

# **XIX Международная научно-техническая конференция**

## **«ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»**

**16-18 мая 2018 года**

### **Материалы конференции**

**Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем**

**г. Уральск**



УДК 621.391

ББК 32.88

П78

П78 «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» ПТиТТ-2018. Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» (Республика Казахстан, г. Уральск: КазИИТУ, 16-18 мая 2018 года). — Уральск: КазИИТУ, 2018 — 434 с.

**ISBN 978-5-904029-85-2**

Приводятся материалы XIX Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций», проводившейся в городе Уральск в КазИИТУ в период 16-18 мая 2018 года.

УДК 621.391

ББК 32.88

**ISBN 978-5-904029-85-2**

Публикуется в авторской редакции

© ФГБОУ ВО ПГУТИ, составление 2018

© Оформление. Издательство НОК «КазИИТУ» 2018

© Все права принадлежат авторам публикуемых работ, 2018

**XIX International scientific and technical  
conference**

**«PROBLEMS OF TECHINCS AND  
TECHNOLOGY OF  
TELECOMMUNICATIONS»**

**May 16-18, 2018**

**Thesis of conference**

**Kazakhstan University of innovative and  
telecommunication systems**

**Uralsk**



## Организаторы конференции

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем (КазУИТС)

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ)

Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ)

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

Национальная инженерная академия Республики Казахстан (НИА РК)

Комитет конференции

Сопредседатели конференции:

Айтимов А.С. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)

Мишин Д.В. (ПГУТИ, Самара, РФ)

Надеев А.Ф. (КНИТУ-КАИ, Казань, РФ)

Султанов А.Х. (УГАТУ, Уфа, РФ)

### **Программный комитет конференции:**

Андреев В.А. (ПГУТИ, Самара, РФ)

Бурдин А.В. (ПГУТИ, Самара, РФ)

Валеев С.С. (УГАТУ, Уфа, РФ)

Горячкин О.В. (ПГУТИ, Самара, РФ)

Дмитриков В.Ф. (СПбГУТ, Санкт-Петербург, РФ)

Зубарев Ю.Б. (член-корреспондент РАН, Москва, РФ)

Карташевский В.Г. (ПГУТИ, Самара, РФ)

Кузнецов И.В. (УГАТУ, Уфа, РФ)

Маслов О.Н. (ПГУТИ, Самара, РФ)

Морозов О.Г. (КНИТУ-КАИ, Казань, РФ)

Росляков А.В. (ПГУТИ, Самара, РФ)

Седельников Ю.Е. (КНИТУ-КАИ, Казань, РФ)

Файзуллин Р.Р. (КНИТУ-КАИ, Казань, РФ)

Цым А.Ю. (ФГУП ЦНИИС, Москва, РФ)

Камиева А.А. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)

Баяхов А.Н. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Кайрлиева Г.Е. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Ахатова Ж.Н. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Афонин Ю.А. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Кваде Е.А. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)

#### **Организационный комитет конференции:**

Бурдин В.А. (ПГУТИ, Самара, РФ)  
Григоров И.В. (ПГУТИ, Самара, РФ)  
Губарева О.Ю. (ПГУТИ, Самара, РФ)  
Осипов О.В. (ПГУТИ, Самара, РФ)  
Хасаншин И.А. (ПГУТИ, Самара, РФ)  
Камиева А.А. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Баяхов А.Н. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Кайрлиева Г.Е. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Ахатова Ж.Н. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Маратова Ж.Н. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Офицеров С.О. (КАЗИИТУ, Уральск, РК)  
Рогова Н.В. (ПГУТИ, Самара, РФ)  
Фомина М.В. (ПГУТИ, Самара, РФ)  
Сорокин Н.А. (ЗКФ НИИ РК, Уральск, РК)

## **Секции конференции**

1. Общие проблемы передачи и обработки информации
2. Инфокоммуникационные технологии
3. Беспроводные технологии и системы мобильной связи
4. Волоконно-оптические системы связи
5. Распространение электромагнитных волн в телекоммуникационных системах и антенно-фидерные системы
6. Защита информации в инфокоммуникационных сетях
7. Инфокоммуникационные технологии в обучении
8. Инновационные экономические системы

## **Conference Organizers**

**Kazakhstan University of innovative and telecommunication systems  
(KAZUITS)**

**Povolzhskiy state University of telecommunications and informatics  
(PSUTI)**

**Ufa state aviation technical University (USATU)**

**Kazan national research technical University (KNRTU-KAI)**

**National academy of engineering Republic of Kazakhstan  
(NAE RK)**

## **Conference Committee**

### **Co-chairs of the conference:**

Aitimov A. S. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Mishin D. V. (PSUTI, Samara, Russia)

Nadeev A. F. (KNRTU-KAI, Kazan, Russia)

Sultanov A. Kh. (USATU, Ufa, Russia)

### **Conference Program Committee:**

Andreev V. A. (PSUTI, Samara, Russia)

Burdin V. A. (PSUTI, Samara, Russia)

Valeev S. S. (USATU, Ufa, Russia)

Goryachkin O. V. (PSUTI, Samara, Russia)

Dmitrikov V. F. (SPbSUT, St. Petersburg, Russia)

Zubarev Yu. B. (Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)

Kartashevsky V. G. (PSUTI, Samara, Russia)

Kuznetsov I. V. (USATU, Ufa, Russia)

Maslov O. N. (PSUTI, Samara, Russia)

Morozov O. G. (KNRTU-KAI, Kazan, Russia)

Roslyakov A.V. (PSUTI, Samara, Russia)

Sedelnikov Y. E. (KNRTU-KAI, Kazan, Russia)

Fayzullin R. R. (KNRTU-KAI, Kazan, Russia)

Tsym A. Yu. (TSNIIS, Moscow, Russia)

Camieva A. A. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Bajakhov A. N. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Kayrlieva G. E. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Akhatova Zh.N. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Afonin Yu.A. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Kvade E.A. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

**Conference Organizing Committee:**

Burdin V. A. (PSUTI, Samara, Russia)

Grigorov I. V. (PSUTI, Samara, Russia)

Gubareva O. Yu. (PSUTI, Samara, Russia)

Osipov O. V. (PSUTI, Samara, Russia)

Khasanshin I. A. (PSUTI, Samara, Russia)

Kamieva A. A. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Bajakhov A. N. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Kayrlieva G. E. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Akhatova Zh. N. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Maratova Zh. N. (KAZIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Ofitserov S. O. (KazIITU, Uralsk, Kazakhstan)

Rogova N. V. (PSUTI, Samara, Russia)

Fomina M. V. (PSUTI, Samara, Russia)

Sorokin N.A. (WKB NEA RK, Uralsk, Kazakhstan)

## **Conference Sections**

1. The common problems of information transmission and processing.
2. Information and communication technologies.
3. Wireless technologies and mobile communication systems.
4. The Fiber-optic communication systems.
5. Propagation of electromagnetic waves in telecommunication systems and antenna-feeder systems.
6. The information security in infocommunication networks.
7. The information and communication technologies in education.
8. Innovative economic systems.

## Приветственное слово



Уважаемые друзья!

Вы держите в руках сборник тезисов XIX Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций».

Впервые в истории проведения таких научных форумов на площадке Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных систем собрались ведущие вузы России, которые готовят специалистов в области IT-технологий. Я имею в виду Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики Казанский федеральный исследовательский технологический университет и Уфимский государственный авиационный технический университет.

Конференция проходит в знаковое для Казахстана и России время - эпоху четвёртой промышленной революции, эру глубоких и стремительных изменений: технологических, экономических и социальных.

Новый технологический уклад кардинально меняет то, как мы работаем, реализуем свои гражданские права, воспитываем детей.

Необходимость быть готовыми к глобальным изменениям и вызовам побудила принять в Республике Казахстан Стратегию развития «Казахстан-2050».

В Послании Президента Республики Казахстан народу страны "Стратегия "Казахстан-2050": новый политический курс состоявшегося государства" была поставлена новая стратегическая цель по

вхождению республики в число 30-ти самых развитых государств мира к 2050 году. Ключевым посылом Стратегии "Казахстан-2050" стала тема модернизации страны.

Реализуется План нации- 100 конкретных шагов, из которых 60 уже исполнены.

В прошлом году запущена Третья модернизация Казахстана.

Успешно реализуется Программа индустриализации.

Принята комплексная программа «Цифровой Казахстан».

Разработан комплексный Стратегический план развития Республики Казахстан до 2025 года.

Данное Послание определяет, что нам предстоит сделать для успешной навигации и адаптации в новом мире- мире Четвертой промышленной революции.

9-10 ноября 2017 года в Челябинске состоялась традиционная конференция ректоров Казахстана и России, на которой руководители высших учебных заведений России и Казахстана определили пути развития сотрудничества.

Как известно, в современном обществе наука является показателем развитости государства, залогом технического прогресса, основой национальной экономики.

И наша конференция развивает сотрудничество наших стран в научной и образовательной сферах.

Желаю Вам новых научных открытий озарений и всего самого наилучшего.

**Учредитель**

**Научно- образовательного комплекса «КазИИТУ»,  
академик Национальной инженерной академии  
Республики Казахстан, профессор**

**А.С.Айтимов**

## 65-летию Бакытжана Турсыновича Жумагулова посвящается...

*«Дело науки — служить людям...»*

*Л. Н. Толстой*

Широко известному в Казахстане ученому-математику, председателю Общественного совета по контролю за реализацией Пяти социальных инициатив Президента Казахстана, депутату Сената Парламента Республики Казахстан Жумагулову Бакытжану Турсыновичу 18 августа 2018 года исполняется юбилейная дата – 65 лет.

Видный ученый в области прикладной и вычислительной математики, разработки и применения информационных технологий, математического модернизирования и математических методов при решении задач гидродинамики и практических задач в нефтегазовой области, экс-министр образования и науки Республики Казахстан, Бакытжан Турсынович за годы своей трудовой деятельности добился значительных результатов на благо своей родины.

Ученый-математик, доктор технических наук, профессор, академик Национальной академии наук РК, лауреат Государственной премии Республики Казахстан в области науки, техники и образования, «Қазақстанның еңбек сіңірген қайраткері», активный участник международного научного сообщества, первый вице-президент Международной инженерной академии (штаб-квартира в г.Москве, РФ), с 1999 года – первый вице-президент Федерации инженерных академий Исламских стран (ФЕИС), а в 2011 году на XI Генеральной Ассамблее избран президентом ФЕИС, в 2009 - 2011 годах был президентом Всемирного математического общества тюркоязычных стран (ВМОТС), в июле 2011 года избран Почётным Президентом ВМОТС, член Совета Ассамблеи народов Казахстана– и это далеко не полный перечень заслуг и достижений Бакытжана Турсыновича. Он автор более 450 научных работ, в том числе восьми монографий, две из которых – «Новые компьютерные технологии в нефтедобыче» и «Гидродинамика нефтедобычи» – получили самое широкое

международное признание. Среди его учеников более 20 кандидатов и докторов наук.

Традиции и устои многолетней семьи фронтовика и библиотекаря стали основными предпосылками появления в семье молодого ученого с незыблемыми жизненными принципами – любовью и уважением к родной земле, переданными ему отцом, и не меньшей любовью к книгам и науке, которую привила ему мать. Черты лидерства проявлялись в характере Бакытжана Турсыновича с юности. Как в школе, так и в армии и в университете он руководил комсомольской организацией, активно занимался спортом. В строительных отрядах был командиром, и в общественной жизни был лидером, сначала факультета, затем - университета.

Окончив Казахский государственный университет им. С.М.Кирова, с 1971 г. Жумагулов Б.Т. вначале работал учителем в сельской школе Талды-Курганской области, затем старшим преподавателем, заведующим кафедрой, проректором Казахского государственного университета им. С.М. Кирова, заведующим Отделом внутренней политики Администрации Президента Республики Казахстан, заведующим Отделом социально-культурного развития Правительства РК (2001- 2005 гг.).

С 2001 года деятельность Б.Т. Жумагулова в развитии образования и науки стала значительно шире. Его назначают первым вице-министром образования и науки РК. На этом посту он продолжил проводимые в стране реформы в области образования и высшей школы. С января 2002 года Б.Т. Жумагулов –вице-министр образования и науки РК. Он занимается системой научно-технической деятельности, курирует государственную научно-техническую экспертизу, внедрение и совершенствование программно-целевого механизма реализации научно-технических программ и проектов, инновационную деятельность, основанную на разработке и внедрении современных наукоемких технологий, техники и материалов. С февраля 2002 года - руководитель отдела внутренней политики администрации Президента РК.

В 2003 году он был избран членом Бюро партии «Отан», с 2007

года – член Бюро Политсовета НДП «НурОтан». В апреле 2005 года Председателем партии «Отан» Н.А.Назарбаевым Жумагулов Б.Т. был назначен исполняющим обязанности Председателя РПП «Отан». В 2007 г. назначен первым заместителем Председателя НДП «Нур Отан», избран депутатом, заместителем председателя Мажилиса Парламента РК, руководителем фракции НДП «Нур Отан» в мажилисе.

В апреле 2008 года распоряжением Президента РК Бакытжан Турсынович был назначен ректором Казахского национального университета имени аль-Фараби. Под его руководством была сформирована и реализована принципиально новая Стратегия развития университета по качественному изменению подготовки специалистов, росту их конкурентоспособности, приближения казахстанского образования к европейским стандартам и интеграции в Болонский процесс.

Указом Президента РК в 2010 году Жумагулов Б.Т. был назначен Министром образования и науки Республики Казахстан. В этот период он руководил принципиальной модернизацией всей научно-образовательной сферы в свете системных инициатив Главы государства, разработкой новой Государственной программы развития образования на 2011-2020гг., коренным совершенствованием Закона РК «Об образовании», созданием нового Закона РК «О науке», внедрением принципиально новой модели управления и финансирования науки.

Возглавляя министерство образования и науки Республики Казахстан, Бакытжан Турсынович отдавал все свои силы и энергию совершенствованию системы образования и науки страны. Используя нестандартные подходы к решению организационных проблем, он развивает такие важные направления, как государственная научно-техническая экспертиза, внедрение и совершенствование программно-целевого механизма реализации научно-технических программ и проектов, инновационная деятельность, основанная на разработке и внедрении современных наукоёмких технологий, проводит смелые реформы образования и науки Казахстана, заставляя машину научно-технического прогресса быстрее и эффективнее работать на благо

общества.

Как талантливый педагог и ученый, Бакытжан Турсынович много делает на поприще подготовки инженерных кадров республики, для развития и организации науки Казахстана.

Он является одним из основателей создания и внедрения новых информационных технологий в нефтегазодобывающую промышленность. Его талант математика-прикладника ярко проявился в такой сложной проблеме, как математическое моделирование технологических процессов нефтедобычи, создание компьютерной системы автоматизированного анализа разработки нефтяных месторождений. Он заложил основу для нового научного направления, которое сегодня успешно развивается им и его последователями. Результаты научных исследований Б.Т. Жумагулова и его коллег уже внедрены на отдельных нефтедобывающих предприятиях республики и обеспечивают существенное повышение нефтеотдачи пластов и конечной нефтедобычи. В настоящее время под руководством Бакытжана Турсыновича решается одна из самых сложных проблем в трубопроводном транспорте высоковязких нефтей.

Главенствующая роль отводится Бакытжану Турсыновичу Жумагулову в деле развития Национальной инженерной академии Республики Казахстан. Академия была основана в ноябре 1991 г. по инициативе выдающегося ученого, академика У.А. Джолдасбекова как Казахское отделение Инженерной академии СССР, которое с обретением Казахстаном государственного суверенитета было реорганизовано в Национальную инженерную академию Республики Казахстан. Достойный последователь академика У. А. Джолдасбекова, БакытжанТурсынович вместе с ним создавал Инженерную академию РК, обсуждал с ним ее структуру, цели и задачи и, в целом, будущее инженерной науки, ту роль, которую должна будет сыграть Академия в интеграции научно-технического прогресса в мировом содружестве. Признанный лидер, относящийся ко всему, чем занимался, с большим чувством ответственности, именно тогда он сформировался как ученый, в полную силу раскрылся его талант организатора науки и высшей школы.

Мощный импульс в своей работе академия получила под руководством **Бакытжана Турсыновича**, который стоял у истоков ее создания и внес огромный вклад в ее становление. Б.Т. Жумагулов является одним из самых авторитетных руководителей МИА, ее первым вице-президентом. Принятая по инициативе Президента страны стратегия развития до 2030 года определила курс государства на интенсивный подъем экономики, повышение качества жизни граждан, укрепление национальной безопасности. Благодаря твердой позиции руководства инженерной академии и большой организационной работе она стала активным проводником индустриально-инновационной политики Главы государства и сегодня продолжает генерировать новые знания, технологии, развивает инженерную мысль нового тысячелетия.

Долгие годы Бакытжан Турсынович являлся главным редактором журнала “Вестник национальной инженерной академии РК”. Это ведущий журнал для публикации основных научных результатов соискателей ученых степеней доктора философии- PhD, доктора по профилю специальностям физико-математических, химических, географических, технических и экономических наук. Членами редакционной коллегии являются выдающиеся ученые и организаторы науки Казахстана и стран ближнего и дальнего зарубежья, которые выполняют экспертную оценку, анализ, обсуждение, отбор и формирование материалов для публикации в журнале результатов научных исследований и разработок ученых не только Казахстана, но и России, Белоруссии, Украины, Азербайджана, Таджикистана и других стран.

Журнал также на протяжении многих лет ведет своего рода летопись Национальной инженерной академии РК, освещая работу проводимых Общих собраний, заседаний Президиума, международных конгрессов, конференций, круглых столов, состояния научных исследований по самым разным направлениям фундаментальной и прикладной науки.

Двадцатисемилетняя история развития казахстанской инженерной науки наполнена значимыми событиями и достижениями.

Современные глобальные тренды в мировой науке и технологиях несут в себе необходимость новых научных подходов и креативного инженерного мышления. **Курс на тотальные инновации, определенный Президентом страны Нурсултаном Абишевичем Назарбаевым, ставит перед всеми учеными совершенно новые задачи по выработке механизмов генерирования и распространения самых передовых знаний.** И в этом направлении особая миссия возлагается на Национальную инженерную академию Республики Казахстан.

Жумагулов Б.Т. является президентом Национальной инженерной академии Республики Казахстан. Под его умелым руководством сегодня Национальная инженерная академия Республики Казахстан – крупное и авторитетное объединение, координирующее и развивающее научно-инженерную деятельность в Казахстане. В структуре Академии действуют 13 областных филиалов, организованных на базе ведущих региональных университетов, 35 научно-технических и инженерных центров, тесно взаимодействующих с крупными промышленными предприятиями, 10 отраслевых отделений академии охватывают все приоритетные направления развития экономики страны. Основа высокого потенциала Академии – входящие в ее состав ведущие ученые и инженеры страны, специалисты производства, государственные деятели, депутаты Парламента РК, руководители центральных и местных органов управления, высших учебных заведений, отраслевых научно-исследовательских институтов, производственных объединений, предприятий и организаций государственного и негосударственного секторов экономики. Почетными академиками и лауреатами премий и наград НИА РК являются выдающиеся ученые и инженеры России, США, стран Евросоюза, Пакистана, Малайзии, Японии, Южной Кореи и других стран мира. Сфера деятельности академии охватывает все приоритетные направления развития экономики страны: архитектуру, строительство и строительные материалы, вычислительные и информационные технологии, геологию и горно-металлургическое производство, инженерию агропромышленного комплекса,

машиностроение, космическую технику и технологии, нефтехимические технологии, пищевую промышленность, товары народного потребления, транспорт и коммуникации, экологию, экономику, энергетику и энергосберегающие технологии. В каждой из вышеперечисленных отраслей экономики народного хозяйства членами Национальной инженерной академии Республики Казахстан был внесен значительный вклад, в частности проведены исследования по снижению вредного воздействия на окружающую среду при сжигании органических (газ, мазут и уголь) топлив, разработан экспериментальный образец комплекта целевой аппаратуры научно-технологического космического аппарата (КА), выполнены проекты и программы «Экологические проблемы космодрома Байконур» и проект по экологической программе Аральского моря, разработана уникальная программа строительства Шёлкового пути, в **области нефтехимических и химических технологий** ведутся работы по созданию новых гидрофильных полимерных материалов и их практического использования на основе методов молекулярного программирования в медицине, косметологии, сельском хозяйстве, разработаны и внедрены в производство модернизированные строительные материалы и оборудования, в **области инженерии агропромышленного комплекса и товаров народного потребления** собрано более 3800 сортов различных пород растений из всех регионов мира: малая ГЭС замкнутого действия, технология получения алюмо-железистого коагулянта из низкосортных бокситов Краснооктябрьского месторождения компактная установка для очистки сточных вод малонаселенных мест, технология очистки сточных вод в биопрудах и др. Члены академии организуют и принимают участие в работе международных конференции и семинаров, проводимых в Казахстане, России, Турции, Польше, Словении, Кыргызстане и др.

Бакытжан Турсынович – активный участник международного научного сообщества. Он известен как ученый и организатор науки не только в Казахстане, но и далеко за его пределами. Особого внимания заслуживает международная его деятельность, связанная, прежде

всего, с проведением инженерных и научно-технических работ высокого уровня. Его тесные связи с российскими учеными способствуют развитию научно-технического сотрудничества Казахстана и России. С 1998 года он – первый вице-президент Международной инженерной академии (штаб-квартира в г.Москве, РФ), с 1999 года- первый вице –президент Федерации инженерных академий Исламских стран (ФЕИС), а в 2011году на XI Генеральной Ассамблее избран президентом ФЕИС. В 2009 - 2011 годах был президентом Всемирного математического общества тюркоязычных стран (ВМОТС), в июле 2011 года избран Почётным Президентом ВМОТС. Является членом Совета Ассамблеи народов Казахстана. Академик Б. Т. Жумагулов достойно представляет интересы научной инженерной мысли Казахстана на многих авторитетнейших международных форумах (Великобритания, ФРГ, Греция, Австрия, Иран, США и др.), избран академиком ряда международных академий, в том числе Нью-Йоркской, членом международных инженерных сообществ.

Активное участие в руководстве и деятельности этих международных организаций обеспечивает эффективную интеграцию научно-инженерного корпуса страны в мировое сообщество, укрепление взаимодействия стран в этой важной сфере, обретение НИА РК статуса авторитетного международного инженерно-научного центра Центральной Азии.

13 июля 2017 года Указом Главы государства Жумагулов Бакытжан Турсынович назначен депутатом Сената Парламента Республики Казахстан, а в мае 2018 года он возглавил Общественный совет по контролю за реализацией Пяти социальных инициатив Президента Республики Казахстан.

Целью выдвинутых Главой государства институциональных реформ выступает создание условий для укрепления казахстанской государственности и вхождения в 30 развитых стран мира.

Успешная реализация предложенных Нурсултаном Назарбаевым реформ будет способствовать проведению качественных изменений в структуре государственного регулирования, позволив

нашей стране выйти на новый уровень социально-экономического развития и встать на одну ступень с передовыми странами мира.

Сегодня Казахстан является самодостаточной страной, глубоко интегрированной в международное сообщество. Рост авторитета в международном сообществе способствовал формированию имиджа успешного государства, с мнением которого считаются не только авторитетные международные организации, но и лидеры ведущих стран мира.

Успехи на мировой арене во многом стали следствием кропотливой внутренней работы общества и государства. Реализация экономических реформ, наряду с демократическими преобразованиями, позволили Казахстану за относительно короткий промежуток времени занять достойное место среди пятидесяти конкурентоспособных стран мира. Теперь перед страной поставлена новая цель – войти в тридцатку лучших стран.

Вместе с тем для поступательного развития республике необходима динамика, которая должна стать неотъемлемой частью внутренней жизни страны. В этом плане процессы трансформации общественных отношений, равно как и государственное строительство, являются постоянными спутниками государства, имеющего потенциал дальнейшей эволюции. В связи с чем выдвижение Главой государства пяти институциональных реформ для укрепления государственности является своевременной мерой, направленной на динамичное и поступательное развитие Казахстана. Предлагаемые меры кардинально изменят систему общественных отношений.

Каждая из пяти предложенных реформ так или иначе коснется дальнейшего формирования профессионального госаппарата и развития судебной и правоохранительной систем. В частности, основная цель первой реформы заключается в формировании современного, профессионального и автономного государственного аппарата, призванного обеспечить реализацию экономических программ и предоставление государственных услуг на высоком профессиональном уровне. Второй реформой, предложенной Главой государства, является обеспечение верховенства закона,

гарантирующего права собственности, создающего условия для предпринимательской деятельности, охраны договорных обязательств, который в конечном итоге станет основой для экономического роста. Очередной реформой является продолжение программы индустриализации и диверсификации экономики, которые составят основу стабильного экономического роста Казахстана. Четвертая реформа «Нация единого будущего» нацелена на дальнейшее укрепление казахстанской идентичности, основывающейся на принципе гражданства, на базе идеи «Мәңгілік Ел» - это гражданское равенство, трудолюбие, честность, культ учености и образования. Продолжая логическую цепочку реформ, Президент Казахстана выдвинул тезис о необходимости перехода Казахстана к следующему этапу государственного строительства - построению открытого, подотчетного населению государства.

Столь важные задачи, поставленные Президентом нашей страны, требуют особого внимания и ответственности при их исполнении, и неслучайно контроль за их реализацией был возложен на Бакытжана Турсыновича. Его трудолюбие, честность, высокое чувство ответственности, умение доводить до конца крупные дела, внимательное и заботливое отношение к людям отмечают все его коллеги. За свои заслуги Б.Т.Жумагулов удостоен звания лауреата Государственной премии Республики Казахстан в области науки, техники и образования, почетных званий «Заслуженный деятель науки и техники Республики Казахстан», «Почетный работник образования Республики Казахстан», «Почетный инженер Казахстана». Б.Т.Жумагулов награжден орденом «Парасат», медалью «Ерен еңбегі үшін», медалью СССР «За трудовое отличие», Почетной грамотой Верховного Совета Казахской ССР, имеет благодарности Президента страны Н.А.Назарбаева, награжден высшим знаком партии «Нур Отан» «Алтын белгі».

Свое 65-летие Бакытжан Турсынович Жумагулов встречает полным энергии и творческих сил. От всей души желаем юбиляру доброго здоровья, новых больших успехов в его разносторонней научной и организационной деятельности и, конечно, счастья.

## Пленарное заседание - Plenary meeting

В.А. Бурдин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

Технологические сети связи служат для реализации и поддержки основного технологического процесса. Соответственно, высшим приоритетом является их надежность. Архитектура построения такой связи включает в себя технологические, офисные и публичные информационные сети. Для обеспечения безопасности данных и информации все три сети изолированы друг от друга. Технологическая сеть обеспечивает передачу технологических данных и данных видеонаблюдения. Большое разнообразие систем сбора данных, сенсоров, сенсорных сетей требует от линий передачи технологических сетей мультипротокольности. При этом на технологических сетях уровня агрегирования потребности в скорости передачи по кабельным линиям технологической связи как правило не превышают 1 - 10 Гбит/с. Нередко волоконно-оптические кабельные линии технологической связи располагаются в удаленных районах с суровыми природными условиями. В условиях производства они подвергаются внешним воздействиям различного характера. Это - агрессивная среда, вибрации, механические нагрузки, пыль, грязь и многое другое. Естественно, что при этом к надежности линий передачи предъявляются повышенные требования.

В данной работе рассматриваются три аспекта повышения надежности оптической кабельной линии – повышение надежности системы передачи, оптических разъемов, оптических волокон и кабелей с кабельной арматурой.

Для повышения надежности системы можно рекомендовать переход от асинхронной передачи к передаче синхронной. Это позволяет: за счет использования центрального источника синхроимпульсов устранить вероятность нарушения синхронизации в случае потери информационных импульсов на структурированных системах; улучшить управляемость сети, независимо от ее сложности;

обеспечить возможность широкого внедрения резервирования, как аппаратного, так и линейного; обеспечить возможность выделения полосы пропускания по требованию, в том числе динамически, в процессе самого сеанса связи; обеспечить прозрачность для передачи любых цифровых потоков, синхронных и асинхронных, сформированных с помощью других технологий.

Целесообразно отказаться от общей шины и специализированных микросхем и использовать модульную структуру построения оборудования, приняв концепцию перевода большинства преобразовательных и формирующих служебные сигналы и контент функций из области микроэлектроники в область программирования, что также повышает надежность системы передачи за счет: уменьшения в разы количества радиоэлектронных компонентов; уменьшением длины и количества электрических соединительных линий на печатной плате; снижения числа слоев печатной платы; улучшения помехозащищенности (за счет уменьшения длин сигнальных соединительных линий, прохождения всех микротокавых сигналов внутри одной микросхемы; увеличения скорости прохождения сигналов внутри микросхемы программируемой логики за счет высокой скорости работы высокостабильного задающего генератора; снижения потребляемой электрической мощности; использования, при создании сетевого узла, оптоволоконных соединений вместо электрических. Надежность системы передачи можно дополнительно повысить путем внедрения кольцевого резервирования постановки модулей оборудования в горячий резерв.

Для существенного повышения надежности разъемных оптических соединений в условиях агрессивной среды, вибрационных воздействий, влияния пыли и грязи целесообразно применение малоомодовых или многомодовых волокон, оптимизированных для гигабитных скоростей передачи.

Для увеличения надежности оптических волокон и кабелей с кабельной арматурой предлагается использование систем мониторинга с применением традиционной оптической рефлектометрии и поляризационной оптической рефлектометрии. Рассматриваются методы поляризационной рефлектометрии, позволяющие оценивать состояние оптических волокон и кабелей и прогнозировать их срок службы.

А.Ж. Сахабутдинов, О.Г. Морозов  
Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия

## АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ

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

Первой целью работы является теоретическое и экспериментальное исследование спектральных характеристик ВБР с двумя симметричными фазовыми  $\pi$ -сдвигами и их изменений под воздействием различных физических полей. Второй целью работы является анализ возможности формирования адреса для различных решеток, имеющих одинаковую брэгговскую длину волны, в виде варьируемой ширины разнеса между окнами прозрачности решетки, определяемой положением фазовых сдвигов по длине ВБР.

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

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

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

где  $A$  – амплитуда, определяемая глубиной узкополосных провалов и коэффициентом усиления фотодетектора,  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – оптические частоты, соответствующие центральным длинам волн окон прозрачности ВБР. На рис. 2 показан радиочастотный отклик от трех решеток с различным спектральным разнесом между фазовыми сдвигами, записанных нами непрерывным лазером по технологии формирования составных решеток в лаборатории НИИ ПРЭФЖС КНИТУ-КАИ. Все решетки находились в одинаковых внешних условиях: температуре и давлении.

Для получения отклика, показанного на рис. 2, нами были использованы: склон опорной ВБР, соответствующий диапазону измерений, фотоприемник с шириной полосы 20 ГГц и программное обеспечение на базе быстрого преобразования Фурье.

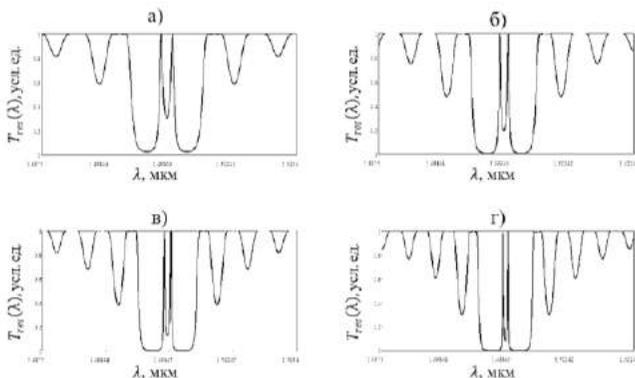


Рисунок 1 - Трансформация спектра ВБР при изменении длины решетке: 5 мм (а), 6 мм (б), 7 мм (в), 8 мм (д)

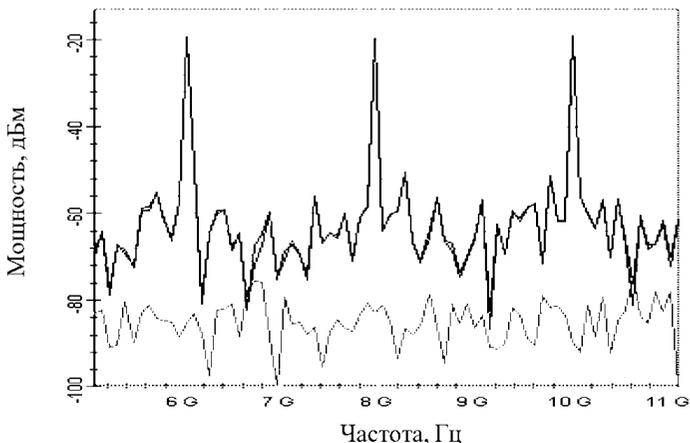


Рисунок 2 - Отклик трех ВБР с различным разносом фазовых сдвигов  
 Построенные на базе указанных решеток сенсорные сети, аналогичные рассмотренным в [1,2] не требуют использования спектральных или интерферометрических интеррогаторов.

1. Нуреев И.И. // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3581/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3581/).

2. Нуреев И.И. // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3605/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3605/).

А.Л. Тимофеев, А.Х. Султанов

Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **ПОВЫШЕНИЕ ВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ**

Одной из фундаментальных задач теории кодирования является восстановление информации, потерянной при передаче. Известные корректирующие коды обладают возможностью устранения ошибок небольшой кратности, но при передаче информации по реальному каналу связи в тяжелых помеховых условиях и/или при недостаточном уровне сигнала могут быть утрачены большие фрагменты информации, в том числе начало и конец передачи. В большинстве случаев это приводит к невозможности восстановления исходного сообщения. Одним из способов повышения верности передачи информации является использование формы представления сигнала, обеспечивающей восстановление сигнала по его фрагменту. При этом для широкого класса сигналов возможно получить приемлемую точность восстановления при потере больших фрагментов. Такая возможность заложена в голографическом способе представления изображений.

В этой связи интересен перенос принципов голографической обработки изображений на кодирование произвольных цифровых сообщений. Одним из основных свойств голографического метода записи информации является делимость голограммы – возможность восстановления волнового фронта объекта каждым сколь угодно малым фрагментом голограммы [1]. Делимость обусловлена тем, что при диффузном освещении объекта каждая его точка освещает всю плоскость голограммы. При повреждении части площади голограммы из процесса формирования изображения исключается только часть лучей, что приводит к уменьшению яркости восстановленного изображения, пропорциональному соотношению дефектной площади к общей площади голограммы без потери основной информации.

Это свойство представляет большой интерес для создания новых методов помехоустойчивого кодирования, позволяющих восстанавливать сообщение по его фрагменту.

Голографическое кодирование произвольной цифровой информации отличается от оптической голографии следующими факторами:

- объект не является объемным. Основная модель объекта – плоское изображение, представленное набором цифровых значений
- объект не привязан к пространственным размерам. Единица измерения размера объекта – длина опорной волны
- опорная волна также не привязана к пространственным измерениям. Длина опорной волны является базой для размеров объекта и восстановленного изображения
- разрешающая способность регистрирующей среды не ограничена
- опорная волна когерентна на любой длине, волновой фронт может быть абсолютно плоским

Свойства голограммы не зависят от объекта, поэтому он может быть плоским и состоящим из набора светящихся точек, т.е. быть дискретным – каждый элемент объекта отображается в виде светящейся точки с яркостью, пропорциональной значению элемента. Исходное цифровое сообщение, далее называемое «объект», представим в виде квадратной матрицы размером  $n$ :  $O(a,b)$ , где  $a=1\dots n$ ,  $b=1\dots n$ . Количество элементов матрицы  $N=n^2$ . Элемент матрицы – двоичное число, имеющее  $q$  разрядов. Матрица объекта отображается в плоскую двумерную фигуру квадратной формы, содержащую  $N$  светящихся точек, яркость которых равна значению соответствующего элемента объекта.

Построим матрицу голограммы  $G(c,d)$ , где  $c=1\dots n$ ,  $d=1\dots n$ , имеющую тот же размер, что и матрица объекта. Для этого используем пространственное представление матриц. Матрица объекта отображается в плоскую двумерную фигуру квадратной формы, состоящую из  $N$  элементов, яркость каждого из которых равна значению соответствующего элемента объекта. Матрица голограммы отображается в аналогичную плоскую двумерную фигуру квадратной формы, состоящую из  $N$  элементов. Элементы матрицы голограммы имеют  $m$  двоичных разрядов.

Матрица объекта и матрица голограммы расположены в трехмерном пространстве в параллельных плоскостях, расстояние

между которыми  $h$ . Элементы матриц с одинаковыми номерами находятся на общей нормали к плоскостям матриц.

Каждый элемент матрицы объекта  $o(a,b)$  является точечным излучателем сферической волны с длиной  $\lambda$  и комплексной амплитудой  $\mathbf{o}(a,b) = o(a,b) \cdot \exp(i\varphi)$ . Сферическая волна попадает на все элементы матрицы голограммы. Амплитуда волны  $o(a,b)$  сохраняется неизменной на всем пути распространения. Фаза волны  $\varphi$  является функцией пространственных координат. Комплексная амплитуда волны от элемента  $\mathbf{o}(a,b)$  в точке нахождения элемента матрицы голограммы  $g_{c,d}$  равна

$$\mathbf{o}((a,b)(c,d)) = o(a,b) \cdot \sin(\varphi_{(a,b)(c,d)}),$$

где  $\varphi_{(a,b)(c,d)}$  – фаза излучения элемента матрицы объекта  $o(a,b)$  в точке  $g_{c,d}$ .

Расстояние между соседними элементами в одном столбце (строке) матрицы голограммы  $t_g$  связано с длиной волны  $\lambda$  соотношением

$$t_g = s / k\lambda,$$

где  $s$  – размер стороны голограммы,  $k$  – коэффициент, который может быть как больше, так и меньше 1.

Расстояние  $f(a,b)(c,d)$  между точками  $o_{a,b}$  и  $g_{c,d}$  является диагональю параллелепипеда со сторонами  $h$ ,  $t_g(a-c)$ ,  $t_g(b-d)$  и равно

$$f(a,b)(c,d) = \text{SQRT}(h^2 + t_g^2(a-c)^2 + t_g^2(b-d)^2),$$

тогда  $\varphi_{(a,b)(c,d)}$  – это дробная часть величины  $f(a,b)(c,d)$ :

$$\varphi_{(a,b)(c,d)} = \{f(a,b)(c,d) / \lambda\}.$$

Введем опорное излучение с длиной волны  $\lambda$ , комплексной амплитудой  $\mathbf{r} = r \cdot \exp(i\psi)$ , представляющее собой плоский волновой фронт, параллельный плоскости матрицы голограммы, проходящий на все элементы голограммы в фазе  $\psi_0$ .

В результате интерференции излучения объекта и опорного излучения в плоскости голограммы возникает голографическое поле, комплексная амплитуда которого равна

$$\mathbf{g}(c,d) = \mathbf{o}(a,b) + \mathbf{r}$$

Обозначим через  $\mathbf{o}^\wedge$  и  $\mathbf{r}^\wedge$  величины, комплексно-сопряженные комплексным амплитудам  $\mathbf{o}$  и  $\mathbf{r}$ .

Интенсивность голографического поля, как известно, описывается следующим образом:

$$g = (\mathbf{o} + \mathbf{r}) \cdot (\mathbf{o} + \mathbf{r})^\wedge$$

Интенсивность голографического поля в точке с координатами  $(c,d)$  на плоскости голограммы является значением элемента матрицы голограммы  $G(c,d)$ .

Раскрывая выражение (1) получим:

$$g = \mathbf{o}\mathbf{o}^{\wedge} + \mathbf{r}\mathbf{r}^{\wedge} + \mathbf{o}\mathbf{r}^{\wedge} + \mathbf{r}\mathbf{o}^{\wedge} = I_o + I_r + \mathbf{o}\mathbf{r}^{\wedge} + \mathbf{o}^{\wedge}\mathbf{r},$$

где  $I_o$  и  $I_r$  – интенсивности излучения волны объекта и опорной волны соответственно.

