопка снизу не загорится зеленым	Если чип паспорта успешно считан, кнопка внизу загорится зеленым	Если отпечатки пальцев успешно считаны, кнопка внизу загорится зеленым

Рис. 4. Интерфейс терминала регистрации

Список используемых источников

1. ACI World. (2019). Preliminary world airport traffic rankings released – ACI World. URL: <https://aci.aero/news/2019/03/13/preliminary-world-airport-traffic-rankings-released/> (дата обращения 28.04.2021).
2. Котлова М. В., Давыдова Е. В. Методы и средства проектирования информационных систем и технологий: учебное пособие : СПбГУТ. СПб., 2015. 64 с. ISBN 978-5-89160-100-0.
3. Давыдова Е. В., Котлова М. В. Инструментальные средства информационных систем: учебное пособие : СПбГУТ. СПб., 2017. 64 с. ISBN 978-5-89160-100-0.

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ИУС СПбГУТ Давыдовой Е. В.*

УДК 621.396.67.091.1
ГРНТИ 47.45.29

Р. А. Алли (студент гр. ФП-01м, СПбГУТ), rashid.alli@yandex.ru

РАЗРАБОТКА МНОГОЧАСТОТНОЙ ДРЕВОВИДНОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ РЕКТЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

В данной работе исследовались частотные свойства Y-образной древовидной фрактальной антенны второго порядка. Проведено компьютерное моделирование методом моментов в диапазоне от 1 до 12 ГГц. Проведено сравнение зависимостей коэффициента стоячей волны от геометрических размеров антенны. Определены структуры с наилучшими характеристиками. Исследована зависимость частотных свойств антенны от её электрической длины.

фрактальные антенны, многочастотные антенны, древовидные антенны.

Alli R. Frequency Properties of Tree-Shaped Fractal Antennas.

Abstract: in this paper, the frequency properties of a Y tree-shaped fractal antenna of the second and third-order were studied. A computer simulation was carried out using the method of moments in the range from 1 to 12 GHz. The dependencies of the standing wave coefficient on the geometric dimensions of the antenna are compared. The structures with the best characteristics are determined. The dependence of the frequency properties of the antenna on its electrical length is investigated. The effect of additional iterations on the frequency properties of the antenna is investigated.

Key words: fractal antennas, multiband antennas, tree shaped antennas.

Введение

Фрактальные антенны – это антенна, активная часть которой имеет вид самоподобной кривой. Фрактальные антенные структуры способны принимать сигнал на нескольких частотах одновременно, при этом обладая меньшими габаритами, чем обычные. Благодаря этому свойству их широко применяют в носимых устройствах, где важно максимально эффективное использование пространства внутри корпуса [1].

Частным случаем фрактальных антенн являются древовидные фрактальные антенны [1]. Благодаря хорошей реализации принципа сложения токов в данной структуре, становится возможным получить хороший коэффициент усиления на нескольких частотах одновременно [1, 2, 3, 4]. Это позволяет использовать такой тип антенн в многочастотных детекторах, широкополосных приёмо-передающих устройствах и ректенных преобразователях – устройствах для преобразования электромагнитной энергии в постоянный ток.

Целью данной работы является изучение зависимости частотных свойств Y-образной фрактальной антенны от геометрических параметров (рис. 1).



Рис. 1. Зависимость коэффициента стоячей волны от частоты для древовидных антенн с разными геометрическими параметрами

Исследование соотношений сторон

Было исследовано 3 конфигурации (рис. 2). Модель 1: ствол антенны выполнен из латунной трубки, ветви – из меди. Модель 2 рассчитывалась как изготовленная из медной проволоки. Модель 3 – Ствол из латунной трубки. Плечи из медной проволоки. Все расчёты проведены методом моментов в программе MMANNA-GAL.

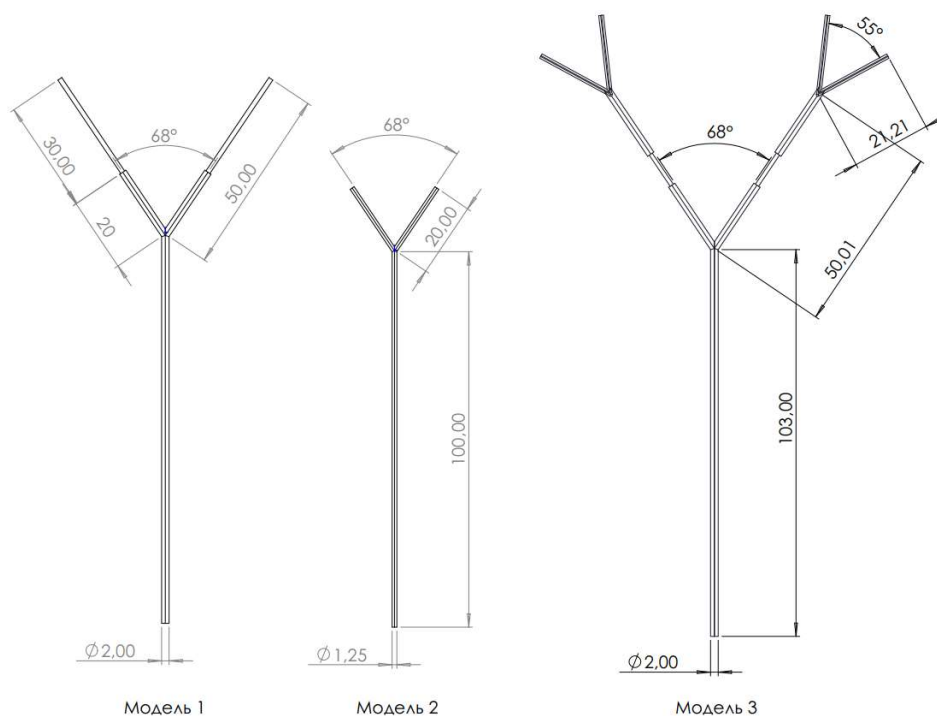


Рис. 2. Габариты исследованных антенн

По параметрам компьютерных моделей 1 и 2 были изготовлены макеты, представленные на рис. 3 и 4.

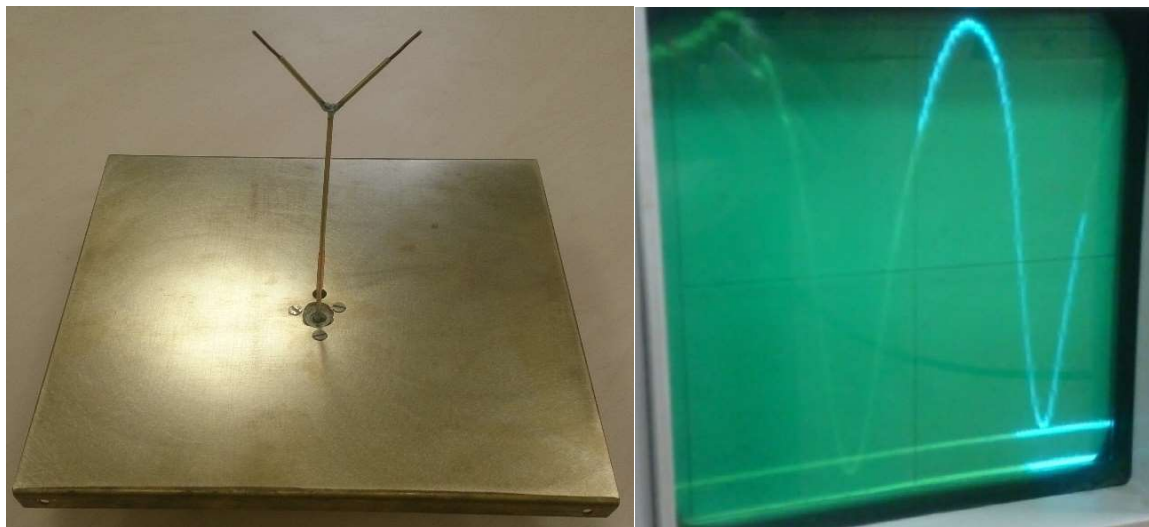


Рис. 3. Макет 1 и КСВ, полученный в результате измерений макета 2 на частоте 2–4 ГГц

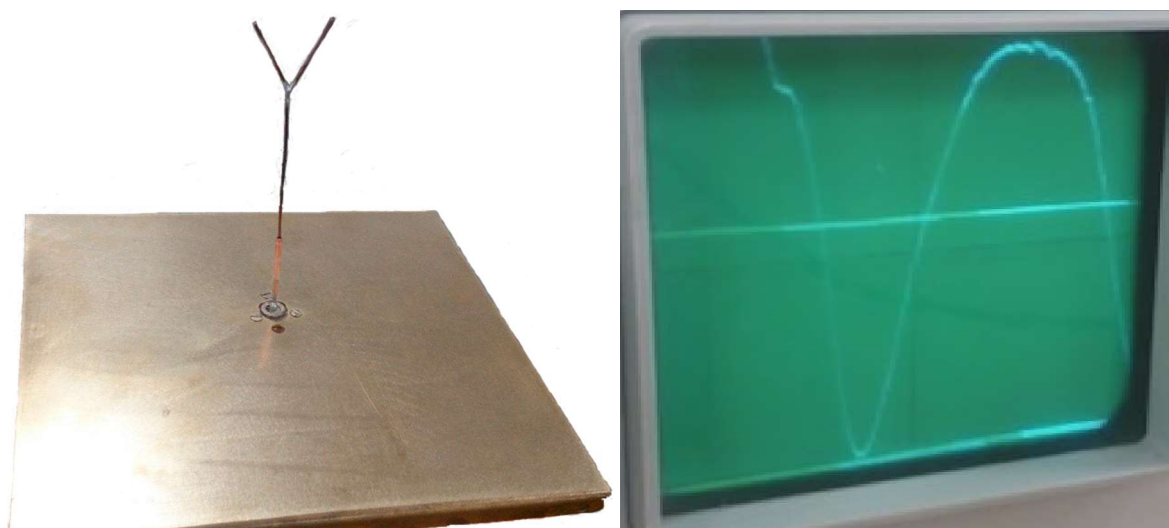


Рис. 4. Макет 2 и КСВ, полученный в результате измерений макета 1 на частоте 2–4 ГГц

Проведено измерение характеристик изготовленных макетов в диапазоне от 2 до 4 ГГц. Результаты измерений совпадают с теоретическими расчётами.

Согласно результатам компьютерного моделирования, на частоте от 2 до 4 ГГц наилучшие характеристики среди моделей 2 показали версии с соотношением длин плеча к длине ствола 1:5 и углом между ветвями в 60 градусов. Поэтому в дальнейших исследованиях будет использована именно эта конфигурация.

Исследование влияния размера на частотные свойства

Были проведены исследования зависимости характеристик от размера структуры с наилучшими параметрами – с соотношением длины ствола к длине плеча 5 к 1 (рис. 5, 6).

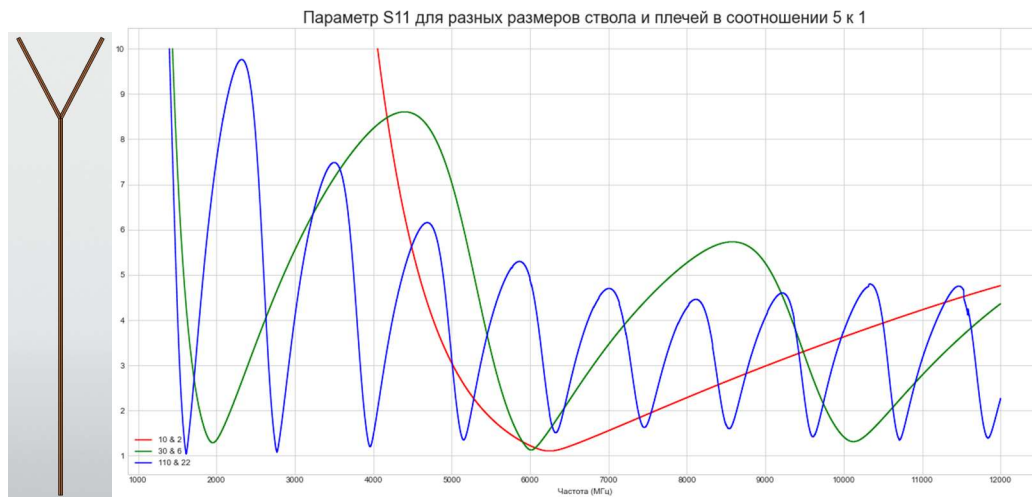


Рис. 5. Слева: 3D модель, отображающая соотношение длин ветвей и ствола для исследуемых конфигураций

Количество резонансных частот в исследуемом диапазоне напрямую зависит от геометрических размеров антенны и прямо пропорционально её размеру. Чем больше габариты антенны – тем больше резонансных частот.

Заключение

В ходе исследования было проведено моделирование и макетирование древовидных фрактальных Y-образных антенн. Получена сходимость результатов моделирования и измерений.

С помощью компьютерного моделирования установлено, что количество резонансных частот фрактальной антенны напрямую зависит от её геометрических размеров – чем больше антенна, тем больше у неё резонансов.

Дальнейшее развитие работы планируется в направлении применения разработанной антенны в многочастотном ректенном преобразователе.

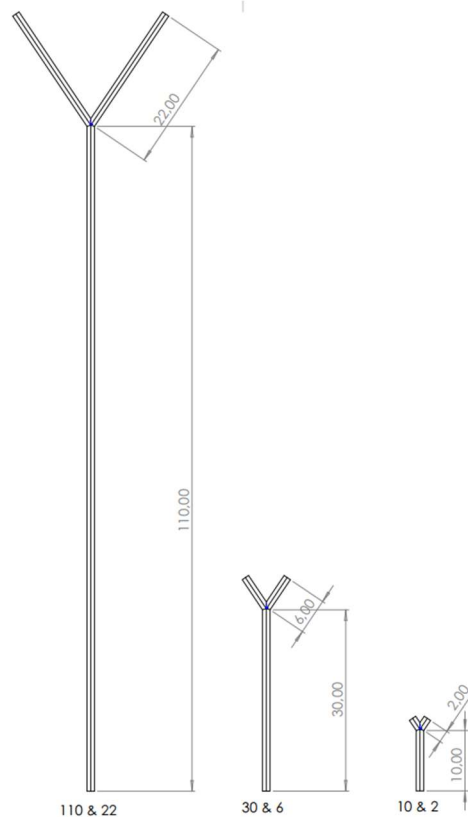


Рис. 6. Геометрические размеры исследуемых в ходе компьютерного моделирования антенн

Список используемых источников

1. Гаранин Т. Фрактальные антенны и линии задержки. 2019. 150 с. URL: <http://crit1.ru/fractal/> (дата обращения 23.01.2021).
2. Воскресенский Д. И. Антенны и устройства СВЧ. М. : Советское радио, 1972. 320 с.
3. Жуков В. Б. Теория синтеза и оптимизации антенн. СПб. : Элмор, 2001. 164 с.
4. Фальковский О. И. Техническая электродинамика: учебник. 2-е изд., СПб. : Лань, 2009. 432 с.

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой ЭиС СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Филиным В. А.

УДК 37.01, 37.06, 004.8

ГРНТИ 14.35.07, 14.85.51, 28.23.29, 81.95.61

И. И. Буймистров, В. Б. Вяткин, А. А. Новиков

(студенты гр. ИКБ-93, СПбГУТ), cathseugut@gmail.com

В. А. Юрова (к. ф.-м. н., доцент кафедры ЭиС, СПбГУТ), va-yurova@mail.ru

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА**ПО СОЗДАНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЧАТ-БОТА****ДЛЯ КУРСА «ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА»**

С учетом перехода на дистанционный формат обучения в связи с эпидемиологической ситуацией, и также активностью внедрения дистанционных образовательных технологий актуальным является разработка электронной справочной системы с возможностью использования машинного обучения. Целью работы является разработка технического задания и дальнейшего создания справочного чат-бота на его основе для курса «электроника и схемотехника» направления подготовки «информационная безопасность».

чат-бот, технологии дистанционного обучения, электронное обучение, высшее образование, искусственный интеллект, педагогика, python.

Buimistrov I., Novikov A., Vyatkin V., Yurova V. The Development of an Educational Chatbot for the Course "Electronics And Circuit Engineering".