Рассмотрим переход от оптической голографии к голографическому кодированию. В оптической голографии изображение исходного объекта восстанавливается полностью по сколь угодно малому фрагменту диаграммы (по крайней мере, для фрагментов, размеры которых значительно больше длины волны опорного излучения). Свойства голограммы не зависят от объекта, поэтому он может быть плоским и состоящим из набора светящихся точек, т.е. быть дискретным и квантованным. По синтезированной оптической голограмме такого объекта восстановление изображения происходит без потерь. Проведем дискретизацию голограммы, чтобы получить цифровой массив, описывающий интерференционную картину в плоскости голограммы.

В [2,3] показано, что с учетом теоремы Котельникова при размере минимального элемента объекта равно  $a$ , период дискретизации голограммы должен быть  $d \leq a/4$ . При этом длина волны используемого излучения должна быть  $\lambda \leq a/8$ . Таким образом, для сохранения возможности точного восстановления изображения объекта необходимо использовать излучение с частотой в 8 раз большей пространственной частоты объекта, а частота дискретизации голограммы должна быть в 4 раза больше максимальной пространственной частоты объекта.

Отсюда вытекает формулировка теоремы потереустойчивого кодирования:

Цифровое сообщение, состоящее из произвольного числа символов, может быть восстановлено по фрагменту его цифровой синтезированной голограммы, содержащему квадрат размером не менее  $5 \times 5$  дискретных отсчетов.

Таким образом, для голографического кодирования произвольной цифровой информации необходимо представить ее в виде цифровой модели оптического объекта, состоящего из массива светящихся точек, рассчитать волновой фронт объекта и построить в плоскости голограммы картину интерференции волнового фронта объекта с плоским волновым фронтом опорного излучения. Полученная голограмма будет результатом кодирования исходного

сообщения. Восстановление информации осуществляется аналогичным образом.

Размер голограммы (количество элементов) мало влияет на качество восстановленного изображения, его можно выбрать, например, равным числу элементов объекта  $N$ . Представляет интерес минимальное число элементов голограммы  $M$ , позволяющее восстановить изображение с требуемым качеством.

Для восстановления изображения объекта разместим голограмму и опорный источник в том же относительном положении, что и при формировании голограммы. В той позиции, где находился объект, будет сформировано мнимое изображение объекта. Кроме этого изображения сформируются изображение источника опорного излучения и действительное изображение объекта.

При использовании опорной волны, падающей на плоскость регистрирующей среды под достаточно большим углом, отличным от угла падения объектной волны, происходит пространственное разделение восстановленных изображений. Таким образом, при правильном выборе угла падения объектной волны восстановленное мнимое изображение является точной копией объекта.

Элементы объекта (символы исходного сообщения) могут быть многоразрядными, но наибольшую помехоустойчивость обеспечит однобитное представление.

Следующим шагом в развитии голографического метода кодирования является отказ от формирования голограммы как результата кодирования. Действительно, голограмма необходима только для того, чтобы обеспечить возможность восстановления оптического изображения. В рассматриваемой задаче этого не требуется. Для цифрового кодирования и восстановления информации необходимо создать цифровой массив, каждый элемент которого содержит информацию о каждом элементе объекта, а этим свойством обладает волновой фронт объекта в плоскости анализа. Таким образом, отпадает необходимость использования опорной волны и расчета интерференционной картины от наложения волнового фронта объекта и опорного фронта и остается только задача расчета дискретного волнового фронта объекта и задача восстановления объекта по фрагменту волнового фронта.

Пока остаются нерешенными следующие вопросы:

- как соотносится эффективность голографического кодирования с известными методами помехоустойчивого кодирования?

- как зависят потереустойчивость и помехоустойчивость кодирования от уровня шума?

Это является предметом дальнейших исследований.

1. Андреева, О.В. Прикладная голография. – СПб: СПбГУИТМО, 2008. – 184 с.

2. Корешев С.Н., Никаноров О. В., Смородинов Д. С. Изображающие свойства дискретных голограмм. I. Влияние дискретности голограммы на восстановленное изображение. – Оптический журнал, 2014, том 81, №3, с. 14-19.

3. Корешев, С.Н., Смородинов, Д.С., Никаноров, О.В. Влияние дискретности синтезированных и цифровых голограмм на их изображающие свойства. – Компьютерная оптика, 2016, том 40, №6. – с. 793-801

А.С. Айтимов, А.Н. Баяхов

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **КАЗУИТС – SMART-УНИВЕРСИТЕТ ДЛЯ ЛИДЕРОВ БУДУЩЕГО**

Система образования Казахстана переживает большую реформу. Так, в 2010 году в стране приняли программу развития образования до 2020 года.

Одно из важнейших направлений этой программы – цифровизация. На сегодняшний день концептуально казахстанская система образования идет по трем основным направлениям: это цифровизация процесса образования, цифровой образовательный контент, цифровизация управления образованием.

В настоящее время Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем (КазУИиТС) внедряет программу для Виртуальной образовательной среды. Это позволит реализовать в ближайшие 2-3 года стратегию по созданию Цифрового университета, а также подготовить высококлассных специалистов для Цифровой экономики Республики Казахстан, а самому университету войти в 500 лучших университетов мира.

Стратегическая цель КазУИиТС – формирование исследовательского и предпринимательского SMART – университета. Миссия университета направлена на подготовку лидеров нового поколения, способных решать глобальные задачи устойчивого развития и изменять мир к лучшему.

ВУЗ имеет 20-летнюю историю образовательной деятельности, он является одним из первых частных ВУЗов в западном регионе.

Университет располагает материально-технической базой, оснащенной техническими средствами соответствующими современным требованиям. Сформирован автопарк, состоящий из 17 машин различной грузоподъемности, в том числе имеется электромобиль, созданный группой студентов университета и являющийся единственным образцом в западном регионе.

Университет является членом Ассоциации высших учебных заведений Республики Казахстан. За годы образовательной деятельности ВУЗ подготовил для отраслей экономики более 35 тысяч высоко-квалифицированных кадров, многие из них занимают руководящие позиции в Сенате Парламента Республики Казахстан; правоохранительных государственных органах; структурных подразделениях областных, городских и районных акиматов; крупных финансовых институтах и национальных компаниях; организациях среднего, технического и профессионального, высшего образования.

Успешность, талантливость и активность студентов специальностей «Менеджмент», «Автоматизация и управление», «Юриспруденция», «Стандартизация, сертификация и метрология» позволили им стать обладателями стипендий, учрежденных Президентом Республики Казахстан и научных грантов.

Расширяется сотрудничество по основным научным направлениям университета с ведущими промышленными предприятиями региона.

Активно создаются научно-исследовательские кластеры, в которых сотрудничество преподавателей и специалистов из разных областей позволяет достичь высоких результатов. Ученые университета проводят научные исследования, по следующим направлениям:

- внедрение идей Smart-университета. Данное исследование направлено на составление базы учебных заведений для реализации в Казахстане концепции - Smart-образования, Smart-экономики и Smart-общества;
- «Возобновляемые источники энергии». Это направление объединяет следующие темы исследования: «Аэродинамическая ветроэнергетическая установка для отдаленных объектов», «Методика определения использования кинетической энергии ветра и номинальной мощности в ветроэнергетической установке»;

«Разработка и создание автотранспорта на электротяге с использованием альтернативных источников энергии»;  
- «Нейроинтерфейс технологии». Этим исследованием предполагается разработка и внедрение следующих тем: «Исследование состояния человеческого мозга в различных условиях», «Автоматизированная система управления процесса создания и внедрения изобретений». Так, результаты научных исследований профессора Умбетова Б.Х. были отчасти продемонстрированы при участии в работе Всемирного Конгресса инженеров и ученых WSEC-2017, академика Айтимова А.С. были представлены и апробированы на Всемирной выставке в Астане EXPO 2017 года. Последние наши достижения – золотые медали XXI Московского Салона изобретений и инновационных разработок «АРХИМЕД - 2018» за разработки «Реализация процесса тиражирования «двигателей прогресса» в формате социального проекта «Инновационная техническая школа памяти К.Э.Циолковского» и «Гелиотепловые энергоаккумулирующие системы с использованием эффекта фазового перехода жидкого теплоносителя».

Университетом заключено более 50 договоров и ведется активная интеграционная работа с ведущими университетами Российской Федерации такими, как: Московский государственный университет им. М.Г. Ломоносова, Поволжский государственный университет информатики и телекоммуникаций, Уфимский государственный авиационный технический университет, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, Международный университет природы общества и человека г. Дубна и др.

Сегодня, университет является многопрофильным динамично развивающимся ВУЗом. Главные направления в развитии КазУИиТС на современном этапе – это организация научно-исследовательской работы на высоком уровне, формирование международной академической репутации и эффективной структуры управления. Реализация этих планов позволит вузу войти в число университетов – лидеров международного образовательного пространства.

# **1. Общие проблемы передачи и обработки информации — The common problems of information transmission and processing**

А.А. Гладких<sup>1</sup>, Д.В. Мишин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск, Россия

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПЕРЕСТАНОВОЧНОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ БЛОКОВЫХ КОДОВ НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ КОГНИТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Основными направлениями совершенствования современных и развития перспективных цифровых систем связи безусловно являются методы, направленные на повышение спектральной и энергетической эффективности таких систем. Известно, что раздельно каждое из указанных направлений характеризуется своими оптимальными параметрами, но прямой синтез этих двух технологий с целью дальнейшего улучшения показателей новой системы труднодоступен из-за их противоречивости. Поэтому поиск приемлемых компромиссов при решении подобных задач для разнотипных цифровых систем связи и особенно цифровой радиосвязи приобретает особую важность.

Одним из перспективных направлений подобного рода является развитие мягких методов обработки помехоустойчивых кодов. Палитра алгоритмов мягкого декодирования существенно расширяет возможности обмена данными относительно методов жесткой обработки информации, но главным достоинством такого подхода является заметный энергетический выигрыш кода (ЭВК) относительно жестких схем декодирования, что особенно важно для участков радиointерфейса ИКТ. Это позволяет не только уменьшить мощность передающих устройств с одновременной оптимизацией использования ограниченного частотного ресурса, но и решить задачу снижения сложности вычислительного процесса на основе оптимизации процедуры декодирования в целом.

К искусственным когнитивным системам (КС) (небиологическим системам) принято относить технические структуры

большей или меньшей сложности, обладающими группой специфических функций. К таким функциям целесообразно отнести:

- наличие целевой функции – обмен данными между выраженными частями технической структуры средствами цифровых или аналоговых форматов для быстрого и эффективного решения практических задач;

- функция регулирования – сравнение данных реального времени с данными диагностики и реализации процедуры когнитивного регулирования и когнитивной адаптации;

- функция моделирования – система взаимосвязанных семантических моделей для усваивания новых связей между актуальными событиями внешней среды;

- функция адаптации – для реализации процедуры когнитивной адаптации.

Архитектура КС находится в полной зависимости от среды ее функционирования и связывается с этой средой через сенсорную плоскость, при этом результат обработки данных этой плоскости отражается в когнитивной карте КС, являющейся неотъемлемой частью когнитивной модели. В данном случае знания следует трактовать как связь между событиями [1, 2].

Обобщенная схема состоит из двух контуров: контура регулирования и контура адаптации. Контур регулирования функционирует следующим образом: сигнал от объекта сравнивается в блоке диагностики с сигналом от когнитивной модели. В результате сравнения формируется сигнал рассогласования, поступающий в блок целевого функционала, в котором вырабатывается оценка степени отклонения результата диагностики от требований целевой функции. По результатам сравнения в блоке когнитивного регулирования формируется управляющий сигнал на объект.

Контур адаптации функционирует следующим образом: сигнал рассогласования между реакцией объекта и модели, формирующийся в блоке диагностики, поступает в блок адаптации, в котором осуществляется выбор корректирующего воздействия, изменяющего когнитивную модель для обеспечения ее адекватности объекту. Когнитивная модель зависит также от структуры сенсорной плоскости. Эта зависимость отражает взаимосвязь микро- и макроуровней познания. Сигнал рассогласования между реакциями объекта и модели может быть использован как в контуре регулирования, так и в контуре адаптации. В первом случае модель объекта является замкнутой

совокупностью идеальных когнитивных стереотипов, а основная подсистема функционирует как регулирующий контур с эталонной моделью объекта. Во втором случае (использование сигнала рассогласования только в контуре адаптации) модель объекта является открытой совокупностью когнитивных установок, а основная подсистема превращается в контур с настраиваемой моделью объекта.

Когнитивная модель функционирования технической системы основывается на принципах процедуры обучения, предполагающей, что различные факторы внешней среды и сопутствующие им признаки развиваются в результате реакции сенсоров системы (сенсорной плоскости) на внешние условия. В общем случае происходит последовательная обработка сенсорной информации с последующим ее перекомпилированием и закреплением «удачных» гипотез и удалением «неудачных» вариантов таковых по частоте их успешного применения [1].

При этом хорошо известные принципы построения адаптивных систем предполагают выполнение части из этих функций в усеченном виде, поскольку адаптация является только элементом перцептивного цикла, включающего схему обучения как главный элемент когнитивной структуры. Поэтому введение в алгоритм адаптивной системы операторов сравнения текущей ситуации с заданными порогом можно трактовать как решение задачи по заданному из вне шаблону.

В когнитивных системах названные этапы рассматриваются значительно шире и трактуются как способность различать внешние факторы функциональной дезадаптации, приводящие к нарушениям работы технической системы в целом.

Анализ современных методов построения устройств помехоустойчивого кодирования показывает, что подавляющее большинство из них принципиально создаются под те или иные системы связи, в которых предварительно и достаточно полно изучена статистика потока ошибок как элемент внешнего обучения. Такие устройства не приспособлены к реализации функций обучения. Однако при использовании весьма эффективных алгоритмов ПД такая возможность появляется, поскольку для кортежа данных можно указать конечное множество вариантов перестановок символов комбинаций, найти и сохранить для них готовые решения, которые можно хранить в памяти декодера и не вычислять их заново при повторах конкретных перестановок [2 – 5].

Важной составляющей ПД является вычисление и отбор МРС, который лежит в основе процедуры сортировки символов принятой комбинации и организации их последующих перестановок и поэтому должны адекватно соответствовать текущему состоянию используемого канала связи. Применение сложных видов модуляции, так же как и логистика восстановления хранилищ данных, ставят вопрос об использовании алгоритмов ПД не двоичных избыточных кодов [5]. Некоторые сведения об таком подходе известны из работы [5]. Вместе с этим, из известных источников не всегда ясно, каким образом применить когнитивные процедуры к поиску наиболее вероятных векторов переставленных не двоичных кодов, как, используя свойства переставленных матриц, сократить объем хранимых данных, полученных в результате обучения декодера.

1. Морелос-Сарагоса, Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / Р. Морелос-Сарагоса.– М. : Техносфера, 2005.–320 с.

2. Гладких А.А., Климов Р.В., Чилихин Н.Ю. Методы эффективного декодирования избыточных кодов и их современные приложения // Ульяновск: УлГТУ, 2016, 258 с.

3. Гладких А.А., Климов Р.В. Численное моделирование обобщенной процедуры формирования индексов мягких решений // Периодический научно-технический и информационно-аналитический журнал Инфокоммуникационные технологии. 2013, Том 12. №2, С. 22 – 28.

4. Гладких А.А. Основы теории мягкого декодирования избыточных кодов в стирающем канале связи // Ульяновск : УлГТУ, 2010/ 379 с.

5. Гладких А.А. Перестановочное декодирование как инструмент повышения энергетической эффективности систем обмена данными // Электросвязь, 2017, № 8, С. 52–56

Т.А. Азарникова, И.К. Мешков  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА СЕТИ ЦИФРОВОГО НАЗЕМНОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

В соответствии с ФЦП "Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2018 годы" должен быть осуществлен

перевод государственных сетей телерадиовещания на цифровые технологии, население Российской Федерации должно быть обеспечено многоканальным вещанием с гарантированным предоставлением общероссийских обязательных общедоступных телеканалов и радиоканалов заданного качества.

Строительство сети эфирного вещания пакета цифровых телеканалов РТРС-1 (первый мультиплекс) в Республике Башкортостан завершено. Построено 216 передающих станций, которые обеспечивают цифровым эфирным телевидением более чем 3,9 миллиона человек (более 95% жителей)[3]. До тех пор пока вся территория, где проживают люди не будет обеспечена цифровым телевидением, проблема теневых зон остается актуальной.

Для обеспечения цифровым телевидением оставшихся 5% жителей республики необходимо расширять зону покрытия для цифрового эфирного вещания DVB-T2. Можно предложить несколько способов решения возникшей задачи: использование пассивного ретранслятора и строительство дополнительного объекта сети цифрового наземного телерадиовещания (СЦНТВ).

Пассивный ретранслятор – это целесообразный способ доставки цифрового сигнала до труднодоступных участков со сложным рельефом, Республика Башкортостан расположена на подобной территории. Этот способ требует высокоточного расположения рабочих поверхностей антенн и сверхжестких опор для их фиксации.

Архитектура построения сети должна обеспечивать ее поэтапное наращивание для вещания 3 мультиплексов программ без строительства новых опор, инженерных систем и замен оборудования, установленного при строительстве сети первого мультиплекса программ. Проектируемый объект должен соответствовать данным требованиям. Проанализировав фактическую зону покрытия, можно определить территории, на которых жителям недоступно эфирное цифровое телевидение и где необходимо строительство дополнительного объекта СЦНТВ. Наиболее подходящее место для возведения антенно-мачтового сооружения (АМС) и установки оборудования можно выбрать, используя топографическую карту. Для того чтобы, проектируемый объект выполнял возложенную на него функцию, необходимо учесть ряд факторов: технические характеристики передающего оборудования (высота подвеса антенны, ее коэффициент усиления, мощность передатчика), характер местности, условия застройки на месте приема.

Для приема радиосигнала с искусственного спутника Земли наземная станция оснащена однозеркальной параболической антенной диаметром 2,4м, а для передача сигнала абонентам – панельные антенны, установленные в верхней части АМС. Объект СЦНТВ должен содержать следующие инженерные системы: электроснабжения, заземления, молниезащиты, вентиляции и кондиционирования, отопления, освещения, видеонаблюдения, пожаротушения и охранно-пожарную сигнализацию, АМС и технологический контейнер – помещение, в котором в телекоммуникационных стойках размещения оборудования: спутниковый приемник и модем, цифровой телевизионный передатчик и модуль системы дистанционного контроля (СДК) для мониторинга и управления сетью.

Пассивный ретранслятор, так же как и новый объект даст возможность исключения теневых зоны. Существенное отличие пассивного ретранслятора заключается в том, что он не усиливает сигнал и до потребителей доходит уже ослабленный, это значительно сокращает зону уверенного приема. Поэтому его применение предпочтительнее в условиях, когда теневая зона находится в низине вблизи уже существующего объекта СЦНТВ. Дополнительный объект расширит зону покрытия в несколько раз больше и место его размещения возможно в самых удаленных уголках республики, поэтому он имеет преимущества над пассивным ретранслятором.

1. Мешков, И.К., Султанов, А.Х. Основы проектирования эфирных и кабельных систем цифрового телевидения: учебное пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2014. – 142 с.

2. Строительство сети цифрового ТВ. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 29.12.2017. — URL: <http://ufa.rtrs.ru/tv/digital/> (дата обращения: 29.03.2018).

В.А. Заболотов, И.А. Стефанова  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОЕ СЖАТИЕ АУДИОДАНЫХ**

Важнейшие характеристики цифровой обработки аудиоданных определяются эффективностью системы сжатия. В настоящее время

повышение эффективности сжатия связано с обработкой звуковых сигналов (ЗС) в частотной области, что позволяет учитывать психоакустические свойства органа слуха человека.

Основным ресурсом сжатия аудиоданных является естественная избыточность источника звука. Современные способы сжатия ЗС предусматривают динамический анализ спектра реального сигнала путем применения частотных дискретных ортогональных преобразований (ДОП) к выборкам первичного цифрового сигнала.

Различают статистическую и акустическую избыточности. Сокращение статистической избыточности основано на учете свойств самих ЗС. Ее устранение позволяет сокращать объем передаваемых данных на 15...25 % по сравнению с их исходной величиной. Для дальнейшего уменьшения избыточности применяют алгоритмы, основанные на психоакустических свойствах органа слуха.

Для передачи сигнала в более компактном представлении используются частотные дискретные ортогональные преобразования (ДОП). В процессе обработки производится периодическое с интервалом  $T_n$  преобразование  $N$  временных отсчетов в  $N$  коэффициентов ДОП. Так ЗС представляется последовательностью спектральных выборок по  $N$  спектральных компонент каждая.

Если частоту дискретизации выбирать в два раза большую верхней частоты спектра исследуемого сигнала, то качество воспроизведения ЗС будет далеко от идеального. Поэтому для повышения качества воспроизведения звука требует повышение частоты дискретизации [1] и число разрядов. Для этого потребуется осуществить значительное сжатие звука с уменьшением скорости цифрового потока в 4-10 раз. Поэтому перспективным стало использование субполосного кодирования, при котором ЗС разделяется на множество субполос шириной близкой к критической полосе слуха, а кодирование осуществляется в каждой полосе отдельно с выбором числа разрядов так, чтобы шумы квантования не ощущались на слух.

В [2] показано, что при использовании такого свойства слуха как минимально ощущаемые изменения частоты тонов, ощущаемые слухом человека, позволяет несколько уменьшить психоакустическую избыточность слуха. При этом требуется довольно высокая частота дискретизации. Авторами были рассчитаны частота дискретизации  $F_d$

и длина выборки  $N$  при спектральном анализе аудиоданных с помощью ДОП с учетом аппроксимации кривой порога различимости частоты тона для различных рабочих диапазонов частот ЗС (звукозапись, мультимедиа, телефония).

Так для дискретного преобразования Фурье (ДПФ) для рабочих диапазонов частот 0,02-20 кГц, 0,04-10 кГц и 0,3-3,4 кГц максимальная  $F_d$  оказалась равной 1730, 970, 100 кГц соответственно. Для дискретного косинус преобразования (ДКП) при использовании тех же частотных диапазонов максимальная  $F_d$  оказалась равной 865, 485, 50 кГц соответственно.

Слух реагирует на мощность, сосредоточенную в отдельных частотных группах, поэтому спектр ЗС разделяют на частотные полосы [4].  $F_d$  в каждой частотной группе снизится до величины, равной удвоенной полосе пропускания соответствующего фильтра. После фильтрации отсчеты ЗС группируются в блоки.

Используя аппроксимирующую зависимость ширины частотной группы  $F$  от центральной частоты  $f$  для разных рабочих полос частот [3], были рассчитаны частоты дискретизации  $F_d$  в частотных группах.

Так при использовании ДПФ для рабочих диапазонов частот 0,02-20 кГц, 0,04-10 кГц и 0,3-3,4 кГц максимальная  $F_d$  в субполосах оказалась равной 12, 9, 7кГц соответственно, а для ДКП – максимальная  $F_d$  оказалась 6, 5, 4 кГц соответственно для разных диапазонов частот.

Анализируя полученные результаты видно, что второй подход позволяет значительно уменьшить максимальное значение частоты дискретизации  $F_d$  в отдельных частотных группах.

1.Ковалгин Ю. А., Вологдин Э.И. Цифровая обработка звуковых сигналов. – СПб.: КОРОНА-принт, 2004 – 240 с.

2.Стефанова И.А., Заболотов В.А. Аппроксимация порога различимости частоты тона. // Сборник статей по материалам XVI МНПК – Новосибирск, 2018. –С. 52-56.

3.Стефанов АМ., Стефанова И.А. Эффективное использование интегрирующей способности слуха при цифровой обработке сигналов. // Сборник статей по материалам 3 МКИ выставка Цифровая обработка сигналов и ее применение. – Москва, 2000. –С. 137-139.

4.Цвикер Э., Фельдкеллер Р. Ухо как приемник информации / пер. с немецкого, под ред. Б. Г. Белкин. М.: Связь, 1971 – 255 с.

А.Р. Исмагилова, А.З. Глявлин  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ПРЕДКОРРЕКТОРА, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОПРЕДЕЛЕННЫХ ВОЛНОВЫХ ПАРАМЕТРОВ**

В последнее десятилетие волоконно-оптическим линиям связи удалось завоевать лидирующую позицию в телекоммуникационных сетях, но полностью переходить на оптику и отказаться от сотен километров проложенного медного кабеля, было бы нерационально. Так как использование уже существующих линий значительно сокращает финансовые и временные затраты на организацию новых сетей связи. Но в большинстве своем кабели электросвязи, проложенные много лет назад, утратили свои первоначальные характеристики из-за воздействия различных факторов и уже не в состоянии обеспечивать требуемую скорость передачи. Исправить эту ситуацию и получить пропускную способность канала близкую к потенциальной предлагается методом предварительной коррекции сигнала.

Предварительная коррекция подразумевает компенсацию искажений, возникающих при прохождении сигнала  $f_0(t)$  по линии, путем изменения его характеристик и формы на передающей стороне таким образом, чтобы на входе приемника получить сигнал  $f_i(t)$ , максимально приближенный к неискаженному полезному сигналу  $f_0(t)$  [1]. При этом никаких изменений в составе приемного оборудования не требуется.

Для реализации данного метода коррекции, требуется определить передаточную функцию канала, вносящего искажения, и по информации о ней рассчитать передаточную функцию предкорректора, по которой для него вычисляются коэффициенты [2].

Данный способ предполагает проведение тестирования линии связи, но в случае, если невозможно обеспечить передачу тестирующего сигнала до выхода линии необходимой длины, предлагается использовать коэффициенты, рассчитанные по

вторичным или волновым параметрам кабеля, определяемым экспериментальным путем.

В качестве среды распространения сигнала рассмотрим однородную длинную линию (ОДЛ) протяженностью  $l$ , которая является линейной системой с распределенными параметрами и определяется импульсной характеристикой  $h_c(t)$ . Пусть ОДЛ подключена к источнику сигнала  $s_0(t) = S_0 \cos(n\Delta t + \varphi)$  с выходным комплексным сопротивлением  $Z_S(jn\Delta)$ , комплексное сопротивление нагрузки  $-Z_L(jn\Delta)$ . Тогда, пользуясь известными формулами для ОДЛ в гармоническом режиме [3], для точки  $x = l$  получим передаточную функцию канала:

$$K_c(jn\Delta) = \frac{Z_L(jn\Delta)}{(Z_L(jn\Delta) + Z_S(jn\Delta))Z_B(jn\Delta)\text{ch}(\gamma(jn\Delta)l) + \times Z_B(jn\Delta)} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{Z_L(jn\Delta)}{(Z_B^2(jn\Delta) + Z_L(jn\Delta)Z_S(jn\Delta))\text{sh}(\gamma(jn\Delta)l)},$$

где  $\Delta$  – интервал дискретизации по частоте,  $\Delta \rightarrow 0$ ,  $\gamma(jn\Delta)$  – коэффициент распространения на частоте  $n\Delta$ ;  $Z_B(jn\Delta)$  – волновое сопротивление линии на частоте  $n\Delta$ .

Волновые параметры ОДЛ  $Z_B$  и  $\gamma$  удобно определять экспериментально по величинам входных сопротивлений холостого хода  $Z_{xx}$  и короткого замыкания  $Z_{кз}$ .

Так при холостом ходе:

$$Z_{xx} = Z_B \text{cth} \gamma l ;$$

а при коротком замыкании:

$$Z_{кз} = Z_B \text{th} \gamma l .$$

Из этих соотношений следует:

$$Z_B = \sqrt{Z_{xx} Z_{кз}} ,$$

$$\text{th} \gamma l = \sqrt{\frac{Z_{кз}}{Z_{xx}}} .$$

Далее по дискретным значениям передаточной функции канала вычисляется передаточная функция предкорректора, с помощью которой проводится расчет коэффициентов предкорректора.

1. О дробно-интервальной предварительной коррекции цифрового сигнала в каналах связи / Султанов А. Х., Тлявлин А. З., Багманов В. Х.,

Любопытов В. С., Адиев Т. И. // Вестник УГАТУ : науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. Т.17, №2 (55). С. 3-13

2. Метод предварительной коррекции сигнала для компенсации линейных искажений в металлических кабельных линиях / Султанов А.Х., Тлявлин А.З., Любопытов В.С. // «Вестник УГАТУ», т. 15, 2011, № 1 (41), с. 182-187.

3. Гроднев И. И., Верник С. М. Линии связи: Учебник для вузов / И. И. Гроднев, С. М. Верник // М.: Радио и связь. – 1988.

А.Р. Исмагилова, А.З. Тлявлин

Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

### **СНИЖЕНИЕ BER ПРИ ПРИЕМЕ СИГНАЛА В УСЛОВИЯХ АДДИТИВНОЙ ПОМЕХИ И МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ МЕТОДОМ ПРЕДКОРРЕКЦИИ**

С помощью метода предварительной коррекции сигнала удалось добиться значительной компенсации межсимвольной интерференции (МСИ), но помимо этого явления линия связи так же подвержена негативному влиянию различного рода помех, которое приводит к увеличению BER [1].

В целях исследования эффективности применения предварительной коррекции сигнала в условиях аддитивной помехи проведены эксперименты для определения BER.

Эксперименты проводились при следующих условиях. Среда передачи сигнала – неэкранированная витая пара (UTP) категории 5е длиной  $l=305$  метров, волновое сопротивление  $Z_B=120$  Ом, линия находится в режиме согласованной нагрузки. В качестве генератора случайной последовательности символов в линейных кодах HDB3/AMI и приемника сигнала использован анализатор потока E1 Acterna EST-125 (рисунок 1). В отсутствии помех наблюдается безошибочная передача сигнала (BER=0).

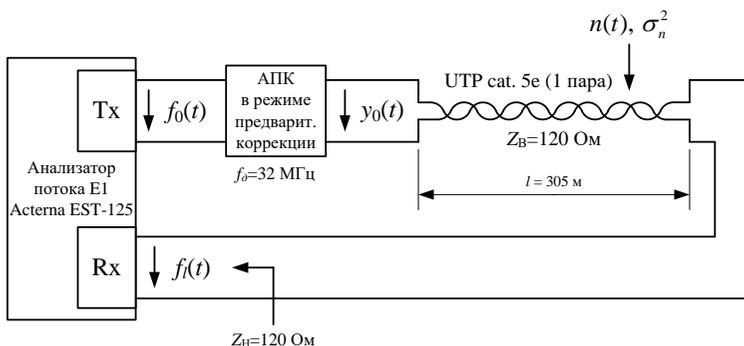


Рисунок 1 – Схема эксперимента для определения BER при передаче с использованием предкоррекции в условиях аддитивной помехи

Для передачи полезного сигнала использована пара 1, для создания аддитивной помехи  $n(t)$  в первой паре сигнал от генератора помехи пропусклся через пару 4. Амплитуда сигнала помехи в четвертой паре составляла  $U_n=5$  В. Расчет коэффициентов корректора осуществлялся при следующих параметрах: частота дискретизации  $f_\delta=32$  МГц; ширина полосы частот, на которой осуществляется предкоррекция  $f_m=3\div 14$  МГц; пороговое напряжение  $U_{th}=0,6$  В; коэффициент пропорциональности выходного и входного сигналов  $\lambda=0,3\div 0,6$ ; порядок фильтра  $K=36$ .

В таблице 1 сведены экспериментальные результаты, полученные в данных условиях при оптимальных значениях  $f_m$  и коэффициентах  $\lambda$ , соответствующих различным значениям энергии импульса  $E_0^{(ПК)}$ . В частности, при  $f_m=4$  МГц и  $\lambda=0,4$  энергия импульса на выходе предкорректора примерно равна энергии передаваемого импульса без предкоррекции, а экспериментальное значение BER при использовании кода АМІ снизилось в 1,75 раз. Если же установить коэффициент  $\lambda=0,45$  (что соответствует повышению средней мощности передаваемого сигнала на 35%) BER снижается в 9,17 раз для кода АМІ и в 4,3 раза для кода HDB3.

Таблица 1 – Значения BER в результате применения предкоррекции

$f_m$ , МГц	$\lambda$	BER <sup>(ПК)</sup>	BER / BER <sup>(ПК)</sup>	$E_0^{(ПК)} / E_0$
линейный код АМІ				
4	0,4	$4,153 \cdot 10^{-6}$	1,75	1

4	0,45	$7,957 \cdot 10^{-7}$	9,17	1,35
4	0,5	$1,698 \cdot 10^{-7}$	43,0	1,66
10	0,35	$4,537 \cdot 10^{-6}$	1,61	1,2
линейный код HDB3				
4	0,45	$3,047 \cdot 10^{-6}$	4,34	1,35
4	0,5	$1,072 \cdot 10^{-6}$	12,35	1,66
10	0,4	$5,467 \cdot 10^{-6}$	2,42	1,58

Отметим, что аналогичное снижение BER не может быть обеспечено только повышением мощности передаваемого сигнала, поскольку при этом усиливается не только полезный импульс, но и значение МСИ.

Таким образом, экспериментальные результаты, полученные при оптимальных параметрах  $f_m$  и  $\lambda$ , подтверждают эффективность применения предкоррекции с точки зрения минимизации вероятности ошибки при заданном пороге энергии импульса сигнала.

1. О дробно-интервальной предварительной коррекции цифрового сигнала в каналах связи / Султанов А. Х., Тлявлин А. З., Багманов В. Х., Любопытов В. С., Адиев Т. И. // Вестник УГАТУ : науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. Т.17, №2 (55). С. 3-13

Н.В.Белый, М.В.Кузнецов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## МЕТОДЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

Речевые сигналы представляют собой нелинейные и нестационарные сигналы сложной формы, амплитудные и частотные характеристики которых быстро изменяются во времени. В области обработки речевых сигналов наиболее популярными методами декомпозиции являются преобразование Фурье (ПФ) и вейвлет-преобразование (ВП), обладающие рядом преимуществ и недостатков.

Несмотря на то, что ПФ обладает относительной простотой вычислений и выполняется при довольно общих условиях, существует несколько ограничений, накладываемых на сигналы, для которых

вычисляется это преобразование [1]. Сигналы должны быть строго периодическими функциями или содержать так называемые повторяющиеся фрагменты одной общей природы, при этом не обязательно являющиеся идентичными, так как в противном случае анализ в частотной области является малоэффективным.

Для повышения эффективности анализа нелинейных и нестационарных сигналов необходим подход, обладающий свойством адаптивности к каждому конкретному сигналу. Требованию адаптивности удовлетворяет дискретное ВП [2]. В силу особенностей материнского вейвлета появляется возможность адаптивно обрабатывать сигналы путем довольно точного учета локальных временных особенностей. Но главная проблема – сложность выбора материнского вейвлета для решения конкретной задачи из их большого многообразия. Можно использовать автоматический подбор вейвлет-функций на основе априорной информации об анализируемом сигнале, однако эта процедура может оказаться затратной по вычислительным ресурсам.

По этой причине актуальным является вопрос применения новых методов декомпозиции, адаптивных к речевым сигналам и позволяющих получить детальное представление о внутренней структуре сигнала.

Важным условием эффективной декомпозиции является возможность формирования адаптивного базиса, функционально зависящего от структуры самого сигнала. Такой подход реализуется в математическом аппарате, ДЭМ. В настоящее время технология обработки сигналов на основе ДЭМ широко используется в различных научных приложениях, в том числе и при решении задач обработки речевых сигналов. Недостатком метода ДЭМ, важным для его практического применения, является смешивание ЭМ, состоящих из различных частей сигнала и находящихся на разных участках ЭМ. Для решения данной проблемы предложен метод множественной ДЭМ (МДЭМ) [3], основанный на многократном добавлении к сигналу бесконечно малой амплитуды белого шума и вычислении среднего значения полученных мод как конечного истинного результата.

Данный подход в полной мере использует преимущество статистических характеристик белого шума для обнаружения слабых периодических или квазипериодических составляющих сигналов. Использование белого шума в МДЭМ для решения проблемы смешивания ЭМ порождает в сигнале новый шумовой остаток, влияющий на реконструкцию исходного сигнала. По этой причине был разработан метод МДЭМ с добавлением белого шума с прямыми и инверсными значениями – комплементарной множественной ДЭМ (КМДЭМ).

Проведено исследование частотно-избирательных свойств и возможностей применения методов на этапе предварительной обработки. Анализ результатов выявил, что наиболее адаптивным методом декомпозиции речевых сигналов является метод КМДЭМ, который может найти практическое применение в алгоритмах оценки частоты основного тока.

1. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы / С. И. Баскаков. – М.: Высшая школа, 2000. – 214 с.

2. Малла, С. Вейвлеты в обработке сигналов: пер. англ. / С. Малла. – М.: Мир, 2005. – 212 с.

3. Huang, N. E. An Introduction to Hilbert-Huang Transform: A Plea for Adaptive Data Analysis / N. E. Huang // Research Center for Adaptive Data Analysis. – Singapore: National Central University, 2007. – 257 p.

Я.М. Кузнецов, И.В. Ротенштейн  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ШЕПОТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧЕВЫХ КОМАНД**

Корректная обработка речевых команд – одна из самых интересных и сложных задач голосового управления. Работа в направлении повышения эффективности обработки ведется достаточно активно. На сегодняшний день представлено большое количество алгоритмов обработки, применяемых в системах голосового управления (СГУ). Разнообразие алгоритмов обусловлено как важностью проблемы, так и отсутствием достаточно эффективных методов ее решения.

Объектом исследования является алгоритм обработки шепотных команд в СГУ. Предмет исследования – оптимальные методы обработки шепота. Целью работы является повышение эффективности обработки речевых команд в СГУ.

Предварительная обработка применяется для устранения естественных искажений, возникающих в речевом аппарате человека при произнесении шепотных команд. Шепот представляет собой квазистационарный процесс, спектр которого остается относительно неизменным в течение короткого периода времени (5–100 мс). Это позволяет разделить сигнал на фрагменты, в пределах которых можно считать сигнал стационарным. Характер изменения амплитуды сигнала во времени называется амплитудным распределением, которое является важным информативным параметром речи. Изменение амплитуды хорошо описывается с помощью функции кратковременной энергии сигнала.

Человеческий слуховой аппарат не фиксирует речь линейно, различие между энергиями информативных и неинформативных участков сигналов должно быть значительным, чтобы человек фиксировал изменение амплитуды. Для увеличения амплитуды в 2 раза необходимо, чтобы энергия увеличилась в 8 раз. Применение логарифмирования энергии фрагментов максимально приблизит работу алгоритма к функционалу слухового аппарата человека.

Важным этапом является вычисление дискретно-косинусного преобразования логарифма энергии набора фильтров. Так как все полосы пропускания фильтров перекрываются, энергии в наборе фильтров достаточно коррелируют друг с другом, поэтому необходимо провести декорреляцию.

Произношение одного и того же слова обычно имеет разную длительность, так как различные части слова произносятся с разной скоростью. Чтобы получить глобальную оценку расхождения между двумя речевыми образцами, представленными как вектора информативных параметров, должно быть выполнено выравнивание по времени. Для этого применяется метод динамического трансформирования времени, который является методикой эластичного сравнения вектора наблюдений с хранящимся шаблоном. Метод динамического трансформирования времени работает с фрагментами, т.е. анализ состоит из обработки вектора информативных параметров в регулярных интервалах.

На основе поставленных задач ведется анализ методов обработки основных параметров шепота, а так же формирование шаблонов, представляющих собой объединение всех информативных параметров. Следующим этапом данной научной работы является создание оптимального алгоритма распознавания шепотной речи.

М.С. Курсакова, И.К. Мешков  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ МОБИЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ЭФИРНОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ СТАНДАРТА DVB-T2 LITE В ГОРОДЕ УФА НА БАЗЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИНХРОННОЙ СЕТИ**

В 2012 году распоряжением Правительства РФ № 287-р от 3 марта 2012 г. в Российской Федерации единым стандартом цифрового эфирного телевидения был признан стандарт DVB-T2, разработанный консорциумом DVB Project.

DVB-T2 – усовершенствованный стандарт цифрового наземного телевидения. В DVB-T2 используется ряд преимуществ, по сравнению с DVB-T, в числе которых новейшие методы модуляции и кодирования, обеспечивающие более высокую надежность передачи

аудио-, видеоконтента и данных, а также эффективное использование ценного наземного спектра частот. Благодаря введению новой версии стандарта ETSI EN 302 755 v.1.3.1 от 01.04.2012г. появилась мобильная конфигурация DVB-T2 Lite, а передаваемые данные разделили на два профиля: DVB-T2 Base и DVB-T2 Lite.