Taking into account the transition to a distance learning format in connection with the epidemiological situation, and also the active introduction of distance educational technologies, the development of an electronic reference system with the possibility of using machine learning is relevant. The purpose of the work is to develop a technical task and further create a chatbot based on it for the course "electronics and circuit engineering" of the training direction "information security".

Key words: *chatbot, distance learning technologies, e-learning, higher education, artificial intelligence, pedagogy, python.*

Развитие телекоммуникационных систем и их внедрение в образовательные процессы открывают широкие возможности в организации учебного процесса и представляют особый интерес в связи со сложившейся эпидемиологической ситуацией на 2020–2021 год. Менталитет современного человека, имеющего постоянный, круглосуточный доступ к социальным сетям, настроен на мгновенное получение информации на свои сообщения или поисковые запросы. При этом в процессе организации учебного процесса, общения со студентами к преподавателю поступают, порой лавинно, однотипные вопросы по организации учебного процесса, баллах, сроках сдачи работ, дополнительных материалах и пояснений. Поэтому актуальным является разработка и внедрение справочно-организационной системы общения со студентами в процессе обучения, к которой студенты могут обращаться в удобное для них время, получать нужную и качественную информацию по курсу [1]. С этой целью в качестве эксперимента для курса «электроника и схемотехника» направления подготовки бакалавриата «информационная безопасность» было предложено создание информационной среды для снижения информационного потока, связанных с ответами на множество однотипных вопросов, удобным и легким переходом к ресурсам обучения в дистанционном формате по нужному запросу.

Для создания информационной среды с возможностью дополнений и обновлений информации по курсу, её актуализацией возможно использование или встроенного чата на портале образовательного учреждения или создание чат-бота, который представляет большой спектр возможностей для удобного представления информации и использованием машинного обучения для расширения базы данных, заложенной в проект изначально, и формирования автоматизированного адекватного ответа на запрос студентов [2]. Также программа должна предусматривать множество исключений, связанных как с обработкой запросов, так и с их отправкой. Реализации чат-ботов, выходящих в массы, должны проходить множество проверок и быть предельно корректными. Плюсы и минусы использования чат-ботов представлены в таблице.

ТАБЛИЦА. Достоинства и недостатки использования чат-ботов

Плюсы	Минусы
Возможность быстро получить нужную информацию	Нужно точно задавать вопрос для корректного ответа бота
Современность	Возможны сбои на платформе, в которой работает чат-бот
Высокая скорость ответа	Зависимость от работы сети интернет
Востребованность	
Доступность (работает 24 часа в сутки)	

Для реализации была выбран оптимальный формат базы знаний. Основными задачами при создании были выбраны скорость ответов, интуитивный интерфейс, безопасность данных пользователей, корректность ответов, распознавание ошибок в запросе пользователей. Предложенный алгоритм работы чат-бота представлен в блок-схеме на рис. 1.

Для реализации программной части чат-бота был выбран язык программирования *python* [3, 4]. Выбор был сделан основываясь на следующих преимуществах: имеющийся опыт работы и написания программ на *python*. Наличие вспомогательных инструментов таких, как библиотеки для создания и настройки чат-бота [5]. Скорость разработки на *python* выше в сравнении

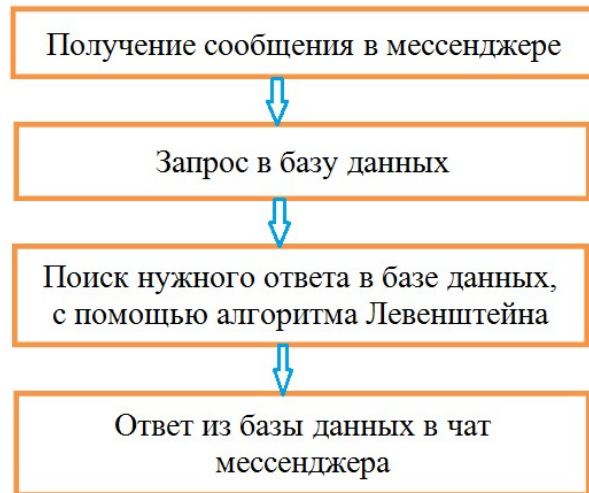


Рис. 1. Алгоритм работы проектируемого чат-бота

с другими языками программирования. Также он удобнее для дальнейшего использования в проекте систем искусственного интеллекта.

Реализация механизма сравнения основана на алгоритме Левенштейна, отлично подходящего под задачу, а именно для сравнения текстовой информации запроса и готовых ответов в базе и файлах. Также он легок в реализации на языке программирования *python*.

Оптимальным решением для хранения данных является база данных *Firebase*. Не нужно хранить объемный файл с информацией на компьютере, так как данные хранятся в облаке на сервере и, значит, есть возможность круглосуточного предоставления информации по обращениям пользователей. Доступ к базе осуществляется по *API*. Обновления происходят мгновенно, не нужно ничего менять в коде программы. Данные хранятся в формате *JSON*, который схож со списком в языке программирования *python*.

Для формирования чат-бота был выбран мессенджер (служба мгновенного обмена сообщениями) *Telegram*, платформа которого очень быстро развивается, имеет высокую скорость доставки сообщений, возможность отправки файлов различных форматов, не требует постоянного включения устройства, на котором создан чат-бот, а также заявленную высокую защищенность переписки. Функционал бота очень прост, поэтому в случае необходимости изменить какие-либо детали в работе бота будет несложно. С учетом того, что содержание курса «электроника и схемотехника» подразумевает для наглядности некоторых материалов использование картинок для работы со справочной информацией из теоретической части (например,

при выдаче ответа на такие вопросы «что такое фотодиод?», «чем отличаются токовое зеркало от дифференциального каскада» и т. п.), то необходимо использовать ссылки на внешние хранилище данных, внесенных в базу ответов чат-бота. С этой целью можно использовать сервисы документы таких платформ, как *google*, *yandex*, *mail.облако*. В дальнейшем расширить базу данных или поменять текст в конкретной теме будет достаточно просто, отредактировав информацию непосредственно в файлах. В случае необходимости изменить кнопки взаимодействия между пользователем и чат-ботом, придется переписывать часть исходного кода, отвечающего за кнопки. За счет использования встроенной базы данных, внесение информации в которую на начальном этапе является трудоемким процессом, уменьшается количество двояких толкований, неточностей в выдаваемых базой чат-бота ответов, что является существенным преимуществом перед поисковыми запросами в интернете. Помимо этого, в загружаемой в базу информацию учитывается специфика направления подготовки и актуальности материалов для него.

Также пользователь не может повлиять на информацию, хранящуюся в боте и как-либо взаимодействовать с базой данных, поэтому вероятность выхода из строя чат-бота заметно уменьшается.

Для разработки пользовательского интерфейса и последовательности предоставления информации была предложена начальная страница с созданием фиксированного меню (рис. 2) с вынесением кнопок названия тем для вопросов, при нажатии на каждую из них будут приходиться вопросы и ответы по соответствующей тематике.

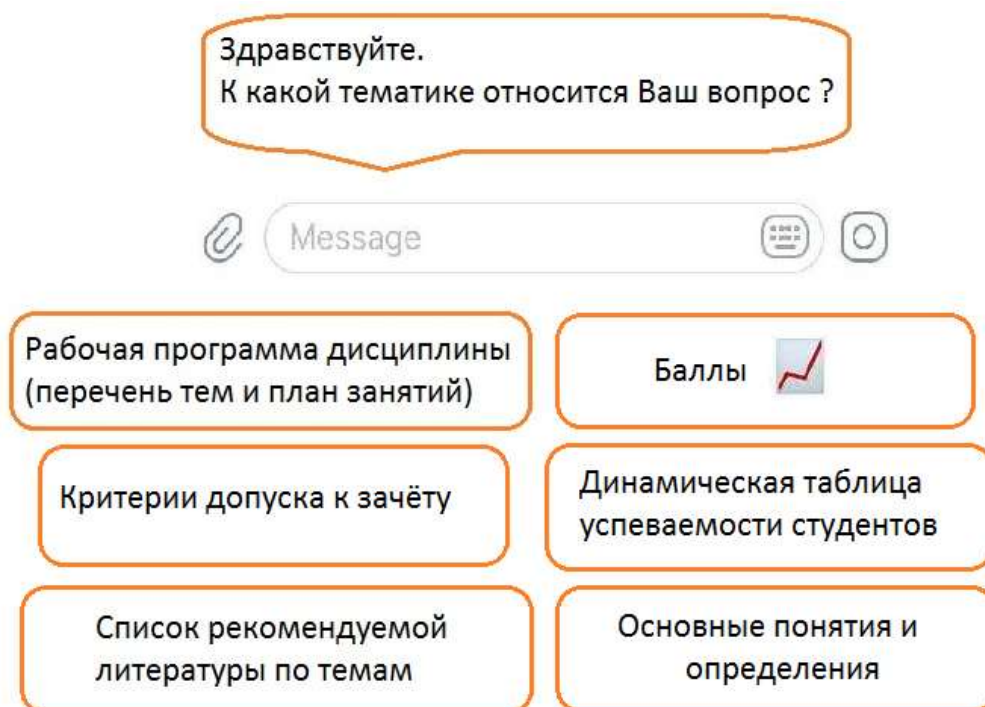


Рис. 2. Блок-схема структуры учебно-организационного чат-бота

Раздел «рабочая программа дисциплины» будет подразделяться на три блока, в которых студент, выбирая тип занятия – лекции, практические или лабораторные занятия будет переходить на окно с перечнем тем и плана занятий. В разделе баллы указывается значения баллов (оценок, зачетов) за различные виды работ по курсу (прохождение опросов по лекциям, выполнение тестов промежуточного контроля знаний, выполнение и защита лабораторных работ и т. д.), также представлены минимальные баллы (оценки), которые соответствуют зачету по пройденной теме занятия. В разделе «критерии допуска к зачёту по курсу» отображаются требования в соответствии с действующими образовательными стандартами для допуска к сдаче зачета. В разделе динамической таблице успеваемости представлены сводные данные по всем видам занятий, которые постоянно обновляются по мере проведения занятий, проверки работ, защиты лабораторных работ и курсового проекта. Таким образом, студенты смогут иметь наглядное представление о своей успеваемости и имеющихся задолженностях на момент обращения к таблице. Оптимальной и уменьшающей трудоемкость ведения журналов занятий была бы возможность синхронизации этого раздела с личным кабинетом, в котором преподаватели ведут в настоящее время электронные журналы. Отличием является то, что в такой таблице есть возможность просмотра полной, обобщенной только по конкретной дисциплине информации, что способствует более наглядному представлению сведений, больших возможностей представления результатов в зависимости от темы и вида занятия. Список рекомендуемой литературы планируется оснастить ссылками непосредственно на библиотечный ресурс вуза с открытым доступом к электронным версиям книг и пособий. Раздел «основные понятия и определения» планируется сделать в виде сборника основных понятий и определений, выдаваемых по принципу «вопрос»-«ответ». При подключении к этому блоку элементов искусственного интеллекта будет повышать точность выдаваемых из базы данных ответов на вопросы пользователей, даже при наличии опечаток в вопросе или шуточных, неполных форм вопросов.

Таким образом, в ходе проведенного анализа технологий создания учебно-справочных платформ и технологий мессенджеров было составлено техническое задание для разработки образовательного чат-бота для курса «электроника и схемотехника» направления подготовки «информационная безопасность», определены технические средства, структура и наполнение базы данных. В настоящее время ведется наполнение базы данных и разработка диалоговой части чат-бота.

Список используемых источников

1. Гречихин С. С. Дистанционное обучение с помощью образовательных чат-ботов в современных мессенджерах // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9. № 3 (32). С. 66–68.

2. Dharmi Gohil (2018) A Guide on Chatbots // dzone.com. 07 августа. URL: <https://dzone.com/articles/here-is-a-complete-guide-of-chatbots>. (дата обращения 25.05.2021).

3. Златопольский Д. М. Основы программирования на языке Python. М. : ДМК Пресс, 2017. 284 с.

4. Плас Дж. В. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. СПб. : Питер, 2018. 576 с. URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=356721> (дата обращения 20.03.2021).

5. Джанарсанам С. Разработка чат-ботов и разговорных интерфейсов. М. : ДМК Пресс, 2018. 339 с.

УДК 378.147.31

ГРНТИ 29.05.19

В. С. Татаев (студент гр. ФП-92, СПбГУТ), tataew_vas@mail.ru

ЧТО ТАКОЕ МИРОВОЙ ЭФИР И КАК ОН СВЯЗАН С ТЕОРИЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Данная статья предлагает взглянуть на историю создания теории относительности с точки зрения взаимосвязи с теорией эфира.

мировой эфир, СТО, ОТО, уравнения Максвелла, преобразования Лоренца, А. Эйнштейн, опыт Физо, опыт Майкельсона и Морли, эксперимент Е. В. Александрова.

Tataev V. What is the World Ether and How it is Connected with the Theory of Relativity. *This article offers to look at the history of the creation of the theory of relativity from the point of view of the relationship with the theory of ether.*

Key words: world ether, SRT, general relativity, Maxwell equations, Lorentz transformations, A. Einstein, Fizeau experiment, Michelson and Morley experiment, E. V. Aleksandrov experiment.

Начать стоит с основ того, что называют классической механикой: законы Ньютона, на которых не будем останавливаться, и принцип относительности Галилея. Кратко его можно сформулировать так: законы механики не зависят от того, в какой из инерциальных систем отсчёта мы их исследуем. Отсюда получаем вывод – находясь в движущейся системе отсчёта невозможно выяснить, движется ли она. Он пригодится нам в дальнейшем. Скорость света Галилей считает бесконечной, а об явлениях оптической и электромагнитной природы не упоминает, и, как покажут эксперименты, преобразования Галилея неприменимы для явлений такого рода. Эти противоречия привели к открытию преобразований Лоренца, и, в итоге, к относительности Эйнштейна. До него явления света, впоследствии,

и электромагнитные (их природу считали различной), объясняли существованием особой светонесущей среды – эфира. Далее обратимся к докладу А. Эйнштейна 5 мая 1920 г. в Лейденском университете [1]:

«Гипотеза об эфире приобрела новую поддержку, когда стало очевидным глубокое сходство между свойствами света и свойствами упругих волн. Свет можно представить себе, как колебательный процесс в упругой среде, обладающей инертной массой и заполняющей Вселенную. Далее, из явления поляризации света с необходимостью вытекало, что эта среда – эфир – должна быть подобна твердому телу...»

Пояснение. Гюйгенс, первым рассмотрев свет, как волну, предполагал, что световые волны продольны и распространяются в эфире. Такая концепция объясняла открытые позднее дифракцию, интерференцию и двойное лучепреломление. Наметились две теории – эмиссионная (свет есть поток частиц, излучаемых источником) и волновая (свет есть всплеск в эфире). Подтверждениями волновой стали теоретические выводы Томаса Юнга и опыты Жана Френеля (современная физика выделяет у света свойство корпускулярно-волнового дуализма). Оставалось необъяснённым явление поляризации. Решение нашёл Френель, ещё в 1816 году высказавший предположение, что световые колебания эфира не продольны, а поперечны. В чём суть: поляризация – характеристика поперечных волн, описывающая поведение вектора колеблющейся величины в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. В продольной волне поляризация возникнуть не может, так как направление колебаний в волнах этого типа совпадает с направлением распространения. Однако, поперечные колебания ранее встречались только в несжимаемых твёрдых телах, а эфир тогда считали близким по свойствам к газу или жидкости.

«Таким образом пришли к теории «квазиупругого» светового эфира, частицы которого могут совершать лишь небольшие деформационные движения, соответствующие световым волнам. Эта теория, называемая также теорией неподвижного эфира, в дальнейшем нашла сильную поддержку в опыте Физо, из которого можно было заключить, что эфир не принимает участия в движении тел...».

Пояснение. В 1851 г. Ипполит Физо провёл опыт по измерению относительной скорости света в движущейся воде. Грубо его можно описать так: разделённый на два луча свет от источника направлялся в параллельные трубы с текущей в противоположные стороны жидкостью, затем лучи снова объединялись в интерферометре, и полученная интерференционная картина позволяла сделать вывод об изменении скорости света. Такой эффект был действительно обнаружен, математически описывается так:

$$\Delta N = \frac{4cl}{\lambda_0(v^2 - a^2u^2)},$$

где c – скорость света, v – скорость света относительно эфира в воде, u – скорость воды, a – коэффициент увлечения, l – длина трубки с водой, λ_0 – длина волны света.

Полученный результат посчитали доказательством существования явления частичного увлечения эфира средой, теоретически описанного Френелем в 1818 году: среда, движущаяся в неподвижном эфире, увлекает распространяющийся через него свет только частью от скорости среды, с коэффициентом $f = 1 - \frac{1}{n^2}$, где n – коэффициент преломления этой среды. Позже выяснилось, что коэффициент f (коэффициент увлечения Френеля) согласуется с релятивистской формулой сложения скоростей. Следующим шагом стало повторение опыта Физо Майкельсоном и Морли в 1886 г. с повышенной точностью. Получив схожие с Физо результаты, учёные пошли ещё дальше: если считать эфир неподвижным относительно Солнца, то он должен так же частично увлекаться при вращении Земли. Мы не замечаем этого, поскольку находимся в движущейся системе – вспоминаем Галилея. Следовательно, полгода «эфирный ветер» должен обдувать Землю и смещать показания интерферометра в одну сторону, полгода – в другую. В результате годичных наблюдений смещения обнаружены не были. Современная физика считает этот результат достаточным доказательством отсутствия эфира [2, 3].

«Развитие теории электричества по пути, указанному Максвеллом и Лоренцом, привело к своеобразному и неожиданному повороту в развитии наших представлений об эфире...».

Пояснение. В классической волновой оптике того времени стоял труднейший вопрос: какими свойствами должен обладать эфир, чтобы допускать поперечные колебания и исключить продольные? Анри Навье в 1821 году получил общие уравнения распространения возмущений в упругой среде, изучая которые Огюстен Луи Коши (1828) показал, что, в любом случае, продольные волны также должны существовать. Переломным моментом стало открытие Максвеллом уравнений классической электродинамики и предсказание существования электромагнитных волн.

«...физики-теоретики примирились с таким запутанным с точки зрения их механистической программы положением дела; особенно способствовали этому электродинамические исследования Г. Герца...»

Пояснение. Подтверждение Г. Герцем теории Максвелла, привело к рассмотрению эфира, как общего носителя света, электричества и магнетизма. Эйнштейн считает такой подход неприемлемым:

«...физики постепенно привыкли наряду с механическими понятиями допускать в качестве основных понятий напряженности электрических и магнитных полей, не требуя механистического истолкования. Такой поворот привел к невыносимому дуализму в основных положениях. Таково было положение дела, когда выступил Г. А. Лоренц. <...> По теории Лоренца,

движутся одни только элементарные частицы материи; их электромагнитное действие обусловлено лишь тем, что они несут электрические заряды. Лоренцу удалось описать все электромагнитные явления на основе уравнений поля, установленных Максвеллом для пустоты. Таким образом, теория Максвелла - Лоренца удовлетворяет условиям специальной теории относительности; но с точки зрения последней она приобретает новый вид. Если рассматривать две системы отсчёта K и K' , относительно которых эфир покоится, то уравнения М-Л будут справедливы для K , согласно специальной теории относительности, те же самые уравнения будут справедливы и относительно всякой системы K' , движущейся равномерно и прямолинейно относительно системы K . Мне кажется неприемлемой (хотя логически и не вполне ложной) физическая равноценность систем K и K' при одновременном допущении, что эфир покоится относительно системы K и движется относительно системы K' . В этом вопросе можно встать на следующую точку зрения. Эфира вообще не существует. Электромагнитные поля представляют собой не состояния некоторой среды, а самостоятельно существующие реальности, которые, подобно атомам весомой материи, не связаны ни с какими носителями. Такая концепция является тем более естественной, что, по теории Лоренца, электромагнитное излучение, подобно материи, обладает импульсом и энергией, и что материя и излучение, согласно специальной теории относительности, являются только особыми формами энергии, распределенной в пространстве; таким образом, весомая масса теряет свое особое положение и является лишь особой формой энергии.»

Можно сделать первый вывод – Эйнштейн предлагает физикам отказаться от понятия эфира и от понятия массы, перейдя на язык импульса и энергии (такой подход реализован, например, в квантовой механике).

Современным доказательством справедливости выводов Эйнштейна является опыт нашего современника и соотечественника Евгения Борисовича Александрова. Его работы относятся к области физической оптики и квантовой электроники (рис., см. ниже). Им были открыты и исследованы эффекты интерференции атомных состояний, связанные с особенностями поведения нестационарных квантовых систем (квантовые биения). В 2011 г. совместно с сотрудниками академик поставил эксперимент по измерению скорости света, излучаемого электронами на световой скорости. В эксперименте измерялась скорость света синхротронного излучения электронов, при их криволинейном движении в магнитном поле ускорителя заряженных частиц. В источнике ИСТ формировался сгусток электронов длиной ~ 30 см, разгоняемый до скорости, близкой к скорости света. Внутри установки поддерживался глубокий вакуум. Четыре магнита M поворачивали сгусток на 90 градусов каждый, делая траекторию замкнутой. При прохождении поворота электроны приобретали π/c ускорение, порождающее излучение. Полученный луч в виде импульса длительностью 10^{-9} с, в точке O двигающийся по касательной к траектории электронов, попадал в канал вывода

длиной $L = 7,2$ м и через прозрачное окно ОК регистрировался фотоприёмником ПР. Сигналы от фотоприёмника и источника электронов поступали на сверхточный осциллограф, скорость определялась делением длины выводного участка на затраченное время. Измеренная скорость света оставалась равной $3 \cdot 10^8$ м/с, что доказывает независимость скорости света от ИСО для источника, движущегося на скорости, близкой к световой. Данный вывод трактуется, как несостоятельность теории эфира.

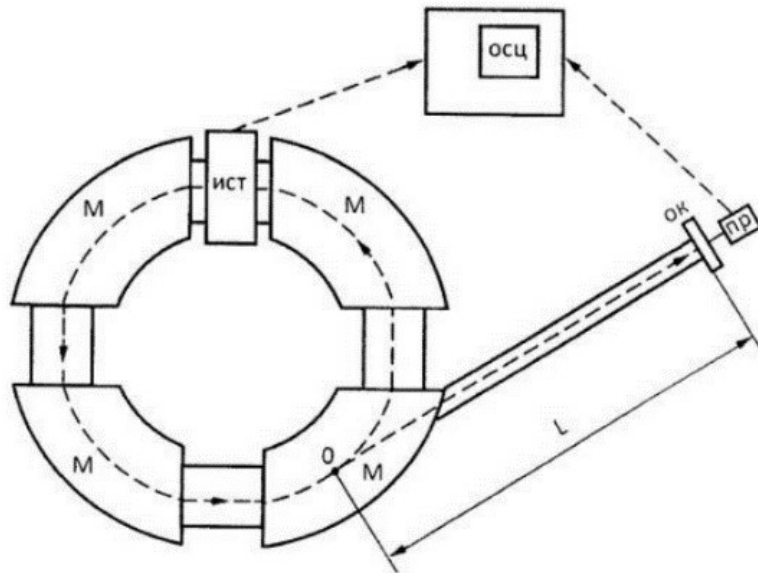


Рис. 1. Установка в опыте Е. Б. Александрова

Принято считать, что общая теория относительности также изначально отрицает эфир. В рассматриваемом докладе Эйнштейн не соглашается с существованием абсолютной пустоты, допуская особый эфир ОТО:

«Отрицать эфир – это в конечном счете значит принимать, что пустое пространство не имеет никаких физических свойств.»

Пояснение. Аргументирует Эйнштейн тем, что вращение некоторой механической системы, влияющее на её поведение, невозможно привязать к самой системе. Далее опирается на инерционный подход Маха:

«Эфир Маха не только обуславливает поведение инертных масс; состояние самого эфира зависит от инертных масс. Мысль Маха находит свое полное развитие в эфире общей теории относительности. Согласно этой теории, метрические свойства пространственно-временного континуума в окрестности отдельных точек различны и зависят от распределения материи вне рассматриваемой области. Соответственно, признание того факта, что пустое пространство в физическом отношении не является однородным и изотропным, вынуждает нас описывать его состояние с помощью десяти функций - гравитационных потенциалов g . Эфир общей теории относитель-

ности есть среда, сама по себе лишенная всех механических и кинематических свойств, но в тоже время определяющая механические (и электромагнитные) процессы».

Вывод

С точки зрения современной физики, описание пространства гравитационными потенциалами не требует понятия эфира, поскольку пространство Эйнштейна (ОТО) формируется, как результат расположения гравитационных масс, и, локально, обладает свойствами, позволяющими изменять траекторию тел или излучений, которые можно трактовать как обладание пространством некоей энергией. Однако, в представленном докладе Эйнштейн рассматривает пространство ОТО, как эфир.

Список используемых источников

1. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в 4 т. под ред. Е. И. Тамма, Я. А. Смолинского, Б. Г. Кузнецова. М. : Наука, 1965. Т. 1. 702 с.
2. Савельев И. В. Курс общей физики, в 3 т., глав. ред. физико-математической литературы. М. : Наука, 1970. Т. 1. 508 с.
3. Савельев И. В. Курс общей физики, в 3 т., глав. ред. физико-математической литературы. М. : Наука, 1970. Т. 3. 530 с.

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой физики СПбГУТ, доктором технических наук, профессором Колгатиным С. Н.

УДК 338.2
ГРНТИ 06.39.27

М. А. Александров (студент гр. БИ-01м, СПбГУТ), aleksandrov_mihail@list.ru

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В БИЗНЕСЕ

В статье рассматриваются сущность и определения цифровой экономики и цифровой трансформации в бизнесе, оказывающие влияние на приоритетные бизнес-процессы организации. Проанализирована связь цифровой трансформации с цифровой экономикой. Особое внимание при трансформации уделено синергии телекоммуникационной отрасли и нефтяной промышленности. Обе эти отрасли, имея современную технологическую основу, являются двумя локомотивами экономики, поэтому данный пример является наиболее показательным и, в то же время, наиболее простым.

цифровая трансформация, цифровая экономика, цифровая трансформация в бизнесе.

Aleksandrov M. Digital Economy and Digital Transformation in Business.

The article deals with the essence and definitions of the digital economy and digital transformation in business, affecting the priority business processes of the organization. The relationship between digital transformation and the digital economy is analyzed. Particular attention during the transformation is paid to the synergy of the telecommunications industry and the oil industry. Both of these industries, having a modern technological base, are two drivers of the economy, so this example is the most illustrative and, at the same time, the simplest.

Key words: digital transformation, digital economy, digital transformation in business.

Сегодня, в эпоху развития цифровых технологий, экспоненциального роста количества взаимосвязей между социально-экономическими системами, гражданами и организациями, сопровождающегося огромным потоком передаваемой информации по сети Интернет, важным становится понимание перехода экономических отношений в цифровое пространство [1, 2].

На данный момент в международной практике не существует четкого определения термина «цифровая экономика». В большинстве имеющихся источников при попытке описать термин затрагиваются взаимоотношения субъектов экономики с применением цифровых технологий, при этом могут упоминаться определённые виды технологий.

«Экономика, в которой благодаря развитию цифровых технологий наблюдается рост производительности труда, конкурентоспособности компаний, снижение издержек производства, создание новых рабочих мест, снижение бедности и социального неравенства», так определяет цифровую экономику Всемирный банк [3].

В Российской Федерации официально применяется данное определение «хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде; обработка больших объемов этих данных и использование результатов их анализа по сравнению с традиционными формами хозяйствования, позволяющие существенно повысить эффективность различных видов производства, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг» [4].

В большинстве определений цифровой экономики существует общность в том, что цифровая экономика является разделом экономики, где приоритет отдается знаниям граждан и нематериальному производству – основному фактору информационного общества.

Частный крупный бизнес также, как и государство заинтересован в цифровой экономике. Применение цифровых технологий и реализация цифрового контента дают эффект большей конкурентоспособности на рынке. Именно поэтому исследование процесса цифровой трансформации наиболее интересно именно сегодня, когда компании применяют новые технологии в своих внутренних технологических процессах и проводят цифровую трансформацию бизнес-моделей и бизнес-процессов, для сохранения лидерства на рынках своей отрасли.

Цифровая трансформация, как и цифровая экономика столкнулась с проблемой единого определения. Трансформация подразумевает под собой кардинальные преобразования объекта в общем, либо конкретных элементов объекта в результате внешнего или внутреннего воздействия.

Целью цифровизация (*digitalization*) процесса является оцифровка имеющихся материальных и информационных «аналоговых» ресурсов и создание на их основе цифровых цепочек взаимодействия с целью повышения прогнозируемости и гарантированности достижения поставленных задач с помощью средств последующей автоматизации. *Boston Consulting Group* (BCG) указали, что «цифровизация – это использование возможностей онлайн и инновационных цифровых технологий всеми участниками экономической системы – от отдельных людей до крупных компаний и государств» [5].

Впервые целостный термин цифровая трансформация был употреблён исследователями в конце XX века, когда технологии перестали упрощать рутинные процессы, но и стали менять формы бизнес-процессов. Благодаря чему процесс цифровой трансформаций стал нормой для ведущих отраслевых компаний.

BCG предложил данное определение цифровой трансформации: «Это максимально полное использование потенциала цифровых технологий во всех аспектах бизнеса». В нем акцент делается на увеличение числа применяемых технологий, но не изменений в имеющихся процессах [6].

Массачусетский технологический университет привел такое определение цифровой трансформации: «Использование технологии для радикального повышения производительности или доступности ресурсов для предприятий» [7]. Данное определение подтверждает, что само по себе внедрение технологий без положительного эффекта бессмысленно.

Собрав несколько идей, заключенных в разные понятия в единое целое, можно определить цифровую трансформацию, как процесс полного изменения формы экономической системы, в результате внедрения, разработки, поиска и применения цифровых технологических новшеств для увеличения эффективности выполнения своих функций всеми ее структурными подразделениями.

Раскроем подробнее, какие именно преимущества может нести в себе цифровая трансформация:

1. Персонализированный интерфейс для обслуживания клиентов. Современный заказчик ожидает, что организация, предоставляющая услуги, будет прислушиваться к его мнению и предоставлять эксклюзивные предложения, и функции, как эстетические, так и практические. Цифровые технологии позволяют дать преимущество в этом направлении.

2. Расширение источников дохода. С приходом новых технологий организация открывает себе доступ на ранее закрытый рынок, что впоследствии приводит к расширению клиентской базы и увеличению прибыли компании.

3. Оптимизация бизнес-процессов. Организации становятся более гибкими и начинают эффективно использовать имеющиеся кадровые и материальные ресурсы. Так как цифровые технологии позволяют автоматизировать часть внутренних процессов и исключить промежуточные этапы сложных бизнес-процессов.

Проанализировав перечисленные преимущества, можно прийти к выводу, что наиболее сильный эффект проявляется при оказании услуг, что определяется свойствами услуг, такими как персонализация, ориентация на взаимодействие заказчика и исполнителя, и носит информационный характер. Также в организации упрощается внутреннее взаимодействие, как между целыми отделами, так и между руководителями и их подчиненными.

Российские представители бизнеса, как и их зарубежные партнеры всецело сознают необходимость проведения процесса цифровой трансформации. Так компания ПАО «Газпром нефть» в 2019 году одной из первых из нефтегазовой отрасли утвердила стратегию цифровой трансформации до 2030 года. В ней отражены аспекты развития каждого направления нефтегазового бизнеса. По итогу завершения цифровая трансформация должна обеспечить сокращение расходов всех этапов разработки месторождений, а также повысить надежность, безопасность и экологичность активов. [8].

Для успешного прохождения процесса цифровой трансформации компания ПАО «Газпром нефть» утвердила создание дирекции по цифровой трансформации и в 2020 году произвела трансформацию двух телекоммуникационных компаний, тем самым, создав собственный ИТ-кластер на базе которого будет происходить внедрение всех цифровых технологий: Газпромнефть Цифровые решения (ранее ИТСК – Информационно-технологическая сервисная компания) и Газпромнефть Информационно-Технологический оператор (ранее ННГС – Ноябрьскнефтегазсвязь).