DVB-T2 Lite – профиль стандарта DVB-T2, использующий ограниченное количество доступных режимов работы, которые оптимизированы для мобильной передачи. T2-Lite был разработан так, чтобы в существующих модуляторах и демодуляторах DVB-T2 потребовались минимальные изменения для поддержки нововведений, благодаря чему производителям оборудования будет легче внедрять расширение стандарта в существующие сети.

Цель использования DVB-T2 Lite заключается в том, чтобы обеспечить устойчивую платформу для расширенного приема цифрового эфирного сигнала с меньшим требованием к производительности центрального процессора мобильного устройства и потребляемой им мощности. Так как при использовании мобильных устройств повышенная надежность передачи данных особенно необходима, в стандарте DVB-T2 Lite реализован современный алгоритм коррекции ошибок LDPC – 1/3 и 2/5.

Существует несколько методов передачи сигнала DVB-T2 Lite.

Простейшим способом является передача сигнала T2-Lite как автономного, то есть с помощью выделения под T2-Lite отдельного мультиплекса.

Для комбинации T2-Lite и T2-Base доступны два варианта, которые осуществляются внутри существующего мультиплекса DVB-T2, при этом полноценные устройства DVB-T2 «увидят» только свою часть сигнала, а устройства T2-Lite – свою.

Первый вариант: оба сигнала передаются в пределах одного канала физического уровня (PLP). Затем T2-Base передается в FEF (Future Extension Frame – Будущее расширение кадров) T2-Lite или наоборот. Второй вариант: T2-Base и T2-Lite передаются в разных PLP, тогда механизм FEF не требуется. Оба варианта проиллюстрированы на рисунках 1 и 2.

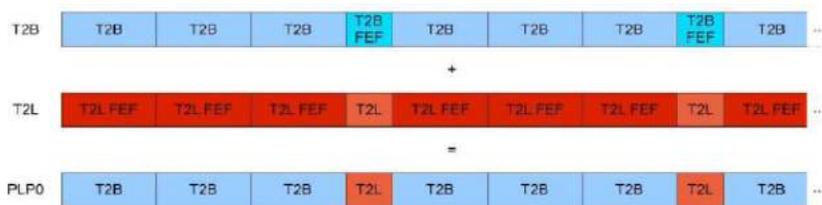


Рисунок 1 - T2-Lite и T2-Base в одном PLP

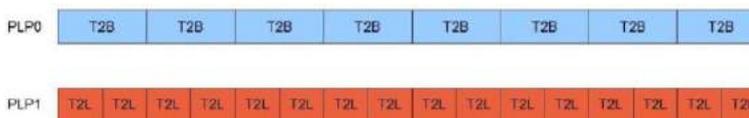


Рисунок 2 - T2-Lite и T2-Base в разных PLP

В первом случае увеличение длины блока FEF в T2-Lite используется для того, чтобы разместить длинные блоки T2-Base.

Таким образом, мобильное телевидение не требует больших инвестиций, так как DVB-T2 Lite может быть основан на уже существующей сети DVB-T2. Это может способствовать постепенному внедрению стандарта в действие, не нуждаясь в дополнительных передатчиках и частотах. Также DVB-T2 Lite является не только заменой устаревшему телевизионному стандарту DVB-H, но и серьезным конкурентом DAB+ и DRM+ в сфере цифрового радиовещания.

1. Gómez-Barquero, D. Next Generation Mobile Broadcasting [Text] / D. Gómez-Barquero // CRC Press. – 2016. – P. 806.

Н.Н. Васин, Е.В. Медведев

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАКЕТА eNSP И АНАЛИЗ РЕАЛЬНОГО ТРАФИКА СЕТИ.

Целью исследования является анализ реального трафика сети банка до и после модернизации. В моделируемой сети происходит реорганизация одного из отделов предприятия в диспетчерскую службу. Сеть предприятия охватывает 3 города, для связи между

которыми провайдер предоставляет канал L3VPN. В каждом филиале присутствует сетевое оборудование компании Huawei. По результатам анализа модели и измеренной загрузки на каналах связи предприятия было предложено заменить все участки сети с использованием медного кабеля оптическими волокнами с целью уменьшения задержки и потерь пакетов при передаче данных. [1]

Анализ полученных результатов показал, что при данной модернизации сети удалось уменьшить потери пакетов в канале связи с 5-11 % от общего количества переданных пакетов, в процентном соотношении, до 1-3 %, а также уменьшить среднюю круговую задержку (RPM), т.е. время отклика, на 13 мс при передаче данных между диспетчерской службой и Московским филиалом, и на 17 мс при передаче данных между Самарским филиалом и отделением в Санкт-Петербурге. [2]

1. Листвин А. В., Листвин В. Н., Швырков Д. В. Оптические волокна для линий связи [1] // М. 2008. С. 106.

2. Буранова М.А., Киреева Н.В. Технология обеспечения качества обслуживания в мультисервисных сетях: учебное пособие [2] // М.А. Буранова, Н.В. Киреева. – Самара: ПГУТИ, 2016. – 194 с

А.М. Чингаева, Р.И. Травин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ СИГНАЛЬНО-КODOVЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ СИСТЕМ С РЕШЁТЧАТОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ СХЕМЕ СВЁРТОЧНОГО КОДЕРА**

Для получения оптимальной сигнально-кодовой конструкции (СКК) при использовании решётчатой модуляции (РМ) необходима совместная оптимизация способа нумерации точек сигнального созвездия и порождающей матрицы кодера. Результатом такой оптимизации будет являться пара  $[G, L]$  – порождающей матрицы кода и таблицы нумерации точек сигнального созвездия.

Аналитические методы синтеза оптимальных схем РМ в настоящее время не найдены [1–4], поэтому единственным решением остаётся полный совместный перебор всех возможных способов

нумерации и порождающих матриц. Проблема такого подхода заключается в большом числе перебираемых вариантов. При 8-позиционной модуляции число способов нумерации равняется  $8! = 40320$  и для каждого из них необходимо перебрать десятки тысяч вариантов порождающих матриц (в зависимости от выбранной величины кодового ограничения). При 16-позиционной модуляции число вариантов нумерации увеличивается до  $16! \approx 2 \cdot 10^{13}$ .

Существующие на сегодня методы синтеза можно разделить на эмпирические и переборные. К эмпирическим относится метод Унгербоэка [1], РМ с битовым перемежением [2] её модификации [3].

К переборным методам относится полный перебор, который, в принципе, возможен при малой (до 4) позиционности модуляции и небольших (1-2) значениях кодового ограничения. Альтернативой полному перебору при больших (8-16) значениях позиционности является предложенный Alvarado и др. метод оптимизации с сокращённым перебором вариантов нумерации. В [4] было показано, что такой подход позволяет сократить число перебираемых вариантов нумерации для 8-позиционной модуляции до 240 при сохранении оптимальности.

Для получения результатов в данной работе был выбран рекурсивный свёрточный кодер общего вида со скоростью  $R = k/m$  и порождающей матрицей  $\mathbf{G}$ , последовательно соединённый с маппером ФМ8, определяемым таблицей нумерации  $\mathbf{L}$ . Для перебора способов нумерации использовался модифицированный алгоритм полного линейного поиска, описанный в [4].

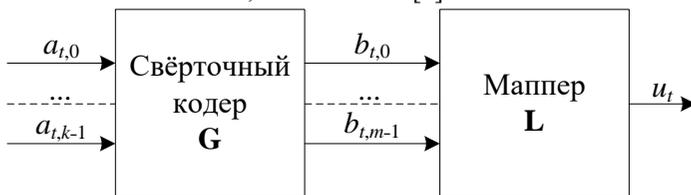


Рисунок 1 - Схема системы РМ

В качестве критерия оптимальности при поиске кода использовался минимум квадрата свободного расстояния  $d_{\text{свЕ}}^2$  в пространстве Евклида, найденный по решётке состояний системы. При поиске свободного расстояния одновременно проводилась проверка решётки на наличие катастрофических ошибок. В результате поиска были найдены коды с большим свободным расстоянием, чем

полученные ранее (см. табл. 1), при этом были подтверждены результаты Унгербоэка и Alvarado.

Таблица 1. Результаты оптимизации

v (кодовое ограничение)	1	2	3	4
$d_{\text{свЕ}}^2$ (Унгербоэк)	–	4,0	4,6	5,2
$d_{\text{свЕ}}^2$ (Alvarado)	2,6	4,0	4,6	5,2
$d_{\text{свЕ}}^2$ (новый результат)	3,4	4,6	5,2	6,3

Полученные результаты позволяют утверждать, что снятие ограничений на канонический вид схемы кодера, а также перебор по всем вариантам порождающих матриц  $\mathbf{G}$  с экспериментальной проверкой катастрофических ошибок по решётке состояний, позволяет получить коды с бóльшим  $d_{\text{свЕ}}^2$ , чем получено ранее.

1. Ungerboeck G. Trellis-Coded Modulation with redundant signal sets // IEEE Communications Magazine, Vol. 25, № 2. – 1987. – pp. 5-21.

2. Zehavi E. 8-PSK trellis codes for a Rayleigh channel. // IEEE Transactions on Communications, vol. 40, no. 3, pp. 873-884, May 1992.

3. Alvarado A., Szczecinski L., Agrell E. On BICM receivers for TCM transmission. // IEEE Transactions on Communications, vol. 59, no. 10, pp. 2692–2702, October 2011.

4. Alvarado A., Graell i Amat A., Brännström F., Agrell E. On Optimal TCM Encoders. // IEEE Transactions on Communications, vol. 61, no. 6, pp. 2178-2189, June 2013.

Д.Р. Эргашева, М.А. Буранова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ДЖИТТЕРА В СЕТИ С ТАНДЕМНОЙ ОЧЕРЕДЬЮ**

В настоящее время джиттер задержки является одним из важнейших параметров QoS. Джиттер - это изменение задержки передачи пакетов. Он может зависеть от маршрутов пакетов, и вызван мультиплексированием нескольких потоков в очередях узлов.

Исследования, проведенные по данной тематике [1, 2, 3], в качестве анализируемого потока в основном рассматривают пуассоновский трафик. В [1] представлена аналитическая модель джиттера. На основе данной модели проведем имитационное моделирование, сравним результаты с аналитическими результатами.

Рассмотрим сеть с тандемной очередью, имеющую несколько узлов (рис. 1). В сети обрабатываются 2 потока: маркированный и фоновый.

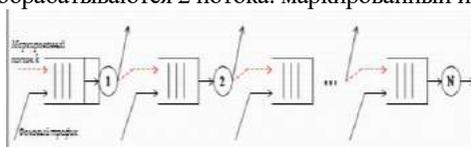


Рисунок 1 - Сеть с тандемной очередью

Аналитическая модель джиттера для маркированного потока, проходящего через  $N$  сетевых узлов [1,3] определяется следующей формулой:

$$J_k^{(N)} \approx \frac{1}{\eta^{(1)}} f(\tau_k, \eta^{(1)}) + \sum_{n=2}^N \frac{1}{\eta^{(n)}} K(\lambda_k^{(n)}, \eta^{(n)}) f(\tau_k^{(n)}, \eta^{(n)})$$

где  $\eta^{(n)} = \mu(1 - p^{(n)})$ ;

$\lambda_k^{(n)} = \frac{1}{\tau_k^{(n)}}$  - скорость поступления пакетов;

$\tau_k$  - среднее время между двумя последовательными пакетами маркированного потока  $P_j$  и  $P_{j+1}$ ;

$f(\tau_k, \eta) = 1 - e^{-\eta \tau_k} (\eta \tau_k + e^{-\eta \tau_k})$ ;

$K(\lambda_k^{(n)}, \eta^{(n)})$  - корреляция задержки;

$n$  - надстрочный индекс для указания узла.

В результате расчетов аналитической модели было получено, что джиттер задержки уменьшается с увеличением количества узлов в сети.

Для проверки результатов математической модели было проведено имитационное моделирование в программной среде NS2. Была построена сеть с тандемной очередью, при этом скорости поступления фонового и маркированного трафика приняты равными. Данная модель определена для простейшего пуассоновского потока (рис.2).



Рисунок 2 - Имитационная модель в среде NS2

Промоделировав сеть для случая, когда маркированный и фоновый трафик передаются с большой скоростью, мы получили результаты, представленные на рис.3.

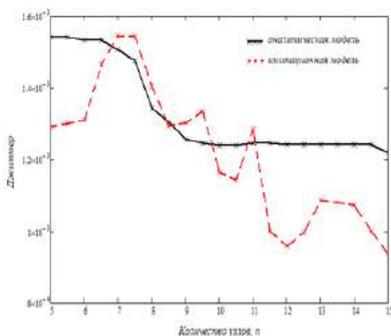


Рисунок 3 - Изменение джиттера в зависимости от количества узлов

В дальнейшем планируется преобразовать данную модель, учитывая современные характеристики трафика, а именно: случайные интервалы времени между пакетами и длительности пакетов описываются распределениями с тяжелыми хвостами.

1. Dahmouni H., Girard A., Sanso B. An analytical model for jitter in IP networks / Annals of telecommunications-Annales des telecommunications, 2012. – 81-90.

2. Matragi W, Bisdikian C, Sohraby K. Jitter calculus in ATM networks: single node case / In: Proc. IEEE INFOCOM' 94. Toronto, 1994.

3. Matragi W, Sohraby K, Bisdikian C. Jitter calculus in ATM networks: multiple node case. / IEEE/ACM Trans Netw5. 1997. - 122–133.

## **2. Инфокоммуникационные технологии — Information and communication technologies**

А.Ф. Надеев, А.Я. Иванченко, Д.Р. Рахимов  
Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

### **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСА СКВОЗНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Необходимым условием создания перспективных программно-определяемых радиоэлектронных инфокоммуникационных систем является использование современных инструментальных средств решения системотехнических задач. На сегодняшний день стремительное развитие технических, программных и программно-аппаратных средств открывает новые возможности по созданию гибких программно-аппаратных комплексов моделирования.

Решение системных задач по созданию и развитию перспективных программно-определяемых радиоэлектронных инфокоммуникационных систем накладывают ряд требований к моделирующему комплексу, в частности:

- Программное моделирование основных функций системы;
- Физическое, программно-аппаратное моделирование радиointерфейсов, взаимодействия средств системы с учетом влияния комплекса помех;
- Возможность сопряжения с реальными средствами системы;
- Открытость системы к функциональному наращиванию;
- Открытость системы к наращиванию аппаратных средств с возможностью физической синхронизации аппаратных модулей;
- Открытость системы к использованию программных средств;
- Иерархическая уровневая структура организации, допускающая самостоятельную разработку, отработку и использование функционала отдельных уровней системы;
- Возможность сопряжения со средствами сквозного проектирования и создания программно-определяемых и микроэлектронных модулей и средств.

С учётом указанных требований разработана архитектура моделирующего комплекса программно-определяемых радиоэлектронных инфокоммуникационных систем. Моделирующий комплекс, как целостная система, реализуется на четырёх системных плоскостях:

- Функциональная плоскость, характеризующая иерархически выстроенные функции;
- Программная плоскость характеризует состав программных средств, используемых в моделирующем комплексе;
- Аппаратная плоскость;
- Плоскость физических каналов.

Аппаратная плоскость включает вычислительную платформу, функционирующую под управлением соответствующей операционной системы, синхронизированную унифицированную аппаратную платформу, обеспечивающую включение и функционирование унифицированных аппаратных модулей. Унифицированные модули выполняют заданный набор функций по формированию, обработке, коммутации, преобразованиям сигналов разного вида в диапазоне от низкочастотных аналоговых и цифровых до широкополосных СВЧ - радиосигналов.

С учетом предъявляемых к моделирующему комплексу требований был проведен детальный анализ существующих программно-аппаратных средств, используемых для задач полунатурного моделирования радиоэлектронных инфокоммуникационных систем. В качестве ключевого компонента системы, обеспечивающего формирование гибко реконфигурируемой структуры синхронизированных в реальном масштабе времени унифицированных модулей, выбрана шина PXIe. Шина PXIe стыкуется с унифицированной вычислительной платформой, реализующей базовое программное обеспечение и включает заданные PXIe-унифицированные модули компании National Instruments.

Ключевыми унифицированными модулями моделирующего комплекса являются векторные программно-определяемые трансиверы (NI VST), реализующие архитектуру программно-определяемых радиосистем. Обеспечивают векторную генерацию и анализ широкополосных радиочастотных сигналов под управлением программируемой ПЛИС.

Разработанный моделирующий комплекс обеспечивает базу для моделирования и прототипирования широкого класса существующих и перспективных радиоэлектронных инфокоммуникационных систем.

Ш. В. Зайдуллин

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

## **СИНХРОНИЗАЦИЯ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ СО МНОГИМИ НЕСУЩИМИ**

В настоящее время интенсивно развиваются различные виды модуляции со многими несущими. Эти технологии применяются в новейших стандартах мобильной связи, цифрового телевидения, а также сетей WLAN. Причинами столь широкого применения модуляции со многими несущими являются устойчивость к межсимвольной интерференции при высокой скорости передачи и возможность приема без потерь даже при пересечении спектров отдельных поднесущих, т.е. уменьшения общей ширины спектра сигнала.

Наиболее распространенным видом модуляции со многими несущими является OFDM. Технология OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) представляет собой комбинированную схему квадратурной амплитудной и частотной цифровой модуляции. В начале, последовательный поток передаваемых битов сначала преобразуется во множество параллельно передаваемых символов квадратурной амплитудной модуляции различных порядков. Полученный параллельный поток поступает на фильтр с импульсной характеристикой обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ), за счёт чего результирующие «субсимволы» получают сдвиг фазы пропорциональный обратной величине так называемого «периода ортогональности». Последнее обстоятельство крайне важно, т.к. сдвиг фазы обеспечивает смещение несущей частоты на умножитель, т.е. позволяет использовать один квадратурный модулятор для передачи субсимволов на разных несущих частотах [2],[3].

В литературе особенно серьезно рассматривается вопрос синхронизации OFDM. В современных системах связи для обеспечения помехоустойчивости применяется когерентный прием

прием, при котором необходима одновременно и частотная и временная синхронизация приемника и передатчика.

В отличие от систем с одной несущей, где задержку по времени можно отследить с помощью глазковой диаграммы, в OFDM передаются сотни и тысячи субсимволов и нахождение сигнала в OFDM заключается в нахождении момента времени где символ начинается [6]. По этой причине стали особо популярны методы как временной, так и частотной синхронизации по преамбуле. Важно отметить, что в системах со многими несущими смещения несущей частоты могут повлечь потери ортогональности в случае OFDM и обусловленных смещений в случае неортогональных систем.

Один из первых методов взаимной частотной и временной синхронизации описан в работе [6]. Данный метод основан на применении двух символов преамбулы, при этом первый символ коррелирует сам с собой на первой и второй половинах периода что позволяет обнаружить пакет, а второй служит для фазовой коррекции.

В работе [5] предложен метод синхронизации основанный на корреляции циклического префикса с соответствующей частью символа, что в условиях отсутствия межсимвольной интерференции дает очень хорошие результаты.

Обобщение всех методов синхронизации по преамбуле дано в работе [1], а в соответствующей ей работе-партнере, предложены методы оценки качества синхронизации.

В новейших работах [4], поднимаются вопросы возможности коррекции ошибок бес постоянного распознавания канала. В работе [4] с этой целью предлагается использовать алгоритмы глубокого машинного обучения. Однако авторы этой работы не приводят описания использованных алгоритмов, ограничиваясь лишь оценкой полученных результатов.

В данной работе сжато рассмотрены основные проблемы и некоторые эффективные алгоритмы синхронизации систем OFDM. Вопросы касающиеся синхронизации неортогональных систем в данной работе не рассматриваются.

1. Alan J. Coulson. (December 2001 г.). Maximum Likelihood Synchronization for OFDM Using a Pilot Symbol: Algorithms. *IEEE Journal on selected areas in communications*, 19(12).

2. Birnham, J. A. (May 1990 г.). Multicarrier modulation for digital data transmission: An Idea has come. *IEEE Communications Magazine*.

3. Goldsmith, A. (2005). *Wireless Communications*. Cambridge university Press.

4. Hao Ye, G. Y.-H. (2017). Power of Deep Learning for Channel Estimation and Signal Detection in OFDM Systems. *ArXiv*.

5. Magnus Sandell, J.-J. v. (1995). International Symposium on synchronization. *Timing and Frequency Synchronization in OFDM Systems Using the Cyclic Prefix*, (стр. 12-19). Essen.

6. Timothy M. Schmidl, D. C. (December 1997 г.). Robust Frequency and Timing Synchronization for OFDM. *IEEE transactions on communications*, 45(12), 1613-162

Р. Р. Аккужин, Ш.Р. Ахтямов, Г. И. Абдрахманова  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **РАЗРАБОТКА СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОЙ АНТЕННЫ В ДИАПАЗОНЕ 75-110 ГГц**

В настоящее время использование сверхширокополосных (СШП) сигналов является одной из наиболее перспективных технологий, которую можно применять в разных отраслях: наблюдение за передвижением воздушного и железнодорожного транспорта, в связи и наблюдение за движением грудной клетки человека, его психофизиологическим состоянием, а также состоянием его кровеносной системы.

Одно из направлений исследований СШП сигналов рассматривает диапазон 75-110 ГГц и более. Поскольку данный диапазон является новым, то для него необходимо разработать соответствующую элементную базу, в частности, антенны. Рассмотрим последние разработки в указанной области.

В [1] решается задача создания рупорной антенны со стабилизированным излучением по всей полосе (75-110 ГГц). Два рупора используются в Н-плоскости для создания функции пеленгования, которая охватывает максимальное поле обзора (FOV) с минимальной неопределенностью (ошибки). Ширина питающего радиоволновода – 2,54мм, ширина самого рупора – 7 мм.

Известно, что в [2] предлагаются конические гофрированные рупоры, которые могут обеспечивать сверхширокую полосу благодаря изменению глубины гофров вдоль рупора. Антенна состоит из 40 гофрированных элементов и имеет радиус диафрагмы 2,65 мм и

входной круговой волновод радиусом 0,384 мм. Шаг гофр составляет 0,250 мм, общая длина составляет 10 мм.

Так же в [3] рассматривается модифицированная антенна Вивальди для применения в миллиметровом диапазоне. Опорная рама используется для фиксации структурированной подложки и увеличивает коэффициент усиления излучения.

Таким образом, на основе проведенного обзора можно сделать вывод, что данная тема актуальна, разработки в этой области есть, но при этом нет законченного образца, и существует большая область для исследований. В связи с этим поставлена задача проектирования антенны для указанного диапазона частот 75-110 ГГц.

1. Muhannad A. Al-Tarifi and Dejan S. Filipovic, Amplitude-Only Direction Finding Using Squinted Stabilized-Pattern Horn Antennas in W-Band, Department of Electrical, Computer, and Energy Engineering University of Colorado Boulder, CO USA, 2016, pp. 1183 – 1184.

2. Gonzalez, K. Kaneko, S. Asayama, Recent Work on (Sub-)Mm-Wave Ultra Wideband Corrugated Horns for Radio Astronomy, 11th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP), 2017, pp. 3327 – 3331.

3. Yonghu Zeng, Chong Guo, Xianqi Lin, Vivaldi Antenna Design in Millimeter-Wave-Band with Ultra Wide Bandwidth and High Gain, IEEE, Xiaofan Yang, 2016.

Ю.О. Усенко, А.А. Федорова, А.Х. Султанов, Р.Р. Жданов.  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ВСЕПРОНИКАЮЩИЕ СЕТИ**

Развитие инфокоммуникационных технологий и глобальной сети в настоящее время способствует стремительному прогрессу создания сетей нового поколения и технологий передачи информации по таким сетям. Согласно статистике, на 2017 год количество пользователей Интернета в мире составляет 3,580 миллиарда человек. Сетевые структуры всепроникающих сенсорных сетей USN (Ubiquitous Sensor Networks) являются составной частью NGN. Развитие таких технологий как Интернет вещей IoT (Internet of Things) и Веб вещей WoT (Web of Things) предполагает более интенсивное развитие сенсорных сетей в ближайшее время.

Сенсорные узлы и приложения USN используются в автоматизации зданий, в сетях датчиков военного назначения, в сельском хозяйстве, в контроле за ростом деревьев и популяции животных, в натальных сетях, для сбора данных окружающей среды, для использования в транспортных сетях, в логистике, промышленности и в автоматизированных системах управления [1].

К особенностям сетей нового поколения можно отнести мобильность пользователя, мультисервисность, объединение телекоммуникационных и компьютерных (информационных) технологий, а также развитие технологий виртуализации.

Сектор стандартизации Международного союза электросвязи в настоящее время рассматривает возможность замены сетей нового поколения на введение Умных Всепроницающих Сетей (SUN – SmartUbiquitousNetworks), которые включают в себя концепцию NGN как одну из составных частей.

Особенностью беспроводных сенсорных сетей является то, что они образуются множеством совместно функционирующих автономных устройств для выполнения поставленной задачи. Основная задача WSN (Wireless SensorNetwork – беспроводные сенсорные сети) заключается в организации сети сенсоров с использованием большого числа относительно простых датчиков вместо традиционного подхода, предполагающего размещение нескольких дорогих и сложных модулей зондирования.

Структура модели сетей SUN представлены на рисунке 1.

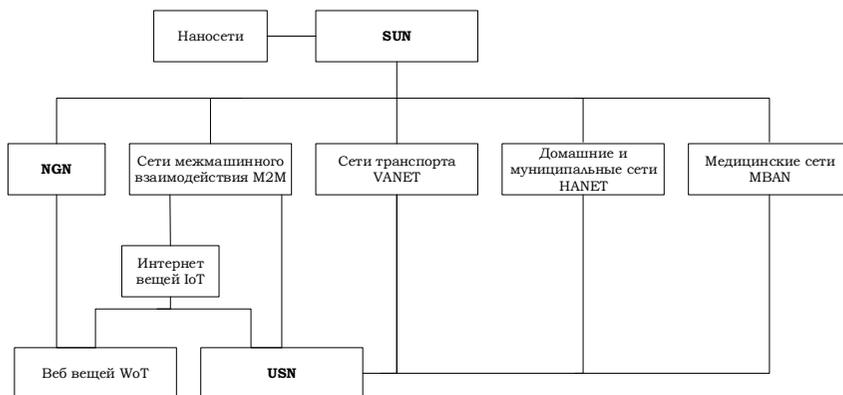


Рисунок 1 – Структура модели сетей SUN

При переходе на интеллектуальные всепроникающие сети количество пользователей фиксированной телефонии уменьшится и произойдет быстрый рост количества мобильных пользователей. Пользовательские приложения будут больше ориентированы на использование технологий виртуализации и облачных технологий [2].

Однако, при использовании всепроникающих интеллектуальных сетей возникает ряд проблем. Недостатками данных сетей является отсутствие оптимальных алгоритмов самоорганизации и маршрутизации с учетом энергосбережения, а также необходимость в разработке автономных источников питания длительного действия.

К основным компонентам сети SUN можно отнести следующие:

1. Сеть датчиков (датчик является базовой единицей создания USN). Датчик, совмещенный с микропроцессором, обрабатывающим данные, называется интеллектуальным датчиком.
2. Сеть доступа USN – узлы посредники, шлюзы, агрегирующие информацию от группы датчиков с целью облегчения последующей передачи данных в центры управления.
3. Сетевая инфраструктура – активное и пассивное оборудование существующих проводных/беспроводных сетей.
4. Программное обеспечение для сбора и обработки больших объемов данных, облачные платформы, IoT-платформы и т.д [3].

Основными условиями организации USN является низкое потребление энергии устройствами (сети LPWAN) и самоорганизация сети (AdHoc сети). AdHoc сети – это возможность в отсутствие централизованной инфраструктуры обмениваться данными любой паре находящихся в зоне радиопокрытия узлов сети. Узлы сети в этом случае, как правило, выполняют две роли: могут быть одновременно и окончательным оборудованием, и маршрутизаторами. Самоорганизующаяся сеть должна формировать полнофункциональную сеть в различные промежутки времени со случайным числом терминалов и/или узлов и со случайными взаимосвязями между ними. Данные сети подразделяются в настоящее время на целевые (AdHoc) и ячеистые (Mesh).

Существует шесть основных возможностей (рекомендация Y.3041), которые предоставляют SUN:

1. Учет текущего состояния (контекста) – способность сети обнаруживать изменения в физическом состоянии окончательных устройств, например, с использованием датчиков или услуг на

основе определения местоположения с помощью систем GPS/ГЛОНАСС.

2. Учёт передаваемых данных (контента) – способность сети идентифицировать, извлекать и доставлять данные эффективно на основе их информационного содержания, с учетом местоположения и/или пользователя.
3. Программирование – способность сети пересматривать свое поведение и функции, внося изменения в программы сетевых элементов.
4. Умное управление ресурсами – способность обеспечить справедливое использование различных сетевых ресурсов за счет их более прозрачного и точного размещения (например, полосы пропускания, памяти, вычислительной мощности и емкости хранения) и управление ими в сети.
5. Автономное управление сетью – способность динамической адаптации (т.е. самоадаптации, реорганизации и реконфигурации) сети и составляющих ее элементов в соответствии с условиями работы и ее состоянием, а также экономическими и социальными требованиями пользователей.
6. Всепроницающие возможности – способность сети обеспечить прямое соединение между людьми, между любыми объектами, а также между людьми и объектами, даже если они перемещаются из одного места в другое [4].

Трафик сетей SUN подразделяется на несколько типов в зависимости от вида трафика. Классификация приведена в таблице.

Таблица – Типы трафика SUN

Тип трафика	Скорость передачи	Примеры услуг
0	Менее 1 кбит/с	Трафик сенсоров (датчиков), сигнальный трафик
1	От 1 до 128 кбит/с	Трафик традиционных услуг связи, некоторые виды сигнального трафика
2	От 128 кбит/с до 2 Мбит/с	Мультимедийные услуги доставки видео и аудио
3	От 2 до 20 Мбит/с	Расширенные мультимедийные услуги с высоким качеством HD

Вопрос безопасности в сетях SUN, а также взаимодействие соседних узлов между собой на данный момент решается. Разрабатываются наиболее эффективные способы защиты трафика.

Развитие Интернета и новых современных технологий очень важно для общества, так как наличие передовых способов связи в удаленных частях мира поможет обеспечить людей необходимой быстрой медицинской помощью, организовать рабочие места с помощью удаленной работы, а также поможет получать необходимую информацию и знания через сеть. Цифровые технологии предоставляют также возможности решения проблем для людей старшего возраста, потому что появляется возможность контролировать здоровье и состояние пожилых людей не выходя из дома.

1. Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. Сети связи пост-NGN  
\\Электронный ресурс:  
[http://static1.ozone.ru/multimedia/book\\_file/1009558472.pdf](http://static1.ozone.ru/multimedia/book_file/1009558472.pdf)

2. Симонина О.А. Эволюция сетей связи NGN \\Электронный ресурс:  
[https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Documents/Events/2014/09\\_Astana/Session\\_1\\_Simonina\\_1.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Documents/Events/2014/09_Astana/Session_1_Simonina_1.pdf)

3. Всепроницающие сенсорные сети \\ Электронный ресурс:  
<https://iot.ru/wiki/vsepronikayushchie-sensornye-seti>

4. Александр Росляков \\Электронный ресурс: FutureNetworks  
<http://www.iksmedia.ru/articles/5187012-Future-Networks-Versiya-MSET-Ch2.html>

5. Кучерявый А.Е., Прокопьев А.В., Кучерявый Е.А. Самоорганизующиеся сети. Санкт-Петербург, «Любавич», 2011.

О.Н. Архипова, П.А. Архипов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АЛГОРИТМ ИТЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ПЕРЕДАЧИ BIG DATA В ПОТ С Пониженной Вычислительной Сложностью**

В последнее время, в эпоху развития Интернета Вещей, возникает значительный интерес к его производному явлению, Промышленному Интернету Вещей (ПоТ), благодаря перспективам касательно надежности, высокой эффективности и уменьшению расходов на контроль и мониторинг производства. ПоТ объединяет

различного толка датчики, технологии облачных вычислений, концепцию Больших Данных (Big Data) и технологии инфокоммуникаций в режиме Real-Time во весь технологический и производственный процесс [1]. Датчики используются для определения, идентификации, обработки и анализа данных, а также для коммуникации в промышленном процессе. Они позволяют удаленно контролировать промышленные устройства (например, станки) и управлять ими через существующие сетевые инфраструктуры. Передача большого массива данных между датчиками является фундаментальной проблемой в сфере IoT.

Из-за жестких ограничений полосы пропускания традиционные схемы ортогонального множественного доступа не могут удовлетворить передачу большого массива данных. Однако использование в сфере IoT технологии неортогонального множественного доступа (NOMA) получает все большее внимание. Он способен улучшить эффективность использования спектра и позволить большему количеству пользователей получать доступ к сетевой инфраструктуре IoT. Структурно NOMA в основном включает в себя множественный доступ с расширенным кодом (SCMA), многопользовательский общий доступ (MUSA) и множественный доступ с разделением кадров (PDMA). Было представлено много исследований. Ссылка [2] показывает, что SCMA, сочетающий в себе решение «разреженных» кодовых слов и алгоритм декодирования сообщений (MP), превосходит по своим характеристикам MUSA и PDMA при одном и том же коэффициенте перегрузки.

В своё время для системы SCMA был разработан итерационный многопользовательский приемник (IMR), и, благодаря этому, между детектором SCMA и канальным декодером возможен итеративный обмен данными. В полной мере используя данную возможность, в целом, производительность системы (т.е. – скорость обработки информации) значительно увеличивается. Однако также известно, что такая итеративная система допускает искажения обрабатываемой и выводимой информации в рамках условий «плохих каналов». Кроме того, негативное влияние переоценки надежности будет накапливаться во время итераций. Для уменьшения переоценки значений надежности используется коэффициент масштабирования, в котором внешняя информация детектора SCMA умножается. Но этот фактор нельзя динамически регулировать в соответствии с внешней информацией, которая изменяется на каждой итерации, а также должна быть

реструктурирована по разным каналам. Очевидно, что хотя итеративный многопользовательский приемник обеспечивает значительное улучшение производительности, главная задача заключается в высокой сложности необходимых вычислений.

Чтобы уменьшить вычислительную сложность, разрабатывается итерационный многопользовательский приемник, встроенный в систему SCMA. Это уменьшает завышенные значения надежности внешней информации, как это делает IMR, в то время как большое количество обменной информации между детектором и декодером способствует декодированию. Чтобы проанализировать производительность предлагаемого итерационного многопользовательского приемника, вводится JS-расходимость для измерения корреляции обменной информации между детектором и декодером. Предлагается алгоритм итеративного обнаружения с низкой степенью сложности, основанный на JS-расходимости. Он обеспечивает многообещающую производительность с низкой вычислительной сложностью, ведь IDAC уменьшает вычислительную сложность итерационного многопользовательского приемника.

1. S. Mumtaz, A. Alshaily, Z. Pang, A. Rayes, K. F. Tsang, J. Rodriguez, "Massive Internet of Things for industrial applications: Addressing wireless IIoT connectivity challenges and ecosystem fragmentation", *IEEE Ind. Electron. Mag.*, vol. 11, pp. 28-33, Mar. 2017.

2. V. Domova, A. Dagnino, "Towards intelligent alarm management in the age of IIoT", *Proc. IEEE GIIoTS*, pp. 1-5, Jun. 2017.

А.В. Брагин, И. А. Стефанова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **РАЗРАБОТКА ОБЛАЧНОЙ WEB-СИСТЕМЫ ASP.NET**

В настоящий момент существует не малое количество облачных сервисов, которые предоставляют разного рода услуги пользователям Internet сети. Все они оказывают услуги из «облака», то есть с использованием облачной инфраструктуры. Пользователи не имеют возможности управлять или обслуживать «облако». Кроме того, не редко возникают ситуации, когда с учетом быстроизменяющихся текущих обстоятельств необходимо производить коррекцию

сохраняемых на облаке частных данных. В таких случаях может прийти на помощь создание в организации своей облачной системы, позволяющей при ее использовании оперативно решать возникшие проблемы с сохранением, редактированием и представлением данных. Эта проблема весьма актуальна в таких областях как например, образовании, социальной защите населения и других.

Например, если на облаке разместить материал, связанный с процессом обучения будущих специалистов, то вопрос с получением необходимого материала по той или иной дисциплине, проведением требуемых расчетов практических заданий в облаке, получения дополнительной информации, необходимой для усвоения темы, а также контроля полученных знаний будет решен.

Разработка облачной web-системы представляет собой создание web-сайта, который сможет обеспечить пользователю возможность использовать различные интерактивные сервисы, работающие в рамках данного web-сайта, а также позволит иметь непосредственный доступ к данным сервиса по кроссплатформенному приложению через облачный сервер, созданный по технологии ASP.NET.

Как известно [1, 2], технология ASP.NET является платформой разработки веб-приложений созданной компанией Microsoft и входит в состав платформы .NET Framework. Она представляет собой высокопроизводительную многоязыковую среду, позволяющую интегрировать существующие приложения с приложениями и сервисами следующего поколения и используется для написания сложных современных клиент-серверных приложений.

Первым шагом в создании системы является разработка кроссплатформенного web-приложения. Приложение позволит проекту корректно отображаться и функционировать на разных устройствах (компьютер, планшет, мобильный телефон) и операционных системах.

Разработка базовой основы web-приложения включает в себя создание каркаса web-приложения, обычно это встроенные шаблоны приложений в среду разработки IDE, создание базы данных для хранения информации, к которой получают доступ клиенты, создание модели данных Entity Framework для удобной работы при обработке

данных. В результате проделанной работы был создан web-портал [2] (по ссылке: <https://educationmyself.github.io>) и web-приложение.

После разработки кроссплатформенного web-приложения создается web-сайт, который входит в облачную систему, с использованием таких средств, как html страницы и css правила для них, JavaScript скрипты, графические изображения.

Основным модулем системы является облачный web-сервер совместно с центральным модулем, который обеспечивает управление сайтом. Связь с клиентами системы (пользователей) обеспечивается посредством web-интерфейса.

Особенность системы заключается в ее разработке по технологии Open Source, которая предполагает оставлять исходный код проекта открытым, что дает возможность для «быстрого старта» и привлечения к нему заинтересованных пользователей. Созданный сайт размещен на облачном сервере, что позволяет привязать к нему приложение.

Развёртка web-сайта в сети интернет происходит в 4 этапа:

- выбор поддерживаемых браузеров;
- выбор системы контроля версии;
- отладка на облачном репозитории;
- выбор доменного имени и хостинг-сервера.

Отладка сайта производится при помощи отладки мобильной версии в симуляторе, а затем и на реальном физическом устройстве, которым послужил смартфон компании Microsoft. Симулятором отладки послужил симулятор планшета «Microsoft Windows Simulator».

Созданный сайт имеет следующие возможности: прочтение статей; регистрация на сайте; получение доступа к системе тестирования.

Кроме того, предусмотрена обратная связь зарегистрированных пользователей со службой технической поддержки.

Исходный код web-портала доступен по ссылке: <https://github.com/Educationmyself/Educationmyself.github.io>.

1. Джо Майо Самоучитель Microsoft Visual Studio 2010 [Текст] / Д. Майо.: пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 464 с.

2. Осипов Н.А. Разработка приложений ASP.NET с применением Entity Framework [Текст] / Н.А. Осипов – СПб: ИТМО, 2016. – 80 с.

А.И. Бондаренко, Л.Н. Сутягина  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ НОРМИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УСЛУГ В СЕТЯХ FN**

Произошедшая смена парадигм в области телекоммуникаций ознаменовала собой переход к современным инфокоммуникационным сетям, которые на основе перспективных технологий и программно-технических средств позволяют предлагать потребителям новые услуги одновременно с поддержкой существующих на сегодняшний день услуг. Появились сети следующего поколения или Next Generation Network (NGN), концептуальной основой построения которых стала идея о том, что все услуги, предоставляемые операторами связи, можно реализовать, объединяя речь, данные и видео.