Телекоммуникационные компании, как лидеры современного информационного рынка имеют в своей основе два ключевых фактора: квалифицированный персонал и современные технические средства. Основываясь на данном базисе, дальнейшим верным шагом в организации будет внедрение продуктового подхода и разработка новых сервисов для заказчиков.

Синергия телекоммуникационной отрасли и нефтегазовой промышленности отразится в развитии инновационных направлений.

1. Облачные технологии. Большой объем информации и необходимость оперативного доступа к ней без привязки к статичному рабочему месту.

2. Промышленный интернет вещей. Создание платформы на основе межмашинного взаимодействия, упростит задачу по мониторингу и контролю, сбору телематических данных и иной информации с удаленных месторождений и трубопроводов.

3. Аналитика больших данных. Сегодня информация является основой всех долгосрочных планов. Сбор данных является повышением актива компании подобно финансовым вложениям. Анализ и построение прогноза по этим данным позволяет упростить промышленные процессы, предусмотреть риски и снизить издержки при выполнении различных технологических процессов.

4. Носимые устройства дополненной реальности. Дополненная реальность повысит скорость принятия решений на местах, предоставив информацию в графическом виде всем участникам проекта.

5. Роботизация. Находясь в экстремальных климатических условиях и на удаленном расстоянии, применение робототехники упростит задачу операторов и полностью позволит исключить человека из производственного процесса после прохождения цифровой трансформации.

Перечисленные современные цифровые технологии создают условия для реинжиниринга и оптимизации бизнес-процессов. Тем самым позволяя сократить издержки во всех цепочках создания стоимости. Сокращение издержек в условиях текущего кризиса является наиболее актуальной задачей. Сейчас действительно существует риск полного отказа от традиционных бизнес-процессов и замещения их цифровыми.

Результаты цифровой трансформации 2020 года в компании ПАО «Газпром нефть» приведены в таблице. Компания продолжит заложенный

вектор развития и с 2022 года планирует получить рост экономических показателей EBITDA на 3–5 %, за счет продолжения процесса цифровой трансформации [8].

ТАБЛИЦА. Продукты цифровой трансформации ПАО «Газпром нефть»

2020 г. Внедренные	2030 г. Планируемые
Внедрен искусственный интеллект в геологоразведке	Сокращение на 30 % времени проведения геологоразведки
Утверждено 30 программ цифровой трансформации	Сокращение на 30 % стоимости геологоразведки
Реализована цифровая система управления арктической логистикой «КАПИТАН»	Оптимизация сроков получения первой нефти с месторождений
Существует 100 % цифровой клиент	Скорость реализации крупных проектов добычи нефти должна вырасти на 40 %
Внедрена аналитическая платформа управления данными	Сокращение на 10 % расходов на управление производством
Реализация проекта «Цифровое технологическое видение»	Реализация проекта «Индустрия 4.0»
Портфель цифровой трансформации составил 5 % от совокупной инвестиционной программы ПАО «Газпром нефть»	
Получена дополнительная прибыль в 7,2 млрд рублей	

Положительные результаты цифровой трансформации в компаниях крупного бизнеса подтолкнул представителей среднего и малого бизнеса также перейти к этим процессам.

Список используемых источников

1. Макаров В. В., Старкова Т. Н., Устриков Н. К. Цифровая экономика: эволюция, со стояние и резервы развития // Журнал правовых и экономических исследований. 2019. № 4. С. 222–229.
2. Блатова Т. А., Макаров В. В., Шувал-Сергеева Н. С. Количественные и качественные аспекты измерения цифровой экономики // Радиопромышленность. 2019. № 4. С. 63–72.
3. Цифровые дивиденды. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23347/210671RuSum.pdf> (дата обращения 15.03.2021).
4. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705100002.pdf> (дата обращения 29.03.2021).

5. Грибанов Ю. И., Репин Н. В. Перспективы IT-аутсорсинга в цифровой экономике. URL: http://www.e-rej.ru/Articles/2018/Gribanov_Repin.pdf. Россия 2025: от кадров к талантам (дата обращения 15.04.2021).

6. 6.Банке Барт Аналитический отчет BCG. Vlast.kz URL: <https://vlast.kz/corporation/24539-cifrovizacia-biznesa.html> (дата обращения 25.04.2021).

7. Отчет Массачусетского технологического института: Digital Transformation: A RoadMap For Billion-Dollar Organizations. 2011.

8. Белевцев А. «Цифровая трансформация «Газпром нефти» уже принесла бизнесу миллиарды рублей». URL: <https://digital.gazprom-neft.ru/about-news?id=68> (дата обращения 02.05.2021).

Статья представлена научным руководителем, заведующим кафедрой ЭМИ СПбГУТ, доктором экономических наук, профессором Макаровым В. В.

УДК 338.2
ГРНТИ 06.52

К. М. Антонов (студент гр. БИ-83, СПбГУТ), antonov.kirill.00@gmail.com
Д. П. Гудков (студент гр. БИ-83, СПбГУТ)

ИЗМЕНЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ COVID-19 В РОССИИ

Пандемия оказала существенное влияние на все стороны жизни общества. Новые условия выступили катализатором в процессах внедрения цифровых технологий как в бизнес, так и в повседневную жизнь людей. Можно наблюдать как ускорение сформировавшихся тенденций в развитии рынка, так и появления новых. В первую очередь это касается изменения потребительского спроса и поведения потребителей в процессе выбора и покупки товаров и услуг. В работе обозначены четыре наиболее актуальных тренда, которые свидетельствуют об этом.

трансформация, потребительские предпочтения, онлайн покупки, спрос, пандемия, цифровые технологии.

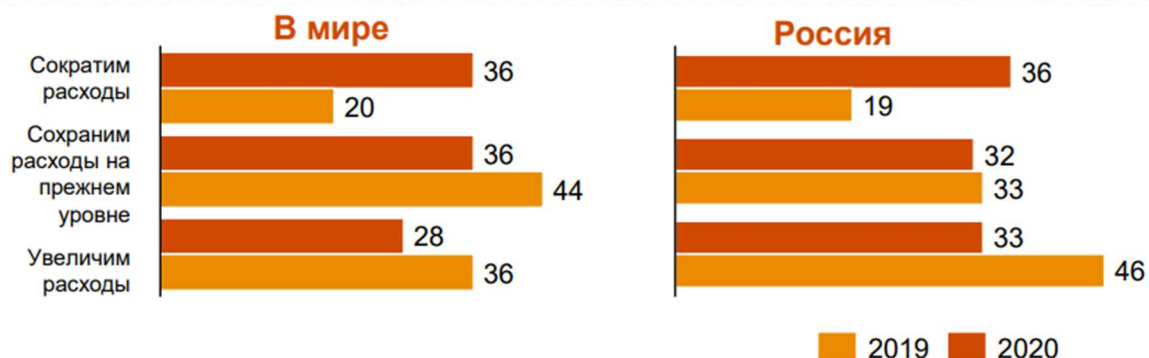
Antonov K., Gudkov D. Changes in Consumer Demand During the COVID-19 Pandemic in Russia.

The pandemic has had a significant impact on all aspects of society. The new conditions acted as a catalyst in the processes of introducing digital technologies both in business and in the daily life of people. One can observe both the acceleration of the established trends in the development of the market and the emergence of new ones. First of all, this concerns changes in consumer demand and consumer behavior in the process of choosing and buying goods and services. The paper identifies four of the most relevant trends that testify to this.

Key words: transformation, consumer preferences, online shopping, demand, pandemic, digital technologies.

Отрицательное воздействие COVID-19 на экономику привело к сокращению реальных доходов населения, что неблагоприятно отразилось на степени потребительской уверенности. Доля потребителей, которые планируют сократить свои расходы, существенно увеличилась в период пандемии. На рис. 1. представлены результаты опроса российских потребителей, который был проведен Яндекс [1].

Вопрос: Как, по вашему мнению, изменятся расходы вашей семьи в ближайшие несколько месяцев?, %



Более половины российских потребителей во время изоляции стали обращать больше внимания на скидки и переключились на недорогие товары
Доля респондентов, %



Рис. 1. Результаты опроса о влиянии изоляции на потребителя в России.
Источник: Исследование Яндекс

До введения самоизоляции в индекс потребительской уверенности показывал «осторожный оптимизм»: почти половина потребителей намеревались увеличить свои расходы в следующие 12 месяцев. После вспышки COVID-19 намерения сократились: почти 75 % потребителей заявили о снижении семейных доходов, что вызвало стремление к экономии средств. Процент тех, кто планирует снизить расходы в следующие полгода, вырос почти в полтора раза [2].

Ограниченные финансовые возможности стали причиной сужения выбора покупателей, а также переключения на предложение товаров со скидками и по промоакциям. Все больше россиян становятся более прагматичными и экономными покупателями.

На втором после цены фактором, который важен покупателю масс-маркета, является удобство покупки.

Желание потребителей к наиболее комфортному и легкодоступному процессу осуществления покупок дает фирмам новые возможности в борьбе за покупателя.

Использование новейших технологий в обеспечении процесса выбора и покупок (например, автоматизированные кассы) формируют положительный потребительский опыт и повышают уровень удовлетворенности покупателей. Как видно на рис. 2, покупатели считают, что осуществление автоматических расчетов за покупки, использование гаджетов для ориентирования в магазине и получению персонализированных предложений позволят существенно сократить время на хождения в магазине и сделают походы в них комфортнее.

Вопрос: Какие новые технологии, на ваш взгляд, позволяют улучшить потребительский опыт в магазинах?, %



Рис. 2. Технологии, способные повысить качество услуг, по мнению потребителей.
Источник: Исследование PwC

За период ограничений потребители были вынуждены расширить свой опыт онлайн покупок. На рис. 3 (см. ниже) представлена динамика изменения в покупке продовольственных товаров в период пандемии.

Ритейл в короткие сроки создал и развил новые каналы сбыта своей продукции используя онлайн-платформы, маркетплейсы и, уже ставшие привычными для этого, социальные сети.

Социальные сети стали не только развлекательным каналом, но и средством взаимодействия с потребителями за счет внедрения персонализированных предложений. Накопленный опыт позволяет по мере нарастания конкуренции в существующих интернет-каналах создавать новые для бизнеса сферы коммуникаций.



Рис. 3. Характеристика онлайн покупки продовольственных товаров до и во время пандемии. Источник: Infoline [2]

Вслед за новыми коммуникационными каналами будут формироваться особые модели поведения. Так, сейчас можно говорить о модели онлайн покупок.

Мобильные покупки – не единственная тенденция цифровизации, внезапно набравшая темпы во время вспышки COVID-19. До пандемии онлайн-покупки продовольственных товаров существенно отставали от онлайн-покупок розничных товаров. Пандемия ускорила их рост во время социальной изоляции.

Цифровизация содействует персонализации и трансформации предложений в соответствии с непрерывно изменяющимся запросам потребителей. Услуги экспресс доставки позволяют сократить время и объединяют онлайн- и офлайн обслуживание, минимизируя разницу во времени между ними. При этом ретейлерам еще придется отыскать приемлемое соотношение онлайн- и общепринятого форматов торговли. В то же время треть российских потребителей не готова целиком переключиться на онлайн-покупки продовольственных товаров и отдаёт предпочтение походам в магазин. Предпочтения в пользу классического формата связаны с близостью магазинов к дому, а также с возможностью опробовать продукт. Социальные сети ритейл может использовать как среду для обмена опытом потребителей и размещения отзывов о товарах. Для последующего роста оборота интернет-торговли большому количеству ритейлеров придётся пройти цифровую адаптацию, учитывающую релевантные онлайн-тенденции. Фирмам нужно стремительно адаптироваться к обновлениям потребительского поведения, чтобы не растерять большую долю покупателей.

В условиях пандемии практически во всех странах стремительно возросла потребность людей в заботе о своем здоровье и безопасном окружении. На рис. 4 можно познакомиться с приростом интереса потребителей в мире и в России к услугам, связанным с улучшением качества жизни, относящиеся к следующим сферам: физическое и психическое здоровье, медицинские услуги и товары, а также здоровое питание. В ответ на это количество фитнес-центров, которые предлагают онлайн-тренировки, возрастает. Кроме того, потребители стали чаще использовать приложения для

онлайн-тренировок, с помощью которых они могут следить за своими физическими показателями, контролировать питание и поддерживать психическое здоровье.



Рис. 4. Доля потребителей с повышенным вниманием к здоровому образу жизни.
Источник: Исследование PwC

В сложившейся ситуации российские потребители стали уделять больше внимания вопросам экологии и безопасного развития, однако полностью перейти на экологически правильные привычки они все еще не готовы из-за нехватки финансовых ресурсов.

Так, например, большое количество российских потребителей обеспокоены вопросами экологии, но платить больше за товары и услуги, которые не оказывают негативного влияния на окружающую среду, готовы не все.

Потребители не готовы переплачивать или жертвовать комфортом ради формирования ответственных и экологических привычек, они ищут те варианты, которые впишутся в их привычный образ жизни.

Рассмотренные изменения в поведении и предпочтениях российских потребителей уже сформировали устойчивые тенденции. Они могут быть использованы компаниями для формирования уникальных торговых предложений, которые позволят им сохранить свои конкурентные позиции в современных непростых условиях.

Список используемых источников

1. Пейтерс М. С. Трансформация потребителя. URL: <https://www.pwc.ru/retail-consumer/publications/assets/pwc-global-customer-insights-survey-2020-russia-ru.pdf>
2. Яндекс. Развитие онлайн-торговли в России. URL: <https://yandex.ru/company/researches/2020/ecomdash>

3. INFOLine Retail Russia. Тенденции 2020 года: влияние экономического кризиса и COVID-19. URL: <https://infoline.spb.ru/shop/issledovaniya-rynkov/page.php?ID=205013>

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры УМСЭС СПбГУТ, кандидатом экономических наук Пинковской С. В.

УДК 65.01
ГРНТИ 06.81

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ГОССЕКТОРЕ

Обоснован выбор инструментов и методов для управления проектами в госсекторе, рассмотрены проблемы ведения проектов в данной сфере. Показано, что выбор соответствующего инструментария и методов, существенно улучшает проектную деятельность государственных учреждений, повышает уровень «вхождения» команды в проект.

проект, инструменты управления проектами, методы управления проектами.

Buchatsky A. Improvement of the Project Management Practice in the Government Structures. *The choice of tools and methods for project management in the government structures is substantiated. The problems of project management in this area are considered. It is shown that the choice of the appropriate tools and methods significantly improves the project activities of government structures, increases the level of "entry" of the team into the project.*

Key words: project, project management tools, project management methods.

На сегодняшний день, тематика управления проектами представляет собой эффективную и общепризнанную методологию. Современные реалии ставят рамки для масштабной глобализации, тем самым ужесточая конкурентную борьбу, в ходе которой выявляются тенденции к расширению масштабов и области применения управления проектами.

Использование комплекса выбранной методологии, для достижения намеченных целей проекта, все чаще находит применение в России. Не стоит забывать, что существует и обратная сторона медали, а именно противоречивый инцидент, как высокий процент неудач при управления проектами на практике. В госсекторе данный инцидент объясним участием таких факторов, как:

- Неудачная адаптация инструментария и организационных форм управления проектами, изначально создаваемыми для управления сложными и большими проектами, которые применяют в данный момент времени для небольших проектов.

- Отсутствие комплексного подхода, критериев эффективности управления проектами и ясных целей в большинстве проектов.

- Неустойчивость среды осуществления проектов – проекты направлены на выполнения функций не во внешней среде компании, а во внутренней, что влечет за собой число организаций, выполняющих проектно-ориентированную деятельность, и др.

Управление проектами, как область знаний, направлена на комплексную реализацию целей проекта. Следовательно, проблему обеспечения качества при реализации проекта, тоже необходимо решать в комплексе [1].

Если рассматривать совершенствования практики управления проектами в госсекторе, то проблема актуальна и ее можно определить такими основными факторами, как:

- большая сложность проектов и организаций, которые их осуществляют;
- нарастание конкуренции;
- допустимая оптимизация затрат по обеспечению качества;
- растущие требования заказчиков и потребителей к качеству конечного результата проекта (например, добавление функционала, не прописанного в государственном контракте, в ходе выполнения проекта, что откладывает завершение конечного результата проекта на неопределенный срок).

Таким образом, в современной экономической ситуации важнейшим условием успеха в конкурентной борьбе, является эффективное управление качеством проекта.

Рассматривая отличительные особенности проектов, выполняемых в госсекторе, следует выделить:

- строгие и обоснованные цели, которые должны быть достигнуты с одновременным выполнением ряда технических, экономических и других требований;
- наличие внутренних и внешних взаимосвязей операций, задач и необходимых ресурсов, которые требуют четкой координации при выполнении проекта, что создает возможность представления в виде комплекса взаимосвязанных работ;
- определенные сроки начала и конца проекта;
- ограниченные ресурсы;
- присущая степень уникальности целей проекта и условий его осуществления;
- неизбежность различных конфликтов, и др.

Анализируя вышеперечисленное, можно сказать о том, что многие проекты – являются уникальными в своём роде с четко определенными действиями, направленными на получение конкретных результатов в многофункциональном окружении во время установленных сроков и в рамках выделенных ресурсов с привлечением группы людей, обладающих разно-сторонними навыками и знаниями, работающих под специальным руководством.

Характерной организационной структурой для госсектора является проектная, где за каждую инициативу, отвечает менеджер, управляющий специально подобранным персоналом (группа проекта или команда). Примером такого проекта может быть модель управления, которая предполагает значительный масштаб, длительность, высокую сложность задумки, применение новых технологий. Этот подход предоставляет возможность гибко и быстро реагировать на потребности рынка, а также удовлетворять возникающий спрос. На сегодняшний день данный метод управления преобладает и активно продвигается в России.

Успешное управление проектом зависит от правильно выбранного подхода, способности контролировать ход выполнения работ, внимания к деталям и искусного руководства персоналом.

Менеджеру необходимо понимать специфику данной дисциплины, чтобы со знанием дела грамотно использовать ее методы, позволяющие выполнить проект в установленные сроки и что немаловажно, в рамках бюджета. Если следовать строгому алгоритму действий, управлять проектом будет несложно. Задача заключается в следующем:

1) Необходимо четкое понимание, зачем нужен проект и что нужно получить в результате.

2) Порядок своих действий – определить, в какие сроки можно реализовать проект, и просчитать стоимость работ.

3) Управлять проектом – необходимо добиться поставленной цели в намеченные сроки, при этом не превысив бюджет.

4) Завершить проект должным образом – проект выполнен качественно.

Одним из популярных подходов к управлению проектами в настоящее время является метод Agile. В манифесте Agile, вышедшем в 2001 году, были сформулированы 4 ценности, 12 принципов гибкой разработки [2]:

– готовность к изменениям на любом этапе проекта, является важнее, чем следовать первоначальному плану;

– главный результат – работающий продукт, который важнее исчерпывающей документации;

– фокусировка на эффективном межличностном общении – совещания «по делу»;

– сотрудничество с заказчиком будет важнее, чем согласования условий контракта.

Agile включает в себя такую практику, подход и методологию, которая поможет создать продукт более эффективно, а именно – фреймворк управления проектами Scrum. В работе предлагается совершенствование практики управления проектами в госсекторе за счет внедрения данной методологии.

Scrum – методология гибкой разработки на основе Agile, в основе которого лежит «спринт» – короткий временной интервал, как правило 1–4 недели, по окончании которого предоставляется рабочая версия продукта. Такие спринты увеличивают производительность и помогают сконцентрироваться на задачах, которые важны здесь и сейчас. Сотрудники работают над проектом, двигаясь от цели к цели, а не хаотично загружены на месяцы вперед.

Scrum подойдет для проектов, где одинаково требуется быстрый эффект и гибкость. Постоянная связь в Scrum между членами рабочей группы не позволяет специалистам с небольшим опытом снижать продуктивность работы команды, потому что данный недостаток перекрывается квалификацией других.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что практика использования инструмента Scrum идеально подходит для госсектора. Члены рабочей группы умеют работать в команде, брать на себя ответственность за выполнение поставленных задач и самостоятельно организовать работу по ним в установленный срок. При разработке конкретного продукта, Scrum позволяет в короткие промежутки «спринты» показывать проделанную заботу заказчикам, по окончании которого будет показана заказчику рабочая версия выполненных задач. В дальнейшей работе автор планирует разработать рекомендации по внедрению методологии Scrum на примере одного из государственных структурных подразделений для реализации текущих проектов.

Список используемых источников

1. Трушко А. А. Системный подход к управлению проектами. М., 2020. URL: <http://trushko-as.ru/systems-approach-pm/#:~:text=>
2. Боруца Я. В. Agile или Waterfall – какой вариант соответствует вашему бизнесу? М., 2017. URL: <https://worksection.com/blog/waterfall-vs-agile.html>, свободный.

Статья предоставлена научным руководителем, доцентом кафедры БИ СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом Соколовой Я. В.

УДК 37.02
ГРНТИ 14.15.07

И. А. Коростылев (студент гр. БИМ 91з, СПбГУТ)

К. А. Попова (студентка гр. БИМ 91з, СПбГУТ), voancas199@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Отписывается метод контекстного анализа образовательных программ на основе выделенных ключевых слов. Сравниваются инструменты анализа. Рассматривается закономерность повторения и тематическая связность курсов друг с другом. Предлагается способ формирования образовательных программ, на основе полученных результатов анализа.

образовательная программа, дисциплина, компетенции, термин, ключевое понятие, семантический анализ.

Korostylev I., Popova K. Application of Semantic Analysis Tools for the Construction of the Educational Programs.

The method of contextual analysis of educational programs on the basis of the selected keywords is described. The analysis tools are compared. The regularity of repetition and thematic connection of courses are considered. Based on the results of the analysis, proposed a method for the formation of educational programs.

Key words: educational program, discipline, competencies, term, concept, semantic analysis.

Процесс формирования образовательной программы (ОП) является нетривиальной задачей, учитывающей многокомпонентность ОП, содержащей несколько десятков курсов (дисциплин, предметов) [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. В процессе формирования образовательных программ необходимо учесть много факторов и последовательно выстроить дисциплины. Определение последовательности дисциплин ОП является одной из сложнейших задач конструирования образовательных программ, решаемый на основе опыта и «педагогической интуиции» разработчика с ориентацией на существующие образцы. В процессе конструирования необходимо определить перечень дисциплин входящих в состав образовательных программ и выстроить их последовательность, тематически связав их и исключив дублирование содержания курсов. Решение данного вопроса можно формализовать путем количественной оценки степени тематической взаимосвязанности курсов.

«Очевидная» гипотеза (требующая количественной проверки) о том, что основное содержание курса адекватно отражается в ключевых словах позволяет использовать их как количественный индикатор ряда важных характеристик связности и дублирования.

Степень взаимосвязанности курсов и дисциплин может быть определена путем сравнения наборов ключевых понятий или поиском ключевых понятий одного курса в других. Для отдельно взятого курса или дисциплины есть ограниченный набор ключевых понятий или терминов, который передает основное смысловое содержание курса. Отдельно стоит отметить, что наличие равного (с учетом объема курса) количества вхождения терминов и ключевых понятий, в разных курсах, или же близкое значение к равному говорит о дублировании смыслового содержания этих курсов.

Для решения задач, определения взаимосвязанности, может быть использован ручной подсчет с последующим ручным сравнением, но данный метод не позволяет произвести оперативный анализ, в отличие от инструментов семантического анализа. Инструменты такого рода позволяют найти в тексте ранее выделенные ключевые понятия и посчитать частоту вхождения, а на основе полученных результатов произвести сравнение частоты пересечения курсов, что в свою очередь значительно сокращает время и трудозатраты на данную процедуру. В данном исследовании были использованы следующие инструменты: «ISTIO», «MIRATEXT», «ADVEGO», «WEBSITEP», «ibox.tools». Далее был произведен анализ одного курса всеми инструментами, с последующим выделением ключевых параметров сравнения, и определением наиболее подходящего инструмента (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Сравнительный анализ инструментов

	Отсутствие ограничения символов	Фильтр «стоп-слов»	Качество базы «стоп слов»	Поиск ключевых понятий	Определения процента вхождения КП	Определения количества КП в тексте	Распределение по уровням вхождения ключевых фраз	ИТОГ
miratext	-	+	-	+	+	-	+	4
istio	+	+	+	+	-	+	-	5
advego	-	+	+	-	-	-	-	2
websitep	-	+	+	-	-	-	-	2
ibox.tools	+	+	-	-	-	-	-	2

На основе этого сравнения было принято решение об использовании инструмента «ISTIO».

После выбора инструмента был произведен анализ ряда дисциплин образовательной программы Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ) по направлению 38.03.05 «Бизнес-информатика». Целью

исследования была оценка степени взаимосвязанности дисциплин «Мультимедийные технологии для электронного бизнеса», «Анализ данных» и «Электронный бизнес». Для анализа использовались электронные методические материалы дисциплины из электронной библиотечной системы СПбГУТ. В процессе исследования был определен набор основных ключевых понятий для всех названных дисциплин с определением количества частот вхождения терминов, выражающих ключевые понятия курса и осуществлен поиск этих терминов (и соответствующих им понятий) в методических материалах других курсов, а также определена частота вхождения в них. Предварительно проведена оценка вхождения конкретных терминов в исходный курс для анализа и сопоставления характера распределения терминов в пределах курса.

Получившиеся результаты были нормированы (поделены на количество страниц) т. к. сравнение было бы не точным из-за большой разницы в объеме текста (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. Анализ степени взаимосвязанности курсов

Курс	Мультимедиа		126	Анализ данных		79	Электронный бизнес		251
	Слово		Кол-во	Слово		Кол-во	Слово		Кол-во
1 Группа	<i>сигнал</i>	1,29	162	<i>сигнал</i>	0,18	14	<i>сигнал</i>	0,01	3
	<i>система</i>	2,2	277	<i>система</i>	1,37	108	<i>система</i>	1,64	411
	<i>технология</i>	0,54	68	<i>технология</i>	0,22	17	<i>технология</i>	0,53	132
	<i>сеть</i>	1,79	225	<i>сеть</i>	0,72	57	<i>сеть</i>	1,41	355
	<i>интерфейс</i>	0,39	49	<i>интерфейс</i>	0,03	2	<i>интерфейс</i>	0,03	8
	<i>информация</i>	0,61	77	<i>информация</i>	1,48	117	<i>информация</i>	0,99	248
	<i>процесс</i>	0,26	33	<i>процесс</i>	0,89	70	<i>процесс</i>	0,51	129
	<i>график</i>	0,11	14	<i>график</i>	0,46	36	<i>график</i>	0,04	9
	<i>модель</i>	0,06	8	<i>модель</i>	1	79	<i>модель</i>	0,48	120
	<i>сервис</i>	0,12	15	<i>сервис</i>	0,01	1	<i>сервис</i>	0,37	94
	<i>домен</i>	0,02	2		0		<i>домен</i>	0,05	12
	<i>изображение</i>	1,14	144	<i>изображение</i>	0,01	1	<i>изображение</i>	0,01	3
	<i>звук</i>	0,52	65	<i>звук</i>	0,01	1	<i>звук</i>	0,02	6
<i>кодирование</i>	0,44	56	<i>кодирование</i>	0,01	1	<i>кодирование</i>	0	1	

Степень взаимосвязанности курсов иллюстрируется графиком, представленным на рис.

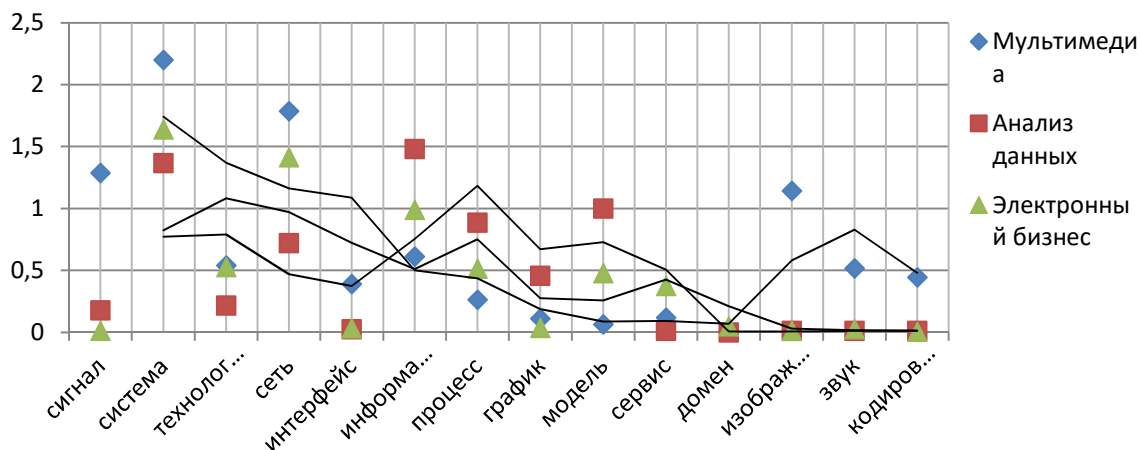


Рис. Степень взаимосвязанности курсов

Полученный результат показывает наличие взаимосвязи в этих курсах, а также говорит об отсутствии дублирования, т. к. степень взаимосвязанности не слишком высока.

Данный результат позволяет полагать о возможности применения данного метода в задачах конструирования образовательных программ.

Список используемых источников

1. Зеркаль О. В. Семантическая информация и подходы к ее оценке. Часть 1. Семантико-прагматическая информация и логико-семантическая концепция // Философия науки. 2014. № 1. С. 53–69.
2. Лукашевич Н. В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. М., 2010. 396 с.
3. Луков Вал. А., Луков Вл. А. Методология тезаурусного подхода: стратегия понимания // Знание. Понимание. Умение. 2014. № 1. С. 18–35.
4. Майер Р. В. Проблема оценки сложности дидактических объектов и её решение // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2019. Т. 8. № 4 (29). С. 126–128.
5. Невдах М. М. Исследование информационных характеристик учебного текста методами многомерного статистического анализа // Прикладная информатика. 2008. № 4. С. 117–130.
6. Сотников А. Д., Арзуманян М. Ю. Мониторинг «информатизации» предприятий в процессе перехода к информационной экономике // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2008. № 6. С. 252–254.
7. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. Современные аспекты высшего образования в информационно-цифровом обществе // Вестник Санкт-Петербургского государственного института культуры. 2018. № 2 (35). С. 138–144.
8. Катасонова Г. Р., Сотников А. Д., Стригина Е. В. Использование моделей информационного взаимодействия в обучении // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IV Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. СПб. : СПбГУТ, 2015. С. 1557–1561.

Статья представлена научным руководителем, деканом факультета ЦЭУБИ СПбГУТ, доктором технических наук, доцентом Сотниковым А. Д.

УДК 004.8
ГРНТИ 28.23

К. С. Смирнова (студентка гр. ЭМ-82, СПбГУТ), ks_seniia@mail.ru

ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Искусственный интеллект – одна из самых невероятных и непостижимых тем фантастики XX века. Но сегодня он влияет на нашу жизнь гораздо сильнее, чем многие из нас думают. Хотя искусственный интеллект все еще далек от разумных машин, изображаемых в научной фантастике, создание алгоритмов, которые могут учиться, понимать язык и имитировать некоторые аспекты человеческого разума, привело к огромным достижениям. Мнения об искусственном интеллекте разделились. Некоторые известные личности предполагают, что искусственный интеллект потенциально может быть очень опасным, а другие, напротив, видят в искусственном интеллекте верного помощника и друга. Искусственный интеллект оказывает огромное влияние на общество и его развитие происходит с беспрецедентной скоростью. Поэтому, чтобы не отставать в технологическом развитии, необходимо поддерживать разработки и инновации в области искусственного интеллекта.

искусственный интеллект, технология, механизм.

Smirnova K. The Historical Evolution of Artificial Intelligence and the Possibilities of its Use in the Modern World.

Artificial intelligence is one of the most incredible and incomprehensible topics of science fiction of the XX century. But today it affects our lives much more than many of us think. Although artificial intelligence is still far from the intelligent machines depicted in science fiction, the creation of algorithms that can learn, understand language and simulate some aspects of the human mind has led to huge achievements. Opinions about artificial intelligence are divided. Some well-known personalities suggest that artificial intelligence can potentially be very dangerous, while others, on the contrary, see artificial intelligence as a faithful assistant and friend. Artificial intelligence has a huge impact on society and its development is taking place at an unprecedented speed. Therefore, in order to keep up with technological development, it is necessary to support developments and innovations in the field of artificial intelligence.