Концепция сетей следующего поколения является открытой, на смену ей формируется концепция сетей будущего - Future Networks (FN) или post-NGN[1]. В мае 2011 г. МСЭ принял Рекомендацию Y.3001, посвященную FN.

Появление концепции FN связано с разработкой и внедрением принципиально новых приложений, позволяющих дистанционно управлять бытовой и другой техникой («Интернет вещей»), созданием «умных» сетей (smart grids), все более широким использованием «облачных» вычислений.

Хотя NGN и FN близкие концепции, в сетях Future Networks появились новые услуги, которые или не контролируются оператором вообще, или контролируются крайне слабо. К услугам такого типа можно отнести различные наложенные приложения и Интернет-сервисы. Телекоммуникационный оператор не может в должной степени нести ответственность за качество услуги, о которой он, как владелец сетевой инфраструктуры, не поставлен в известность.

Изменилось и поведение пользователя, предпочитающего мобильный доступ, обеспечивающий ему свободу передвижения, и smart-устройства, открывающие мир интерактивных сервисов, мультимедийных приложений и инструментов. Более того, появляются решения на стыке автоматизации и инфокоммуникаций, для которых пока не разработано методов оценки и обеспечения QoS[2].

Перечисленные тенденции привели к изменению требований к нормированию показателей качества сервисов и услуг, предлагаемых Future Networks.

На этапе перехода от сетей NGN к сетям FN возникают следующие основные проблемы нормирования показателей качества предоставляемых инфокоммуникационных услуг[3]:

1) необходимо разработать новые механизмы обеспечения качества QoS, учитывая изменение пользовательских предпочтений в пользу мобильного доступа и более активного использования smart-устройств и мультимедийных приложений;

2) возникает задача разработки механизмов сопряжения множества показателей качества при передаче трафика из сети доступа в транспортную сеть, что связано со значительным ростом спроса на использование в качестве доступа беспроводных сетей, особенно на основе технологий семейства IEEE 802.11;

3) особую актуальность приобретает задача обеспечения информационной безопасности при разработке методов определения показателей качества инфокоммуникационных услуг, что связано с компьютеризацией телекоммуникационного оборудования, прежде всего, пользовательского, находящегося в зоне повышенного риска;

4) необходимо разрабатывать новые критерии качества услуг, являющихся производной от свойств среды инфокоммуникаций;

5) требуется разработка технических средств по контролю качества предоставляемых оператором услуг, расположенных у пользователя, что позволит повысить эффективность существующей обратной связи.

Сформулированные требования и задачи, которые необходимо будет учитывать при разработке методов оценки и обеспечения качества QoS в сетях Future Networks.

1. Гольдштейн, Б.С. Сети связи пост-NGN[Текст] / Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый. СПб.: БХВ-Петербург, - 2013.- 159 с.

2. ITU-T Recommendation Y.1291. An architectural framework for support of Quality of Service in packet networks. May.- 2004.

3. Симонина, О.А. Задачи управления качеством услуг в сетях post-NGN[Текст]/ О.А. Симонина // Telecom IT. Информационные технологии и телекоммуникации. Выпуск 3, - 2014. - С. 75-83.

М.А. Вержаковская, В.Ю. Аронов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНАЛИЗ СЕРВИСОВ ХРАНЕНИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И ОПОВЕЩЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ КОММУНИКАЦИЙ**

В современном мире любое событие повседневной жизни человека сопровождается большим количеством информации. В настоящее время крупные интернет-проекты генерируют десятки гигабайт информации ежедневно. Это может быть и информация о происходящих событиях в проекте и различная информация о состоянии тех или иных функций проекта. Зачастую своевременное получение уведомлений вовлеченными сотрудниками является критически важным моментом в таких проектах.

В большинстве случаев, интернет-проекты сохраняют генерируемые данные в базы данных на жесткие диски сервера. И когда, в дальнейшем, возникает необходимость обработать эти данные, нагрузка, которая связана с аналитикой в базе данных может вызвать нагрузку на весь сервер и как следствие привести к проблемам в работе всего интернет-проекта и недовольству клиентов [1].

В этом случае быстрое независимое хранилище данных становится более выгодным по многим критериям: это и значительное снижение нагрузки на серверах, где располагается интернет-продукт; и возможность подключения самых разнообразных интернет-проектов, независимо от того, на каком программном средстве проект работает; и возможность практически безграничной независимой аналитики собранных данных.

При больших объемах информации очень важно, чтобы самая важная из них не затерялась в море информации и была обработана как можно быстрее. В подавляющем большинстве случаев это информация, которая требует, так или иначе, какого-то действия или решения человека. Так, при получении нового заказа в интернет-магазине от клиента важно, чтобы менеджер получил оповещение о созданном заказе как можно быстрее, взял его в работу и удовлетворил потребности клиента, а значит и потребности бизнеса, а при критической ситуации и неработоспособности всего интернет-

продукта отреагировать незамедлительно должны ответственные системные администраторы и программисты.

Современные средства телекоммуникации позволяют оповещать людей посредством персонального компьютера или смартфона. Для этого используются технологии: SMS, мессенджеры (viber, telegram, whatsapp), социальные сети (vk.com), email сообщения, push-уведомления (всплывающие окна). В зависимости от важности оповещения следует использовать разные технологии. Так, важное сообщение имеет смысл отправить через SMS, чтобы клиент как можно быстрее его увидел и отреагировал, а уведомления, которые носят информационный характер отправлять через e-mail [2].

В данной работе проведен анализ сервисов хранения текстовой информации и оповещения с помощью средств коммуникаций, таких как сервис хранения логов LogEntries.com, сервис рассылок SendPulse, сервис быстрых рассылок NotiSend. Ключевые критерии сравнения данных сервисов: возможность хранения больших объемов данных; высокоскоростное хранилище (неблокирующее работу ПО сохранение данных на диск); возможности отправки уведомлений на e-mail, SMS, через мессенджеры мгновенных сообщений – Viber и Telegram; возможность отправки сообщений через социальную сеть vk.com.

В конечном итоге в крупных компаниях необходим такой программный сервис, который позволит хранить десятки терабайт текстовой информации (в независимости от ее типа, будь-то логи, статусы, либо просто аналитическая информация из интернет-проектов для бизнеса). Даст возможность оповещать сотрудников компании о самых важных происходящих внутри системы событиях (созданные заказы, всевозможные ошибки, новостные рассылки и т.д.) через средства коммуникации, а также работать с самыми разнообразными интернет-проектами, не взирая на то, на каких программных средствах эти проекты разработаны и с помощью каких технологий работают.

1. Харитонов, Е. А. Основы программирования для студентов технологического профиля [Текст]: учеб. пособие / Е. А. Харитонов, А. К. Сафиуллина – М.: КНИТУ, 2014. – 152 с.

2. Кузнецов, М. В. РНР. Практика создания Web-сайтов [Текст] / М. В. Кузнецов, И. В. Симдянов. – 2-е изд. [доп. и перераб.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1264 с.

А.Ю. Гребешков

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ОБМЕНА СИГНАЛЬНЫМИ СООБЩЕНИЯМИ ПРИ МЕЖСИСТЕМНОМ ВЕРТИКАЛЬНОМ ХЭНДОВЕРЕ

Пусть элементы множества  $Ms$  в виде сигнальных сообщений, являющихся элементами множества, обозначаются как  $r, u, w$ . Для указанных элементов и бинарных отношений  $\leq, \subseteq, Ms \times Ms$  можно выделить следующие свойства:

- рефлексивность, если для каждого  $r \in Ms, r \leq r$ ;
- транзитивность, если для любых  $r, u, w \in Ms, (r \leq u \wedge u \leq w)$  имеет место соотношение  $r \leq w$ ;
- антисимметричность, если для  $r, u \in Ms, (r \leq u \wedge u \leq r)$  имеет место соотношение  $r = u$ .

Пусть имеет место использование конечного множества пар сетевых узлов и введены ограничения на доступный сетевой ресурс при межсистемном вертикальном хэндовере. Множество  $MA$  состоит минимум из единственной упорядоченной пары узлов  $\{m, n\}$ , где первый в порядке следования узел является пользователем, а второй узел – провайдером сервиса, что позволяет ввести следующее множество (1):

$$\Gamma_m^{req}(MA) := \{mOn \mid n \in MA \setminus \{m\}\}, \quad (1)$$

где

$\Gamma_m^{req}(MA)$  – множество запросов (request) от узла–пользователя сервиса (агента)  $m$  на предоставление сервиса со стороны узла–провайдера сервиса (менеджера)  $n \in MA$ ;

$mOn$  – запрос  $req$  от узла  $m$  в сторону узла  $n$ .

Если в ответ на запрос следует ответ (ответное сообщение или подтверждение), вводится следующее множество (2):

$$\Gamma_m^{res\_ack}(MA) := \{mIn \mid n \in MA \setminus \{m\}\}, \quad (2)$$

где

$\Gamma_m^{res\_ack}(MA)$  – множество ответных сообщений (response) и подтверждений (acknowledgement), получаемых узлом-пользователем  $m$  от узла-провайдера  $n \in MA$ ;

$mIn$  – получение ответного сообщения узлом  $m$  от узла  $n$ .

Также вводится множество сообщений-индикаторов, которые в общем случае не требуют обязательного подтверждения о приеме:

$$\Gamma_m^{ind}(MA) := \{m\Omega n \mid n \in MA \setminus \{m\}\}, \quad (3)$$

где  $\Gamma_m^{ind}(MA)$  – множество сообщений-индикаторов, передаваемых узлом  $m$  в сторону узла  $n$ ;

$m\Omega n$  – передача сообщения-индикатора от узла  $m$  в сторону узла  $n$ .

В дальнейшем отношения вида  $mOn, nIm, m\Omega n$  на графических схемах будут обозначаться направленными линиями, причем стрелка указывает направление передачи сообщения.

С учетом множеств, описанных в выражениях (1) – (3), можно ввести следующее множество (4):

$$\Gamma_m(MA) := \Gamma_m^{req}(MA) \cup \Gamma_m^{res\_ack}(MA) \cup \Gamma_m^{ind}(MA), \quad (4)$$

где

$\Gamma_m(MA)$  – множество всех действий, которые осуществляет узел  $m$  в части обмена сигнальными сообщениями.

Обмен сообщениями (запрос, ответное сообщение, подтверждение, сообщение-индикация) в рассматриваемой системе приводит к действиям, которые осуществляются в виде изменения состояния, конфигурации сетевых узлов и абонентских устройств.

Соответственно, действие, которое может осуществляться на узле  $m$  в результате обмена сообщениями между узлами  $m$  и  $n$  можно обозначить как:

$$m\Theta n \ (\Theta \in \{I, O, \Omega\}), \quad (5)$$

где

$MA(m\Theta n) = m$ , поскольку узел  $m$  является инициатором воздействия.

В рассматриваемой системе обмена сообщениями целесообразно также ввести модель канала управления (виртуального или физического), через который происходит обмен сигнальными сообщениями.

Такая модель описывается как множество вида  $Cc(MA)$  или  $Cc$ , где имеет место соотношение (6):

$$Cc(MA) := \{(m, n) \in MA \times MA \mid m \neq n\}. \quad (6)$$

Н.В. Киреева, О.А. Караулова  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## МОДЕЛИ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

В современных условиях сетевой трафик обладает свойствами самоподобия и предъявляет высокие требования к качеству обслуживания (QoS). В работе [1] проведен статистический анализ видеотрафика. Данный трафик характеризуется высокой неравномерностью интенсивности поступления пакетов, обладает свойствами самоподобия с параметром Херста  $H = 0.5249$  и описывается распределениями Парето и Вейбулла.

Для корректной и эффективной работы инфокоммуникационной сети необходима предварительная оценка временных параметров сетевого трафика, что возможно с использованием различных методов прогнозирования. Прогнозирование сетевого трафика представляет значимый интерес в таких областях, как отслеживание перегрузок в сети, контроль потоков данных и сетевое управление.

Выбор правильной модели для оценивания временного ряда и его прогнозирования позволит решить ряд важных задач, а именно:

- получить прогнозы о доступности полосы пропускания и соответственно модифицировать стратегии предотвращения перегрузок;
- обеспечить оптимальные временные характеристики, например, временную задержку;
- отследить тенденцию загрузки определенных узлов и сделать прогноз на длительное время (часы, сутки, неделя).

Основной моделью прогнозирования временных рядов является дробно-интегрированная модель FARIMA. При правильном построении FARIMA-модели можно получить довольно высокую точность прогнозирования на длительном периоде упреждения. Другой популярной моделью прогнозирования временных рядов является авторегрессионная модель со скользящим средним ARIMA.

В соответствии с длительностью прогноза можно выделить краткосрочный прогноз, среднесрочный прогноз, долгосрочный прогноз. Рассмотрим некоторые модели краткосрочного прогнозирования.

*Прогностическая модель.* Построению прогностической модели предшествует предварительная обработка данных, которая заключается в удалении постоянных компонентов ряда. Временной ряд  $X(t)$  может быть представлен в виде декомпозиции (1):

$$X(t) = T_t + S_t + I_t \quad (1)$$

где  $T_t$  – как правило, линейная постоянная составляющая (трейд);  $S_t$  – сезонная составляющая (повторяется с некоторой периодичностью);  $I_t$  – стохастическая компонента, которая содержит информацию о процессе.

Основываясь на прогностическую модель, можно выделить еще две модели, такие как:

1. Модель с константой, медленно меняющейся во времени (по сравнению с линейной постоянной):  $X(t) = C + I_t$ ;

2. Модель с наличием линейной составляющей:  $X(t) = T_t + I_t$ .

Выбор требуемой модели обусловлен стационарностью исходного процесса.

*Полиномиальная аппроксимация.* Основана на представлении некоторого отрезка исходного временного ряда в виде (2) полинома заданной степени  $P_k$ .

$$P_k(x_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i x_{t-i}^i, \quad (2)$$

где  $\alpha_0, \dots, \alpha_n$  – коэффициенты аппроксимирующего полинома,  $x_{t-i}, \dots, x_{t-n}$  – известные значения временного ряда, по которым строится прогноз,  $k$  – степень полинома. Неизвестные коэффициенты могут быть найдены с помощью метода наименьших квадратов.

*Полиномиальная экстраполяция.* Этот метод представляет собой отрезок исходного временного ряда в виде некоторого полинома заданной степени. Отличительная особенность в том, что полученный полином обязан проходить строго через исходные точки. Следствием этого является строгое ограничение длины отрезка исходного временного ряда.

Представленные методы краткосрочного прогноза позволяют осуществить автоматизированное прогнозирование сетевого трафика.

1. Аппроксимация multicast трафика с помощью уравнения Линдли / Киреева Н.В., Караулова О.А., Чупахина Л.Р. – Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. Номер издания 4-2, 2017 г., с. 313-317

2. Лукашин Ю.Л. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

И.А. Стефанова, А.С. Кирьянцев, Н.А. Кирьянцева  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПОСТРОЕНИЕ СЛОВАРЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ АНАЛИЗА ГРУПП ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ**

Сейчас, благодаря социальным сетям, в «онлайне» появляется много личной информации людей, создающих и активно участвующих в них. Это дает большие перспективы для анализа данных. Большинство данных имеют личностный характер, по ним можно определить многие характеристики человека, начиная от географического местоположения пользователя до его предпочтений в еде, увлечениях или любимого магазина. Эти данные можно использовать как в корыстных, так и бескорыстных целях. При анализе и сопоставлении многих элементов информации можно выявить и явно неуказанную информацию о личности.

Например, если у пользователя не указан город, но при этом он состоит в нескольких группах в названии которых стоит слово «Самара», то можно предположить с большой вероятностью, что городом, с которым связана деятельность пользователя является город Самара.

Используя нейронную сеть для классификации текста и названия групп пользователя можно классифицировать вектор интересов пользователя без построения логических цепочек и автоматизировать классификации типа страницы. Конечно, для полного анализа нужно учитывать и другие данные, такие, как например анализ фотографий пользователя и его личные сообщения. По теме анализа фотографий написано довольно много статей и

проделана большая работа [1-3]. А вот анализ личных сообщений невозможен по некоторым причинам:

- 1) Конституционное право на сохранность личной переписки;
- 2) Закрытость системы и невозможность доступа к этой информации третьим лицам.

Сама система анализа состоит из трех серверов, один из серверов – это сервер с нейронной сетью, второй – сам веб сервер, который делает запросы к серверу социальной сети `api.vk.com` и панели управления самим сервером, третий – сервер баз данных.

Нейронная сеть представляет из себя четырёхслойную сетевую структуру, состоящую из входного слоя, двух скрытых слоев и одного выходного слоя (рис. 1).

Обучающие данные представляют из себя список перечисления групп и соответствующие им свойства. Для обучения нейронной сети создается словарь. При формировании словаря из списка абонентов социальных групп, текст подвергается нескольким преобразованиям.

Первое из преобразований это – получение биграммы из списка групп. Биграмма – это подтип N-грамм [2]. В области обработки естественного языка N-граммы используются в основном для предугадывания на основе вероятностных моделей [3]. N-граммная модель рассчитывает вероятность последнего слова N-граммы, если известны все предыдущие. При использовании этого подхода для моделирования языка предполагается, что появление каждого слова зависит только от предыдущих слов.

В нашем случае – применением N-грамм является выявление похожих названий. Если разделить названия на несколько небольших фрагментов, представленных N-граммами, их легко сравнить друг с другом и таким образом получить степень сходства анализируемых названий. Из всех N-грамм был выбран тип биграммы, это связано с тем, что он давал более высокую точность классификации.

Следующим этапом формирования является нахождение основы слова для заданного исходного слова или так называемый стемминг. Это нужно для того, чтобы получить слова, которые не имеют рода. Далее строится вектор для каждого слова, размер которого равен размеру словаря. Таким образом мы получаем словарь для обучения.

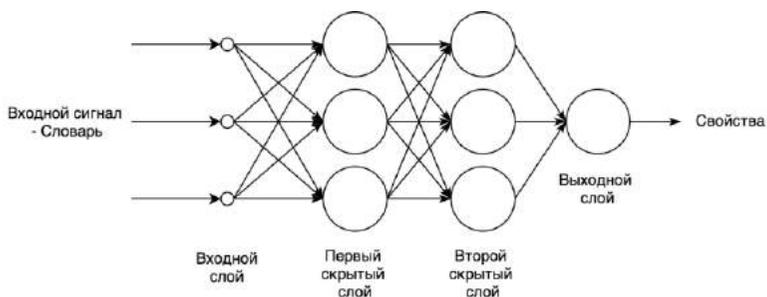


Рисунок 1 - Схема нейронной сети

В результате формирования словаря для обучения нейронной сети были получены следующие результаты. Размер входного слоя – это размер словаря сформированного из входных, первый скрытый слой имеет размер, равный восьмой части от общего размера словаря, второй скрытый слой имеет двадцать четвертую часть от размера словаря. А выходной слой имеет такой же размер, как и количество свойств у обучающей выборки.

1. Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики [Текст] / В.Г. Редько. – М.: СИНТЕГ, 2017. – 224 с.

2. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / Д. Рутковская [и др.]. - М.: Горячая линия - Телеком, 2013. – 384 с.

3. Гелиг, А. Х. Введение в математическую теорию обучаемых распознающих систем и нейронных сетей. Учебное пособие: моногр. [Текст] / А.Х. Гелиг [и др.]. – М.: СПбГУ, 2014. – 224 с.

А.С. Кирьянцев, Н.А. Кирьянцева

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАДАНЫХ ИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОИСКА ЦЕЛЕВЫХ ГРУПП ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

В настоящее время, благодаря социальным сетям, в онлайн появляется много личной информации о пользователях сети. Это дает большие перспективы при анализе этих данных. Большинство данных, которые предоставляют сами пользователи при регистрации в

социальных сетях (соцсетях). имеют личностный характер. По ним можно определить многие характеристики, начиная от географического местоположения пользователя до его предпочтений в еде или любимого магазина. При работе с информационными потоками вводится понятие о метаданных.

Метаданные – информация о другой информации, или данные, относящиеся к дополнительной информации о контенте или объекте. Метаданные раскрывают сведения о признаках и свойствах, характеризующих какие-либо сущности, которые позволяют автоматически искать и управлять ими в больших информационных потоках.

В метайнформацию, хранящуюся на серверах социальных сетей, входит информация, которую указал пользователь, а это:

- пол;
- дата рождения;
- телефон;
- друзья;
- место работы;
- номер школы или школ, в которых обучался пользователь, включая букву класса и года поступления и выпуска;
- университеты, в которых обучался пользователь, включая факультет, год выпуска и поступления;
- семейное положение;
- родственники;
- текущий город, указанный в профиле.

Эти данные можно использовать в различных целях. При сопоставлении многих элементов метаданных можно выяснить даже ту информацию, которую явно не указывает пользователь по ряду причин.

Например, если пользователь не указал город своего проживания, но при этом состоит в нескольких группах в названии которых имеется слово «Москва», то можно с большой вероятностью предположить, что городом, в котором живёт пользователь является город Москва. Или, по крайней мере, с этим городом связана его обширная деятельность.

При анализе метаданных пользователя можно выявить его интересы по названиям групп, которые он посещает в соцсетях. Например, у пользователя есть несколько групп со словами «велопробег», «велосипеды», «велоспорт», то по их названиям можно

предположить, что данному пользователю интересны сами велосипеды и все что с ними связано.

С помощью этих данных можно построить логическую цепочку. Например, если выбранный пользователь учился в одном университете с анализируемым человеком, имеют одно и то же указанное направление подготовки и год выпуска, то можно предполагать с большой вероятностью, что данный и анализируемый пользователи были друзьями по университету.

Однако, следует указать еще один аспект, связанный со спецификой соцсетей: зачастую при регистрации пользователь либо не предоставляет о себе информацию, либо предоставляет ложные сведения. Согласно исследованию ВЦИОМ, сообщать о себе недостоверные данные хотя бы однажды приходилось больше половины пользователей этих ресурсов (51%), причем наиболее часто искажается информация об имени и возрасте (по 29%), об увлечениях (22%), о половой принадлежности пользователя, музыкальных, художественных пристрастиях (по 18%). Этот факт значительно усложняет задачу анализа интересов пользователей соцсетей. Но, если у анализируемого пользователя довольно обширный круг интересов в соцсетях, то по косвенным признакам все же можно составить его характеристику.

О.С. Козлова, А.О. Денискова  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ NOSQL БАЗ ДАННЫХ**

В век использования больших объемов данных возникает необходимость поиска хранения такой информации. Для представления таких данных используют реляционные базы данных, которые были предложены британским ученым Эдгаром Коддом в 1970 году и которые надолго стали стандартом представления структурированной информации. [1]

Причины такой популярности в следующем:

- Такая модель оказалась достаточно простой для представления информации.

- Она обладает достаточной гибкостью и позволяет представлять информацию из самых разных предметных областей
- Используется удобный метод к манипулированию данными , впоследствии оформленный в виде языка SQL

По этим причинам ранее использовали эти базы данных. Но теперь все большую популярность стали набирать так называемые нереляционные базы данных NOSQL. Используются они как для хранения, так и для обработки больших данных.[2]

Работа с данной базой данной полезна в случае работы с большими данными, для которых не требуется описание структуры. Важна лишь способность хранить и обрабатывать информацию, а не взаимоотношения между элементами.

В данной работе разрабатывалась база данных NoSQL для хранения архива образовательного блога, где содержатся файлы с курсовыми работами студентов и журналы групп за последние несколько лет.

1. Селезнев К. От SQL к NoSQL и обратно [Текст]/К.Селезнев-Журнал «Открытые системы Судб» ,2012,№02.Доступ к ресурсу:<https://www.osp.ru/os/2012/02/13014127/>

2.Лисин С.И. Обзор и сравнительный анализ систем управления нереляционными БД[Текст]/С.И.Лисин–молодежный научно-технический вестник. Доступ к ресурсу: <http://qoo.by/3rtG>

Р.Ф.Галеев, М.В.Кузнецов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В РВС**

В настоящее время актуальность балансировки нагрузки обусловлена повсеместной распространенностью сети Интернет и локальных сетей. Стоит отметить также существовавшую в теории и практике конфигурирования вычислительных систем проблему десяти тысяч одновременных подключений (10К), в настоящий момент перешедшую в проблему 10U (10 миллионов подключений одновременно), которая подробно описана в [1].

Задача на данный момент решена только частично. Повышение производительности, как правило, достигается путем распарал-

леливания входящей нагрузки на множество потоков. Однако это порождает глобальную задачу выравнивания нагрузки на серверном кластере компьютеров. Некоторые ограничения на производительность распределенной вычислительной системы (РВС) сформулированы в теореме Брюера [2]. Согласно теореме в РВС невозможно обеспечить одновременное выполнение трех основных требований: целостности, доступности и надежности.

Требуется задать эффективный алгоритм распределения заявок балансировщиком, чтобы нагрузка распределялась как можно более равномерно по узлам обработки. Требуется найти соответствие запросов и узлов таким образом, чтобы расходы процессорного времени были минимальными. Ввиду высокой интенсивности поступления заявок, а также неоднородности кластерных узлов, для решения задачи предлагается стратегия комбинирования двух алгоритмов. В процессе мониторинга системы на первом этапе используется циклический алгоритм распределения нагрузки, имеющий временную сложность  $O(1)$ . На втором этапе мониторинга используется алгоритм распределения Куна – Манкреса [3]. Этот алгоритм в определенной реализации имеет сложность  $O(n^3)$ . Таким образом, концептуальная модель РВС, балансировщика нагрузки и типового узла обработки информации известны. Далее следует решение задач сбора данных и разработка имитационной модели РВС.

Предположим, имеется настроенная кластерная система с функционирующим сборщиком данных о скорости обработки заявок в РВС. Есть два варианта установления значения производительности для каждого из вычислительных узлов: статический и динамический. Статический метод подразумевает назначение каждому узлу своего веса в соответствии с исходными техническими характеристиками оборудования. Динамический метод предлагает собирать сведения о загруженности узлов перманентно (периодический опрос узлов на предмет доступности и загруженности), что делает результат решения задачи наиболее полезным и эффективным. Но динамический метод требует дополнительных затрат на осуществление мониторинга. Поэтому для рассматриваемой РВС может быть выполнен полудинамический сбор данных, когда балансировщик рассчитывает скорость ответа сервера (время задержки сети, время обработки данных севером).

Применение метода динамического распределения позволяет более эффективно распределить нагрузку в серверном кластере по

сравнению с циклическим алгоритмом и другими используемыми для балансировки алгоритмами. Для проведения численных экспериментов разработаны математическая модель и программа для имитационных экспериментов. Программа обеспечивает задание распределения заявок, конфигурацию оборудования, количество заявок к обработке.

Предлагаемый алгоритм предоставляет выигрыш для производительности и доступности системы. Также нужно отметить и то, что, разрабатывая математическое и программное обеспечение для управления балансировкой сетевой нагрузки в кластере, при выборе алгоритма назначения необходимо обратить пристальное внимание на частные потребности РВС. Балансируя нагрузку в РВС со слабым потоком заявок, допустимо использовать эвристические алгоритмы (циклический или весовой циклический), однако если поток заявок довольно мощный или нагрузка на кластер является нестабильной, необходимо применять математические методы, данные для вычисления брать из постоянного мониторинга системы. Тем самым можно достичь баланса в проектировании балансировки нагрузки кластерных систем.

1. Костюков, А. А. Стратегии конфигурирования вычислительного кластера / А. А. Костюков // Инновации в науке: сб. ст. по материалам ЛП Междунар. науч. практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2015. – № 12 (49), ч. I. – С. 55–60.

2. Brewer, E. A. Towards robust distributed systems / E. A. Brewer // Proceedings of the XIX annual ACM symposium on Principles of distributed computing. – Portland, OR: ACM, 2000.

3. Kuhn, H. W. The Hungarian Method for the assignment problem / H. W. Kuhn // Naval Research Logistics Quarterly. – 1955. – Vol. 2. – P.83–97.

О.Л. Куляс, Н.А. Ерофеева

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ВОПРОСЫ РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ**

Одной из проблем в области компьютерного зрения и искусственного интеллекта является оффлайнное распознавание символов, которое необходимо в таких задачах как оцифровка печатных изданий и рукописей, обработка бланковой документации,

идентификация номеров госрегистрации транспортных средств и других. Задачи подобного рода решаются системами оптического распознавания символов (Optical Character Recognition – OCR).

На вход системы OCR подается изображение, которое в общем случае может содержать объекты двух видов: символы и графические объекты не являющиеся символами. Алгоритм работы OCR предполагает выполнение следующих этапов:

1. Нормализация входного изображения с целью устранения случайных вариаций яркости и контрастности, а также возможных геометрических искажения.
2. Сегментация изображения с целью локализации областей интереса (Region Of Interest – ROI) – фрагментов содержащих символы [1].
3. Сегментация обнаруженных символьных фрагментов на отдельные компоненты – строки, слова и символы.
4. Формирование набора характерных признаков (дескрипторов) для каждого обнаруженного символа.
5. Распознавание обнаруженных символов с использованием сформированных дескрипторов.
6. Постобработка результатов распознавания при которой для корректировки ошибочно распознанных символов может использоваться некоторая семантическая информация.

Этап формирования характерных признаков является одним из важнейших и представляет собой интерактивный или автоматический процесс, включающий ряд процедур преобразования видеоданных. Результатом этого процесса является вычисление локальных или глобальных характеристик изображения символа, которые используются для построения образа объекта. Этот этап включает цифровую предобработку изображений символов для устранения различных артефактов (слияние или разрывы символов, устранение неровностей краев, подавление шумовых компонент и т.д.).

Большая группа методов формирования признаков использует статистические характеристики бинарного изображения символов. К ним относятся:

- центральные и нормированные моменты, которые позволяют характеризовать форму символа;
- число пересечений символа с прямыми, проведенными под определенными углами;
- плотности пикселей, принадлежащих символу, в прямоугольных зонах на которые делится знакоместо.

Структурные признаки описывают геометрические и топологические особенности символа. Они представляют символ в виде последовательности прямоугольных отрезков или дуг определенной пространственной ориентации.

Глобальные признаки формируются основе глобального анализа информации, которая содержится во всем массиве изображения символа. Наиболее простым и очевидным глобальным признаком является бинарный растр знакоместа в которое вписан символ. Deskриптором здесь является последовательность пикселей в виде вектора длиной  $M \times N$  (здесь  $M, N$  – размеры знакоместа). Недостатком использования растра является большой объем вычислений при выполнении классификации символа.

Высокоинформативной глобальной характеристикой символа является его Фурье-образ, вычисляемый с помощью двумерного дискретного Фурье-преобразования. Используя специальные методы обработки, удалось сформировать компактный deskриптор, позволяющий выполнять уверенное распознавание символов с помощью нейронной сети [2, 3].

1. Куляс О.Л., Лошкарев А.С. «Алгоритм поиска и локализации объекта интереса на изображении». XV Международная научная конференция «Оптические технологии в телекоммуникациях» ОТТ-2017 , т.3, Казань, 2017. –С.193-194.

2. Куляс М.О., Куляс О.Л., Лошкарев А.С. «Использование глобальных характеристик изображений для нейросетевого распознавания образов». XIV Международная научная конференция «Оптические технологии в телекоммуникациях» ОТТ-2016 , Самара, 2016. –С. 92-93.

3. Oleg L. Kulyas. The use of global image characteristics for neural network pattern recognitions» / O. Kulyas, M. Kulyas, A. Loshkarev //Proc. SPIE 10342, Optical Technologies for Telecommunications 2016, 1034211 (April 6, 2017); doi:10.1117/12.2270475.

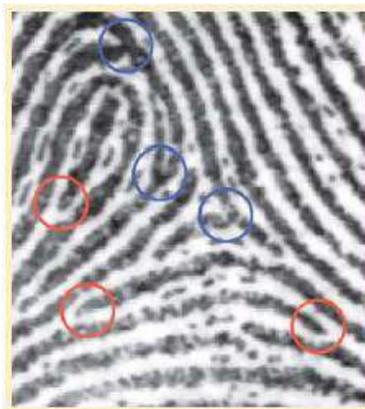
О.Л. Куляс, В.В. Тарасов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ВОПРОСЫ УЛУЧШЕНИЯ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Использование отпечатка пальца является наиболее удобным и надежным методом биометрической идентификации личности и широко применяется в современных системах контроля доступа. Распознавание производится путем сравнения цифрового образа отпечатка с базой существующих шаблонов. Наиболее эффективными алгоритмами работы дактилоскопических систем идентификации являются алгоритмы, использующие особые точки папиллярного узора (минуции). Несмотря на то, что на изображении отпечатка пальца можно выделить достаточно большое количество особенностей по которым можно выполнить классификацию, на практике используют всего два типа особых точек (см. рис.1):

- конечные точки – точки, в которых определенно заканчиваются папиллярные линии;
- точки ветвления – определяются как точки, в которых папиллярные линии раздваиваются.



Точки ветвления (●) и конечные точки (●)

Рисунок 1 - Особые точки на дактилоскопическом изображении

Работу алгоритма идентификации, использующего особые точки, можно разделить на следующие этапы:

- получение полутонового изображения отпечатка пальца и его цифровая обработка с целью улучшения;
- утоньшение папиллярных линий и получение бинарного «скелета» папиллярных линий (скелетизация);

- поиск в бинарном скелетизированном изображении особых точек дактилограмм. Для каждой точки определяется ее тип – ветвление или окончание;
- вычисление дескрипторов найденных особых точек и объединение их в «образ» дактилограммы;
- завершающим этапом идентификации является сравнение вычисленных дескрипторов особых точек с дескрипторами эталонных изображений, хранящихся в базе отпечатков.

Несмотря на то, что методы дактилоскопической идентификации достаточно широко и успешно используются в системах контроля доступа, каждый из этапов может быть усовершенствован с целью уменьшения вычислительных затрат и снижения ошибок первого и второго рода. При этом этап цифровой обработки исходного полутонового изображения представляется наиболее ответственным, поскольку именно он определяет обнаружение или пропуск ветвлений или окончаний папиллярных линий. В докладе рассматривается метод предварительной обработки полутонового изображения цифровым фильтром на основе фильтра Габора [1], приводятся результаты моделирования, реализованные в среде Matlab [2].

1. Методы компьютерной обработки изображений [Текст] / ред. В.А. Сойфер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.

2. Гонсалес Р., Цифровая обработка изображений в среде Matlab [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. М.: Техносфера, 2006. – 616 с.

М.В. Лукина

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНАЛИЗ ТРАФИКА В СИСТЕМАХ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ**

В настоящее время для организаций видеоконференций существует множество программ. В данном эксперименте использовалась программа Skype [1].

Для анализа в программе Wireshark были получены две последовательности статистических величин: интервалы времени поступления пакетов и интервалы длительности обслуживания.

Последовательность интервалов времени между пакетами для R/S анализа временных рядов была проанализирована с помощью программы Fractan. Полученное при этом значение параметра Хёрста  $H=0.8504$  свидетельствует о наличии самоподобия анализируемого трафика.

На рис.2 представлена автокорреляционная функция.

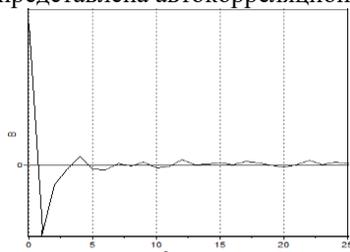


Рисунок 2 – Автокорреляционная функция интервалов времени между пакетами

Для анализа вероятностных характеристик последовательностей интервалов времени и длин пакетов было использовано ПО EasyFit, позволяющее согласно критерию согласия Колмогорова-Смирнова подобрать теоретическую функцию распределения по построенной гистограмме [2]. При анализе последовательности временных интервалов для плотности вероятностей было получено распределение Дагума (Dagum) (рис.3):

$$\alpha(\tau) = \frac{\alpha k \left(\frac{\tau}{\beta}\right)^{\alpha k - 1}}{\beta \left(1 + \left(\frac{\tau}{\beta}\right)^{\alpha}\right)^{k+1}}$$

где  $k, \alpha$  – непрерывные параметры формы ( $k > 0, \alpha > 0$ ),  $\beta$  – непрерывный коэффициент ( $\beta > 0$ ). Параметры:  $k = 0,09304$ ;  $\alpha = 5,7799$ ;  $\beta = 0,08394$ .

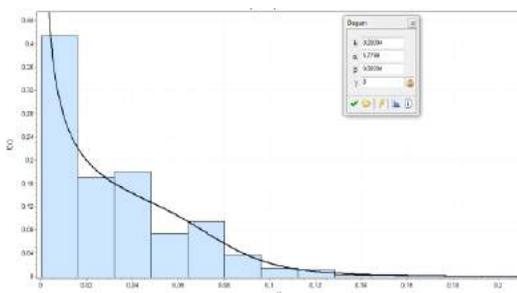


Рисунок 3 – Гистограмма распределения интервалов времени между пакетами  
 На рис. 4 приведены результаты аппроксимации последовательности длин пакетов. Плотность распределения Берр (Burr Distribution) записывается в виде:

$$b(\xi) = \frac{\alpha k \left(\frac{\xi}{\beta}\right)^{\alpha-1}}{\beta \left(1 + \left(\frac{\xi}{\beta}\right)^{\alpha}\right)^{k+1}},$$

где коэффициенты  $k, \alpha, \beta$  – непрерывные параметры формы ( $k > 0, \alpha > 0, \beta > 0$ ). Параметры:  $k = 0,19986; \alpha = 7,8529; \beta = 184,76$ .

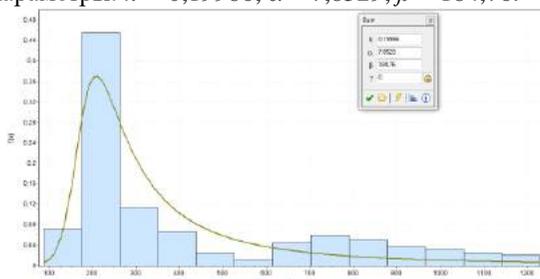


Рисунок 4 – Гистограмма распределения длин пакетов

В ходе проведения эксперимента получены статистические характеристики трафика. Значение показателя Херста был получен методом анализа R/S статистики ( $H=0.8504$ ). Построена автокорреляционная функция. Определены законы распределения (плотности вероятностей) в графической и аналитической форме, которые будут использованы при решении уравнения Линдли для нахождения среднего времени задержки пакета в сети.

1.Яковлева Е.С. Самоучитель Skype. Бесплатная связь через интернет. Спб.: БХВ-Петербург, 2008, 304 с.

2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей – М.: Высшая школа, 1999. – 575с.

А.А. Мифтахова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ИАД ПРИ АНАЛИЗЕ ИНФОРМАЦИИ О КЛИЕНТАХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПАНИИ**

В настоящее время телекоммуникационные компании накопили достаточное количество информации о своих клиентах. Кроме этого, современные технологии позволяют быстро собрать информацию о поведении нового клиента. Таким образом, в распоряжении компании оказывается большое количество данных, которые позволяют оптимизировать взаимодействие с клиентом. Данные предварительно необходимо обработать – извлечь знания и уже на их основе принимать те или иные решения. Самый распространённый способ выявления знаний – использовать алгоритмы искусственного интеллекта. Наиболее известной технологией, объединяющей под своей эгидой заметную часть эффективных методов искусственного интеллекта, является интеллектуальный анализ данных (ИАД, Data Mining).

Однако существует проблема выбора алгоритмов (алгоритма) в наибольшей степени подходящих для решений задачи выявления знаний, которые в дальнейшем будут использованы для принятия решений относительно взаимодействия с клиентом.

В данной работе предлагается следующее решение: воспользоваться бесплатным аналитическим пакетом Orange Canvas для оценки возможностей методов ИАД. Почему именно этот пакет? Он бесплатный и, в отличие от прочих как платных, так и бесплатных систем, удобен в использовании, а также содержит очень эффективные инструменты оценки качества моделей для извлечения знаний и формирования прогнозов, помогающих в принятии решений.

На рис. 1 приведен пример работы упомянутой аналитической системы. В целях экономии места, рассмотрены только два метода ИАД: дерево решений (Tree) и случайный лес (Random Forest). Использовались обезличенные данные о клиентах реальной

телекоммуникационной компании, полученные из открытого источника. На рисунке представлена информация о настройках тестируемых методов (окна «Random Forest» и «Tree»). Значения настроек были выбраны произвольно, поскольку цель данной работы заключается лишь в демонстрации возможностей Orange Canvas в указанном аспекте.