Key words: artificial intelligence, technology, mechanism.

С каждым днем искусственный интеллект (ИИ) все чаще и чаще встречается в нашей жизни. Для нас уже стали привычными автопилоты, чат-боты и распознавание лиц. Известные крупные компании активно внедряют ИИ во все свои продукты, используя его для обработки огромного объема данных. А такие корпорации, как Google, Microsoft и Apple, создали своих собственных голосовых помощников, которые помогают пользователям

в решении повседневных задач [1]. Но что такое искусственный интеллект и какие у него возможности?

Искусственный интеллект – это технология, а точнее научное направление, которое изучает способы научить персональный компьютер, роботизированное оборудование, аналитическую систему мыслить, как личность. Общепринятая терминология искусственного интеллекта, включает нейронные сети, машинное обучение, глубокое обучение и науку о больших данных.

Возникновение самого термина «искусственный интеллект» относится еще к Средним векам, времени, когда появилась необходимость описать механическую машину, которая могла бы сначала мыслить подобно человеку, а затем, в будущем, превзойти его по интеллекту. Изобретения подобного рода пользовались особым вниманием на фоне развития в XVIII веке техники и, в частности, часовых механизмов. В середине 1750-х годов австрийский изобретатель Фридрих фон Кнаус изобрел серию машин, которые могли писать довольно длинные тексты обычным пером [2].

В XIX веке появились новые изобретения, заложившие основу современного понимания искусственного интеллекта. Из всех ученых, мечтающих об автоматической вычислительной машине, видение английского математика Чарльза Бэббиджа больше всего приближалось к современному компьютеру. Еще в 1822 году Бэббидж представил свою еще не законченную разностную машину, созданную для решения сложных уравнений. Разностная машина так и не была доделана. Эта модель незаконченной машины представлена в музее в Лондоне. В 1933 году Бэббидж оставил эту идею. Теперь он мечтал еще о более сложном устройстве. Его новая аналитическая машина должна была решать не только конкретные арифметические задачи, но и любую математическую проблему, например, вычислять ходы при игре в шахматы. В Кембридже профессор математики Бэббидж изобрел первый настоящий компьютер с арифметическим устройством и памятью. Он планировал загружать в него программы с помощью перфокарт. Но проблема заключалась в том, что он полностью зависел от механических систем, так как в то время больше ничего не существовало, а паровая счетная аналитическая машина весила бы несколько тонн. Поэтому эта идея тоже закончилась ничем. Мечтая об аналитической машине, первом универсальном компьютере, Бэббидж опережал время, как минимум, на одно столетие. И только приход электронных технологий породил предков современных компьютеров.

В 1936 году английский математик Алан Тьюринг опубликовал работы, касающиеся проблем создания устройств, имитирующих человеческое поведение. Тьюринг предложил считать интеллектуальной только ту машину, которую тестировщик в процессе общения с ней не сможет отличить от обычного человека [2]. Через три года на другом конце планеты биохимик Айзек Азимов написал рассказ, в котором придумал слово *robotics*

и всемирно известные три закона робототехники. Еще через пять лет математик Говард Эйкен создал первый в мире автоматический вычислительный аппарат Марк-1.

В 1956 году состоялась историческая Дартмутская конференция, которая получила название «Искусственный интеллект». Именно тогда термин искусственный интеллект был официально признан. Это конференция стала катализатором. После нее, в течение года, в США и ряде стран Европы стали появляться лаборатории по изучению искусственного интеллекта. На протяжении многих лет ученые отмечали, что их творения не могут мыслить, как человек, но, не смотря на это, продолжали гордо именовать свои механизмы, работающие чуть ли ни на пару, искусственным интеллектом.

Одним из главных признаков интеллекта является способность к обучению. Ведущий английский эксперт по искусственному интеллекту, профессор Мичи в 1961 году описал механизм, состоящий из 300 спичечных коробков, который мог бы научиться играть в «крестики-нолики». Однако, основываясь только на этой одной функции, недостаточно было делать вывод об искусственном интеллекте. Развитие технологий дает нам понять, что то, что в то время считалось искусственным интеллектом, сегодня выглядит не больше, чем обычная компьютерная программа.

В России направление «искусственный интеллект» появилось несколько позже, примерно в первой половине 60-х годов, и пришло на смену кибернетическому и бионическому буму.

Пытаясь найти решение, специалисты создали искусственные нейронные сети, которые, в идеале, должны были работать по аналогии с человеческим мозгом. Задачи, поставленные перед нейронными сетями, должны были решаться на основе накопленного ими же собственного опыта. В этом случае ключевым является их способность к обучению. Но на сегодняшний день уровень даже самых сложных нейронных сетей находится где-то в районе насекомых.

Искусственный интеллект в современном понимании представляет собой совокупность методов и инструментов для решения различных сложных прикладных задач с использованием принципов и подходов, аналогичных тому, как думает об их решении или процессах человек. Но до сих пор не существует единого и общепризнанного определения искусственного интеллекта. Достаточно напомнить, что также не существует универсального определения человеческого интеллекта.

В настоящее время исследования в области искусственного интеллекта ведутся по многим различным направлениям: представление знаний, моделирование, получение знаний, машинное обучение и автоматическая проверка гипотез, интеллектуальный анализ данных и обработка образной информации, поддержка принятия решений, управление процессами и системами, динамические интеллектуальные системы, планирование, медицинская диагностика и т. д. [3].

На что способен искусственный интеллект сегодня? Он может написать музыку, синтезировать человеческую речь, распознавать изображения, водить машину. Искусственный интеллект, способный решать отдельные задачи, называется слабым. Главная цель – создать сильный искусственный интеллект, который не уступал бы человеку по мыслительным способностям.

Искусственный интеллект часто используется в образовательных платформах высших учебных заведений. Но масштабы использования ИИ здесь, конечно, не так велики, как в других сферах деятельности.

Персонализированное обучение – это широкий спектр образовательных программ, в которых методология и темпы обучения зависят от способностей и предпочтений каждого студента. ИИ адаптирует процесс обучения к индивидуальному темпу обучения каждого студента и предлагает задачи все большей сложности. Такой подход позволяет каждому выбрать удобный режим: учиться можно как в быстром, так и в медленном темпе.

Система автоматической оценки, основанная на искусственном интеллекте, использует компьютерные программы, которые имитируют поведение преподавателей при проверке домашних заданий. Она может оценить знания студента, проанализировать ответы, предоставить индивидуальную обратную связь и составить последующий план обучения с учетом индивидуальных особенностей.

Многие учебные заведения уделяют большое внимание взаимоотношениям учащихся и преподавателей и проводят анкетирование. Несмотря на то, что бумажные анкеты в настоящее время заменены цифровыми, сам процесс обратной связи мало изменился. Тем не менее, пришло время пересмотреть его, потому что отзывы студентов являются важным источником информации. Искусственный интеллект предлагает несколько интересных возможностей для оптимизации этого процесса:

- чат-боты могут собирать информацию с помощью диалогового интерфейса, имитирующего реальное собеседование (такой процесс не требует больших усилий от студента);
- беседы могут быть адаптированы к характеру студента и вопросы могут быть изменены в процессе беседы, в зависимости от его ответов;
- чат-боты могут отфильтровывать и удалять резкие и грубые комментарии, а также личные оскорбления, которые иногда встречаются в формах обратной связи.

Умный кампус отвечает на любые запросы студентов, связанные с их учебной и жизнью в кампусе: как найти лекционную аудиторию или лабораторию, записаться на выбранный курс или факультатив, получить и сдать задания, найти бесплатное парковочное место или связаться с преподавателем. Умный кампус западноавстралийского университета (UWA) работает на суперкомпьютерной системе Watson, созданной в IBM. Суперкомпьютер

получил свое название в честь основателя компании Томаса Ватсона. Он состоит из девяти тысяч серверов, каждый из которых оснащен четырьмя восьмиядерными процессорами, а суммарный объем оперативной памяти всех серверов более 15 Тб. Система имеет доступ к 200 млн страниц информации.

Дистанционное обучение является флагманом современного образования. И дистанционные экзамены являются его обязательной составляющей. Однако существует серьезная проблема с администрированием такого экзамена в части исключения списывания. Системы мониторинга, основанные на искусственном интеллекте, могут определить, проходит ли человек тест самостоятельно или нет.

Китайская компания Alibaba является крупнейшей в мире платформой электронной коммерции, которая продает больше, чем вместе взятые Amazon и eBay. Искусственный интеллект является неотъемлемой частью повседневной деятельности Alibaba и используется для прогнозирования покупок. При этом компания автоматически создает описания продуктов для сайта, обрабатывая эти описания на естественном языке. Еще одно направление, где Alibaba использует искусственный интеллект – это проект для создания умных городов «City Brain». Проект использует алгоритмы искусственного интеллекта, чтобы помочь уменьшить пробки на дорогах, отслеживая весь городской транспорт. Кроме того, Alibaba через свое подразделение облачных вычислений Alibaba Cloud помогает фермерам с помощью искусственного интеллекта отслеживать посевы для повышения урожайности и снижения затрат.

Холдинг Alphabet является материнской компанией Google. Подразделение компании Waymo, специализирующееся на технологиях беспилотного вождения, когда-то начиналось как проект Google. Сегодня Waymo привносит в мир технологий беспилотного вождения не только перемещение людей, но и сокращение числа несчастных случаев. В настоящее время такие самоуправляемые такси курсируют по Калифорнии. Еще одно новшество искусственного интеллекта Google-Google Duplex, когда голосовой интерфейс искусственного интеллекта получает возможность совершать телефонные звонки и планировать встречи от имени пользователя.

Китайский аналог Google, Baidu, использует ИИ во многих аспектах своей деятельности. У них есть инструмент под названием Deep Voice, который использует искусственный интеллект и глубокое обучение, для клонирования голоса, на которое требуется всего 3,7 секунды. При этом используется та же технология, что и для чтения книг голосом автора.

Искусственный интеллект встроен в механизм понимания текста Facebook, чтобы автоматически, на нескольких языках, понимать и интерпретировать содержание и эмоциональную окраску тысяч сообщений, которые пользователи публикуют каждую секунду. С помощью Deepfake гигант социальных сетей может автоматически идентифицировать человека по фо-

тографии, размещенной на их платформе. ИИ может «открыть» глаза моргнувшим на фотографиях людям, что является достаточно сложной задачей [4].

IBM уже много лет занимает первое место в области искусственного интеллекта. Прошло более 20 лет с тех пор, как компьютер IBM Deep Blue стал первым, победившим чемпиона мира по шахматам среди людей [5]. Последним достижением IBM в области искусственного интеллекта является «Project Debater». ИИ в этом случае представляет собой когнитивный вычислительный механизм, который соревнуется с двумя профессиональными переговорщиками и формулирует аргументы.

Молодые специалисты должны понимать, что независимо от их образования и занимаемой должности искусственный интеллект неизбежно трансформирует их трудовую функцию. Искусственный интеллект – это новый рубеж взаимодействия человека с технологиями. Сейчас, более чем когда-либо, важны знания о том, как работает ИИ и какую он может принести пользу для повышения производительности труда. Поэтому разработкам и инновациям в области искусственного интеллекта должно уделяться большое внимание. Будущее – это не люди против искусственного интеллекта, а люди, знающие искусственный интеллект, против тех людей, которые не имеют о нем никакого представления.

Список используемых источников

1. Семенов А. А. Искусственный интеллект и его применение в XXI веке // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018010782> (дата обращения 20.05.2021).
2. История возникновения искусственного интеллекта // Neuronus. URL: <https://neuronus.com/history/4-istoriya-vozniknoveniya-ikustvennogo-intellekta.html> (дата обращения 05.05.2021).
3. Всё, что вам нужно знать об ИИ – за несколько минут // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/post/416889/> (дата обращения 05.05.2021).
4. Как искусственный интеллект используется в бизнесе: обзор и кейсы // VC. URL: <https://vc.ru/marketing/105102-kak-iskusstvennyy-intellekt-ispolzuetsya-v-biznese-obzor-i-keysy> (дата обращения 18.05.2021).
5. Что такое Искусственный интеллект // Future2day. URL: <https://future2day.ru/ii/> (дата обращения 15.05.2021).

*Статья представлена научным руководителем,
старшим преподавателем кафедры ЭМИ СПбГУТ Блатовой Т. А.*

УДК 347.633
ГРНТИ 10.47.51

Т. Д. Ананьина (студентка гр. ЗР-72, СПбГУТ), tatyana23012000@gmail.com

РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ АГЕНТСТВ В УСЫНОВЛЕНИИ РОССИЙСКИХ ДЕТЕЙ ИНОСТРАННЫМИ ГРАЖДДАНАМИ

В настоящее время в России сохраняется возникшая практика усыновления российских детей иностранными гражданами (в том числе ЕС). Потенциальные родители могут усыновить ребенка самостоятельно, или через иностранное агентство по усыновлению, что значительно облегчит процесс, т. к. представители будут сопровождать усыновителей на всех этапах: при подготовке к усыновлению, в ходе поездки в Россию и т. д. В настоящей статье проанализирована деятельность иностранных организаций по усыновлению на примере стран, которые занимают лидирующие позиции по количеству усыновленных российских детей: Италия, Испания, Франция и Германия.

международное усыновление, иностранное представительство, региональный оператор, агентство по усыновлению.

Ananyina T. The Role of International Agencies in the Adoption of Russian Children by Foreign Citizens.

At present, the emerging practice of adoption of Russian children by foreign citizens (including the EU) persists in Russia. Potential parents can adopt a child on their own, or through a foreign adoption agency, which will greatly facilitate the process, since representatives will accompany the adoptive parents at all stages: in preparation for adoption, during a trip to Russia, etc. This article analyzes the activities of foreign adoption organizations using the example of countries that occupy leading positions in the number of adopted Russian children: Italy, Spain, France and Germany.

Key words: international adoption, foreign representation, regional operator, adoption agency.

Несмотря на то, что в 2020 г. процесс усыновления был практически приостановлен ввиду пандемии с марта по май и с октября по декабрь, в общей сложности было усыновлено 3 252 ребенка, 1,5 % детей были переданы в иностранные семьи [1]. До 2012 г. (год принятия закона «Димы Яковлева», согласно которому усыновление российских детей гражданами США запрещено) Соединенные Штаты ежегодно занимали первое место по количеству усыновленных российских детей. В настоящее время лидирующие позиции занимают страны Европы – Италия, Испания, Франция и Германия. В основном иностранцы идут на процедуру международного усыновления в связи с большой очередью на усыновление в их государстве, также иногда ситуация усугубляется еще и тем, что национальные законодательства

предъявляют очень жесткие требования к потенциальным усыновителям [2]. Кроме того, следует отметить, что гораздо чаще российских граждан иностранные семьи принимают детей с инвалидностью, благодаря чему они получают существенную поддержку от государства-реципиента.

Усыновление российских детей иностранными гражданами возможно только в том случае, если не представляется возможным передать детей-сирот на воспитание в семьи граждан Российской Федерации или на усыновление родственникам детей вне зависимости от гражданства и их места жительства [3].

Иностранные граждане, которые желают усыновить ребенка-гражданина РФ, могут обратиться либо лично к региональному оператору или оператору государственного банка о детях – орган исполнительной власти РФ, который способствует устройству детей, оставшихся без попечения родителей; либо в представительство иностранного государства или организации по усыновлению детей, которые имеют соответствующее разрешение на осуществление деятельности по усыновлению (аккредитацию). Помимо одобрения осуществления деятельности от государства-реципиента, агентства должны быть аккредитованы и властями страны происхождения ребенка.

По данным Минобрнауки, на сегодняшний день на территории Российской Федерации подобную деятельность осуществляют 23 иностранных представительства, в том числе представительства Испании, Германии, Италии и Франции. Следует отметить, что организации по усыновлению от Италии и Франции являются государственными. Поскольку представительства от Италии и Франции находятся в ведении государства, то они подотчетны органам государственной власти за счет более четкой координации между ответственными структурами и ведомствами.