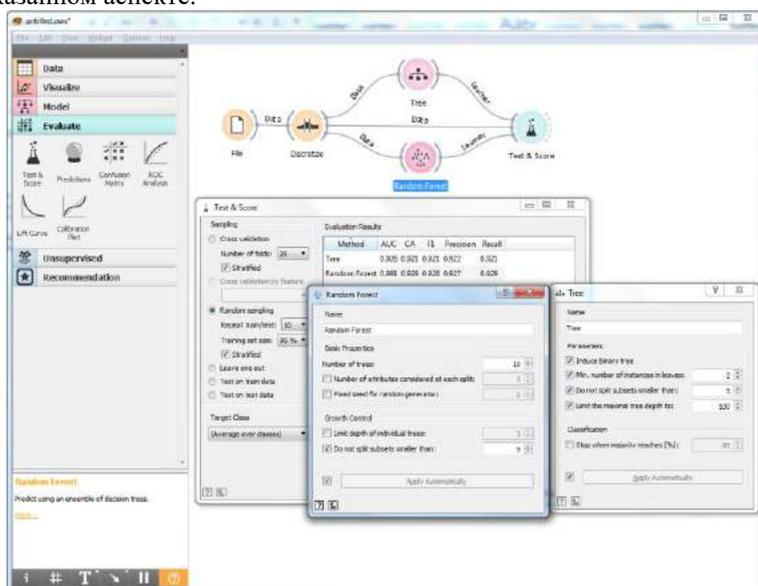


Рисунок 1 - Пример работы системы Orange Canvas

Сравнение методов производилось на основании следующих метрик: AUC (площадь под ROC-кривой), CA (процент правильно классифицированных объектов из множества), F1 (среднее гармоническое взвешенное), Precision (доля истинно-положительных объектов среди всех классифицированных положительно) и Recall (доля истинно-положительных объектов среди все положительных в множестве). Как видно из рисунка, «Random Forest» превосходит «Tree» по всем метрикам.

Таким образом, потратив минимум усилий, можно получить достоверную оценку возможностей методов в разрезе их использования при анализе информации о клиентах телекоммуникационной компании.

Более того, как видно из левой части рисунка, а также окна «Test & Score», в аналитическом пакете присутствует большое число функций для оценки применимости методов ИАД. Рассмотренные в этой работе возможности – это только малая часть опций Orange Canvas, которые могут быть задействованы для решения поставленной задачи.

Н.В. Киреева, П.Г. Мишутина

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ТЕХНОЛОГИИ UMA И IMS КАК СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОНВЕРГЕНТНЫХ УСЛУГ FMC**

FMC - конвергенция фиксированных и мобильных сетей связи, для нее можно выделить два основных способа реализации конвергентных услуг:

- на базе технологии UMA;
- на базе платформы IMS.

Можно было бы выделить еще один вариант реализации конвергентных услуг - на базе пользовательского оборудования, но он имеет следующие недостатки:

- отсутствует возможность хэндовера между сетью сотовой подвижной связи и сетью WLAN в том случае, если вызов инициирован двухрежимным терминалом в сети сотовой подвижной связи в направлении пользовательского терминала, не находящегося под контролем сервера управления вызовами;

- не оптимальна маршрутизация вызова: вызовы должны закрепляться за сервером управления вызовами независимо от местонахождения вызывающего и вызываемого абонентов (в результате завышается стоимость звонков).

Следовательно, в качестве решения для предоставления услуг FMC операторам связи разумно рассматривать две альтернативные технологии: UMA и IMS/VCC.

Первой стандартизированной технологией организации услуг FMC является технология UMA, которая имеет наиболее проработанные стандарты реализации конвергентных услуг, обеспечивающие

прозрачный роуминг и хэндовер пользовательского терминала между сетями сотовой подвижной связи (СПС) и сетями WLAN. Используя двухрежимный терминал с поддержкой UMA, пользователь, находясь в сети радиодоступа WLAN, может получать услуги передачи речи и данных, аналогичные тем, которые ему доступны в традиционной сети сотовой связи GSM/GPRS. [1]

В технологии UMA требуется применение двухрежимного пользовательского терминала WI-FI/GSM, который позволяет предоставлять услуги передачи речи, данных, а также услуги IMS как в сети СПС стандарта GSM/GPRS, так и в сети радиодоступа (WI-FI или Bluetooth).

Использование UMA улучшает качество радио-покрытия при достаточно низком уровне затрат по сравнению с традиционными методами. Плюсом является то, что использование WI-FI связи в помещениях обойдется операторам дешевле, чем применение GSM-связи. Появление технологии UMA было в тот период времени, когда не было конкурентов в области реализации конвергентных услуг, следовательно, многие операторы принимали положительное решение относительно ее использования, но с появлением решения IMS/VCC возникла проблема выбора между двумя возможными способами предоставления услуг FMC. [2]

Интеграцию услуг сетей фиксированной, подвижной связи и сетей WLAN и создание технологической основы для роуминга рекомендуется осуществлять на базе общей платформы IMS, которая позволяет использовать единую конвергентную коммуникационную инфраструктуру и внедрять приложения, функционирующие в разных сетевых средах. Данная платформа обеспечивает адаптацию услуг к возможностям пользовательского оборудования, унифицированные аутентификацию пользователей и тарификацию вызовов.

1. Связист. Информационный отраслевой портал [Электронный ресурс]. 2018. Режим доступа: <http://sviazist.nnov.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=1085>
2. ComNews Conferences [Электронный ресурс]. 2018. Режим доступа: <http://www.comnews.ru/node/51932>

О.Е. Оренбургова, Л.Н. Сутягина  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ SLA ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ ОПЕРАТОРАМИ**

В настоящее время на рынке телекоммуникационных услуг особое внимание стало уделяться вопросам оценки их качества, как со стороны контролирующих и регулирующих органов, так и со стороны операторов связи. Разработано несколько моделей оценки качества предоставляемых телекоммуникационных услуг. Это прежде всего системы QoS (Quality of Service) и QoE (Quality of Experience), которые представляют собой различные подходы к оценке качества услуг. В этих моделях наряду с техническими характеристиками введены эстетические и этические критерии оценки, которые могут применяться к различным функциям услуг, в зависимости от вида и условий предоставления услуг. Однако обе системы оценки качества предоставляемых телекоммуникационных услуг не позволяют регулировать отношения между поставщиками и потребителями таких услуг.

Эффективным инструментом, позволяющим регулировать отношения между поставщиками телекоммуникационных услуг и потребителями этих услуг, стала система так называемого соглашения об уровне услуг - SLA (Quality of Service Level Agreement) [1], центральное место в которой занимают показатели качества обслуживания и нормативы для них. Нормативами показателей качества обслуживания являются их граничные значения, согласованные между поставщиком и потребителем услуг, определяющие уровень обслуживания, который будет обеспечиваться в рамках SLA.

Суть соглашения SLA состоит в том, что оператор связи для каждого вида предоставляемых услуг разрабатывает шаблоны, позволяющие демонстрировать и субъективно оценивать качество предоставляемых услуг. Каждый шаблон соответствует определенной комбинации параметров качества предоставляемой услуги (достоверность, целостность, задержка, джиттер, полоса пропускания, скорость передачи и т.д.) и тарифу на данную субъективную

характеристику качества услуг разного типа. После выбора пользователем определенного шаблона оператору связи необходимо подобрать набор характеристик сети соответствующих выбранному шаблону.

За выполнение требований к показателям качества в SLA устанавливается материальная ответственность. Это означает, что в случаях нарушения требований в SLA предусмотрены штрафные санкции. Как правило, они реализуются в виде скидок или кредитов на обслуживание в следующем расчетном периоде. Их размеры тем больше, чем серьезней нарушение, т.е. чем больше различаются между собой реально достигнутое и зафиксированное в SLA нормативные значения показателя качества. Причем, размеры штрафов, предусмотренные в применяемых на практике SLA, существенно различаются у разных поставщиков услуг.

Для успешного использования возможностей системы SLA важное значение имеет система управления и мониторинга SLA, основными задачами которой являются[2]:

- мониторинг и оценка показателей качества, включённых в SLA;
- автоматизация подготовки отчётов по SLA для клиентов;
- предупреждение о возникающих угрозах нарушения SLA для принятия предупредительных мер;
- фиксация нарушений SLA для их учёта другими системами OSS/BSS (биллинг, CRM и др.);
- мониторинг качества обслуживания и выполнения SLA для услуг, предоставляемых партнерами и поставщиками услуг;
- оценка деятельности подразделений компании (при применении OLA).

Таким образом, концепция SLA позволяет решить проблему оценки качества предоставляемых телекоммуникационных услуг и с точки зрения пользователя и с позиций оператора связи, предусматривая применение к телекоммуникационному оператору штрафных санкций за невыполнение SLA.

1. ETSI - ETSI EG 202 009-3 VI.2/1.Template for Service Level Agreement(SLA).01.2007.

2. Нетес, В.А. Что нужно для успешного применения SLA [Текст]/ В.А. Нетес, // Т.Сomm. Телекоммуникации и транспорт. Т.9.- 2015. - № 2. - С. 16-19.

А.А. Петрухин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## ГИБРИДНОЕ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ(НВВTV) С DVB-S2X

Большинство стран, которые испытали сложность перехода от аналогового к цифровому вещанию стоит задуматься, а стоит ли останавливаться над достигнутым, ведь после «цифровизации», мы переходим к следующей ступени – это «гибридизации». Гибридизация открывает новые двери к объединению возможностей телевидения и технологий широкополосных сетей передачи данных. Одним из ярких примеров, можно выделить стандарт HbbTV. Данный стандарт представляет сумму DVB и интернета в одном виде.

Рассмотрим DVB-S2X, как слагаемое в использовании HbbTV. Возможности этих двух слагаемых представляет широкий спектр, как интерактивных сервисов, так и графического интерфейса. DVB-S2X позволяет использовать проверенную схему прямой коррекции ошибок (FEC) LDPC в сочетании BCH FEC в качестве внешнего кода, обеспечивая тем самым следующие дополнительные элементы:

- Меньшие опции затухания на уровне 5 и 10 процентов (в дополнение к 20%, 25% и 35%, доступным в DVB-S2);
- Более точная градация и увеличение количества видов модуляции и кодирования;
- Новый пакет опций для линейных и нелинейных каналов;
- Дополнительные опции скремблирования для критических ситуаций с помехами от совмещённого канала;
- Склеивание каналов – до 3;
- Поддержка операций с очень низким коэффициентом SNR – до -10 dB SNR
- Опция «Супер-кадр» (Super-frame option).

В стандарте присутствуют три значения коэффициента скругления спектра 0,15, 0,1 и 0,05, что дает более прямоугольный спектр сигнала на выходе позволит увеличить символьную скорость несущей в стволе спутникового ретранслятора и повысить таким образом его пропускную способность.

При описанных выше преимуществах DVB-S2X, можно смело утверждать, что HbbTV отлично можно использовать с DVB-S2X (высокое качество и огромный интерфейс).

1. Локшин, Журнал технологии и средства связи #6. Специальный выпуск "Спутниковая связь и вещание" [Текст] / Локшин: Издательского дома "Гротек", 2017. – 24 с.

2. Алешин, «ТЕЛЕ-СПУТНИК» №12(206). Опыт приема гибридного телевидения HbbTV=DVB+Internet [Текст] / Алешин: Издательского дома "Гротек", 2012. – 81-85 с.

О.О. Платонова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПАРАМЕТРЫ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ САУ И МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Системы автоматического управления и контроля играют важную роль в обеспечении их надежной и безопасной работы.

В системе управления технологической установкой снятие текущих показаний некоторой величины — температуры, влажности, давления, уровня жидкости, напряжения, тока осуществляется с помощью датчиков — устройств и механизмов, предназначенных для преобразования сигнала внешнего воздействия в форму, понятную системе управления.

Все датчики делятся на два основных класса: Пассивные, которые не нуждаются во внешнем источнике электроэнергии, и в ответ на входное воздействие генерируют электрический сигнал. Примерами таких датчиков являются термопары, фотодиоды и пьезоэлектрические чувствительные элементы. Активные, которые требуют для своей работы внешний сигнал, называемой сигналом возбуждения. Поскольку, такие датчики меняют свои характеристики в ответ на изменение внешних сигналов, их называют параметрическими. Примерами активных датчиков являются терморезисторы, сопротивление которых можно вычислить путем пропускания через них электрического тока.

Рассмотрим активные датчики. Терморезисторы имеют сопротивление, зависящее от температуры. Терморезисторы в качестве датчиков используют двумя способами:

– температура терморезистора определяется окружающей средой. Ток, проходящий через него, настолько мал, что не вызывает нагрева самого терморезистора. При этом условии терморезистор используется как датчик температуры и часто называется «термометром сопротивления»;

– температура терморезистора определяется степенью нагрева постоянным по величине током и условиями охлаждения. В этом случае установившаяся температура определяется условиями теплоотдачи поверхности терморезистора (скоростью движения окружающей среды — газа или жидкости — относительно терморезистора, ее плотностью, вязкостью и температурой), поэтому он может быть использован как датчик скорости потока, теплопроводности окружающей среды, плотности газов. Терморезисторы изготавливают как из чистых металлов, так и из полупроводников. Материал, из которого изготавливаются такие датчики, должен обладать высоким температурным коэффициентом сопротивления, по возможности линейной зависимостью сопротивления от температуры, хорошей воспроизводимостью свойств и инертностью к воздействиям окружающей среды.

Рассмотренные датчики входят в состав системы САУ, тем самым обеспечивают контроль внешних возмущений. Также возможна настройка компенсаций. Для нормальной работы САУ необходимо произвести моделирование всей системы с учетом разбросов параметров датчиков.

1. Шишмарёв, В. Ю. Автоматика: учебник для СПО/ В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 284 с. — (Серия: Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05168-1;

2. Г. Виглеб. Датчики. Устройство и применение. Москва. Издательство «Мир», 1989

Б.В. Попов, В.Б. Попов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

В настоящее время на единой сети электросвязи России используются в основном волоконно-оптические кабели связи,

обладающие очень высокой пропускной способностью. Вместе с тем, на ведомственных сетях для решения технологических задач ещё достаточно широко применяются симметричные кабели с медными жилами.

В настоящей работе рассматриваются основные характеристики симметричных кабелей с пленко-пористо-пленочной изоляцией четверочной конструкции производства предприятия АО «Самарская кабельная компания», разработанные компанией для российских железных дорог. На сегодняшний день этот тип изоляции является самым современным в кабельной технике, как по конструктивным, так и по диэлектрическим характеристикам. Не случайно в кабелях структурированных кабельных систем 6 и выше категорий применяется только этот тип изоляции.

Важнейшей электрической характеристикой, зависящей от конструкции изолированной жилы и кабеля в целом и влияющей на величину коэффициента затухания и волнового сопротивления, является рабочая ёмкость  $C_{\text{раб}}$ . Чем стабильнее величина рабочей ёмкости, тем стабильнее и величина волнового сопротивления  $Z_{\text{в}}$ , характеризующая однородность линейного тракта. Практика производства высокочастотных кабелей четверочной конструкции в АО «СКК» показывает, что наибольшей стабильностью рабочей ёмкости, а следовательно и других электрических характеристик обладают кабели с плёно-пористо-пленочной изоляцией. Обусловлено это тем, что этому типу изоляции, в отличие от других типов, присуща повышенная однородность. Изоляция жилы состоит из трех концентрических слоев полиэтилена низкой плотности. Наружный и внутренний слои представляют собой сплошное плёночное покрытие. Между ними расположен основной промежуточный слой, имеющий вспененную (пористую) структуру. Изоляция окрашена в четыре цвета: красный, зелёный, жёлтый и синий. Пигмент введён в наружное плёночное покрытие. Повышенная геометрическая и диэлектрическая однородность изоляции обусловлена автоматическим регулированием диаметра, погонной ёмкости и эксцентриситета изолированной жилы в процессе её изготовления на экструдере.

Для оценки стабильности рабочей ёмкости были статистически обработаны результаты измерения 40 строительных длин кабеля с плёно-пористо-пленочной изоляцией марки МКПпАШп -  $4 \times 4 \times 1,2$ . В результате обработки 320 значений рабочей ёмкости  $C_{\text{раб}}$  оказалось: среднее значение  $C_{\text{раб}}=24,3$  нФ/км при среднеквадратическом

отклонении 0,36 нФ/км. Эти результаты измерения позволяют сделать вывод о высокой геометрической и диэлектрической однородности изолированной жилы и кабеля с пленко-пористо-плёночной изоляцией в целом.

В работе приводятся результаты исследования важнейших для железных дорог параметров взаимного влияния между цепями на ближнем и дальнем концах, а также электрической прочности кабеля с плёно-пористо-пленочной изоляцией медных жил.

В.Д. Савичев, И.В. Фёдоров

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ»**

Вследствие развития телекоммуникационных технологий появилась новая сфера, называемая Интернет вещей. И одно из направлений ее – технология «Умный дом».

Умный дом – единая система управления в здании, включающая в себя датчики, управляющие элементы и исполнительные устройства. Данная система способна выполнять действия по обеспечению пожарной и охранной безопасности, по защите от утечки газа и воды, и решать повседневные задачи без участия человека, такие как: поддержка благоприятного микроклимата в доме, автоматическое управление техникой и т.д.

Но, несмотря на перечисленные преимущества, существует ряд проблем, из-за которых происходит медленное развитие данной технологии. Наблюдаются такие причины, как:

1. Высокая цена, как системы, так и монтажных работ – на сегодняшний день это одна из главных проблем.
2. Плохая осведомленность потенциальных клиентов – потребители не до конца понимают, для чего нужны умные дома и каким образом они способны упростить жизнь.
3. Возможность взлома системы – как бы разработчики не совершенствовали защиту от взлома системы, в связи с тем, что она подключена к интернету, риск захвата управления злоумышленником всегда присутствует.

Решение этих и других проблем позволит увеличить количество внедрений данной системы. Это привело бы к повышению

безопасности жизни населения и упрощению многих бытовых процессов.

1. Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков.– Самара: ПГУТИ, 2015.- 293-300с.

Ж.Е. Салейкина, К.С. Слипенчук., А.А. Филимонов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ОЦЕНИВАНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ В СИСТЕМЕ OFDM**

В современном мире постоянно возрастает потребность в услугах телекоммуникаций. Для обеспечения постоянно растущих требований к системам связи необходимо внедрение специальных видов модуляции и алгоритмов обработки сигналов в месте приема.

Технология ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM) получила широкое распространение в современных системах связи. Рассмотрим формирование OFDM-сигнала на передающей стороне: поток последовательных информационных символов делится на блоки из  $N$  символов. Каждый такой блок последовательных символов преобразуется в блок параллельных символов. Далее, с помощью операции ОБПФ, каждый символ переносится на определенную частоту. Таким образом, формируется OFDM-символ с  $N$ -поднесущими.

Для повышения пропускной способности систем связи требуется увеличение спектральной эффективности. В каналах с временным рассеянием при высокой скорости переданных при приеме сигнала возникает эффект межсимвольной интерференции (МСИ). Такие каналы характеризуются длинной памяти канала  $M$ . На каждый принимаемый отсчет OFDM-символа, будет оказывать воздействие каждый из  $(M-1)$  предшествующих отсчетов. В каналах с рассеянием (с памятью) для решения проблем демодуляции необходимо знание импульсной характеристики канала (ИХ), что может быть достигнуто вставкой в OFDM-сигнал, так называемых, пилот символов, известных на приеме.

Если импульсная характеристика канала определяется отсчетами  $h_0, h_1, \dots, h_{M-1}$ , то на приемной стороне вектор отсчетов принимаемого сигнала запишется в виде:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{U}\mathbf{H} + \mathbf{W},$$

где  $\mathbf{Z}$  – вектор отсчетов принимаемого сигнала;  $\mathbf{U}$  – матрица отсчетов огибающей передаваемого OFDM символа;  $\mathbf{H} = [h_0, h_1, \dots, h_{M-1}]$  – вектор отсчетов импульсной характеристики;  $\mathbf{W}$  – вектор шумовых отсчетов шума. Воспользуемся методом наименьших квадратов [1] для оценки импульсной характеристики:

$$\hat{\mathbf{H}}_k = (\mathbf{U}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{U})^{-1} \mathbf{Z} \mathbf{R}^{-1} \mathbf{U}^T,$$

где  $\mathbf{R}^{-1}$  – матрица весов для задачи оценивания. Значения  $\mathbf{U}$  формируются из известных на приеме отсчетов пилот-символа.

Предположим, что на каком-то интервале были переданы пилот-символы, и было произведено измерение импульсной характеристики.

Путем множественных преобразований получаем алгоритм вычисления оценки импульсной характеристики OFDM-сигнала методом наименьших квадратов:

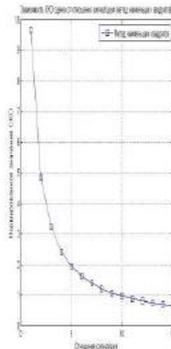
$$\hat{\mathbf{H}}_{k+1} = \hat{\mathbf{H}}_k + \mathbf{U}_{k+1}^T \mathbf{R}_{k+1}^{-1} \mathbf{U}_k \mathbf{R}_{k+1}^{-1} \mathbf{U}_{k+1}^T (\mathbf{Z}_{k+1} - \mathbf{U}_{k+1} \hat{\mathbf{H}}_k),$$

где  $k+1$  – объем выборки. Таким образом, новое значение оценки вычисляется с использованием старой оценки  $\hat{\mathbf{H}}_k$ .

Проводилось моделирование схемы приема OFDM сигнала в каналах с памятью в пакете Matlab. Для оценки импульсной характеристики канала связи использовался метод наименьших квадратов. Моделирование проводилось для модели канала с аддитивным белым гауссовским шумом, памятью канала  $M=4$  и набором отсчетов импульсной реакции:  $h_0 = 2 + 3i$ ;  $h_1 = -0,5 + 0,5i$ ;  $h_2 = 1 + 1,5i$ ;  $h_3 = 1 + 3i$ .

Результаты моделирования оценки импульсной характеристики методом наименьших квадратов приведены на рисунке. Оценка методом наименьших квадратов проводилась при разных отношениях сигнал/шум (ОСИ): при ОСИ=1 нормированное значение среднеквадратической ошибки составляет 9.66; при ОСИ=15 нормированное значение среднеквадратической ошибки составляет 0.64.

По результатам моделирования можно сделать выводы, что при малых отношениях сигнал/шум следует искать более оптимальные методы с меньшим значением среднеквадратической ошибки оценки импульсной характеристики канала с памятью.



1. Карташевский В.Г. Обработка пространственно-временных сигналов в каналах с памятью – М.: Радио и связь, 2000, 272с.

К.А. Сутягин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **МОДЕЛЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ ОЧЕРЕДИ В МНОГОЛИНЕЙНОЙ СМО С НЕБОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ**

Эта модель рассматривается относительно СМО, в которых имеется небольшое количество автоматизированных рабочих мест (АРМ). Причем для получения(предоставления) требуемой услуги, необходимо непосредственное общение клиента и оператора АРМ. Такого типа очереди возникают в отделениях сбербанка, отделениях почтовой связи, многофункциональных центрах оказания государственных и муниципальных услуг и др.

Самая известная математическая модель очереди - вторая формула Эрланга. В соответствии с ней заявка на обслуживание сначала обрабатывается коммутационной системой, а потом с некоторой вероятностью может оказаться в очереди. При этом допускается, что поток заявок простейший, а время обслуживания имеет показательное распределение. Однако это далеко не так.

В формуле Эрланг-С выпадает из виду время, в течение которого рассматривается процесс обслуживания заявок. По умолчанию это час наибольшей нагрузки (ЧНН), однако тогда не учитывается возможная очередь, возникшая до наступления ЧНН.

Кроме того, трудно предположить, что на протяжении часа загрузка окажется стабильно стационарной, что особенно сильно влияет на результаты при мало числе АРМ.

Для выравнивания времени пребывания в очереди в соответствующих учреждениях устанавливаются терминалы для распределения посетителей по видам затребованных услуг. Услуги, для оказания которых требуется значительное время, обслуживаются, по возможности, на специализированных рабочих местах. Выравнивание времени обслуживания производится во избежание длительных задержек в обслуживании, которые возможны при показательном распределении. Таким образом, за понятием показательное распределение, в сущности, скрываются два процесса:

- закон распределения времени обслуживания заявки;
- закон (порядок) освобождения АРМ.

При потенциальном законе распределения времени обслуживания и универсальности рабочих мест практически однозначно отпадает вопрос о законе распределения моментов освобождения рабочих мест или окончания времени обслуживания клиента. Существует формула для определения моментов освобождения приборов обслуживания [1]:

$$q_j(t) = (vt/h)^j * 1/j! * e^{-vt/h}$$

где  $V$  - количество обслуживающих поток заявок (АРМ);

$h$  - среднее время обслуживания одной заявки;

$q_j(t)$  - вероятность освобождения на интервале времени.

По конструкции - это та же формула Пуассона, для простейшего закона распределения поступающих заявок на обслуживание. Нетрудно показать, что поток обслуженных вызовов не имеет самостоятельных характеристик, а повторяет значения входящего потока с задержкой на время обслуживания. При наличии терминалов на регулировании очереди возможно допущение, что заявки будут обслуживаться строго по мере их поступления. Тогда возможно производить расчеты основных характеристик СМО с ожиданием по формуле, основанной на совокупности дискретных распределений - Пуассона и приведенной выше формулы потока освобождений. При таком подходе учитывается время, на протяжении которого рассматривается вероятность постановки заявки в очередь, тем самым можно анализировать динамику возникновения и изменения очереди.

Расчеты становятся более сложными, так как в пределе, необходимо произвести дискретную свертку двух последовательностей: распределения вероятностей поступления  $i$  заявок за время  $t$  и завершения обслуживания  $j$  заявок за то же самое время. Дальнейший анализ производится с применением интервального метода[2]. Интервал принимается равным среднему времени обслуживания одной заявки -  $h$ . Для сокращения объема расчетов допускается погрешность 0,01.

1. Корнышев Ю.Н. Задачник по теории телефонных и телеграфных сообщений. /Ю.Н. Корнышев, Н.П. Мамонтова – Одесса: Одесский электротехнический институт связи им. А.С Попова, 1974 г.- 135 с.

2. Лихтциндер Б.Я. Интервальный метод анализа трафика мультисервисных сетей данных / Б.Я. Лихтциндер Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015 г. – 121 с.

А.А. Киселев, К.А. Сутягин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Управление технической эксплуатацией является вершиной пирамиды, в соответствие с которой строится система управления. Пирамидальные модели стали популярны с появлением сетей следующего поколения (NGN), имеющих четырехуровневую структуру. Следующим вариантом четырехуровневой модели стала сеть управления телекоммуникациями (TMN) с иным содержанием уровней, из которых только два относятся, по сути, к задачам управления технической эксплуатации сети (УТЭС). Отдельно существует семи уровневая модель открытых систем (OSI). Позже была разработана система поддержки операций (OSS), которую тесно связывают с системой поддержки бизнеса (BSS).

Каждая из этих моделей имеет различные архитектуры в соответствие с выполняемыми функциями. Например, основным принципом TMN является обеспечение организационной структуры для получения возможности взаимосвязи различных типов

операционных систем и аппаратуры электросвязи с использованием стандартных протоколов и интерфейсов. Однако эта концепция, появившаяся фактически первой среди документов МСЭ-Т в сфере управления технической эксплуатацией, не содержит принципов подхода к определению стратегий УТЭС.

В концепции системы OSS/BSS подробно описывается состав и основное назначение программных модулей, которые обеспечивают поддержку следующих операций:

1) управление неисправностями: данные системы автоматизируют обнаружение и устранение неисправностей через сбор аварийных событий с разнородных сетевых элементов;

2) управление производительностью: система способна осуществлять сбор данных о производительности сетевых элементов, вычислять метрики, консолидировать результаты в центральном хранилище и предоставлять отчеты в реальном времени;

3) управление конфигурациями: в системе может быть реализовано автоматическое определение конфигурации сетевых элементов, аудит конфигураций, архивация конфигураций и версии, отслеживание изменений;

4) поддержка систем технического учета, обеспечивающих единое, полное и точное представление абонентских сервисов, логических и физических ресурсов сети оператора. Системы технического учета позволяют управлять жизненным циклом любого сетевого ресурса, начиная с ввода в эксплуатацию и заканчивая его выводом;

5) управление активацией услуг, предназначенных для полной автоматизации процесса активации, подключения, отключения и конфигурирования услуг абонентов непосредственно на оборудовании. Данные системы используются как для активации массовых услуг (ШПД, VoIP, IPTV, ТФОП), так и для сложных решений (например, VPN-услуг и др.).

Кроме перечисленных модулей, в системы OSS входят:

- система управления качеством услуг и соглашениями об уровне сервиса;

- система управления выездным персоналом (Workforce Management), которая представляет собой решение для автоматизации процесса управления работой «полевых» инженеров, диспетчеров и сотрудников контакт-центров и позволяет решать актуальные бизнес-задачи, связанные с мониторингом использования ресурсов и

производительности персонала, прогнозированием потребностей в ресурсах в режиме реального времени.

Необходимо отметить, что в соответствии с концепцией OSS/BSS все описанные выше программные модули должны содержать элементы теории принятия решений для выбора стратегий управления с учетом следующих факторов:

- ограниченный обслуживающий ресурс;
- состав персонала по специализации;
- наличие дополнительных контрольно-измерительных средств;
- возможные последствия для работоспособности сети в целом.

Последний фактор подлежит оценке с двух позиций:

- потери в бизнесе;
- обеспечение «живучести» сети.

Принятие решений основывается на статистических данных и соответствующих математических моделях.

Е.А. Сухова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОМОЖНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОСЛОЙНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР INGAN/ALGAN/GAN**

Рассмотрим энергетический спектр уровней, которые возникают в слоистой структуре за счет влияния квантовых эффектов, возникающих в том случае, если толщина излучающего слоя достаточно мала. На рис. 1 показана картина добавочных энергетических уровней, возникающих в одномерной потенциальной яме из InGaN. В соответствии с формулой энергия таких уровней рассчитывается по формуле:

$$E_n = \frac{\eta^z(k_x^z)}{2m} = \frac{\eta^z \pi^z n^z}{2mL^2}$$

где  $n$  - номер уровня,  $n=1, 2, \dots, L$  - толщина рассматриваемого слоя. Здесь энергия отсчитывается от дна соответствующей зоны.

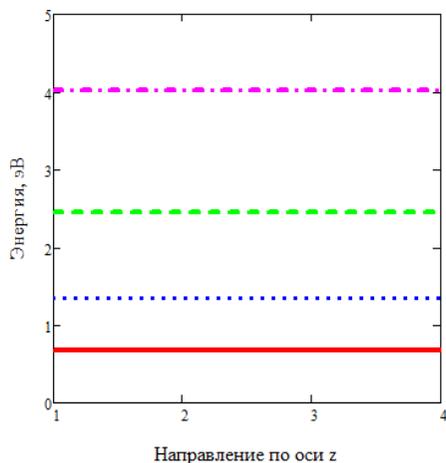


Рисунок 1 - Картина энергетических уровней в одномерной потенциальной яме толщиной 6 нм.

Добавочные энергетические уровни, возникающие из-за эффектов вторичного квантования, накладываются на зонную диаграмму полупроводника. Вследствие этого внутри запрещенной зоны могут появляться дополнительные энергетические уровни, а в зоне проводимости и в валентной зоне появляются новые запрещенные зоны. Все это приводит к тому, что меняется длина волны излученного фотона, а, соответственно, и спектральные характеристики всей гетероструктуры, содержащей квантовую яму. Целью работы является исследование возможности изменения спектральных характеристик многослойных гетероструктур InGaN/AlGaN/GaN путем изменения толщины излучающего слоя.

1. Леденцов, Н.Н. Гетероструктуры с квантовыми точками: получение, свойства, лазеры [Текст] / Н.Н. Леденцов // Физика и техника полупроводников. –1998.–№4. – Т.32. – С. 385-410.

2. Vahala, K.J. Quant. Electron [Текст] / K.J. Vahala // IEEE J.Quant. Electron. –1988. – № 24. – С. 523-526.

Н.М. Бельская, Д.А. Уточкина, М.А. Уточкина  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

С развитием инфокоммуникационных технологий постоянно увеличиваются объём информации и способы взаимодействия с ней. Это приводит к возникновению ряда технических проблем, одной из которых является противоречие между разнообразием современных информационно-коммуникационных систем и традиционными мерами защиты информации. Данная тенденция создаёт необходимость исследования новых методов защиты информации. Одним из наиболее перспективных направлений решения проблемы защиты информации являются технологии, основанные на применении нейронных сетей (НС). Изучение этого метода обеспечения информационной безопасности является приоритетной задачей [1].

Процесс создания и обучения экспертной системы на нейронной сети является сложной задачей, решение которой занимает значительное время, а иногда ее создание вообще невозможно. Следовательно, необходима модель, на которой можно попробовать различные варианты структуры нейронной сети, методов обучения, величины и состава обучающей выборки и выявить наиболее подходящий вариант.

Программу моделирования нейронной сети обычно называют нейропакетом, понимая под этим программную оболочку, эмулирующую для пользователя среду нейрокомпьютера на обычном компьютере. В настоящее время на рынке программного обеспечения имеется множество самых разнообразных программ для моделирования нейронных сетей.

В мире проводится ряд исследований по применению нейросетевых технологий для решения различных задач информационной безопасности, ряд из которых доведён до практической реализации. Наиболее известные и популярные нейросистемы и их производители следующие: NeuroSolutions, NeuralWorks Professional, NeuroShell 2, BrainMaker Pro, Process Advisor. В таблице 1 приведены основные характеристики этих программных комплексов, их достоинства и недостатки. Данные нейропакеты

являются относительно дорогими и предназначены для профессионального использования.

Таблица 1. Сравнение программного инструментария по моделированию НС

Программный пакет	Достоинства	Недостатки
NeuralWorks Professional	Простая система визуализации данных; корреляция в процессе обучения; встроенный генератор кода.	Сложность введения собственного критерия обучения
NeuroShell 2	Простота; предоставляет хорошие средства обмена данными с другими приложениями	Усложненная система визуализации данных; Отсутствие единого интегрального контроля данных в процессе обучения и работы НС
BrainMaker Pro	Большое число параметров настройки алгоритма обучения	Неудобство интерфейса; непродуманность системы визуализации
NeuroSolutions	Гибкость; мощный редактор визуального проектирования НС; средства визуализации; снабжен генератором исходного кода.	Недостаточное количество критериев обучения;
Process Advisor	Возможна работа с входными сигналами как с функциями времени; позволяет осуществлять управление внешними аппаратными контроллерами, подключаемыми к компьютеру	Нет возможности изменять архитектуру сети, обучающие алгоритмы, критерии обучения; отсутствует необходимая система предварительной обработки данных

Таким образом, в настоящее время существует достаточное количество программ для моделирования нейронных сетей. Специалисты по информационной безопасности уже могут использовать нейронные сети для оценки рисков и анализа уязвимостей информационной системы.

1. Уточкина, Д.А., Уточкина, М.А. Применение нейронных сетей в информационной безопасности [Текст] // XVII Международная научно-техническая конференция «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» ПТиТТ-2016 – С.429 – 430.

В.Г. Карташевский, А.А. Филимонов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ПРИЕМ «В ЦЕЛОМ» СИГНАЛОВ OFDM В КАНАЛАХ С БЫСТРЫМИ ЗАМИРАНИЯМИ**

В докладе рассматривается проблема обработки сигналов ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM) в каналах с рассеянием и быстрыми замираниями. В системах связи, использующих технологию OFDM при любом виде модуляции, для поддержания в месте приема ортогональности поднесущих колебаний на передаче формируются защитные промежутки до и после последовательности комплексных отсчетов, характеризующих модулирующие символы. Введение защитных промежутков для борьбы с временным рассеянием означает потерю спектральной эффективности системы. Реально такие потери могут составлять до 20% [1].

Предлагается новая структура OFDM-символа, состоящая из испытательной комбинации (ИК), информационное содержание которой известно в месте приема и, так называемого, рабочего пакета (РП), где передаются символы сообщения [2]. Для обработки в месте приема потока OFDM-символов предлагается алгоритм «приема «в целом» с поэлементным принятием решения» (ПЦППР), который реализует процедуру оценивания отсчетов огибающей OFDM-символа и для своей реализации требует знания в месте приема импульсной характеристики (ИХ) канала связи [3,4,5]. В докладе рассматриваются возможные варианты формирования оценок ИХ.

Демодуляция осуществляется формированием дискретного преобразования Фурье (ДПФ) последовательности оценок отсчетов огибающей OFDM-символа.

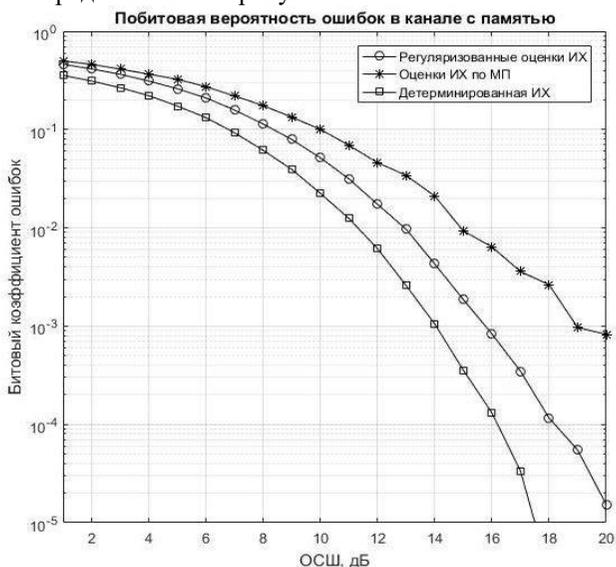
Как показано в докладе, оценивание отсчетов огибающей OFDM-символа и оценивание импульсной характеристики канала связи по испытательной комбинации целесообразно производить по

критерию максимального правдоподобия одной процедурой, реализация которой связана с решением «обратной задачи» методом регуляризации [6].

Для повышения помехоустойчивости в условиях быстрых замираний сигнала в канале связи предлагается вместо QAM использовать модуляцию QPSK.

Моделирование работы алгоритма ПЦППР для новой структуры OFDM-символа показало его высокую помехоустойчивость в широком диапазоне изменения отношения сигнал/шум в месте приема.

Результаты представлены на рисунке.



1. Карташевский В.Г. Обработка пространственно-временных сигналов в каналах с памятью. М.: Радио и связь, 2000, 272с.

2. Vasudevan, K. Coherent detection of turbo coded OFDM signals transmitted through frequency selective rayleigh fading channels. // In *Proceedings of the IEEE ISPPC*. Shimla, India, Sept. 2013.

3. Карташевский В.Г., Бельский К.А., Слипечук К.С. Прием сигналов OFDM в каналах с рассеянием. // *Радиотехника*, 2015, №2, С. 62-68.

4. Карташевский В.Г., Бельский К.А., Филимонов А.А. Прием сигналов OFDM в системе MIMO в каналах с памятью. // *Радиотехника*, 2016, №2, С. 91-95.

5. Каргашевский В.Г., Семенов Е.С., Филимонов А.А. Прием сигналов OFDM в каналах с рассеянием при оценивании параметров канала. // Радиотехника, 2016, №12, С. 48-55.

6. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979, 288с.

С.В. Хаджиева

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИТ-КОМПАНИЙ**

По мере развития и роста предприятия приобретают корпоративные приложения для реализации возникающих функциональных потребностей. В результате образуется множество приложений, каждое из которых отвечает за конкретную автоматизацию. Необходимость связать ПО в единое ИТ-пространство порождает задачу интеграции приложений. Это одна из сложнейших задач, решением которых занимаются ИТ-компании. Процесс интеграции приложений осложнён необходимостью ведения параллельных работ между смежными командами интегрируемых систем в ИТ-проекте [1,2]. В свою очередь это порождает следующие проблемы:

- Низкая точность оценок сроков и стоимости;
- Большое количество дефектов;
- Значительные потери времени (совещания, устранение дефектов, смена контекста);
- Срыв сроков разработки и внедрения.

Цель работы заключается в разработке имитационной модели производственной деятельности ИТ-компаний, и построении на основе результатов моделирования комплексных методик позволяющих повысить эффективность распределения трудовых ресурсов в интеграционных проектах.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести сравнительный анализ существующих методов моделирования производственной деятельности ИТ-компаний;

2) построить имитационную модель производственной деятельности ИТ-компании, которая описывает процесс распределения трудовых ресурсов в интеграционных проектах;

3) предложить методику, результатом применения которой является оптимальное распределение трудовых ресурсов в интеграционных проектах, при котором издержки компании будут минимальны.

Имитационная модель распределения трудовых ресурсов в интеграционных проектах позволяет моделировать производственные процессы в ИТ-компании при произвольных законах распределения входящего потока заявок и времени обслуживания одной заявки [3].

Методика оптимального распределения трудовых ресурсов в интеграционных проектах позволит менеджерам ИТ-проектов провести количественный анализ трудовых ресурсов в каждом из отделов и указать оптимальное число сотрудников, при котором издержки компании на их содержание будут уменьшены, а качество выполнения интеграционных проектов повышено.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования выводов и практических рекомендаций, для прогноза оптимального распределения трудовых ресурсов в ИТ-компании, планирования сроков и распределения нагрузки между командами. Применение модели на практике позволит ИТ-компаниям максимизировать прибыль и минимизировать производственные издержки.

1. Мифы и парадигмы интеграции приложений/ [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.osp.ru/os/2005/02/185297> – Загл. с экрана. – Дата обращения: 09.04.2018

2. EDA - архитектура, управляемая событиями / [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.iemag.ru/analytics/detail.php?ID=16050> / – Загл. с экрана. – Дата обращения: 09.04.2018

3. Димов Э.М., Маслов О.Н., Хаджиева С.В. Имитационное моделирование деятельности отдела менеджмента качества на базе платформы AnyLogic // Информационные технологии. Т.23, №3, 2017. – С. 172-177.

### 3. Беспроводные технологии и системы мобильной связи — Wireless technologies and mobile communication systems

Я.И. Асаад

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

#### СОВРЕМЕННЫЕ ФОРМАТЫ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ - OFDM

OFDM (ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием) представляет собой метод параллельной передачи данных, который помогает бороться с негативными эффектами многолучевых искажений в канале и потерями из-за уменьшения эффективной полосы пропускания. OFDM является одним из методов многолучевой модуляции (multi carrier modulation - MCM), которые передают сигнал через множество несущих посредством преобразования широкополосного канала во множество узкополосных подканалов или другими словами предоставляет набор поднесущих, перекрывающихся в частотной области. При этом поднесущие специально подобраны таким образом, чтобы быть ортогональными друг другу. В результате поднесущие могут быть плотно упакованы для повышения спектральной эффективности канала. OFDM является форматом модуляции, который используется во многих из последних стандартов беспроводной и телекоммуникационной связи. Например был принят целого ряда стандартов Wi-Fi, таких как 802.11a, 802.11n, 802.11ac и других. Он также был выбран для стандарта сотовой связи LTE / LTE-A, и в дополнение к этому он был принят другими стандартами, такими как WiMAX и многими другими.

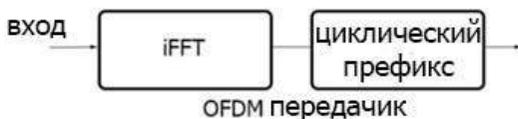


Рисунок 1 - Использование циклического префикса в OFDM и техники IFFT/FFT

OFDM очень эффективен для связи по каналам с частотно-избирательным замиранием. Очень сложно обрабатывать частотно-избирательное замирание в приемнике, и в этом случае конструкция приемника достаточно сложна. Вместо того, чтобы пытаться смягчить частотно-избирательное замирание в целом (что происходит, когда огромная полоса пропускания распределяется для передачи данных по каналу с избирательным каналом затухания частоты), OFDM смягчает проблему путем преобразования всего частотно-избирательного канала замирания в узкополосные каналы без многлучёвости (при рассмотрении каждой отдельной поднесущей). С затуханиями в узкополосных каналах легче бороться (по сравнению с частотным избирательным замиранием), используя простые схемы коррекции ошибок и выравнивания АЧХ канала.

Во временной области поднесущие OFDM будут представлены как постоянные синусоиды. однако для передачи данных по этим поднесущим они заполняются промодулированными символами, которые представляют собой точки созвездия схем цифровой модуляции, таких как QPSK или QAM.

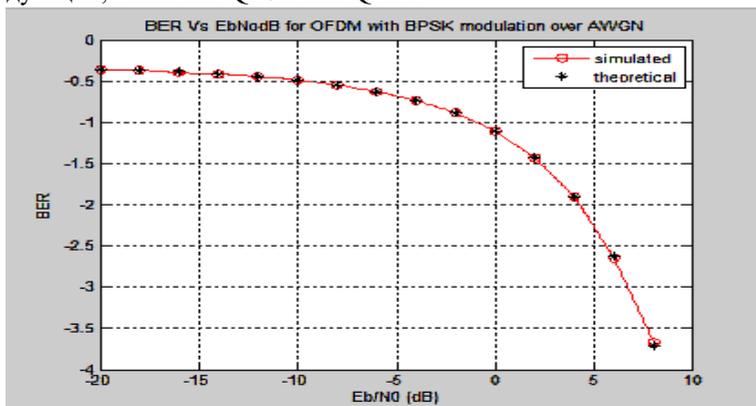


Рисунок 2 - Отношение между SNR и BER для OFDM с BPSK в AWGN

При этом Синхронизация является одной из важных задач, выполняемых на приемниках OFDM. Синхронизация OFDM-сигнала необходима для определения времени символа, смещения частоты несущей и сохранить ортогональность OFDM и для этого фазовый

шум, смещение несущей частоты и смещение синхронизации символов должны контролироваться (требования к синхронизации).

1-Nezami M.K. RF Architectures and Digital Signal Processing Aspects of Digital Wireless Transceivers

2-SIMULATION OF DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS USING MATLAB - Mathuranathan Viswanathan

3-Time and Frequency Synchronization in OFDM System ( Saswati Paramita, Sruti Suvadarsini Singh, Jyotiprava Mohanta )

Р.У.А. Ндреманизафу

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева, г. Казань, Россия

## **СХЕМА МОДУЛЯЦИИ СТАНДАРТА СВЯЗИ 5-ГО ПОКОЛЕНИЯ (5G): FBMC**

Технологии передачи с несколькими несущими были наиболее привлекательными для разработки систем беспроводной связи, таких как 4G, Long Term evolution (LTE) и теперь 5G. Для беспроводной связи 5G или пятого поколения доминирующей формой волны являются мультиплексирование с ортогональным частотным разделением (OFDM) и Filter Bank Multi carrier modulation (FBMC).

В последнее время системы многоуровневого банка фильтров (FBMC) получили значительное внимание для проводной и беспроводной передачи с высокой скоростью в частотно-избирательных каналах. Традиционная система с множеством несущих, известная как OFDM, обеспечивает устойчивость к многолучевым каналам благодаря внедрению циклического префикса (cyclic prefix - CP), который уменьшает межсимвольную интерференцию (intersymbol interference - ISI) в дисперсионных каналах. Однако добавление CP подразумевает потребление дополнительной мощности, что снижает спектральную эффективность. Более того, в OFDM-системах принятый фильтр импульсного излучения является прямоугольной функцией, которая проявляет плохой распад частоты. А в системах FBMC используются ограниченные диапазоном импульсные фильтры, прототипные фильтры, которые перекрываются во времени.

OFDM / OQAM, далее FBMC – это усовершенствованная версия OFDM. Модуляторы метода OFDM и техника FBMC

проиллюстрированы на рисунке ниже на стороне передатчика. Основное отличие заключается в замене OFDM на систему с множеством несущих на основе банков фильтров, где iFFT и CP заменяется банком фильтров синтеза (synthesis filter bank - SFB), а FFT и CP заменяется банком фильтров анализа (analysis filter bank AFB).

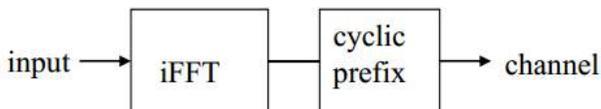


Рисунок 1. OFDM передатчика

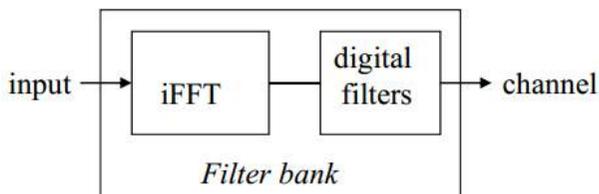


Рисунок 2 - Filter Bank based Multicarrier (FBMC) передатчика

Модуляция FBMC так же весьма устойчива к смещению несущей частоты (CFO) и смещению частоты дискретизации (SFO) должна использоваться. OQAM состоит в создании временного сдвига на половину периода символа между реальным и мнимым OFDM-сигналом. Чтобы получить этот сдвиг во времени, цепочка обработки передатчика OFDM делится на две ветви: реальную и мнимую. Каждая ветвь применяет фазовый сдвиг к своим выборкам перед выполнением iFFT. Затем сигнал мнимой ветви временной области задерживается на половину периода. После этого, каждая ветвь проходит через окно перед их объединением. На стороне приёмника выполняется противоположный процесс. Полученный кадр делится на две ветви и сдвинутые окна применяются перед БПФ. После БПФ фаза восстанавливается, и ветви объединяются снова, прежде чем восстанавливать данные. В FBMC каждый подканал фильтруется отдельно. Он использует очень узкополосный фильтр с длинного времени длины. Это обеспечивает контроль каждого банка фильтров и над передачей каждой поднесущей.

Цель исследования – сравнить технологии OFDM и FBMC, вынести решение о достоинствах или недостатках каждой из систем,

провести в среде Matlab моделирование и разработать схему синхронизации для FBMC системы.

1. Kansal, P. and Shankwar, A.K. (2017) FBMC vs OFDM Waveform Contenders for 5G Wireless Communication System. *Wireless Engineering and Technology*, 8, 59-70. <https://doi.org/10.4236/wet.2017.84005>.

2. FP7-ICT Future Networks PHYDYAS—PHYSical Layer for DYnamic AccesS and Cognitive Radio Project (ICT-211887). <http://www.ict-phydyas.org/delivrables/PHYDYAS-D5-1.pdf/view>.

Р.Р. Аминова, Е.А. Спирина

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ЧАСТОТНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЗАСТРОЙКИ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ АБОНЕНТОВ**

Неотъемлемым этапом проектирования сетей широкополосного радиодоступа является частотно-территориальное планирование (ЧТП), включающий ряд подразделов.

В этой работе рассматривается составление предварительного частотно-территориального плана, который используется в качестве начального приближения при решении задач оптимизации. При выполнении этого этапа на основе данных об обсуживаемой территории, количестве абонентов сети связи и требований к предоставляемым им услугам осуществляется предварительная оценка необходимого количества базовых станций (БС) и их параметров. При этом используются упрощенные критерии и модели, в частности делается допущение о равномерном распределении абонентов, однотипности морфоструктуры местности и об использовании на БС оборудования с одинаковыми параметрами, что приводит к постоянству радиусов зон обслуживания каждой БС. Однако на практике, на обслуживаемой территории, как правило, можно выделить районы с различной застройкой, плотностью абонентов и разницей в требованиях к предоставляемым им услугам, что делает зоны обслуживания БС в реальности различными, что делает

актуальным, разработку алгоритма первоначального частотно-территориального планирования сети широкополосного радиодоступа с учетом влияния застройки и индивидуальных требований абонентов.

Для этого в работе решаются следующие задачи:

□ Анализ факторов, обеспечивающих учёт застройки и индивидуальных требований абонентов сети.

□ Разработка критерия первоначального частотно-территориального планирования сети.

□ Разработка алгоритма первоначального частотно-территориального планирования сети.

□ Проверка работоспособности разработанного алгоритма для заданной территории.

Для учёта влияния застройки и индивидуальных требований абонентов предлагается разбить всю зону обслуживания на области, характеризующиеся одинаковыми значениями перечисленных параметров. В качестве критерия планирования сети был выбран критерий, обеспечивающий минимизацию количества БС на обслуживаемой территории.

$$M_{opt} = \min \left\{ M, (x_m, y_m) \Big|_{m=1, M}, (x_m, y_m) \in S, \sum_{l=1}^L C_{lm} < C_{max} \Big|_{m=1, M} \right\},$$

где  $M$  – количество БС;  $S$  – площадь обслуживаемой территории;  $V_{lm}$  – информационную скорость передачи данных от  $m$ -ой БС до  $l$ -ого абонента, рассчитываемая согласно методике приведённой [1];  $V_l^{zad}$  – заданная с учетом индивидуальных требований скорость передачи данных  $l$ -ого абонента;  $C_{max}$  – максимальная нагрузка на БС;  $L$  – количество абонентов.

Исходя из ограничения на максимальную нагрузку на БС, для каждой из областей с одинаковыми застройкой и индивидуальными требованиями абонентов определялся максимальный радиус зоны обслуживания БС в предположении, что все абоненты расположены в точках с минимальным уровнем сигнала, т.е. на границе зоны.

На основе приведённого критерия и полученных выражений были разработаны алгоритмы определения зоны обслуживания БС и определения местоположения БС.

Разработанные алгоритмы использовались для построения первоначального частотно-территориального плана сети

широкополосного радиодоступа в городе Казани. В настоящий момент ведутся работы по реализации данных алгоритмов в среде MATLAB.

1. Петрова Е.А. Оценка гарантированной информационной скорости передачи в сетях широкополосного радиодоступа с учетом внутрисистемных помех//Журнал радиоэлектроники.–2014.- №10. – <http://jre.cplire.ru/jre/oct14/7/text.html> (дата обращения: 24.10.2014)

И.Р. Тухватуллов

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ И РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ**

Целью работы является изучение влияния синхронизации на качество работы приемника в каналах спутниковой связи. Для этой цели в среде Matlab реализована модель передатчика и приемника. Передача осуществляется пакетным методом, временная синхронизация производится по преамбуле, которая добавляется при передаче и выделяется согласованным фильтром на приемном конце. Так как в спутниковой связи следует избегать амплитудной манипуляции из-за ее чувствительности к помехам, наибольший интерес представляют виды цифровой модуляции с постоянной огибающей сигнала (фазовая, частотная с непрерывной фазой). В работе используется гауссовская частотная манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK). Достоинствами данного вида модуляции являются:

- возможность использования усилителей мощности класса С без риска расширения полосы занимаемых частот в радиоканале;
- низкий уровень внеполосных излучений, позволяющий уменьшить защитный частотный интервал между соседними частотными каналами;
- возможность использования простых устройств демодуляции, содержащих устройства ограничения уровня принимаемого сигнала, что упрощает проектирование приемных устройств и обеспечивает устойчивый прием в условиях значительных замираний принимаемого сигнала.

Недостаток – необходимость большей полосы частот в радиоканале по сравнению с линейными методами модуляции.

В спутниковых системах связи приходится работать в относительно низком отношении сигнал/шум из-за значительной удаленности передатчика и приемника и невозможностью вести передачу на большой мощности.

В модели используется канал с аддитивным белым гауссовым шумом (AWGN). Характеризуется равномерной, то есть одинаковой на всех частотах, спектральной плотностью мощности, нормально распределёнными временными значениями:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (1)$$

где  $\mu$  – математическое ожидание,  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение

Также в системах спутниковой связи имеют место релейские замирания, возникающие при отсутствии прямой видимости и достижении сигналом приемника с различных направлений, отражаясь от препятствий. Глубина замираний зависит от скорости движения мобильной станции и рабочей частоты.

$$f(x; \sigma) = \frac{x}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right), \quad x \geq 0, \quad \sigma > 0, \quad (2)$$

Движение спутника относительно земной станции вызывает возникновение эффекта Доплера.

$$f_d = \frac{v \cos\theta}{\lambda}, \quad (3)$$

где  $\theta$  – угол прихода сигнала относительно направления,  $v$  – скорость приемника/передатчика,  $\lambda$  – длина волны.

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Скляр Б. // Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 1104 с.

2. Mengali, U. Synchronization Techniques for Digital Receivers / Umberto Mengali and Al-do N. D'Andrea. // New York: Plenum Press, 1997. 520 с.

3. Спилкер Дж. Цифровая спутниковая связь,- М.: Связь, 1979. 592 с.

4. Частотно-манипулированные сигналы FSK (frequency shift key ) и FSK сигналы с непрерывной фазой CPFSK (continuous phase FSK). – <http://www.dsplib.ru/content/fsk/fsk.html>

А.С. Белов<sup>1</sup>, С.В. Козлов<sup>2</sup>, Л.И. Фазылов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НПО «Радиоэлектроника» им В.И. Шимко, г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРИЁМА СИГНАЛОВ OFDM МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ С МЕЖСИСТЕМНЫМИ ПОМЕХАМИ

В настоящее время очень быстро развивается рынок мобильных телекоммуникаций использующих OFDM сигналы. Однако скорости передачи мобильных систем по-прежнему остаются существенно меньшими, чем у стационарных систем связи. В существенной мере это связано с необходимостью отслеживания изменений параметров нестационарных каналов мобильных систем. Одним из актуальных методов получения эффективных оценок параметров нестационарных каналов является использование фильтра Калмана, формализации и моделированию применения которого и посвящена эта работа.

Рассмотрим последовательность отсчётов, получаемых на выходе БПФ  $\bar{\mathbf{u}}_k$  при приёме  $k$ -го OFDM символа:

$$\bar{\mathbf{u}}_k = \|\mathbf{u}_{\bar{\mathbf{x}}_k}\| \cdot \bar{\mathbf{A}}_k^T + \bar{\mathbf{m}}_{n_p} + \bar{\mathbf{n}}_{n_p},$$

где  $\|\mathbf{u}_{\bar{\mathbf{x}}_k}\|$  – матрица модуляции, учитывающая передаваемый  $k$ -м OFDM символом вектор данных  $\bar{\mathbf{x}}_k$ ;  $\bar{\mathbf{A}}_k$  – вектор строка, характеризующий коэффициент передачи канала связи при приёме  $k$ -го OFDM символа;  $\bar{\mathbf{m}}_{n_p}$  и  $\bar{\mathbf{n}}_{n_p}$  – вектор математических ожиданий и отсчёты белого гауссовского шума  $n_p$ -й компоненты полигауссовой модели распределения вероятности межсистемной помехи  $n_p = \overline{1, N_p}$ .

Будем считать, что скорость изменения параметров канала связи мала по сравнению со скоростью передачи данных. В этом случае можно считать матрицу предсказания фильтра Калмана единичной и уравнение состояния будет иметь вид:

$$\bar{\mathbf{A}}_k = \bar{\mathbf{A}}_{(k-1)} + \bar{\mathbf{v}}_k,$$

где  $\vec{\mathbf{v}}_k$  – вектор отсчётов белого гауссовского формирующего шума.

Так как значение вектора данных  $\vec{\mathbf{x}}_k$  неизвестно, то, используя методику, приведённую в [1], при приёме сигнала  $k$ -го OFDM символа проведём оценку  $\vec{\mathbf{A}}_k$  набором фильтров Калмана, для каждого из возможных значений вектора  $\vec{\mathbf{x}}_k$ . Для каждой из оценок, полученных с помощью соответствующих фильтров, определим отношение правдоподобия  $L^C(\vec{\mathbf{u}}_k | \vec{\mathbf{x}}_k, n_p)$  при реализации вектора  $\vec{\mathbf{x}}_k$  и компоненты полигауссовой модели межсистемной помехи  $n_p$ :

$$L^C(\vec{\mathbf{u}}_k | \vec{\mathbf{x}}_k, n_p) = \exp \left( - \frac{\hat{\mathbf{u}}_{kn_p}^2 - \vec{\mathbf{A}}_{kn_p} \cdot \vec{\mathbf{A}}_{kn_p}^T}{2 \cdot \sigma_{n_p}^2} \right),$$

где  $\hat{\mathbf{u}}_{kn_p}$  – вектор отсчётов ошибки предсказания;  $\vec{\mathbf{A}}_{kn_p}$  – предсказанный, а  $\vec{\mathbf{A}}_{kn_p}$  – откорректированный по результатам измерений вектор коэффициентов передачи канала связи при приёме  $k$ -го OFDM символа;  $\sigma_{n_p}^2$  – дисперсия компоненты полигауссовой модели межсистемной помехи.

Решение о передаваемом  $k$ -ым OFDM символом векторе  $\vec{\mathbf{X}}_k$  принимается с использованием критерия максимума правдоподобия:

$$\vec{\mathbf{X}}_k = \arg \max_{\vec{\mathbf{x}}_k} \left\{ \sum_{n_p=1}^{N_p} q_{n_p} \cdot L^C(\vec{\mathbf{u}}_k | \vec{\mathbf{x}}_k, n_p) \right\},$$

где  $q_{n_p}$  – вероятность реализации  $n_p$ -й компоненты полигауссовой модели.

Итоговые оценки компонент на следующий шаг определяются на основе следующих выражений:

$$\begin{aligned} \|\vec{\mathbf{g}}_k\|^2 &= \sum_{n_p=1}^{N_p} q_{n_p} \cdot \|\vec{\mathbf{g}}_{kn_p}\|^2, \\ \vec{\mathbf{A}}_k &= \sum_{n_p=1}^{N_p} q_{n_p} \cdot \vec{\mathbf{A}}_{kn_p}. \end{aligned}$$

Разработанные алгоритмы в настоящий момент реализуются в среде MATLAB для проведения оценок их эффективности.

1. Козлов С.В. Новые смесевые подходы к проектированию радиоинтерфейса систем связи - Казань : Новое знание, 2014. - 132 с. - ISBN 978-5-906668-26-4.

Ш.Р. Ахтямов, Р. Р. Аккужин, Г. И. Абдрахманова  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕТЯХ 5G.**

Фазированные антенные решетки (ФАР) широко используются для создания беспроводных сетей широкополосного доступа. В сетях пятого поколения (5G) планируется применять антенны, способные менять форму диаграммы направленности в соответствии с поставленными задачами. Сети 5G могут обеспечивать в 10 раз большую скорость, чем в работающих сейчас сетях четвертого поколения. Исследование антенн данного типа является актуальной задачей, так как позволяет разработать новые методы построения ФАР для высокотехнологичного массового производства.

На данный момент в России предварительно выбраны частотные диапазоны 2,5 ГГц и 3,5 ГГц. Оператор связи Мегафон получил разрешение ГКРЧ на заседании от 4 июля 2017 года (протокол №17-42) на проведение тестов на частотах 3,4-3,8 ГГц и 25,25-29,90 ГГц. Так же Ростелеком получил разрешение на тестирование 5G на заседании ГКРЧ от 28 декабря 2017 года (протокол №17-44).

В связи с этим предлагается апробировать существующую ФАР, работающую в диапазоне частот 3,5-15 ГГц для использования в сетях 5G. Данная антенная решетка имеет размеры 4×4 элементов. Длина волны на верхней частоте диапазона равна 2 см. Из этого следует ограничение на расположение соседних элементов в решетке, а именно, расстояние между соседними излучателями должно быть не меньше половины длины волны, в данном случае 1 см. Максимальное межэлементное расстояние составляет 15 см.

Конструкция ФАР позволяет изменять расположение элементарных излучателей, меняя взаимное расстояние между ними и,

соответственно форму диаграммы направленности антенны. Таким образом, существует возможность переключения основного потока мощности излучения в требуемом направлении.

Р.Р. Жданов, Ю.О. Усенко, А.А. Федорова.  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **УВЕЛИЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ LI-FI**

В настоящее время распространено большое количество беспроводных способов передачи данных (3G, LTE, Wi-Fi), большинство из которых основано на использовании радиочастотных каналов. Это накладывает несколько существенных недостатков. В частности, ограничения полосы частот, взаимное влияние нескольких источников сигнала в одном частотном диапазоне, зависимость скорости передачи данных от числа пользователей [1], а также уязвимость в плане информационной безопасности, т.к. радиоволны легко проникают сквозь стены. Решением вышеперечисленных проблем является технология Li-Fi.

Li-Fi (Light Fidelity или VLC – Visual Light Communication – передача данных видимым светом) – это беспроводная форма коммуникации с помощью видимого света (оптическая технология беспроводной передачи информации), которая обеспечивает высокоскоростную, двустороннюю мобильную связь при помощи света в диапазоне от 400 до 800 ТГц (780-375 нм) для передачи двоичных данных в виде световых импульсов [2]. Данная часть электромагнитного спектра в 10 тысяч раз более широкая, чем спектр радиозлучения, что даёт дополнительные перспективы развития средств широкополосной связи. Таким образом, свет может обеспечить практически неограниченную широту канала передачи данных. Li-Fi передает двоичные данные в виде световых потоков (Рисунок 1) и является разновидностью открытой оптической беспроводной связи, к которой относятся все виды оптических коммуникаций, где не используются оптические волокна [2].

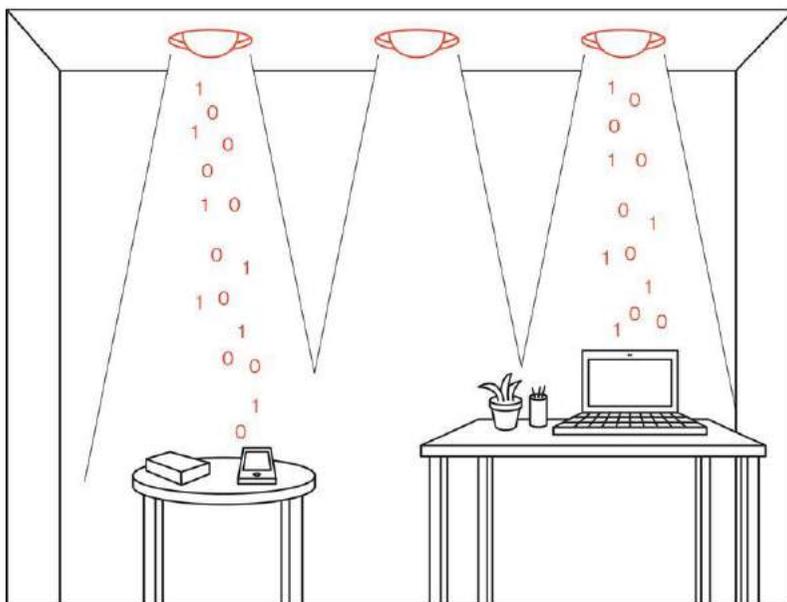


Рисунок 1 – Технология Li-Fi

Передача данных осуществляется с помощью световых приборов, выполняющих роли светодиодов (передатчиков), так и в качестве фотодиодов (приёмников) [2].

Метод цифровой модуляции, называемый ортогональным частотным разделением каналов (OFDM), позволяет использовать микросветодиоды для передачи миллионов пучков света разной интенсивности в секунду. Эти диоды включаются и выключаются с высокой скоростью. Включение – логическая «1», выключение – логический «0». Из этих включений-выключений складываются огромные массивы бинарных данных, цепочки единиц и нулей, передаваемые с высокой скоростью[3]. Эти данные получает фотодетектор и световой сигнал преобразуется в электронный вид [2].

Таким образом, для работы Li-Fi необходимы:

- светодиодная система освещения;
- маршрутизатор (который будет установлен вместе с системой освещения);
- приёмник, оснащённый декодером для расшифровки светового сигнала.

При равномерном распределении светодиодных передатчиков можно достичь гораздо более точного и стабильного подключения к сети. Кроме того, видимый свет не проходит сквозь стены (Рисунок 2), поэтому технология VLC потенциально более надёжна с точки зрения информационной безопасности, чем традиционные беспроводные сети типа сетей стандартов Wi-Fi. С точки зрения сохранения конфиденциальности передачи данных и потенциальной возможности перехвата данных: для взлома сети Li-Fi злоумышленник должен находиться в непосредственной близости к источнику сигнала, тем самым теряя свою анонимность. К тому же, пользователь может выбирать получать ли данные, оставляя свое устройство в области действия светодиодов или убрать его, чтобы избежать этого.

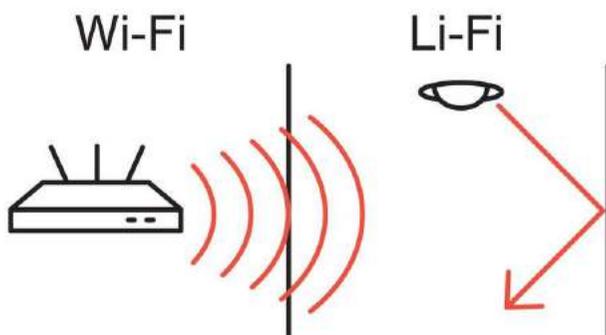


Рисунок 2 – Излучение радиоволн и световых волн

Необходимо также отметить, что с технологией Li-Fi подключение к сетям будет возможна в местах, где радиопомехи могут стать серьёзной угрозой безопасности, например, авиация и медицинские учреждения. Подобный способ передачи данных является решением для учреждений, где нежелательно использование оборудования, излучающего радиоволны. Примером таких мест могут стать медицинские учреждения.

1. Технология Li-Fi: характеристика технологии, сравнение с Wi-Fi и перспективы развития / Электронный ресурс: <http://1234g.ru/novosti/li-fi>.

2. 12 фактов о технологии Li-Fi и сравнение ее с технологией iBeacon / Электронный ресурс: <http://startup.today/article-12-faktov-o-texnologii-li-wi-i-sravnenie-ee-s-texnologiej-ibeacon>.

3. Создан "li-fi" - сверхбыстрый интернет на светодиодах / Электронный ресурс: [http://www.bbc.com/russian/science/2013/10/131029\\_li-fi-technology](http://www.bbc.com/russian/science/2013/10/131029_li-fi-technology).

4. Технология Li-Fi / Электронный ресурс: [http://laser-portal.ru/content\\_1195](http://laser-portal.ru/content_1195).

5. Новая технология Li-Fi / Электронный ресурс: <http://www.inf74.ru/people/science/novaya-tehnologiya-li-fi/>.

Р.Р. Каримов, А.В. Воронкова, Г.С. Воронков  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ СИГНАЛОВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СКРЫТНОСТИ ПЕРЕДАЧИ**

В современных системах беспроводной связи для повышения спектральной эффективности используются различные виды многопозиционной квадратурной модуляции. Практика развития стандартов беспроводных сетей WiFi и LTE, показала, что хорошие результаты даёт использование квадратурной манипуляции совместно с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDM). Использование этой технологии приводит к уширению спектра сигнала, приближая его к шумоподобному, что позволяет повысить энергетическую скрытность системы, повышая тем самым её помехозащищённость. Под энергетической скрытностью при этом понимается снижение вероятности обнаружения сигнала в эфире по его энергии.

В работе [1] показано, что вероятность обнаружения передачи приёмником-разведчиком (радиоперехват) тем выше, чем больше обеспечено отношение сигнал – шум по мощности на входе этого приёмника при осуществлении радиоперехвата. То есть для повышения энергетической скрытности системы передачи при фиксированном значении средней мощности шума в канале связи необходимо уменьшать мощность полезного сигнала. Одновременно необходимо обеспечить сохранение качества связи.

В работах [2 – 4] предложен способ снижения динамического диапазона сигналов OFDM за счёт их дифференциального преобразования, заключающегося в использовании в качестве модулирующего сигнала квадратурного модулятора системы связи с OFDM разности между сигналами квадратурных каналов и их

экстраполированными значениями. В указанных работах приведены примеры, иллюстрирующие эффективность предложенных алгоритмов для случаев использования фильтра Винера и фильтра Калмана в качестве экстраполяторов. Показано, что динамический диапазон канальных сигналов может быть снижен на величину до 4,87 дБ. В соответствии с формулами, приведенными в [1], была произведена оценка снижения вероятности обнаружения рассматриваемого сигнала в эфире, считая, что она определяется через Q-функцию Маркума. Примем допустимую вероятность ложной тревоги на уровне  $10^{-4}$ .

На рис. 1 приведен график зависимости вероятности обнаружения от отношения сигнал-шум, выраженного в децибеллах. Анализ полученного графика показывает, что снижение динамического диапазона канального сигнала, например, с 10 дБ до 5,13 дБ позволяют снизить вероятность обнаружения сигнала с 0,615 до 0,056, то есть более чем на порядок.

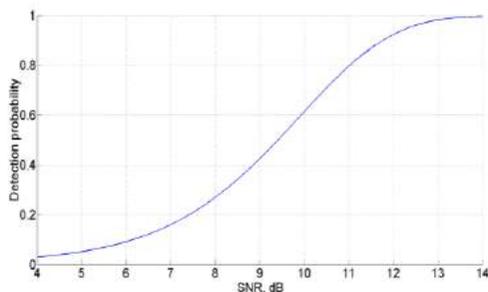


Рисунок 1 - Обобщённая структура тракта OFDM при использовании дифференциальной схемы преобразования сигнала

Таким образом, схемы формирования сигналов OFDM, основанные на их дифференциальном преобразовании, позволяют существенно повысить энергетическую скрытность беспроводных систем передачи, что является актуальным в первую очередь в системах специальной связи.

1. Беккиев, А.Ю. Базовые принципы создания помехозащищённых систем радиосвязи / А.Ю. Беккиев, В.И. Борисов // Теория и техника радиосвязи. – 2014. – №1. – С. 5 – 18.

2. Воронков, Г.С. Структурные схемы дифференциального преобразования сигналов в системах с ортогональным частотным мультиплексированием / Г.С. Воронков // Труды МНТК «Перспективные информационные технологии». – Самара. – 2017. – С. 62-64.

3. Воронков, Г.С. Подход к концепции построения низ-коскоростных OFDM-модемов для энергодефицитных систем связи / Г.С. Воронков, И.В. Кузнецов // Электротехнические и информационные комплексы и системы – Уфа, 2016. – С. 44-49.

4. Воронков, Г.С. Повышение энергоэффективности систем радиосвязи с ортогональным частотным мультиплексированием сигналов на основе их экстрополяции по Калману / Воронков Г.С., Кузнецов И.В., Султанов А.Х. //Инфокоммуникационные технологии. – Самара, 2017, – Т. 15. – № 3. – С. 273-280.

А.Н. Николаева, Г.Я. Хибатова, Е.П. Грахова, Г.И. Абдрахманова  
Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

### **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ АНТЕНН ДЛЯ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ ПО ОРБИТАЛЬНОМУ УГЛОВОМУ МОМЕНТУ**

Стремительный рост трафика данных и общего объема информационных потоков приводит к тому, что существующие сети не способны удовлетворить возрастающие потребности новых услуг связи. В дальнейшем, при отсутствии модернизаций, ситуация будет только усугубляться. Возникает проблема поиска методов повышения эффективности использования частотного ресурса и, следовательно, увеличения пропускной способности каналов радиосвязи. Одно из возможных решений заключается в использовании технологии мультиплексирования с разделением по орбитальному угловому моменту (ОУМ).

Ранее было обнаружено, что любая частица обладает двумя видами углового момента: орбитальным угловым моментом (ОУМ) и спиновым угловым моментом (СУМ). ОУМ порождается движением частицы в пространстве, в то время как СУМ с ним не связан. Таким образом, ОУМ характеризуется пространственным распределением – изменением направления распространения электрического поля.

В данной работе исследуется возможность реализации принципиально нового вида антенных систем, предназначенных для мультиплексирования по ОУМ, что позволит существенно упростить антенно-фидерный тракт. В качестве него могут быть использованы одиночные антенны и антенные решетки.

Существует три основных решения реализации антенной решетки для мультиплексирования по ОУМ: конфигурации с возможностью генерации луча одного фиксированного порядка ОУМ, конфигурации с возможностью генерации лучей с разными порядками ОУМ и объемная антенная решетка на основе триполей.

Первый тип представляет собой резонаторы, объединенные в компактную структуру с простой сетью питания. В частности, в [1] представлена плоская 8-элементная антенная решетка, работающая на частоте 60 ГГц и основанная на многослойной фазосдвигающей поверхности. Для реализации фазового контроля между входящей и исходящей вертикально поляризованной волной антенная решетка включает в себя несколько проводящих фазосдвигающих пластин (СФП) и диэлектрических слоев. Данная антенная решетка предназначена для излучения радиоволн с ОУМ топологического заряда первого порядка

Достоинством данной антенной решетки является возможность фокусировки выходного радиолуча, вызванной высоким расхождением волн с заданным ОУМ. Однако для получения моды другого порядка требуется полная реконфигурация структуры СФП, что делает данное решение не оптимальным и существенно сокращает возможную область применения.

Ко второму типу [2] относятся круговые антенные решетки, которые состоят из четырех элементов. На эти элементы подаются сигналы с одинаковой фазой, как для левой круговой поляризации, так и для правой, а сами элементы последовательно поворачиваются на 90 градусов по часовой стрелке. Основным преимуществом перед вышеупомянутой работой является возможность формирования ОУМ различных порядков без необходимости изменения конфигурации антенн.

Третий тип [3] - объемная антенная решетка, у которой в качестве излучателей используются триполи, а сама решетка представляется собой совокупность нескольких решеток, распределенных в пространстве. Это позволяет принимать и декодировать сигнал «спутанный» с шумами.

В данной работе рассматривается возможность создания новой широкополосной антенны для реализации уплотнения каналов по ОУМ на частоте 2,45 ГГц. Существенным преимуществом данной антенны является то, что она может излучать вихревые электромагнитные волны с возможностью мультиплексирования как

по ОУМ, так и по частоте, поэтому значительно повышается эффективность использования спектра.

1. Yiling Chen, Shilie Zheng, et al. A flat-lensed spiral phase plate based on phase-shifting surface for generation of millimeter-wave OAM beam. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters* (Volume: 15), pp. 1156-1158, 2015.

2. X.-D. Bai, Xian-Ling Liang, et al. Experimental Array for Generating Dual Circularly Polarized Dual Mode OAM Radio Beams. *Scientific reports*, article number 40099, 2016.

3. Е.Р. Grakhova, G.I. Abdrakhmanova, [V.Kh. Bagmanov](#), Ultra wideband vortex antenna array design for high capacity radio links, *Proceedings of the IV International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT-2018)*, Samara, 2018. - pp. 138-143.

И. К. Мешков, Н. А. Шкитин

Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **СИНХРОНИЗАЦИЯ OFDM ПРИ ВРЕМЕННОМ И ЧАСТОТНОМ РАССОГЛАСОВАНИИ**

OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing — ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием). Это технология, использующая множество поднесущих частот. Канал делится на несколько субканалов или поднесущих. В OFDM поток данных конвертируется в несколько параллельных битовых потоков меньшей скорости, каждый из которых модулируется своей отдельной несущей. Все это множество несущих передается одновременно.

Преимущество OFDM существует, когда соблюдается ортогональность, иначе появляются межсимвольные и межканальные помехи. Целью данной работы является рассмотреть эффекты временного смещения символов (Symbol Time Offset — STO) и смещения поднесущих частот (Carrier Frequency Offset — CFO), которые приводят к потере синхронизации и описать методы синхронизации.

ОБПФ и БПФ являются основными функциями, необходимыми для модуляции и демодуляции в передатчике и приемнике систем OFDM. Требуется правильный выбор времени в приемнике, иначе блок БПФ будет принимать два передаваемых символа, что ухудшает

производительность системы OFDM. Синхронизация символа по времени должна позволять определять начальное положение каждого OFDM символа, что облегчает получение передаваемых данных. В зависимости от начального положения символа, эффект STO может быть разным. Существует 4 частных случая:

- «точно равно» символу (временное смещение отсутствует)
- «немного раньше» символа (символ несильно смещается в циклический префикс(CP))
- «много раньше» символа (практически весь CP перекрыт символом)
- «немного позже» символа (символ смещается в CP следующего символа)

Из-за искажения несущей частоты появляется эффект CFO, который объясняется Доплеровским сдвигом частоты. Сдвиг частоты в сигнале подчиняется CFO и приводит к помехам между поднесущими частотами. Существует два вида CFO:

- Целое смещение несущей частоты (integer carrier frequency offset — IFO)
- Частичное смещение несущей частоты (Fractional Carrier Frequency Offset — FFO)

Существует 2 направления оценки STO — в частотной и временной области. К временной области относятся методы использования циклического префикса (CP) и использования тренировочного символа. Первый метод используется для поддержания ортогональности, в нем символ циклически расширен в защитный интервал (cycle prefix — CP). Второй метод заключается в передаче перед OFDM символом, тренировочного символа, который осуществляет синхронизацию символов в приемнике. В отличие от первого метода, использование тренировочного символа не зависит от многолучевого распространения, что является преимуществом.