Основная функция иностранных представительств вне зависимости от страны, которую они представляют, – осуществлять посредническую деятельность в случае усыновления детей или временного размещения детей в приемных семьях с целью дальнейшего усыновления, а именно: предоставлять информацию, консультативные услуги, и оказывать практическую помощь лицам, желающим усыновить ребенка по линии международного усыновления. В их сферу деятельности входят:

- помощь в разработке проекта усыновления и предоставление консультаций в ходе сбора необходимых документов;
- информирование о технических и юридических аспектах процедуры усыновления;
- определение — совместно с компетентными властями страны происхождения – порядка выбора приемной семьи;
- передача документов, собранных кандидатами на усыновление, лицам или учреждениям, компетентным в вопросах усыновления;

- отслеживание процедуры, предусмотренной действующим законодательством;
- оказание поддержки приемным родителям после прихода в семью усыновленного ребенка.

Кроме того, многие организации проводят подготовку лиц, желающих принять на воспитание в семью ребенка-гражданина РФ, на территории государства, в котором проживают усыновители.

Если для иностранных семей, которые решили усыновить ребенка напрямую, т. е. обратившись к региональному оператору, процедура усыновления бесплатная, то для тех, кто обратился в агентство по усыновлению минимальная стоимость программы – 15 000 долларов (~ 1,2 млн рублей), не учитывая расходы на проезд и временное проживание в России в качестве поездок к ребенку, и с целью его вывоза из страны по завершению процедуры усыновления. Однако существенным преимуществом для иностранцев является то, что представители агентства сопровождают их на территории России лично или помогают в подборе гида или переводчика.

Помимо того, что иностранные организации помогают найти ребенка и усыновить, они также ведут деятельность и по поиску подходящей семьи, в случае если к ним обратились напрямую родители, желающие оформить отказ.

Агентства по усыновлению, в зависимости от страны, представляют собой различные иерархические системы. Так, во Франции есть центральное Французское агентство по усыновлению (*Agence Française de l'Adoption*) [4], которое включает в себя более 20 различных организаций и ассоциаций. Ассоциации, в отличие от организаций, не осуществляют практической деятельности, однако оказывают значительную поддержку усыновителям после окончания процедуры усыновления. Граждане Германии могут обратиться в центральное агентство по усыновлению – Государственное управление по делам молодежи (*Zentrale Adoptionsstellen der Landesjugendämter*) [5], а также в неправительственное агентство, которое имеет разрешение на осуществление деятельности на усыновление за границей (например, агентство «Помоги ребенку» (*HELP a child e. V.*), «Будущее для детей» (*Zukunft für Kinder e. V.*)). В Италии существует организация «Некоммерческое объединение Ариете» (*Associazione onlus Ariete*); ведущая активную деятельность по сотрудничеству с другими международными агентствами (Ассоциация социального продвижения (*QUADRIFOGLIO APS*); Ассоциация «АБЦ» (*Associazione ABC*)).

Таким образом, все международные агентства по усыновлению в основном оказывают консультативную помощь будущим родителям как на стадии подготовки к усыновлению (сбор документов, подготовительные курсы), так и уже после завершения процедуры (социальная и психологическая помощь, консультации по вопросам гражданства усыновленного ребенка). Многие также оказывают помощь непосредственно на территории

России (посещение детских домов, съем или аренда жилья на время прибытия, подбор гида или переводчика и т. д.). Благодаря иностранным агентствам, процедура усыновления для потенциальных родителей значительно упрощается.

Список используемых источников

1. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 31.03.2021).
2. Богатина Ю. Г., Толстых В. Л. О некоторых вопросах усыновления детей – граждан Российской Федерации иностранными гражданами // Российское правосудие. 2006. № 3. С. 68-73
3. Семейный кодекс Российской Федерации от 22.10.2007 г. № 223-ФЗ (ред. От 12.11.2012 г.) // Собрание законодательства РФ. 2007. № 2. Ст. 42.
4. Agence Française de l'Adoption. URL: <https://www.agence-adoption.fr/> (дата обращения 31.03.2021).
5. Zentrale Adoptionsstellen der Landesjugendämter. URL: <https://www.kvjs.de/jugend/adoption> (дата обращения 31.03.2021).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИиРВ СПбГУТ, кандидатом исторических наук Терентьевой Е. А.

УДК 32.019.5
ГРНТИ 11.15.89

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

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ СМИ НЕГАТИВНОЙ И ПОЗИТИВНОЙ РЕАКЦИЕЙ ОБЩЕСТВЕННОСТИ В ИНТЕРНЕТ-ИЗДАНИЯХ

В статье рассматриваются методы управления общественным мнением, основанные на двух базовых компонентах общественного мнения (эмоциональном и когнитивном). Обсуждаются теории информации, позволяющие определить содержание новостного контента в Интернете. На основе данных эмпирического исследования, где анализировалось освещение деятельности правительства Санкт-Петербурга в Интернет-изданиях «Фонтанка.ру», «Мока78», «Невские новости», обозначаются особенности воздействия на эмоциональный и когнитивный компоненты общественного мнения, методы управления реакцией общественности.

СМИ, общественное мнение, интернет-издания.

Enikeeva E. Media Management Methods of Negative and Positive Public Reactions in the Internet Editions.

The article discusses methods of public opinion management based on two basic components of public opinion (emotional and cognitive). Information theories are discussed to determine the content of news content on the Internet. Based on the data of an empirical study, which analyzed the coverage of the activities of the St. Petersburg government in the Internet editions Fontanka.ru, Moka78, Nevskie Novosti, the features of the impact on the emotional and cognitive components of public opinion, methods of managing the public reaction are outlined.

Key words: public opinion management, media, internet editions.

Переход многих печатных изданий в цифровой формат, развитие и рост Интернет-изданий увеличивает количество новостных публикаций, давая возможность участвовать в создании новостей не только профессионалов-журналистов – определяет актуальность исследования методов управления общественным мнением, которые применяют СМИ, для формирования позитивной или негативной реакции читателей Интернет-изданий. Такая реакция часто появляется в комментариях к статьям и публикациям, и отражает мнение той или иной социальной группы. Изучая новостной контент, можно выявить связь между преобладающим компонентом общественного мнения (когнитивный или эмоциональный) и реакцией общественности на сообщение. Такой анализ позволит спрогнозировать поведение общественности и возникновение деструктивных массовых явлений (например, массовой агрессии).

Одним из критериев для выявления когнитивной или эмоциональной основы сообщения является содержание фактуальной информации в сообщении. По теории И. Гальперина [1], в сообщении содержится три вида информации:

- фактуальная информация. Она отвечает на вопросы: «Кто?», «Что?», «Где?», «Когда?», «Почему?» (закон 5 W). Ответы на эти вопросы не гарантируют достоверность информации, однако отсутствие даже одного элемента 5 W лишает информацию когнитивной основы и воздействует на эмоциональный компонент общественного мнения. Такое сообщение основано на технологиях манипуляции, внушения и эмоционального заражения [2];

- концептуальная информация. Этот вид информации содержит в себе индивидуально-авторское понимание отношений между событиями и явлениями, понимание причинно-следственных связей, их значимость в различных сферах жизни общества;

- подтекстовая информация. Это скрытая информация, которая извлекается из фактуальной информации благодаря возможности устанавливать ассоциативные и коннотативные значения, а также способности предложенный приращивать смыслы.

Таким образом, если автор искажает или не включает в текст фактуальную информацию, описывает деструктивные концептуальных схемы,

а также использует эмоциональный подтекст в контенте СМИ, то сообщение не только формирует массовое настроение, воздействуя на эмоциональный компонент общественного мнения, но и может стать причиной деструктивных массовых явлений (массовой паники или агрессии).

На основе анализа новостей в СМИ, проводилось выявление преобладающего компонента общественного мнения, а также влияния сообщения на реакцию общественности в комментариях. По данным компании «Медialogия», составившей рейтинг медиаресурсов Санкт-Петербурга и Ленинградской области за 2019 год, в ТОП-5 самых цитируемых СМИ вошли [3]: интернет-газета «Фонтанка.ру» (индекс цитируемости: 4461,00), информационное агентство «Росбалт» (индекс-цитируемости: 1483,31), информационное агентство «Невские новости» (индекс-цитируемости: 1193,15), сетевое издание «Петербургский дневник» (индекс цитируемости: 1125,36) и городской информационный портал «Мойка78» (индекс цитируемости: 1063,22). Для исследования были отобраны три интернет-СМИ: «Фонтанка.ру» (<https://www.fontanka.ru>), «Невские новости» (<https://nevnov.ru>) и «Мойка78» (<https://moika78.ru>). Источники выбирались по двум критериям: независимость от Правительства СПб; издательский штаб в Санкт-Петербурге.

Были рассмотрены представленные в СМИ 3 новости о деятельности Правительства Санкт-Петербурга, которые также были опубликованы на сайте Администрации СПб: Московские власти передали Санкт-Петербургу лекарства для больных короновирусом; будет ускорено строительство нового корпуса для Института скорой помощи имени Джанелидзе; введение единовременных выплат многодетным семьям и семьям с детьми-инвалидами.

Представление первой новости по трем источникам отличается содержанием: дается упоминание ранних заявлений; создаются разные образы городов и ситуаций (например, взаимовыручка городов – пустые обещания); показывается стабильность и достаток в петербургских больницах или тревожность от работы больниц на пределе своих возможностей, нехватка лекарств. Не везде уточняются цифры и конкретизируются названия лекарств. Эмоционально новости по источникам связаны с: тревогой от нехватки оборудования и работы больниц на пределе («Мойка 78»); положительным образом Москвы и Санкт-Петербурга, как городов, готовых вместе бороться с эпидемией («Невские Новости»); впечатлением двойственности: с одной стороны лекарства в достатке, с другой стороны, необходима помощь. Можно отметить негативный тон при упоминании обещаний губернатора помочь столице без уточнения конкретных действий («Фонтанка.ру»). Отметим, что первоисточник всех новостных сообщений – официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга. Сравнительный анализ новостей показал, что, освещая первую новость, все источники сокращают ориги-

нальное сообщение, не сообщая о количествах поставок, а также используют цитаты, которые не были упомянуты в первоисточнике (используется упоминание главврача Боткинской больницы; губернатора Санкт-Петербурга). Следовательно, в текстах новостей наименее часто упоминаются такие фактуальные данные, которые раскрывают вопросы «Что?», «Почему?».

Отдельно следует рассмотреть комментарии к новостям. Так, на статьи от «Фонтанка.ру» и «Мойка 78» были собраны негативные комментарии, где читатели возмутились: отсутствием в Санкт-Петербурге своих собственных запасов лекарств, отсутствием конкретики в словах губернатора о взаимной поддержке Москве, которую Санкт-Петербург готов оказать; отсутствием помощи в виде медицинского оборудования, которого не хватает в больницах.

Вторая новость содержательно отличается во всех трёх источниках: упор делается на разных вещах, с одной стороны на деятельности специалистов по строительству, с другой стороны мотивацию от губернатора. Источник «Невские Новости» расширил основной материал собственным репортажем, иллюстрируя статью авторскими снимками нового корпуса. Каждый источник увеличил новость, добавив статистические данные по количеству госпитализированных больных НИИ, по размерам больничного комплекса и срокам. Эмоционально новости по источникам связаны с: ощущением недоверия (неизвестно, какими деньгами будет спонсировано ускорение строительства, какие ордена будут выданы строителям) или положительными настроениями (важный для города объект должен быть сдан раньше срока («Фонтанка.ру»)); созданием образа подстегивающего работу губернатора, который переживает за горожан, подчеркивается серьезность работы, которую делает НИИ («Мойка 78»); впечатлением развития в городе здравоохранения, образа добросовестных специалистов по строительству, старающихся сдать объект раньше срока, для помощи во время пандемии, чувством единения («Невские Новости»). Наименее часто упоминаются такие фактуальные данные, которые раскрывают вопросы «Что?», «Почему?».

Комментарии ко второй новости также различались в зависимости от источников. Так, статья от «Фонтанка.ру» собрала негативные комментарии, где читатели задались вопросом, какие именно деньги будут использованы для ускорения строительства, что за ордена будут выданы и зачем, почему отсутствуют необходимые строительные материалы и т. п. В случае с авторской статьей «Невские Новости», комментаторы были более положительно настроены, некоторые высказали одобрение действий специалистов-строителей, а также отметили важность постройки нового корпуса в период пандемии.

Содержательно третья новость по источникам отличается и тем, что все издания использовали цифры, предоставленные комитетом по социальной

политике, создавая образ достоверных источников. Большие суммы показали большие масштабы помощи, что влияет на положительное восприятие. Авторская интерпретация выплат в качестве помощи города в покупке подарков детям на Новый год показала позитивный эффект. Некоторые издания не упомянули категорию семей с детьми-инвалидами, так как слово «инвалид» содержит негативную коннотацию. Некоторые источники использовали картинки с детьми и деньгами. Эмоциональный тон новости по источникам связан с: ощущением заботы государства о детях; атмосферой праздника, конкретные цифры формируют доверие. («Фонтанка.ру»); впечатлением быстрого получения выплат, заботой государства о многодетных семьях, в том числе с усыновленными детьми («Невские Новости»). Наименее часто упоминаются такие фактуальные данные, которые раскрывают вопросы «Кто?».

Отдельно следует рассмотреть комментарии к новостям. Так, на статью от «Невские Новости», читатели выразили радость от получения выплат, а также осудили возмущающихся по поводу размер выплат, так как, по их мнению, родители сами должны обеспечивать семью. Читатели «Фонтанка.ру» также были рады новости о выплатах, и они отметили, что ранее выплаты были только для детей до 7 лет, а сейчас на всех детей в многодетных семьях, что является положительной тенденцией.

Таким образом, анализ текстов новостей и комментариев к ним в трех новостных ресурсах показывает, что в 75 % случаев преобладающим компонентом новостного контента является эмоциональный компонент. Причиной преобладания эмоционального тона контента являлось, в первую очередь, искажение информации (например, авторская интерпретация выплат, будто государство дает выплаты в качестве средств для подарков на Новый год, хотя на деле, данные средства выделены на поддержку семей в период пандемии; использование неверных цифр) или частичное представление фактов. Реакцию общественности можно увидеть только в тех случаях, когда новость воздействует на эмоциональный компонент, то есть те новости, которые основывались на когнитивном компоненте общественного мнения, либо не вызывали реакции, либо комментарии носили нейтральный характер. Даже если авторы не используют прямо негативную тональность, в некоторых случаях даже положительная статья воспринимается читателями как негативная. Подобный эффект возникает, когда нет ответов на такие вопросы 5W как «Что?», «Кто?», «Почему?», а также, когда подтекст слов имеет ярко негативный окрас. Воздействие на эмоциональный компонент общественного мнения через искажение фактов, приведенных в первоисточнике, дополнение материала фактуальной информацией, не относящейся к изначальной теме сообщения, также ведут к формированию негативной реакции общественности. Для формирования положительной реакции общественности СМИ использовали позитивные ассоциации и интерпретацию событий от лица, не представляющего правительство.

Список используемых источников

1. Белова Е. В. Психология массовых коммуникаций. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций. СПб., 2017. 100 с.
2. Белова Е. В. Технологии управления общественным мнением. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций. СПб., 2017. 47 с.
3. ТОП-25 самых цитируемых СМИ Санкт-Петербурга и Ленинградской области – 2019 год // Медиалогия. М., 06 марта 2020. URL: <https://www.mlg.ru/ratings/media/regional/7237/> (дата обращения 11.01.2021).

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры СПН СПбГУТ, кандидатом психологических наук, доцентом Беловой Е. В.

УДК 004.7
ГРНТИ 50.41

А. С. Пермяков (адъюнкт каф. БИССН, ВАС), permyak.as@ya.ru

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ РАЗВЕДКИ

В статье рассматривается модель процесса функционирования сети связи специального назначения в условиях технической компьютерной разведки, представленного как марковский случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Разрабатываемая модель учитывает взаимодействие участников информационного обмена, а также воздействия внутренних и внешних факторов с различной интенсивностью. Использование математического аппарата марковских случайных процессов позволяет перейти к вероятностным оценкам возможности вскрытия элементов сети связи технической компьютерной разведкой. Учет в модели времени пребывания сети связи в каждом из состояний в зависимости от стратегий взаимодействующих сторон позволит исследовать временную динамику функционирования сети для достижения целевых показателей (вероятности вскрытия).