Оценка в частотной области основана на оценке поворота фазы сигнала. Поскольку вращение фазы пропорционально частоте поднесущей, STO может быть оценена разностью фаз между смежными компонентами поднесущей принятого сигнала в частотной области. Данный метод может использоваться для точной синхронизации символов, поскольку могут дать точную оценку STO. Как и для STO, оценка CFO может производиться в частотной и

временной области. Методы оценки CFO во временной области идентичны с методами оценки STO.

Однако, оценка в частотной области отличается. Производительность системы может ухудшаться из-за уменьшения ненулевых выборок, взятых для усреднения в частотной области, данный метод основан на использовании периода преамбулы, в котором последовательно отправляются тренировочные символы, для упрощения вычислений. То есть, суть метода основана на разности фаз между преамбулами OFDM символа.

В ходе работы, были изучены проблемы STO и CFO в OFDM системах и методы их оценки, для предотвращения потери информации или полной потери сигнала.

1.Yong Soo Cho. MIMO-OFDM wireless communications with MATLAB, Wiley, 2010

И.К. Мешков, Г.И. Хисамова

Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНДАРТА ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ DRM+**

Актуальность цифрового радиовещания в том, что оно имеет высокое качество звука, упрощенный поиск радиостанций, пониженную мощность передатчика в пересчете на одну станцию. А также есть возможность использования дополнительных аудиовизуальных средств передачи информации и возможность доступа к гораздо большему количеству радиостанций.

На данный момент имеется ряд систем цифрового радиовещания: DAB+, HDRadio, РАВИС, DRM, DRM+. При ширине полосы сигнала лишь в 96 кГц, система DRM+ удовлетворяет значимым для пользователей, радиовещателей и производителей систем радиовещаний запросам таким, как:

- высокая спектральная эффективность;
- гибкость системы с целью планирования и распределения частот;
- улучшенная доступность сервиса относительно с FM, в особенности для мобильного приема;

- улучшенное качество звукового сигнала, в том числе поддержка объемного звука;
- поддержка различных информационных услуг;
- доступная стоимость разработки системы и приемно-передающей аппаратуры;
- возможность создания синхронных сетей

Важным обстоятельством при запуске и испытании системы считается абсолютная совместимость с существующими системами в УКВ диапазоне и с системами лётной радионавигации, которые находятся в диапазоне от 108 МГц до 120 МГц. Система DRM+ выполняет все вышеуказанные требования.

Для кодирования аудио применяется алгоритм из группы стандартов MPEG-4. В системе DRM возможны три способа кодирования аудиоинформации: AAC HE (Advanced Audio Coding), и два способа кодировки речевых данных: CELP (Code Excited Linear Prediction) и HVXC (Harmonic Vectors Excitation Coding). В добавок можно имеет возможность использования алгоритма SBR (Spectral Bandwidth Replication). Для лучшего восприятия качества звука возможно применение объемного звука (surround sound) [1]. В таблице 1 приведены основные технические характеристики системы DRM+.

Таблица 1 –Характеристики и параметры качества системы цифрового радиовещания DRM+

№	Наименование характеристики	Значения характеристики
1.	Диапазон несущих частот, МГц	30-240 (47-68; 65.8-74; 76-90; 87,5-107,9; 174-230)
2.	Полоса частот радиоканала, кГц	96
3.	Число несущих частот в полосе частот радиоканала	213
4.	Тип модуляции радиосигнала	OFDM / QAM
5.	OFDM- символ содержит	пилот- ячейки, ячейки управления, ячейки данных
6.	Модуляция несущих частот	QAM, 16 QAM, 4 QAM
7.	Скорость передачи цифровых данных, кбит/с	37 – 186
8.	Скорость передачи сервисных данных, кбит/с	24x2 или 6 (данные, речь)
9.	Защита от ошибок	Сверточное кодирование, перемежение битов, перемежение QAM-ячеек
10.	Форматы звуковых сигналов	Моно (1/0); обычное стерео

		(2/0); Surround 5.1
11.	Скремблирование цифровых данных с целью устранения нежелательной регулярности в цифровом сигнале	Имеется
12.	Возможность совместной передачи сигналов аналогового радиовещания и DRM+- сигналов	Имеется

Введение стандарта DRM+ позволяет использовать технологии одного стандарта во всех диапазонах (НЧ, СЧ, ВЧ и ОВЧ), выделенных для наземного цифрового радиовещания. Не нуждается в изменении частотного распределения, принятого в Российской Федерации, и может использовать существующую инфраструктуру ФГУП РТРС. Также система осуществит постепенный переход от аналогового к цифровому радио в выше указанных полосах частот. Возможность создания одночастотных сетей существенно экономит радиочастотный ресурс и повысит эффективность его использования.

1. ETSI TS 101980 v1.1.1. (2001– 09). Digital Radio Mondiale (расширениестандарта DRM); System Specification.

П.А. Архипов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕНЕРИРУЕМОГО ТРАФИКА В ПРИЛОЖЕНИЯХ МОБИЛЬНОГО ВИРТУАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА (MVNO) НА СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ 3G И LTE**

Программно-определяемые сети (SDN) и виртуализация сетевых функций (NFV) с недавних пор принимаются во внимание при сокращении капитальных (CAPEX) и операционных расходов (OPEX). В то время как SDN в основном фокусируется на программируемости комплекса сетевого управления, NFV нацелен на реализацию функций обработки данных в программном обеспечении поверх виртуальных машин, особенно тех, которые существуют и работают сегодня как аппаратные сетевые устройства. Пакеты данных могут передаваться через SDN и обрабатываться NFV на программном уровне.

Программно-определяемая плоскость передачи данных (data plane), то есть управление плоскостью передачи данных посредством ПО, значительно повышает взаимодействие, или, иными словами, синергию между SDN и NFV [1]. Такое взаимодействие рассматривалось только в нескольких исследовательских проектах [2, 3]. Кроме того, NFV пока ограничивается программным внедрением сетевых устройств и не занимается разработкой новых протоколов и функциями автоматизации работы и управления (OAM). Поскольку текущая плоскость данных SDN на данный момент не имеет гибкой методологии разработки (программирования), и поэтому она по-прежнему часто реализуется на аппаратных средствах, расширение SDN с программно-определенной плоскостью данных заполнит пробел в текущем положении NFV.

Также разрабатывается специализированное ПО для управления сетями мобильных виртуальных операторов связи (MVNO), которые получают сетевые услуги от операторов мобильной сети (MNOs) и перепродают сетевые услуги клиентам по их собственным ценам, не имея в своей собственности ту сетевую инфраструктуру, которую они используют. Более конкретно, определен набор программ, который классифицирует трафик приложений и / или устройств на группы и применяет оценку качества обслуживания (QoS) для MVNO. Уже существует большое количество MVNO, распространяющихся по всему миру, и большинство из них обеспечивают недостаточную пропускную способность, хоть и с низкой стоимостью услуг. Но сейчас предлагается новая бизнес-модель для MVNO, которая предоставляет виртуальным операторам возможность адаптировать тарифные планы, которые отвечают потребностям пользователей: например, увеличенная скорость передачи данных выделяется для некоторых приложений, но для остальных приложений такая пропускная способность избыточна, и поэтому данные приложения автоматически ограничиваются до минимальной для них пропускной способности.

Создан прототип реализации заявки в реальном MVNO, подключающем настроенные смартфоны, чтобы оператор через ПО мог идентифицировать приложения / устройства из потребляемого трафика со стопроцентной точностью. Сначала программа характеризует шаблоны трафика популярных приложений для детального понимания того, как сетевые ресурсы используются для реальных пользователей и приложений и каковы их требования к сетевым ресурсам.

1. A. Nakao, "Software-defined data plane enhancing SDN and NFV," IEICE Trans. Commun., vol. E98-B, pp. 12–19, 2015.

2. "FLARE: Open deeply programmable network node architecture," 2012. [Электронный ресурс].- Режим доступа: [http://netseminar.stanford.edu/10\\_18\\_12.html](http://netseminar.stanford.edu/10_18_12.html) (дата обращения 31.03.2018)

3. "Protocol oblivious forwarding". [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.poforwarding.org>. (дата обращения 31.03.2018)

О.Н. Архипова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ОСНОВАННЫЙ НА СЕТЯХ ZIGBEE**

Одной из самых важных частей ведения, организации и подготовки производства в сфере сельского хозяйства является контроль параметров производственной среды, например, температуры воздуха, влажности, содержания двуокиси углерода, влажности почвы и т.д. Экологический мониторинг является основной гарантией для реализации успешного автоматизированного управления тепличными комплексами. Благодаря анализу данных мониторинга в сочетании с ростом и развитием сельскохозяйственных культур и контролем за состоянием окружающей среды будет достигнута цель высокого качества и высокой урожайности культур. Современные сельскохозяйственные объекты, в том числе и тепличные комплексы, играют важную роль в современном сельскохозяйственном производстве. Параметры, такие как температура, влажность и углекислый газ в теплице, напрямую связаны с ростом овощей и фруктов. Однако сегодня большая часть работы по контролю температуры и влажности производится вручную, что неизбежно приводит к низкой точности мониторинга, высокой трудоёмкости, к несвоевременному контролю и другим последствиям. Данные последствия вызывают серьёзную потерю человеческих ресурсов и ведут к увеличению затрат.

Поэтому для достижения эффективного сельскохозяйственного производства, повышения верификации сельскохозяйственных научных исследований и содействия развитию сельского хозяйства в нашей стране необходимо энергично развивать и модернизировать

сельхозпредприятия, в том числе и тепличные комплексы в части мониторинга, контроля и автоматизированного управления. В настоящее время с быстрым увеличением овощных теплиц у общества возникают более высокие требования к эффективности производства, нежели раньше, также возрастают требования к автоматизации для теплиц.

Основная функция системы мониторинга парниковых газов заключается в непрерывном контроле окружающей среды в теплице, её поддержании на подходящем уровне для роста посевов, повышения урожайности и, следовательно, качества сельскохозяйственных культур. Данная система включает в себя два основных элемента: главный компьютер и вспомогательный компьютер. Главный компьютер предназначен для отображения и управления основными параметрами тепличного комплекса в режиме реального времени, в то время как вспомогательный компьютер отвечает за выявление парниковой среды, сбор и передачу данных на главный компьютер для выполнения конкретной операции. Главный и ведомый компьютеры осуществляют передачу данных через беспроводную сеть.

Беспроводная обработка данных включает в себя следующие функции:

- функция передачи данных о значениях температуры и влажности воздуха внутри тепличного комплекса: отправка данных, полученных соответствующим датчиком;
- функция передачи данных о параметрах воздуха и наличия дыма внутри тепличного комплекса: отправка данных, полученных соответствующим датчиком;
- функция приема и обработки данных: возможность обработки информации вне зависимости от того, включает ли полученная информация об изменении температурного режима или, например, о понижении влажности воздуха внутри теплицы;
- функция определения важности события, т.е. его приоритезации.

На основе беспроводной сети датчиков ZigBee система может осуществлять мониторинг параметров окружающей среды в реальном времени, таких как температура, влажность, качество воздуха и т. д. Stack протокола ZigBee состоит из набора уровней, каждый из которых относится к вышестоящему и предоставляет сервис управления данными, соответственно физический уровень (PHY), подуровень управления доступом к среде (MAC), сетевой и прикладной уровни (NWK) (ADL). Прикладной уровень можно разделить на подуровень

поддержки приложений (APS), объект устройства ZigBee (ZDO) и объект приложения управления, разработанный производителем. В соответствии с потребностями разработки стека протоколов и уровня уточнения Z-STACK, уровень моделирования аппаратного обеспечения HAL предоставляет возможность построить сетевую инфраструктуру на уровне аппаратного обеспечения. Можно с уверенностью утверждать, что система имеет хорошую стабильность работы, низкое энергопотребление и возможность мониторинга в реальном времени.

А.В. Журкин, Е.В. Глушак

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **МЕТОДЫ МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ**

Области применения беспроводных сенсорных сетей постоянно расширяются. Поэтому их изучение становится все более актуальным на сегодняшний день. Различают три вида маршрутизации - простую, фиксированную и адаптивную. Принципиальная разница между ними состоит в степени учета изменения топологии и нагрузки сети при решении задачи выбора маршрута [1].

Простая маршрутизация отличается тем, что при выборе маршрута не учитывается ни изменение топологии сети, ни изменение ее состояния (нагрузки). Она не обеспечивает направленной передачи пакетов и имеет низкую эффективность. Ее преимуществами являются простота реализации алгоритма маршрутизации и обеспечение устойчивой работы сети при выходе из строя отдельных ее элементов. Некоторое практическое применение получили разновидности простой маршрутизации: случайная и лавинная.

Особенность случайной маршрутизации заключается в том, что для передачи пакета из узла связи выбирается одно, случайно выбранное свободное направление. Пакет «блуждает» по сети и с конечной вероятностью когда-либо достигает адресата. При этом не обеспечивается ни оптимальное время доставки пакета, ни эффективное использование пропускной способности сети [2].

Лавинная маршрутизация (или: заполнение пакетами всех свободных выходных направлений) предусматривает передачу пакета

из узла по всем направлениям, кроме того откуда пакет поступил в данный узел. Поскольку это происходит в каждом узле, имеет место явление «размножения» пакета, что резко ухудшает использование пропускной способности сети. Чтобы этого не произошло, необходимо пометить копии пакета и уничтожать в каждом узле повторно проходящие через него дубликаты. Основное преимущество такого метода - гарантированное обеспечение оптимального времени доставки пакета адресату, так как из всех направлений, по которым передается пакет, хотя бы одно обеспечивает такое время. Метод может использоваться в незагруженных сетях, когда требования по минимизации времени и надежности доставки пакетов достаточно высоки.

Фиксированная маршрутизация характеризуется тем, что при выборе маршрута учитывается изменение топологии сети и не учитывается изменение ее нагрузки. Для каждого узла назначения направление передачи выбирается по таблице маршрутов (каталогу), которая определяет кратчайшие пути. Каталоги составляются в центре управления сетью. Они составляются заново и модифицируются при изменении топологии сети. Отсутствие адаптации к изменению нагрузки приводит к задержкам пакетов сети. Различают однопутевую и многопутевую разновидности фиксированной маршрутизации. Первая строится на основе единственного пути передачи пакетов между двумя абонентами, что сопряжено с неустойчивостью к отказам и перегрузкам, а вторая - на основе нескольких возможных путей между двумя абонентами, из которых выбирается предпочтительный путь. Фиксированная маршрутизация применяется в сетях с мало изменяющейся топологией и установившимися потоками пакетов.

Адаптивной называется маршрутизация, при которой принятие решения о направлении передачи пакетов осуществляется с учетом изменения как топологии, так и нагрузки сети. Существует несколько модификаций адаптивной маршрутизации, различающихся тем, какая именно информация используется при выборе маршрута. Получили распространение такие модификации как локальная, распределенная, централизованная и гибридная маршрутизации [3].

В различных случаях используют разные виды маршрутизации. В докладе рассмотрены виды и методы маршрутизации и сделан вывод, когда и где необходимо применять те или иные ее виды.

1. Варгаузин, В.А. Радиосети для сбора данных от сенсоров, мониторинга и управления на основе стандарта IEEE 802.15.4 [Текст] / В.А. Варгаузин // ТелеМультиМедиа, 2015. № 6. – С. 23-27.
2. Балонин, Н.А. Беспроводные персональные сети на основе ZigBee. Учебное пособие [Текст] / Н.А. Балонин. – СПб: ГУАП, 2015. – 58 с.
3. Алгоритмы маршрутизации [Электронный ресурс] // URL: <http://citforum.ru/nets/ito/2.shtml>. (18.03.2018)

А.В. Зуев

Поволжский Государственный Университет Телекоммуникации и Информатики, г. Самара, Россия

## **МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАНАЛОВ НА MAC-УРОВНЕ МЕЖДУ ВТОРИЧНЫМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ В КОГНИТИВНЫХ СЕТЯХ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ**

Современные технологии позволяют на практике реализовать динамический доступ к временно свободному участку радиочастотного спектра, РЧС. Такой способ используют когнитивные сети связи, прежде всего радиосети. В результате пользователи РЧС делятся на первичных и вторичных. Первичные пользователи, имеющие абсолютный приоритет доступа к РЧС, получают доступ к радиоэфиру на лицензионной основе с четко указанными параметрами выделенных радиочастот и мощностей передачи. Вторичные пользователи (secondary users, SU) получают доступ к РЧС только если они не создают помех первичным пользователям. В результате между SU возникает конкуренция за право использовать временно свободный участок РЧС. Существует несколько способов решения проблем совместного доступа к РЧС. Одним из таких способов является способ, основанный на аукционно-совместном использовании РЧС.

Достоинством данного способа является обеспечение гарантированного предоставления канального ресурса вторичному пользователю когнитивных сетей связи.

В данном способе вводится такое понятие как арбитр. Арбитр представляет собой компонент, который функционально выполняет слежение за использованием РЧС, обрабатывает соответствующие данные и является решающим элементом в аукционной модели. В результате использования арбитра снимается дополнительная нагрузка, связанная с обменом информацией между пользователями, ускоряется процесс принятия решений.

В рамках данного способа создается W–матрица оценки, в ней учитываются данные о занятии радиоканалов SU. Данные о распределении каналов отображаются как  $n \times m$  матрица X. Каждый элемент в W–матрице,  $x_{ij} \in \{0,1\}$ , указывает на то, выделен ли канал для SU или нет. Если  $x_{ij} = 1$ , то это указывает, что SU<sub>i</sub> получил доступ к каналу j и  $x_{ij} = 0$  указывает, что SU<sub>i</sub> не получил доступ к каналу. Необходимо упомянуть, что такая модель предусматривает использование одного канала одним пользователем, т.е. каждый SU в сколь угодно малый момент времени может претендовать лишь на один канал. Следовательно, в рассматриваемой модели есть ограничения для осуществления распределения между пользователями, а именно:

$$\sum_j x_{ij} \leq 1 \text{ и } \sum_i x_{ij} \leq 1.$$

Арбитр определяет платежную информацию для каждого SU. Выплаты для арбитра представляются в виде вектора  $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ , где p обозначает технологические характеристики SU предоставляемые арбитру.

Общая цель рассматриваемой аукционной модели – максимизация процесса предоставления свободных каналов для SU. Выделение свободных каналов  $X = \{x_{ij}\}_{n \times m}$ , является суммой нормирования всех SU для данного распределения. Формально, это можно записать как:

$$S = \sum_i \sum_j x_{ij} * v_{ij}$$

, где  $v_{ij}$  – SU представляет вектор создаваемых заявок арбитру, позволяя выражать свои предпочтения по каждому каналу отдельно. Таким образом, SU заявляет требования на пропускную способность, качества канала и коэффициент потерь на пути между передатчиком и приемником.

Уравнение, которое обеспечит эффективное распределение канального ресурса и поможет избежать проблем неравноправного назначения каналов записывается в виде:

$$X^* = \text{argmax}_X S = \text{argmax}_X \sum_i \sum_j x_{ij} * v_{ij}$$

при ограничениях:

$$\sum_j x_{ij} \leq 1, \forall_i$$

$$\sum_i x_{ij} \leq 1, \forall_j$$
$$x_{ij} \in \{0,1\}, \forall_i, \forall_j$$

Заметим, что данный алгоритм, снимает нагрузку с PU, возлагая всю нагрузку по проведению аукциона на арбитра, являясь наблюдателями.

А.А. Клещев, Е.В. Глушак

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДЕРЖКИ ДОСТАВКИ ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ**

Ключевым элементом беспроводных сетей связи являются сенсоры, которые регистрируют изменения определенных параметров, например температуры, давления влажности воздуха, звука, магнитных полей, радиации и т. п. Сенсоры состоят из миниатюрных вычислительных устройств, снабжённых датчиками, актуаторами и трансиверами (приемопередатчиками), работающими в заданном диапазоне радиочастот [1]. Датчики обмениваются информацией с базовой станцией, но это происходит с задержками. Исследования задержек было проведено в симуляторе TOSSIM.

При передаче данных в беспроводных сенсорных сетях возникают существенные проблемы, связанные с ограниченной полосой пропускания. Когда много узлов-источников одновременно инициируют передачу данных, может возникать перегрузка или даже коллапс сети, в результате чего ее пропускная способность, выражаемая в количестве проходящих от источника к центральному узлу пакетов данных в единицу времени, падает практически до нуля. Одним из возможных подходов к решению проблемы является назначение приоритетов передаваемым по сети пакетам и организация первоочередной доставки пакетов с более высоким приоритетом [2].

Были организованы два эксперимента: в первом эксперименте проверялись управление интервалом ожидания передачи пакетов и задержка доставки пакетов до центрального узла сети; во втором эксперименте определялась доля потерянных пакетов в общем количестве отправленных к центральному узлу пакетов. В первом эксперименте узлы располагались вдоль прямой линии. За счет

использования приоритетов задержка при передаче пакетов данных на центральный узел с узлов, получающих информацию (пакетов с высоким приоритетом), уменьшилась с 900 до 500 мс. При этом задержка при передаче данных для узлов, не получающих информации (пакетов с низким приоритетом), выросла до 1800 мс. Проведенное измерение количества пакетов, получаемых центральным узлом от узлов сети в секунду, показало, что при использовании приоритетов передачи данных центральный узел получает в среднем 0,21 пакета данных с высоким приоритетом и 0,061 пакета данных с низким приоритетом в секунду. Без использования приоритета центральный узел получает 0,068 пакета данных в секунду (рис. 1, рис. 2).

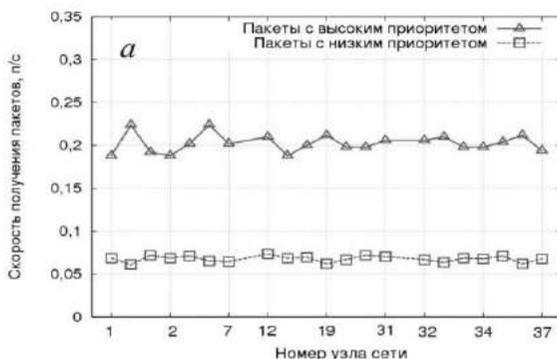


Рисунок 1 - Скорость получения пакетов центральным узлом с использованием приоритетов

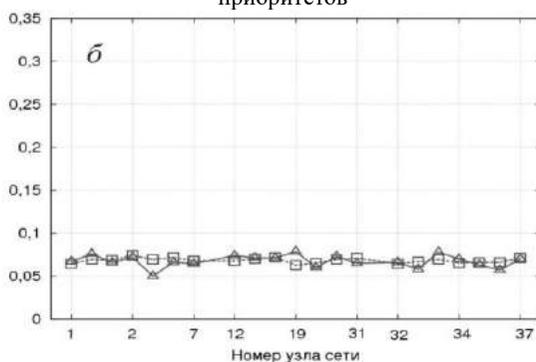


Рисунок 2 - Скорость получения пакетов центральным узлом без использования приоритетов

1. Росляков, А. В. Интернет вещей [Текст] / Росляков А. В., Ваняшин С. В., Гребешков А. Ю., Самсонов М. Ю.; под ред. А. В. Рослякова. Самара: ПГУТИ, ООО «Издательство Ас Гард», 2014. – 342 с.

2. Тараканов, Е.В. Экспериментальные исследования протоколов передачи данных с приоритетами в беспроводной сенсорной сети в системе TOSSIM [Текст] / Е.В. Тараканов // Журнал Управление, вычислительная техника и информатика, 2012. С. 223 – 227.

А.В. Росляков

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## СЕНСОРНОЕ СЕТЕВОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

В настоящее время во всем мире активно разрабатываются и внедряются разнообразные технологии Интернета вещей [1]. Для связи различных устройств в Интернете вещей часто используются беспроводные сенсорные сети WSN (Wireless Sensor Network), обеспечивающие передачу данных от различных датчиков и сенсоров между сенсорными узлами во внешнюю сеть. Поскольку сенсорные сети во многих аспектах отличаются от традиционных проводных IP-сетей, существующие результаты сетевого исчисления NC (Network Calculus) [2] не могут использоваться напрямую. В частности, сенсорные сети имеют различные особенности, такие как ограниченное время работы сенсорных узлов с батарейным питанием и использование динамических топологий при их связи. Необходимо включить эти ограничения в аналитическую архитектуру NC, чтобы обеспечить возможность исследования WSN. По этим причинам была разработана специальная ветвь теории сетевого исчисления, получившая название Sensor Network Calculus (SNC) [3-4] и учитывающая особенности сенсорных сетей, такие как взаимозависимость между потреблением энергии сенсорным узлом, требованиями к буферу узла и задержкой передачи информации в сети, специальные топологии сетей, расположение шлюзовых узлов и др.

Каждый сенсорный узел  $i$  обслуживает свою внешнюю среду и, таким образом, описывается входной функцией  $\alpha_i$ , соответствующей ее входному трафику от подключенных к узлу сенсоров/датчиков. Если сенсорный узел  $i$  не является конечным узлом дерева (листом), тогда он получает также измеренные данные от всех его дочерних узлов *child*

$(i, 1), \dots, child(i, n_i)$ , где  $n_i$  – число дочерних узлов сенсорного узла  $i$ . Сенсорный узел  $i$  обрабатывает входную информацию от своих сенсоров и направляет ее на выход вместе с транзитной информацией от дочерних узлов, что приводит к выходной функции  $\alpha_i^*$  от узла  $i$  к его родительскому узлу.

Кривая поступления  $i$ -го сенсорного  $\bar{\alpha}_i$  описывается суммарным трафиком на его входах:

$$\bar{\alpha}_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_{child(i,j)}^*$$

Кривая обслуживания сенсорного узла отражает его возможности по передаче входных данных, полученных от собственных сенсоров или от других сенсорных узлов, по направлению к шлюзу. Кривая обслуживания «скорость-задержка» является типичным и хорошо известным примером кривой обслуживания в традиционных сетях с коммутацией пакетов, например в пакетном планировщике WFQ:

$$\beta_{R,T}(t) = R[t - T]^+$$

Поток данных на выходе  $i$ -го узла, т.е. трафик, который передается в родительский узел дерева, имеет кривую:

$$\alpha_i^* = \bar{\alpha}_i \otimes \beta_i = \left( \alpha_i + \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_{child(i,j)}^* \right) \otimes \beta_i.$$

где  $\otimes$  -  $(\min,+)$  –свертка функций.

Граничные оценки объема буфера  $b_i$  и задержки  $d_i$  для каждого сенсорного узла  $i$  равны соответственно:

$$b_i = \sup_{s \geq 0} \{ \bar{\alpha}_i(s) - \beta_i(s) \},$$

$$d_i = \sup_{s \geq 0} \left\{ \inf \{ \tau \geq 0 : \bar{\alpha}_i(s) \leq \beta_i(s + \tau) \} \right\}.$$

Таким образом, сенсорное сетевое исчисление позволяет связать сенсорную активность (описывается кривой поступления сенсорного узла) и требования к буферам каждого узла (описываются граничными значениями загрузки узлов) с задержкой передачи информации в каждом узле (описывается граничной оценкой задержки) и временем жизни сенсорной сети, обусловленное потреблением энергии сенсорным узлом от батареи питания (описывается рабочим циклом, представленным в кривой обслуживания сенсорного узла).

1. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю., Самсонов М.Ю. Интернет вещей. – Самара, ПГУТИ, 2014. – 342 с.

2. Le Boudec J.-Y., Thiran P. Network Calculus – A Theory of Deterministic Queueing Systems for the Internet. – Springer, Lecture Notes in Computer Science, LNCS 2050, 2001. – 272 p.

3. Schmitt J., Roedig U. Sensor network calculus - a framework for worst case analysis // Proc. Distributed Computing on Sensor Systems (DCOSS), 2005, pp. 141–154.

4. Zhang L., Yu J., Deng X. Modelling the Guaranteed QoS for Wireless Sensor Networks: A Network Calculus Approach // Eurasip journal on wireless communications and networking, 2011. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.researchgate.net/publication/48208700>.

В.А. Ружников, В.П. Кубанов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПРИМЕНЕНИЕ AIRSIM СИМУЛЯТОРА В РОБОТОТЕХНИКЕ**

При разработке алгоритмов работы автономных систем, в частности, в робототехнике, как правило, требуется получить большое количество экспериментальных данных, что является дорогостоящим и трудоемким процессом. Часто сбор таких данных является нетривиальной задачей. Вследствие этого, становится все более важным иметь возможность точно имитировать физическую среду, в которой могут работать автономные транспортные средства (роботы).

Имитация реального мира - большая проблема для разработчиков. Чем выше детализация окружающей среды, тем более сложной становится модель взаимодействия робота с ней. К примеру, для роботов с системами компьютерного зрения критично моделирование эффектов освещения и правильного отображения, времени суток и погодных эффектов [1].

Одним из инструментов, позволяющим использовать последние достижения в вычислениях и 3D-графике для имитации физических объектов и окружающего мира является AirSim [2], разработанный компанией Microsoft.



Рисунок 1

Программный продукт позволяет создавать различные сложные сценарии с реакцией на объекты реального мира до сотен секунд. Кроме того, моделирование позволяет избежать дорогостоящих экспериментов, когда ошибка может привести к необратимым последствиям [3].

Платформа AirSim может использоваться как для задач аэронавигации, так и наземной робототехники. Преимущество платформы – это открытый исходный код. Платформа позволяет моделировать множество физических явлений: гравитация, влияние магнитного поля земли, атмосферные условия. В отличие от известной платформы Gazebo, которая является универсальной платформой для робототехники и механики, платформа AirSim фокусируется только на квадоторных БПЛА и беспилотных транспортных средствах.

1. Rosen Diankov and James Kuffner. Openrave: A planning architecture for autonomous robotics. Robotics Institute, Pittsburgh, PA, Tech. Rep. CMU-RI-TR-08-34, 79, 2008. 2. Aerial Informatics and Robotics Platform // Shital Shah, Debadepta Dey, Chris Lovett and Ashish Kapoor, Microsoft Research, One Microsoft Way, Redmond WA 98052 USA, February 15, 2017.

3. Abhijeet Tallavajhula and Alonzo Kelly . Construction and validation of a high fidelity simulator for a planar range sensor. In IEEE Conference on Robotics and Automation, May 2015.

Н.В. Степанова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ОПОРТУНИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАНАЛА ДЛЯ 802.11AF MU-MIMO**

Многопользовательское MIMO (MU-MIMO) линейное канальное кодирование может значительно увеличить пропускную способность беспроводной системы, когда станции (STA) имеют меньше антенн, чем точка доступа (AP), но это связано с затратами на оценку служебных данных с существенной информацией о состоянии канала (CSI). Было установлено, что системы MU-MIMO могут быть эффективны с длительностью когерентности длинных каналов, что увеличивает полезную продолжительность CSI. Проанализируем оппортунистическую политику зондирования канала, которая позволяет избежать накладных расходов в беспроводных каналах, собирая неявный CSI оппортунистически. Эта политика не только предотвращает накладные расходы CSI, но также может обеспечить эффективную совместимость многопользовательских точек доступа с устаревшими однопотоковыми STA. Чтобы исследовать эффективность этой новой политики, нужно внедрить новую структуру звучания мобильного канала в пользовательской системе 802.11af с программным управлением (SDR), предназначенной для экспериментов с UHF-диапазоном, и оцениваем производительность звучания канала в помещениях и на открытом воздухе в различных режимах мобильности. Дополнительный анализ протокола показывает, что в каналах УВЧ с достаточным временем когерентности каналов оппортунистическая политика зондирования каналов предлагает значительную оптимизацию протокола, одновременно улучшая масштабируемость систем MU-MIMO следующего поколения.

MU-MIMO представляет собой метод кодирования беспроводного канала, который позволяет AP, оборудованной множеством антенн, передавать одновременные потоки данных для разделения STA, используя пространственное разнесение для масштабирования скоростей передачи данных с количеством

передающих антенн. Чтобы AP использовала этот метод, он должен сначала оценить информацию о состоянии канала в передатчике (CSIT) между каждой из своих передающих антенн и каждой приемной антенной посредством метода, называемого зондированием канала. Затем расчетный CSIT используется для вычисления весов предварительного кодирования для многопоточного передатчика. CSIT также может использоваться для распределения ресурсов, например, для группировки пользователей [1] и устранения помех между ячейками [2]. IEEE 802.11af - стандартная поправка Wi-Fi для работы в неиспользуемых каналах UHF для телевизионных каналов White Space (TVWS) [3]. В стандарте также могут использоваться функции MU-MIMO IEEE 802.11ac [4]: здесь явный CSIT получается на AP, сначала передавая звуковой пакет из AP в STA, а затем каждый STA передает измеренный CSI в AP как рамка управления [5]. К сожалению, накладные расходы на передачу, необходимые для оценки CSIT, возрастают с увеличением количества передающих антенн на AP, M и количеством агрегатных STA-антенн K, а недавние результаты показывают, что эти накладные расходы могут серьезно снизить достижимые приросты пропускной способности [6], [7].

1. J. Mao, J. Gao, Y. Liu, and G. Xie, "Simplified semi-orthogonal user selection for MU-MIMO systems with ZFBF," *Wireless Communications Letters*, IEEE, vol. 1, no. 1, pp. 42–45, 2012.

2. M. Rahman and H. Yanikomeroglu, "Enhancing cell-edge performance: a downlink dynamic interference avoidance scheme with inter-cell coordination," *Wireless Communications*, *IEEE Transactions on*, vol. 9, no. 4, pp. 1414–1425, 2010.

3. A. B. Flores, R. E. Guerra, E. W. Knightly, P. Ecclesine, and S. Pandey, "IEEE 802.11 af: a standard for TV white space spectrum sharing," *Communications Magazine*, IEEE, vol. 51, no. 10, pp. 92–100, 2013.

4. IEEE Std 802.11ac-2013, "Amendment 4: Enhancements for very high throughput for operation in bands below 6 ghz," 2013.

5. IEEE Std 802.11af-2013, "Amendment 5: Television white spaces (twvs) operation," 2013.

6. X. Xie, X. Zhang, and K. Sundaresan, "Adaptive feedback compression for MIMO networks," in *Proc. ACM MobiCom*, pp. 477–488, 2013.

7. O. Bejarano, E. Magistretti, O. Gurewitz, and E. Knightly, "MUTE: Sounding Inhibition for MU-MIMO WLANs," *Proc. ACM SECON*, 2014.

Н.В. Степанова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ЭФФЕКТИВНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ УТЕЧКИ ДЛЯ IEEE 802.11AF В ТЕЛЕВИЗИОННОМ БЕЛОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Многостороннее мультиплексирование с ортогональным частотным разделением (OFDM) широко используется для многих систем беспроводной связи, а также для когнитивных радиосигналов (CR) из-за многих преимуществ [1]. OFDM делит широкополосный канал на узкополосные затухающие подканалы. Межсимвольная интерференция (ISI), вызванная многолучевым распространением, может быть устранена путем вставки циклического префикса (CP) в каждый символ OFDM. Кроме того, OFDM эффективно использует спектр, позволяя перекрывать поднесущие. Однако OFDM имеет несколько недостатков, одна из которых представляет собой спектральную утечку, вызванную накоплением нескольких синхронных поднесущих [2]. Эта проблема может быть разрешена с помощью хорошо спроектированного фильтра формирования импульса. Увеличение коэффициента свертывания требует увеличения длины CP, ухудшая спектральную эффективность [3], [4], [5]. В последнее время для разработки системы 5G требуется система OFDM с высокой спектральной эффективностью без увеличения накладных расходов CP. Для достижения такой цели был введен фильтр асимметричного импульсного формирования. Предлагается использовать асимметричный формирователь импульсов для стандарта IEEE 802.11af, который основан на OFDM и работает в телевизионном белом пространстве (TVWS). TVWS - это часть спектра, не используемая телевизионным вещанием в наземных телевизионных полосах УКВ и УВЧ [6]. IEEE 802.11af является глобальным стандартом для беспроводной локальной сети (WLAN), которая использует технологию CR для работы в TVWS [7]. Конфигурация уровня PHY IEEE 802.11af определяется на основе режима VHT (очень

высокая пропускная способность) 40 МГц IEEE 802.11ac [6], [8]. Одна проблема, которая должна быть решена, заключается в получении требования к ослаблению 55 дБ для маски его спектра (SEM) [7].

Предлагаемый способ формирования импульса основан на асимметричном формировании импульса и расширении группы защитного устройства. Системы 802.11af используют короткий защитный интервал, то есть CP, чтобы не ухудшать спектральную эффективность. Используя этот метод, утечка спектра IEEE 802.11af может быть достаточно низкой, чтобы соответствовать SEM. Использование асимметричного формирования импульса может преодолеть ограниченную продолжительность сглаживания, ограниченную коротким CP. Предлагается расширенная интерполяция защиты частоты путем увеличения количества БПФ. Это значительно ограничивает влияние спектров изображения, что приводит к уменьшению длины фильтра FIR [8].

1. T. H. Pham, S. A. Fahmy and I. V. McLoughlin, "An End-to-End Multi-Standard OFDM Transceiver Architecture Using FPGA Partial Reconfiguration," IEEE Access, vol. 5, pp. 21002-21015, 2017.

2. T. H. Pham, S. A. Fahmy and I. V. McLoughlin, "Spectrally Efficient Emission Mask Shaping for OFDM Cognitive Radios," Digital Signal Processing, vol. 50, pp. 150-161, 2016.

3. T. Taheri, R. Nilsson and J. Beek, "Asymmetric Transmit-Windowing for Low-Latency and Robust OFDM," in Globecom Workshops, 2016.

4. J. Lorca, "Cyclic prefix overhead reduction for lowlatency wireless communications in OFDM," in IEEE Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2015.

5. E. Guvenkaya, E. Bala, R. Yang and H. Arslan, "Time-asymmetric and subcarrier-specific pulse shaping in OFDM-based waveforms," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 64, pp. 5070-5082, 2015.

6. "IEEE 802 Standard; Part 11; Amendment 5: Television White Spaces (TVWS) Operation," IEEE, 2013.

7. Z. Lan, K. Mizutani, G. Villardi and H. Harada, "Design and implementation of a Wi-Fi prototype system in TVWS based on IEEE 802.11af," in IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2013.

8. "IEEE 802 Standard; Part 11; Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments," IEEE, 2010.

Т. Н. Хайруллин, Н. В. Прошечкина  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ (PPP)**

Навигационные системы обеспечиваются различными типами решения улучшения в определении местоположения, такими как позиционирование высокой точности (PPP), системы повышения точности сигналов GPS (DGPS) и кинематика реального времени (RTK). Применение данных техник предполагает включение различных типов данных, приемников, моделей, обслуживающих различные классы конечных пользователей.

Техника PPP достигается использованием кодовых и фазовых измерений от одного приемника, при этом период наблюдений не зависит от того является пользовательское приложение кинематическим либо стационарным. Работа данной методики связана с показаниями спутниковых часов и корректировок орбит, сгенерированных сетью глобальных связующих станций. При единовременном вычислении поправок, они доставляются до конечного пользователя.

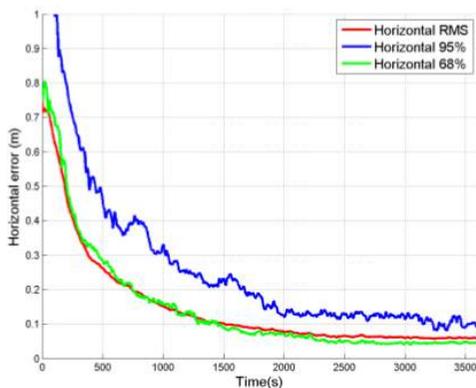
PPP характеризуется периодом времени для сведения к дециметровому диапазону точности с целью устранения локальных смещений таких как, атмосферные условия, многолучевость в окружающей среде и геометрических параметров спутников. Достижимая реальная точность и необходимое сведение времени зависит от качества в поправках и уровня их приема ресивером (точность - до 3 см).