сеть связи специального назначения, техническая компьютерная разведка, вероятность вскрытия, модель сети связи, марковский случайный процесс.

Permyakov A. Model of the Process of Functioning of a Communication Network for Special Purpose under Conditions of Technical Computer Intelligence.

The article discusses a model of the process of functioning of a special-purpose communication network in the conditions of technical computer intelligence, presented as a Markov random process with discrete states and continuous time. The developed model takes into account the interaction of participants in information exchange, as well as the impact of internal and external factors with varying intensity. The use of the mathematical apparatus of Markov random processes allows one to proceed to probabilistic estimates of the possibility of opening the elements of a communication network by technical computer intelligence. Taking into account in the model the time spent by the communication network in each of the states, depending on the strategies of the interacting parties, will allow to study the temporal dynamics of the network functioning in order to achieve the target indicators (the probability of opening).

Key words: special purpose communication network, technical computer intelligence, attack probability, communication network model, Markov random process.

Вызовы современного общества, основным продуктом потребления которого стала информация, устремляют вектор развития технологий в информационно-телекоммуникационную сферу. Глобальные сети обеспечивают взаимодействие отдельных персоналий, сотрудников компаний и целых транснациональных корпораций в режиме реального времени. Обеспечение такого взаимодействия с должным уровнем безопасности требует огромных усилий со стороны технологического сообщества [1].

В каждый момент времени отдельные злоумышленники, хакерские группировки и целые киберподразделения армий различных государств ведут наступление на информационно-телекоммуникационные сети (ИТКС).

Целью моделирования является разработка модели процесса функционирования ИТКС (рис. 1) специального назначения (СН) в условиях технической компьютерной разведки (ТКР) для исследования процесса функционирования ИТКС СН и вычисления показателей защищенности.

Современная ИТКС СН строится на базе семейства протоколов TCP/IP. Она состоит из главных, региональных и мобильных узлов телекоммуникационной связи, а также удаленных пользователей, оснащенных специальными устройствами для подключения к сети связи общего пользования (ССОП) по беспроводным каналам связи (рис. 1). ИТКС СН строится поверх существующей глобальной сети Интернет.

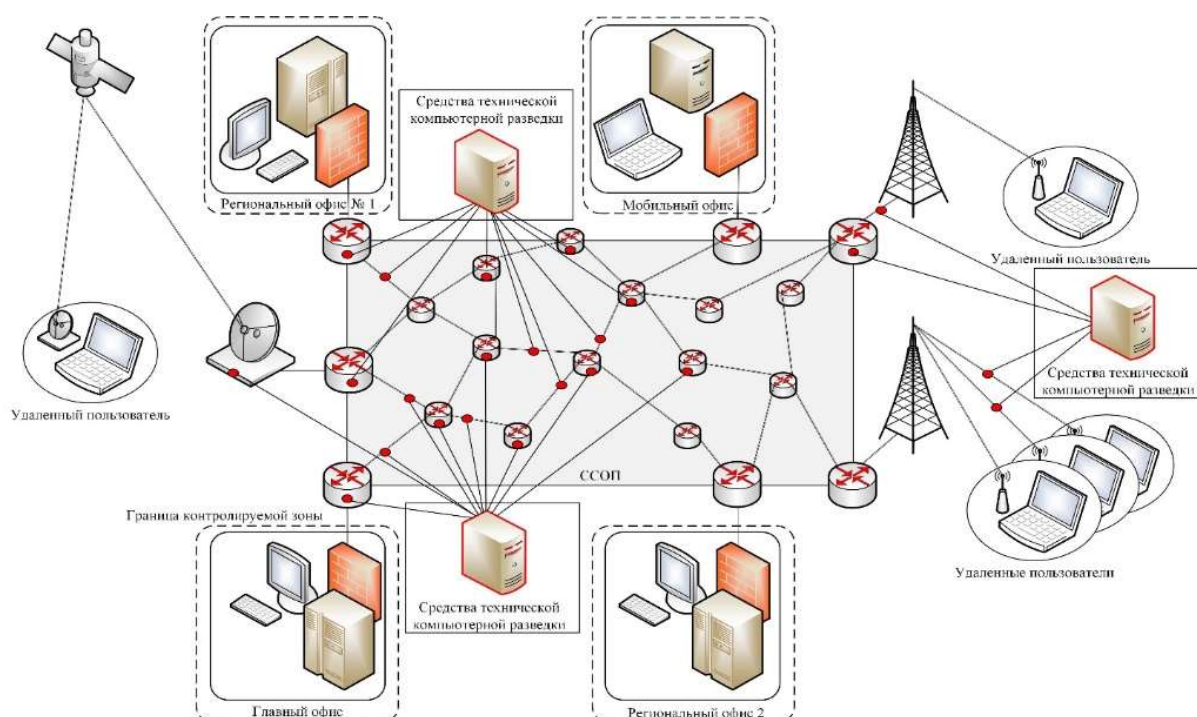


Рис. 1. Структурная схема СС СН

С точки зрения обеспечения безопасности информации наибольшую угрозу для элементов ИТКС СН представляет техническая компьютерная разведка (ТКР).

В представленной архитектуре сети (см. рис. 1) расположение средств ТКР злоумышленника заранее неизвестно. Поэтому предполагаем их наличие между защищаемыми сегментами ИТКС СН. Большая протяженность каналов связи и интеграция ИТКС СН с сетью Интернет увеличивают возможности злоумышленника по вскрытию информационных направлений [2].

В арсенале злоумышленника, нацеленного на вскрытие сети связи, имеются различные программные и программно-аппаратные средства. Они позволяют в реальном масштабе времени путем анализа демаскирующих признаков (ДМП) в перехваченных пакетах сообщений выявлять информационные потоки, их направления, интенсивность и содержание, определять отправителя и получателя, их местоположение и таким образом вскрывать структуру сети [3].

Исходные данные для моделирования

S – моделируемая ИТКС СН;
 $\{C_S\}$ – множество элементов ИТКС СН;
 $\{C_C\}$ – множество элементов фрагмента киберпространства;
 $\{A\}$ – множество входных параметров модели, $A \in \{R, P_S, P_C\}$;
 $\{R\}$ – множество информационных направлений;
 $\{P_S\}$ – множество параметров элементов ИТКС СН;
 $\{P_C\}$ – множество параметров элементов киберпространства, включающие элементы ССОП и КСС;

$N_{\text{ДТР}}$ – количество датчиков ТКР;
 $\{B\}$ – множество внутренних параметров модели, $B \in \{S_i, \Lambda_j\}$;
 $S_i = \{S_1, S_2, \dots, S_h\}$ – перечень моделируемых состояний системы,
 $\Lambda_j = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_j\}$ – перечень интенсивностей потоков событий в системе;

$\{p_i\}$ – множество выходных параметров модели – значения финальных вероятностей состояний системы S , $p_i = \lim_{t \rightarrow \infty} p_i(t)$, где $i = 1, 2, \dots, h$, причем число состояний (h) и число шагов для перехода из одного состояния в любое другое конечно.

Q – показатель эффективности функционирования ИТКС СН, $Q = \lim_{t \rightarrow \infty} P_{\text{НО}}(t)$, определяемый вероятностью необнаружения элементов системы средствами ТКР, $P_{\text{НО}}(t) = 1 - P_{\text{ВСКР}}(t)$, $P_{\text{НО}}(t) \rightarrow 1$.

Таким образом, необходимо найти закономерность изменения множества выходных параметров модели функционирования ИТКС СН и множества показателей эффективности функционирования системы S от множества значений входных параметров и множества значений внутренних параметров.

Формальная постановка задачи на моделирование системы S сводится к выражениям:

$$\mu: \langle S, A, B \rangle \rightarrow p_i, Q \mid A \subseteq \{R, P_S, P_C\}, p_i = \lim_{t \rightarrow \infty} p_i(t).$$

Тогда формальная постановка задачи на оптимизацию показателя эффективности системы S :

$$\langle R, P_S, P_C \rangle \rightarrow \max P_{HO} \mid P_{HO} \in \{p_i\}, i = 1, 2, \dots, h,$$

с целью максимизации вероятности необнаружения элементов ИТКС СН.

На значения параметров множеств A, B, p_i наложены условия их допустимости.

Данные, полученные в ходе исследования, позволяют произвести расчет вероятности вскрытия системы. Для этого может быть использована аналитическая модель, описывающая функционирование ИТКС СН. Для большинства практических случаев процесс функционирования в условиях технической компьютерной разведки, когда возможно наличие ряда заданных угроз и реализованы соответствующие способы их обнаружения и противодействия, может быть формализован в виде графа (рис. 2 а).

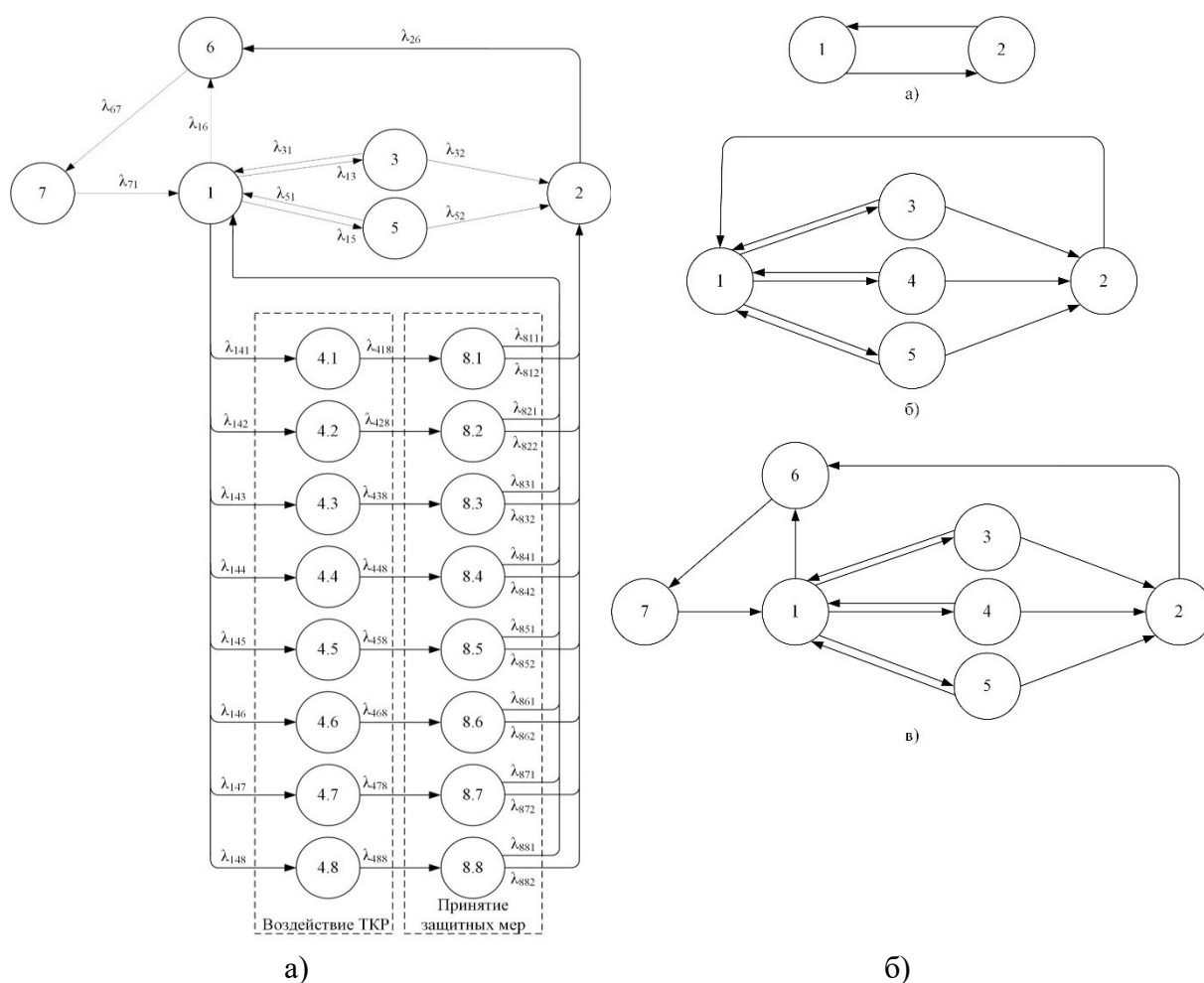


Рис. 2. а) функциональная схема ИТКС СН;
 б) процесс построения аналитической модели функционирования сети

Вершины графа обозначают состояния процесса, дуги – переходы из одних состояний в другие. Можно выделить 8 состояний (S_1-S_8) рассматриваемого процесса. Отличия этих состояний заключаются в условиях, в которых функционирует система в заданный момент времени. Приведенное

множество состояний является полной группой событий. Переходы между состояниями, показанные на рис. 2, определяются на основе характера анализируемого процесса [4].

При разработке данной модели использовалась следующая логика. На самом высоком уровне система может быть описана только двумя состояниями (рис. 2, б), которые означают, что система функционирует (сост. 1), или ее функционирование нарушено (сост. 2). Нарушение функционирования системы может наступить вследствие внутренних воздействий (сост. 3), воздействий технической компьютерной разведки (сост. 4), либо других внешних воздействий (сост. 5). Из состояния функционирования могут быть выделены два дополнительных состояния в соответствии с концептуальной моделью ИТКС СН: состояние моделирования процесса функционирования системы с другими значениями параметров элементов (сост. 6) и состояние реконфигурации (сост. 7).

В результате получается модель, представленная на рис. 2 а.

Корректность этой модели основана на ее соответствии общим закономерностям функционирования защищаемых систем.

Оценка эффективности процессов функционирования ИТКС СН, использующей реконфигурацию параметров элементов сети для повышения ее скрытности, связана с необходимостью моделирования процесса ее функционирования в реальном времени. Это обуславливает целесообразность использования математического аппарата марковских случайных процессов, необходимое условие которого – потоки событий являются простейшими: обладают свойствами стационарности, ординарности и не имеют последствий [5].

Таким образом, процесс функционирования рассматриваемой ИТКС СН можно представить, как марковский случайный процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Для определения финальных вероятностей составляется система линейных дифференциальных уравнений, решение которой находится по методу Рунге-Кутты.

Разработанная модель ИТКС СН, учитывающая возможные деструктивные программно-аппаратные воздействия, позволяет определять вероятностные и временные характеристики, описывающие состояния процесса функционирования системы при различных стратегиях информационного взаимодействия, что позволяет оценивать ее состояние и уровень защищенности [6].

Список используемых источников

1. Стародубцев Ю. И., Закалкин П. В., Иванов С. А. Техносферная война как основной способ разрешения конфликтов в условиях глобализации // Военная мысль. 2020. № 10. С. 16–21.

2. Стародубцев Ю. И., Иванов С. А., Смирнов И. Ю. Мониторинг и паспортизация волоконнооптической инфраструктуры на основе измерений интерферометрическими методами // Электросвязь. 2021. № 5. С. 34–39.

3. Лепешкин О. М., Шуравин А. С., Пермяков А. С., Зройчиков П. С., Шимаров Е. В. Модель контроля информационной безопасности распределенной сети связи // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 12. С. 250–255.

4. Стародубцев Ю. И., Иванов С. А., Вершенник Е. В., Вершенник А. В., Закалкин П. В., Шевчук А. Л., Карасенко А. О. Способ определения оптимальной периодичности контроля состояния сложного объекта // Патент на изобретение RU 2718152 С1, 30.03.2020. Заявка № 2019143358 от 24.12.2019.

5. Лепешкин О. М., Лепешкин М. О., Бурлов В. Г. Синтез модели процесса управления техническими системами на основе теории радикалов // Нейрокомпьютеры и их применение. Тезисы докладов / Под ред. А. И. Галушкина, А. В. Чечкина, Л. С. Куравского, С. Л. Артеменкова, Г. А. Юрьева, П. А. Мармалюка, А. В. Горбатова, С. Д. Кулика. 2016. С. 18-В.

6. Атнагуллов Т. Н., Никитин В. В. Кибернетические воздействия на нейронные сети // Нейрокомпьютеры и их применение. XVIII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2020. С. 324–325.

Статья представлена научным руководителем, доцентом 32 кафедры ВАС, доктором технических наук, доцентом Лепешкиным О. М.