Основные источники ошибок для PPP снижаются применением следующих способов:

- Двойная частота приемника: первоначально ионосферная задержка пропорциональна частоте несущей волны. По этой причине она может быть полностью устранена при применении комбинаций измерений двух частот.
- Поправочные данные внешних ошибок: они включают корректировку орбит спутников и показаний бортовых часов.

- Моделирование: тропосферная задержка корректируется путем использования модели UNB. Моделирование также используется в приемниках с PPP для снижения влияния смены времен года.
- Алгоритмы фильтрации PPP: расширенный фильтр Калмана (ЕКФ) используется в расчете PPP. ЕКФ минимизирует шум в системе и позволяет рассчитать позицию с сантиметровым уровнем по точности. Оценки ЕКФ совершенствуются с последующими измерениями до достижения ими стабильных и точных величин. Типичное время при значениях в 10 см ошибок по горизонту - 20-40 минут, но оно зависит от множества других параметров.

Основным преимуществом PPP является его доступность при работе одного приемника GNSS без базовых станций в непосредственной близости от пользователя. Однако требуется инициализация для получения поправок PPP и целочисленное разрешение фазовой неоднозначности [4].



Коррекция с PPP (NovAtel) [3].

1. NovAtel Inc, An Introduction to GNSS. GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and other Global Navigation Satellite Systems. - 2015. - Second Edition. - P. 57-58.
2. Yanming Feng, Jinling Wang. GPS RTK Performance Characteristics and Analysis. - 2008. - Journal of Global Positioning Systems. - P. 1-2.
3. NovAtel Inc, Precise Positioning with NovAtel Correct Including Performance Analysis. - April 2015. - NovAtel White Paper. - P. 6.
4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Precise\\_Point\\_Positioning](https://ru.wikipedia.org/wiki/Precise_Point_Positioning)

## **4. Волоконно-оптические системы связи — The Fiber-optic communication systems**

В.А. Бурдин<sup>1</sup>, А.В. Бурдин<sup>1</sup>, К.А. Волков<sup>1</sup>, О.Г. Морозов<sup>2</sup>, А.А. Кузнецов<sup>2</sup>, А.М. Юдаков<sup>1</sup>, К.А. Яблочкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия;

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ), г. Казань, Россия

### **МАЛОМОДОВОЕ ОПТОВОЛОКОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ГРУПП МОД**

На современном этапе развития инфокоммуникационных технологий стандартные одномодовые оптические волокна, которые сегодня применяются на транспортных сетях связи, практически исчерпали свой ресурс увеличения пропускной способности. Волоконно-оптические линии передачи с одномодовыми оптическими волокнами приближаются к так называемому «нелинейному пределу Шредингера» [1]. Основными факторами искажений сигналов в оптических каналах становятся факторы нелинейности, которые, учитывая малый диаметр сердцевины стандартных одномодовых оптических волокон, увеличение вводимой в оптическое волокно мощности с увеличением числа оптических каналов при спектральном уплотнении и протяженность линий передачи транспортных сетей, действие которых на физическом уровне в стандартных одномодовых оптических волокнах уменьшить практически невозможно. В качестве альтернативы, рассматриваются системы пространственного мультиплексирования [2] с многосердцевинными, маломодовыми или даже многомодовыми оптическими волокнами в маломодовом режиме передачи, практическое использование которых по прогнозам аналитиков ожидается на транспортных сетях связи уже к 2025 году. При использовании маломодовых или многомодовых оптических волокон требуются модовые мультиплексоры/демультиплексоры, обеспечивающие разделение мод световода. Модовое мультиплексирование известно достаточно давно. С точки зрения разделения мод хорошие показатели демонстрируют устройства на дифракционных оптических элементах (ДОЭ) [2,3]. Основная

проблема, ограничивающая применение ДОЭ в волоконной оптике, связана со сложностью встраивания их в волоконные устройства для реализации технологии «in-fiber». Этот же недостаток характерен для устройств на элементах макро-оптики. На сегодняшний день наибольшее распространение получили мультиплексоры, построенные по принципу «китайского фонарика» [2]. Устройства, реализующие такой принцип, получили название «photonic lantern» - фотонный фонарь. В таких мультиплексорах пучок одномодовых оптических волокон вытягивается в одно волокно, которое согласуется с многомодовым оптическим волокном. Известны мультиплексоры типа «фотонный фонарь», имеющие 3-7, 19 и даже до 61 одномодового порта [2]. Также, известны относительно простые волоконные модовые мультиплексоры на основе технологии изготовления волоконно-оптических разветвителей [4]. Если в мультиплексорах типа «фотонный фонарь» в первом приближении торец многомодового оптического волокна стыкуется с торцами пучка из нескольких тейпированных в общую структуру одномодовых оптических волокон, то в мультиплексорах типа «волоконно-оптический разветвитель» многомодовое оптическое волокно соединяется с одномодовым оптическим волокном сплавлением боковых поверхностей волокон на некотором участке при определенном расстоянии между осями световодов. Выдвинуто предположение, что при определенных условиях разделение мод в оптических мультиплексорах, выполненных по технологии «фотонный фонарь» и технологии волоконно-оптических разветвителей, будет эквивалентным. В данной работе представлены результаты экспериментальной проверки данного предположения.

1. Mitra, P. P. Nonlinear limits to the information capacity of optical fibre communications / P. P. Mitra, J. B. Stark// Nature. – 2001. - Vol. 411. - p. 1027-1030.

2. Richardson, D. J. Space-division multiplexing in optical fibres/ D. J. Richardson, J. M. Fini, L. E. Nelson// Nature Photonics. – 2013. - 7 - p. 354–362.

3. Amphawan, A. Review of optical multiple-input–multiple-output techniques in multimode fiber/ A. Amphawan/ Optical Engineering. - 2011. - Vol. 50(10) - p. 102001-1 - 102001-6.

4. Shin, W. All-fiber wavelength- and mode-selective coupler for optical interconnections/ W. Shin, S. Choi, and K. Oh// Optics Letters. – 2002. - Vol. 27(21). - 1884-1886.

И.М. Габдулхаков<sup>1,2</sup>, О.Г. Морозов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ПАО «Таттелеком», г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ С ЧАСТОТНЫМ КОДИРОВАНИЕМ**

Квантовые сети связи предоставляют уникальную возможность обмена случайной последовательностью битов между пользователями с гарантированной безопасностью, не достижимой в классических открытых или специальных системах с криптографической защитой [1]. Это достигается с помощью использования технологий квантового распределения ключей (КРК).

Четыре основных фотонных технологии КРК. Поляризационная технология основана на особенностях учета четырех основных состояний фотонов и использует для кодирования один сопряженный базис по круговой поляризации и один по линейной. Основным недостатком этой технологии является невозможность сохранения поляризационного состояния фотона по всей длине волоконно-оптической линии связи (ВОЛС). Интерференционная технология опирается на использование оптических линий задержек и сбалансированных интерферометров в передатчике и приемнике ВОЛС. Базовое требование для реализации данной технологии заключается в сохранении разности фазового хода интерферометров при воздействии на них температурных, вибрационных и других факторов, что очень трудно реализуемо. Фазовый подход основан на использовании методов дифференциального фазового сдвига, что позволило реализовать технологию КРК на протяженностях ВОЛС свыше 100 км, хотя и с ограниченной безопасностью [2].

За последние двадцать лет данная технология была существенно модифицирована и улучшена. Первоначально она использовалась для реализации КРК по модифицированному криптографическому протоколу В92 [3].

$$\begin{cases} |\Psi_0\rangle = |0\rangle \\ |\Psi_1\rangle = |1\rangle \\ |\Psi_+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}[|0\rangle + |1\rangle] \\ |\Psi_-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}[|0\rangle - |1\rangle] \end{cases} \quad (1)$$

В этом случае уровень конструктивной или деструктивной интерференции обеих боковых составляющих, полученных с помощью фазовой модуляции (ФМ), определялся как функция типа косинус-квадрат от разности фаз между радиосигналами Алисы (легальный абонент – передатчик) и Боба (легальный абонент – приемник).

При более детальном учете характеристик и применении амплитудной модуляции (АМ) вместо фазовой технология была использована для реализации КРК по базовому криптографическому протоколу ВВ84 [4]. При этом для амплитуды верхней боковой составляющей характерной является функция синус-квадрат от разности фаз, а для нижней – косинус-квадрат.

$$\begin{cases} |+\rangle; 1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle_{\omega_0} + \frac{1}{2}|1\rangle_{\omega_0+\Omega} - \frac{1}{2}|1\rangle_{\omega_0-\Omega} \\ |-\rangle; 1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle_{\omega_0} - \frac{1}{2}|1\rangle_{\omega_0+\Omega} + \frac{1}{2}|1\rangle_{\omega_0-\Omega} \\ |+\rangle; 2\rangle = |1\rangle_{\omega_0} \\ |-\rangle; 2\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle_{\omega_0+\Omega} - \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle_{\omega_0-\Omega} \end{cases} \quad (2)$$

Оптимальную реализацию КРК по технологии частотного кодирования и наиболее совершенному криптографическому протоколу ВВ84 можно получить при использовании АМ (на стороне Алисы) и ФМ (на стороне Боба) (или ФМ-АМ), что было показано в. При этом в последних работах, используется расширенное понимание принципа частотного кодирования, при котором каждому состоянию фотона ставится в соответствие не фаза модулирующего сигнала на некоторой частоте, а одна или несколько частот боковых составляющих, либо сама оптическая несущая фотона.

1. Морозов, О.Г. Амплитудно-фазовая модуляция в системах радиофотоники / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. - 2014. - № 1 (20). - С. 6-42.

2. Морозов, О.Г. Спектральные характеристики фотонных фильтров микроволновых сигналов на основе амплитудных электрооптических модуляторов / О.Г. Морозов, Т.С. Садеев // Вестник Марийского

государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2010. № 3. С.22-30.

3. Bennett, C.H. Quantum cryptography: public key distribution and coin tossing / C.H. Bennett, G. Brassard // Proceedings of the IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing, Bangalore, India. - 1984. - P. 175-179.

4. Bennett, C.H. Quantum cryptography using any two nonorthogonal states / C.H. Bennett // Physical Review Letters. - 1992. - Vol. 68. - P. 3121-3124.

И.М. Габдулхаков<sup>1,2</sup>, О.Г. Морозов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ПАО «Таттелеком», г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ С ЧАСТОТНЫМ КОДИРОВАНИЕМ**

Технология частотного кодирования в каналах квантового распределения ключей позволяет определить основное состояние фотонов через значение амплитуды его несущей частоты, модулированной по фазе или амплитуде радиочастотным сигналом, и полученных боковых составляющих.

Известные схемы электрооптической модуляции и ремодуляции описываются симметричными парами ФМ-ФМ, АМ-АМ и АМ-ФМ (ФМ-АМ), где первая составляющая определяет тип модулятора на стороне Алисы (легальный абонент – передатчик), а вторая – на стороне Боба (легальный абонент – приемник). При этом отмечается, что наименьшее значение QBER достигается в схемах с пассивным определением одного или двух основных состояний фотона, т.е. без использования процессов модуляции и ремодуляции, а формирование системы фильтров осуществляется с использованием волоконных брэгговских решеток (ВБР) или упорядоченных волноводных решеток (УВГ), настроенных на несущую или боковые составляющие несущей фотона.

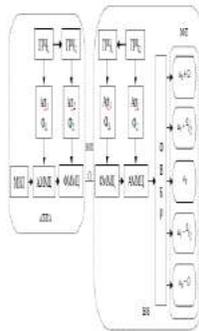


Рисунок 1 – Структурная схема АФМ-АФМ системы КРК с частотным кодированием.

Недостатки каналов квантового распределения ключей с частотным кодированием связаны, главным образом, с сильными уровнями несущей и фотонных поднесущих в одном оптическом волокне и его энергетической сеткой. Во-первых, в [1] было показано, что эффекты нелинейной фазовой модуляции (NPM) малы на временно разделяемых источниках, использующих симметричное групповое скользящее согласование, но заметно изменяют состояние временно перепутанных источников с одной и той же схемой групповой скоростной сходимости. Наибольшие изменения состояния из-за NPM происходят в длинных ВОЛС с большой длительностью импульса и низкой частотой повторения (в пределе это CW-технология КРК с частотным кодированием). Во-вторых, в [2] было показано, что большинство экспериментальных установок квантовой криптографии и коммерческих продуктов используют ослабленный лазерный источник как источник квантовых состояний со средней вероятностью однофотонного излучения за период («среднее число фотонов») около  $\mu \approx 0.1$ . В этом случае условие безопасности больше не является строгим из-за пуассоновского распределения фотонов когерентного света: некоторые импульсы или несущая, или поднесущая могут содержать более одного фотона. Этот факт может быть легко использован Евой (нелегальный абонент). Она успешно может выполнять не обнаруживаемое разделение пучка или расщепление числа фотонов (PNS) без изменения QBER и получать часть ключа, которая может быть значительной при более высоких значениях  $\mu$ . В-третьих, в [3] показано, что устройства квантовой передачи информации на частотах поднесущей модулированного излучения

требуют точного разделения квантового сигнала и центральной длины волны. Недостаточное ослабление сигнала на основной частоте значительно снижает отношение сигнал/шум системы и приводит к значительному увеличению количества ошибок в квантовом канале связи. Поэтому технология КРК с частотным кодированием, основанная на преобразовании модуляции оптической несущей с ее полным или частичным подавлением, является актуальной задачей для улучшения характеристик квантового канала.

1. Smith, R.A. Verification of a Heralded, Two-Photon Fock State with a Gang of Detectors / R.A. Smith, D.V. Reddy, D.L. Vitullo, M.G. Raymer // *Frontiers in Optics*. - 2015. - P. FTu3G.2.

2. Gaidash, A.A. Revealing of photon-number splitting attack on quantum key distribution system by photon-number resolving devices / A.A. Gaidash, V.I. Egorov, A.V. Gleim // *Journal of Physics: Conference Series*. - 2016. - Vol. 735. - P. 012072.

3. Gleim, A.V. Secure polarization-independent subcarrier quantum key distribution in optical fiber channel using BB84 protocol with a strong reference / A.V. Gleim, V.I. Egorov, Y.V. Nazarov, et al. // *Opt. Express*. - 2016. - Vol. 24, is. 3. - P. 2619-2633.

И.М. Габдулхаков<sup>1,2</sup>, О.Г. Морозов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ПАО «Таттелеком», г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

## СХЕМА АМФК-ФКАМ СИСТЕМЫ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ С ЧАСТОТНЫМ КОДИРОВАНИЕМ

В данном тезисе приведены результаты экспериментов по формированию канала квантового распределения ключей схемы АМФК-ФКАМ с частотным кодированием с фазовой коммутацией в среде OptiSystem.

Для этого выберем два базиса для частотного кодирования состояния фотонов при АМФК и покажем их реализацию с помощью рис. 1.

$$\begin{cases} |+\rangle; 1\rangle = |1\rangle_{\omega_0} \\ |-\rangle; 1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |1\rangle_{\omega_0+\Omega} - \frac{1}{\sqrt{2}} |1\rangle_{\omega_0-\Omega} \\ |+\rangle; 2\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |1\rangle_{\omega_0+\Omega/2} - \frac{1}{\sqrt{2}} |1\rangle_{\omega_0-\Omega/2} \\ |-\rangle; 2\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |1\rangle_{\omega_0+3\Omega/2} - \frac{1}{\sqrt{2}} |1\rangle_{\omega_0-3\Omega/2} \end{cases} \quad (1)$$

Состояние  $|+\rangle; 1\rangle$  представляет собой немодулированный фотон, передаваемый от CW лазера, через открытые модуляторы MZM Алисы – амплитудный 1АМ и фазовый 2АМ; состояние  $|-\rangle; 1\rangle$  определяется при амплитудной модуляции на стороне Алисы напряжением с частотой  $\Omega$  в «нулевой» рабочей точке и при отсутствии фазовой коммутации; состояние  $|+\rangle; 2\rangle$  кодируется при работе 1АМ на линейном участке напряжением с частотой  $\Omega$  и коэффициентом амплитудной модуляции  $m=0,55$  при дальнейшей фазовой коммутацией  $0/\pi$  с частотой  $\Omega/2$  в 1РМ; состояние  $|-\rangle; 2\rangle$  описывается боковыми составляющими, полученными при параметрах фазовой коммутации с частотой  $3\Omega/2$ , либо с частотой  $\Omega/2$ , но при

работе 1АМ в максимальной точке модуляционной характеристики с аргументом функции Бесселя, равном 2,405.

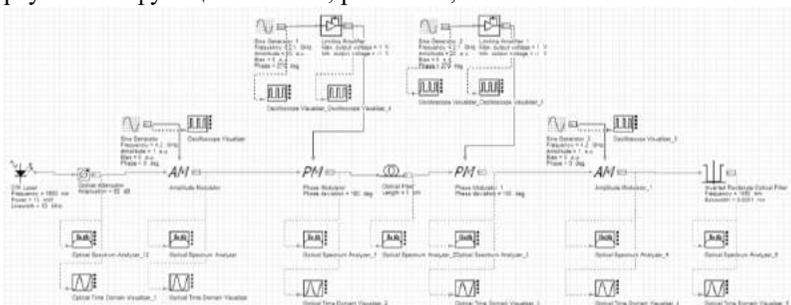


Рисунок 1 – Моделирование канала КРК с частотным кодированием по схеме АМФК-ФКАМ

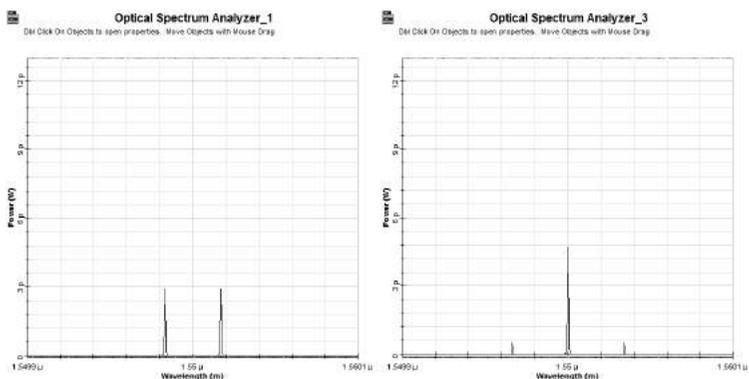


Рисунок 2 – Конструктивная и деструктивная интерференция на модуляторах

1. Ильин, Г.И. ЛЧМ-лидар с преобразованием частоты / Г.И. Ильин, О.Г. Морозов, Ю.Е. Польский // Оптика атмосферы и океана. - 1995. - Т. 8. - № 12. - С. 1871-1874.

2. Морозов, О.Г. Оптико-электронные системы измерения мгновенной частоты радиосигналов с амплитудно-фазовым модуляционным преобразованием оптической несущей / О.Г. Морозов, Г.А. Морозов, М.Р. Нургазизов, А.А. Талипов // Прикладная фотоника. – 2014. - № 2. – С. 5-23.

А.Ж. Сахабутдинов<sup>1</sup>, О.Г. Морозов<sup>1,2</sup>, И.И. Нуреев<sup>1</sup>, А.А. Кузнецов<sup>1</sup>, В.В.Пуртов<sup>1</sup>, В.А. Казаров<sup>1</sup>, С.В. Феофилактов<sup>3</sup>, Р.Ш. Мисбахов<sup>4</sup>, В.Н. Алексеев<sup>5</sup>, В.А. Иваненко<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия

<sup>2</sup>ООО «Микрофарм-КАИ», г. Казань, Россия

<sup>3</sup>ДООО «ИРЗ-ТЭК», г. Казань, Россия

<sup>4</sup>Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

<sup>5</sup>АО «НПО Каскад», г. Казань, Россия

## АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ: КВАЗИРАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ДАТЧИКИ С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

В настоящей работе будут рассмотрены основные принципы построения и характеристики сенсорных сетей с точки зрения методов мультиплексирования и типа используемых адресных ВБР-датчиков [1], влияющих на структуру интеррогатора при работе на пропускание и отражение.

Проведем моделирование спектральных характеристик сигналов, поступающих на вход фотоприемника для двух вариантов исполнения адресных ВБР-датчиков: в виде щупа и в виде петли.

*Волоконно-оптический датчик в виде щупа (ВОСС, работающая на отражение).*

Для проведения моделирования аналитически опишем спектры ВБР-датчика, опорной ВБР-фильтра и ВБР-зеркала.

Матрица передачи ВБР-датчика опишется в виде:

$$S_{\text{сенсор}}(\lambda) = S_1(\lambda) \cdot S_{\text{ф}} \cdot S_2(\lambda) \cdot S_{\text{ф}} \cdot S_3(\lambda). \quad (1)$$

Матрица передачи адресной ВБР опишется в виде:

$$S_{\text{ВБР}}(\lambda) = \begin{bmatrix} \frac{e^{-i q(\lambda) \cdot l} - r(\lambda)^2 \cdot e^{-i q(\lambda) \cdot l}}{1 - r(\lambda)^2} & \frac{-r(\lambda) \cdot e^{-i q(\lambda) \cdot l} + e^{-i q(\lambda) \cdot l}}{1 - r(\lambda)^2} \\ \frac{r(\lambda) \cdot e^{-i q(\lambda) \cdot l} - e^{-i q(\lambda) \cdot l}}{1 - r(\lambda)^2} & \frac{e^{-i q(\lambda) \cdot l} - r(\lambda)^2 \cdot e^{-i q(\lambda) \cdot l}}{1 - r(\lambda)^2} \end{bmatrix} \quad (2)$$

По схеме ВБР-датчик и опорная ВБР-фильтр работают «на пропускание», а ВБР-зеркало – «на отражение». Для ВБР, работающих «на пропускание» спектр опишется следующим выражением:

$$T(\lambda) = \left( \left| S_{11}(\lambda) - \frac{S_{12}(\lambda) S_{21}(\lambda)}{S_{22}(\lambda)} \right|^2 \right) \quad (3)$$

Спектр ВБР-зеркала опишется в виде:

$$R(\lambda) = 1 - T(\lambda) = 1 - \left( \left| \frac{1}{5} \left( \omega_{11} - \frac{5 \omega_{12} \omega_{21}}{5 \omega_{22}} \right) \right|^2 \right) \quad (4)$$

На рис. 1,а приведены спектрограммы от адресных ВБР-датчиков в ВОСС, работающей на отражение.

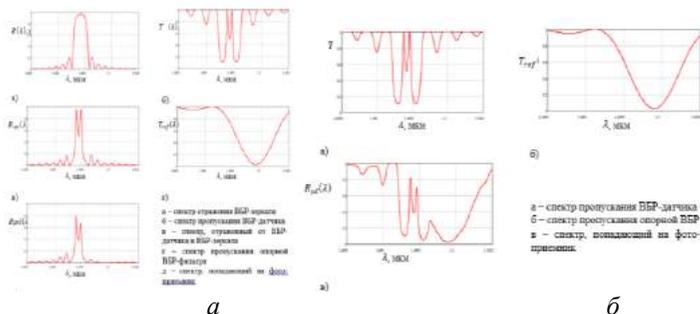


Рисунок 1 – Спектрограммы оптических сигналов от адресных ВБР-датчиков в ВОСС, работающей на отражение (а) и пропускание (б)

*Волоконно-оптический датчик в виде петли (ВОСС, работающая на пропускание).*

Датчики такого типа представлены своей отличительной особенностью - отсутствием зеркала, переотражающего излучение окон прозрачности на фотоприемник. Аналитическая запись спектров ВБР аналогична рассмотренным выше.

На рис. 1,б приведены спектрограммы от адресных ВБР-датчиков в ВОСС, работающей на пропускание.

По рис. 1,б видно, что в спектре, попадающем на фотоприемник, существует несколько линий, способных сформировать сигналы биений: два узкополосных провала, пары узкополосный провал – минимумы высокого порядка. Однако стоит отметить, что для узкополосных провалов частота биений будет иметь минимальную величину из всех, соответственно подбирая требуемую полосу пропускания фотоприемника можно избежать детектирования побочных сигналов биений. Таким образом, для извлечения измерительной информации необходимо простое оптоэлектронное преобразование без использования сложных спектральных или интерференционных интеррогаторов. Возможно использование радиофотонного двухчастотного сканирования адресных ВБР [2]. Пространственное разрешение будет определяться технологией

крепления адресных ВБР датчиков и может достигать единиц миллиметров при температурных измерениях.

1. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL:ivdon.ru/archive/ n3y2017/4343/.

2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

А.Ж. Сахабутдинов<sup>1</sup>, О.Г. Морозов<sup>1,2</sup>, И.И. Нуреев<sup>1</sup>, А.А. Кузнецов<sup>1</sup>, В.В.Пуртов<sup>1</sup>, В.А. Казаров<sup>1</sup>, С.В. Феофилактов<sup>3</sup>, Р.Ш. Мисбахов<sup>4</sup>, В.Н. Алексеев<sup>5</sup>, В.А. Иваненко<sup>5</sup>, П.Е. Денисенко<sup>1</sup>, Л.М. Фасхутдинов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия

<sup>2</sup>ООО «Микрофарм-КАИ», г. Казань, Россия

<sup>3</sup>ДООО «ИРЗ-ТЭК», г. Казань, Россия

<sup>4</sup>Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

<sup>5</sup>АО «НПО Каскад», г. Казань, Россия

## АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ: МНОГОСЕНСОРНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Каждый адресный датчик [1] в массиве обладает собственной уникальной характеристикой – частотой разноса между двумя фазовыми  $\pi$ -сдвигами. Выведем соотношения, позволяющие определить положение каждой адресной ВБР из массива, опираясь на частотное детектирование на уникальных частотах, свойственных этим датчикам.

Узкополосная фильтрация сигнала

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

$$D(\Omega^*) = e^{-\frac{(\Omega^* - \nu)^2}{2\sigma^2}}. \quad (1)$$

За  $\Omega^*$  в выражении **Ошибка! Источник ссылки не найден.** обозначена частота фильтрации,  $\nu$  – все частоты в системе, а  $\sigma$  – параметр добротности частотного фильтра. Очевидно, что ширина узкополосного фильтра определяется параметром  $\sigma$ , с уменьшением значения  $\sigma$ , уменьшается и ширина пропускания фильтра **Ошибка!**

**Источник ссылки не найден.** Основное свойство оператора **Ошибка!** **Источник ссылки не найден.** заключается в том, что он почти везде равен нулю, за исключением малой окрестности точки  $\Omega^*$ , где он равен единице. Величина этой окрестности как раз и определяется параметром  $\sigma$ .

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

То свойство оператора **Ошибка!** **Источник ссылки не найден.**, что он почти везде равен нулю, кроме окрестности  $\Omega_j$ , – позволяет переписать выражение для светового потока после фильтрации в виде соотношения для амплитуд (2). Дополнительно к нулю приравняется не абсолютная, а относительная погрешность измерений, что облегчает математический метод поиска решения:

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

С учетом зависимости амплитуд от уравнения косоугольного фильтра, запишем:

$$\begin{aligned} A_i &= u\omega_i + v & B_i &= u\omega_i + u\Omega_i + v \\ A_k &= u\omega_k + v & B_k &= u\omega_k + u\Omega_k + v \end{aligned} \quad (3)$$

Только в том случае, если степень при экспоненте (2) равна нулю (что и является условием фильтра), обеспечивает нам вклад этого слагаемого с множителем равным единице. Иными словами, вклад в амплитуду зондирования – вклад от двойной суммы в **Ошибка!**

**Источник ссылки не найден.** возникает только в том случае, когда взаимное расположение датчиков в системе предполагает частотное расстояние между ними в  $\Omega_j$ . В системе уравнений **Ошибка! Источник ссылки не найден.** известными величинами являются:  $\Omega_j$  – частоты адресных ВБР- датчиков;  $u$  и  $v$  – параметры косоугольного фильтра;  $\sigma$  – параметр узкополосного фильтра. Неизвестными величинами в **Ошибка! Источник ссылки не найден.** являются только  $\omega_i, i = \overline{1, N}$ , и количество уравнений в **Ошибка! Источник ссылки не найден.** –  $N$  штук, что обеспечивает нам замкнутую систему из  $N$  нелинейных уравнений относительно нахождения  $N$  переменных  $\omega_i$ . Для извлечения измерительной информации необходимо простое оптоэлектронное преобразование без использования сложных спектральных или интерференционных интеррогаторов. Возможно использование радиофотонного двухчастотного сканирования адресных ВБР [2].

1. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL:ivdon.ru/archive/ n3y2017/4343/.

2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

А.Ж. Сахабутдинов<sup>1</sup>, О.Г. Морозов<sup>1,2</sup>, И.И. Нуреев<sup>1</sup>, А.А. Кузнецов<sup>1</sup>, В.Е. Куликов<sup>1</sup>, С.В. Теофилактов<sup>3</sup>, Р.Ш. Мисбахов<sup>4</sup>, В.Н. Алексеев<sup>5</sup>, В.А. Иваненко<sup>5</sup>, П.Е. Денисенко<sup>1</sup>, Л.М. Фасхутдинов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия

<sup>2</sup>ООО «Микрофарм-КАИ», г. Казань, Россия

<sup>3</sup>ДООО «ИРЗ-ТЭК», г. Казань, Россия

<sup>4</sup>Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

<sup>5</sup>АО «НПО Каскад», г. Казань, Россия

## АДРЕСНЫЕ ВОЛОКОННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ РЕШЕТКИ: МАЛОСЕНСОРНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Отдельный интерес представляет собой сдвоенный сенсор на адресных ВБР, как совмещенный датчик, скажем, температуры и давления в концевом отсеке нефтяной скважины. В сдвоенном сенсоре одна из адресных ВБР является датчиком температуры, а вторая – давления (или деформации). Применение совмещенных датчиков оправдано, поскольку на датчик давления (или деформации) помимо

механических деформационных нагрузок оказывает влияние и температура окружающей среды, учет компенсации которой необходимо вести по показаниям датчика температуры. Интересна разработка системы измерения скорости выстрела на выходе из ствола орудия, выполненных в то время, когда снаряд еще находится в проходном отверстии, с использованием поверхностно установленного сдвоенного сенсора на адресных ВБР. Возможность контролировать в полевых условиях, в реальном времени скорость снаряда на выходе для орудий среднего и большого калибра необходима для улучшения дальности прицельной стрельбы, определения состояния ствола, и возможности автоматического программирования взрывателя. В работе рассмотрены сдвоенный сенсор на адресных ВБР, как частный случай массива точечных адресных сенсоров.

Адресные ВБР подробно описаны в [1]. Рассмотрим подход, позволяющий определить амплитуды сдвоенного сенсора на адресных ВБР, без предварительного частотного анализа, основываясь только на данных с фотоприемника. Аналитическое выражение **Ошибка!** **Источник ссылки не найден.** для сложного сигнала на фотоприемнике является явной параметрической записью подгоночной функции, применяемой в методах анализа и восстановления сигналов, параметры которой можно восстановить известным методом наименьшего квадратичного приближения.

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

Рассмотрены два адресных датчика (ВБР с двумя фазовыми  $\pi$ -сдвигами) с разносами частот  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$ , с положением левых окон прозрачности, определенных  $\pi$ -сдвигами, на  $\omega_1$  и  $\omega_2$ , а правых – на частотах  $\Omega_1 + \omega_1$  и  $\Omega_2 + \omega_2$ , соответственно. Параметрами подгоночной функции (1) являются неизвестные величины коэффициентов окон прозрачности  $A_1$ ,  $A_2$  и  $v = \omega_1 - \omega_2$ , при известных значениях  $u$  – угла наклона линейного косоугольного фильтра, установленного перед

фотоприемником,  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$  – разносов частот для фазовых  $\pi$ -сдвигов адресных датчиков на ВБР1 и ВБР2.

Следовательно, достаточно подобрать такие значения  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $\nu$ , при которых (1) максимально точно описывает исходный сигнал с фотоприемника. Обратим внимание на то, что в случае восстановления параметров сигнала по заранее аналитически заданной функции, отсутствует необходимость использования частотной фильтрации сигнала. Согласно методу наименьших квадратов, условия минимума (2) заключается в равенстве нулю частных производных от  $\Psi(A_1, A_2, \nu)$  по  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $\nu$ . Подставляя выражение для подгоночной функции и ее частные производные в систему уравнений  $\Psi(A_1, A_2, \nu)$  получим систему из трех уравнений с тремя неизвестными относительно  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $\nu$ , которую можно решить численно, определив тем самым амплитуды  $A_1$ ,  $A_2$ , и расстояние между двумя адресными датчиками –  $\nu$  относительно косоугольного фильтра с пересчетом в физические величины.

Для извлечения измерительной информации необходимо простое оптоэлектронное преобразование без использования сложных спектральных или интерференционных интеррогаторов. Возможно использование радиофотонного двухчастотного сканирования адресных ВБР [2].

1. Мисбахов Р.Ш. и др.// Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. URL:[ivdon.ru/archive/n3y2017/4343/](http://ivdon.ru/archive/n3y2017/4343/).

2. Сахабутдинов А.Ж. и др. // Нелинейный мир. – 2015. – Т. 13. – № 8. – С. 32-38.

Н.С. Аршинов, И.К. Мешков

Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **ОПТИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ РЕЛАКСАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ**

В статье приводятся результаты имитационного моделирования экспериментальной схемы для генерации сверхширокополосного (СШП) сигнала оптическим методом генерации. Генератор выполнен на основе релаксационных колебаний DFB-лазера и использовании СВ-лазера. В ходе имитационного моделирования получен СШП-сигнал в диапазоне 3-10 ГГц.

Одним из основных направлений развития современных телекоммуникационных систем и сетей является стремление обеспечить конечного пользователя качественными и новыми услугами связи. При этом параллельно разработчики стремятся решить следующие задачи:

- снижение стоимости услуг связи и оборудования;
- снижение энергопотребления и производственных затрат;
- обеспечение доступа к качественным услугам связи все большей массе населения;
- повышение качества жизни;
- уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду и живых существ;
- повышение конкурентоспособности отечественных производителей;
- защита персональных данных при проведении финансовых операций.

В данной работе представлена модель оптического генератора сверхширокополосного сигнала на основе релаксационных колебаний DFB-лазера.

Согласно проведенному анализу научно-информационных источников в области разработки и генерации СШП-сигнала сделан вывод, что используемые методы генерации слишком дорогостоящие для широкого пользования и требуют крайне точной настройки.

Целью данной работы является проведение имитационного моделирования для составления модели и поиска оптимальных параметров для генерации сверхширокополосного сигнала с использованием обычных комплектующих.

#### Описание схемы

Для генерации сверхширокополосного сигнала была использована экспериментальная схема, представленная на рисунке 1. Данный подход заключается в том, чтобы с помощью смещения двух лазерных излучений, получить сверхширокополосный сигнал, удовлетворяющий требованиям спектральной маски ГКРЧ. Подобная схема была представлена в [1]. Для этого был использован модулятор Маха-Цендера, на вход которого подается оптический сигнал от CW-лазера. Вместо CW-лазера в схеме возможно использование излучения других лазеров, например ECL-лазер, схема с его использованием рассмотрена в [2]. Оптический циркулятор используется для разделения входного и выходного сигналов DFB-лазера. EDFA



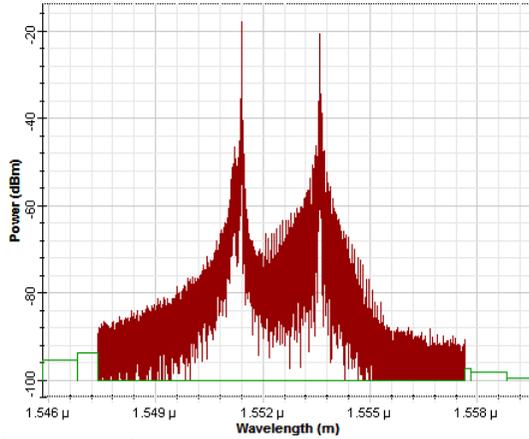


Рисунок 2 – Выходной сигнал в оптическом диапазоне

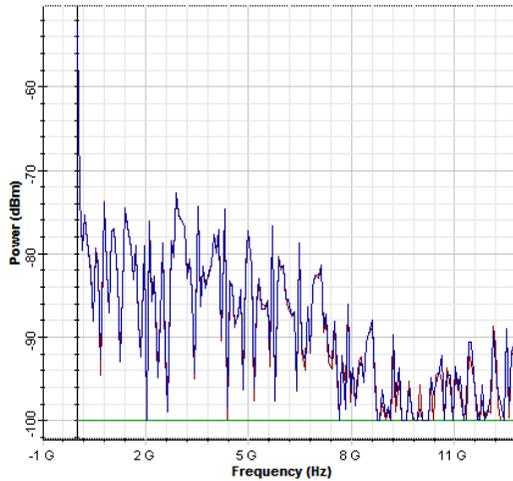


Рисунок 3 – Выходной сигнал в электрическом диапазоне

В ходе эксперимента была продемонстрирована модель генератора оптического сигнала, на выходе которого, с использованием излучения CW-лазера и DFB-лазера, был получен сверхширокополосный сигнал с битовой скоростью 10 Гб/с.

1. A photonic ultra-wideband pulse generator based on relaxation oscillations of a semiconductor laser / X. Yu, T. B. Gibbon, M. Pawlik, S. Blaaberg, I. Tafur Monroy. OPTICS EXPRESS 9680, Vol. 17, No. 12, 2009. – 1077-1085 pp.

2.3.125 Gb/s Impulse Radio UWB over Fiber Transmission / T.B. Gibbon, Xianbin Yu, R. Gamatham, N. Guerrero Gonzalez I. Tafur Monroy. Conference proceedings of the European Conference on Optical Communication, , 2009. – 1-2 pp.

3. Photonic Ultra-Wideband 781.25-Mb/s Signal Generation and Transmission Incorporating Digital Signal Processing Detection / T. B. Gibbon, X. Yu, I. Tafur Monroy. IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 21, No. 15, 2009. – 1060-1062

И.Л. Виноградова, Л.З. Янтилина

Уфимский государственный авиационный технический университет,  
г. Уфа, Россия

## **МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ СЛУЖЕБНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА**

В развитии телекоммуникационных систем важную роль играет повышение пропускной способности и внедрение «интеллектуальной базы» на нижних сетевых уровнях, в том числе – на уровне волоконно-оптической линии передачи (ВОЛП), что означает управление информационным сигналом посредством использования оптических устройств ВОЛП. Последнее особенно актуально при построении высокопроизводительных разветвлённых сетей связи, к которым можно отнести категорию сетей городского масштаба (Metropolitan Area Networks – MAN) с учетом гетерогенных волоконно-оптических-беспроводных сегментов, а также категорию вычислительных сетей на базе SDN (software-defined networking). Подобного рода сети характеризуются высокими требованиями к производительности и информационной защищенности наряду со значительным числом требующихся служебных (выделенных) каналов. Если предоставление полосы пропускания последним выполняется за счет ущемления абонентского трафика (причем речь идет о предоставлении с высоким приоритетом!), то, как минимум, это приводит к потере абонентской информационной ёмкости, и, как максимум, к потере преимуществ высокопроизводительной сети (очереди возникнут и среди служебных сигналов тоже!).

Это актуализирует исследование по применению ряда физических ресурсов оптического сигнала, традиционно не задействованного в существующих системах связи, для формирования

служебного (с низкой пропускной способностью, но с высоким приоритетом) канала связи. Предлагается использовать такие свойства оптических сигналов, передаваемых по ВОЛП, как время-частотная характеристика (чирп) и вихревое поляризационно-фазовое состояние электрической составляющей напряженности поля световой волны (вортекс) [1]. Эти свойства могут применяться для переноса метки маршрутизации, ключа информационной защиты и подобных параметров управления. Данные ресурсы можно отнести к недиссипативным (реактивным), т.е. их использование не приведет к снижению традиционного телекоммуникационного ресурса, а также и к повышенному потреблению активной мощности.

Управление оптическими свойствами может выполняться через нелинейный элемент (эффекты ФСМ, ФКМ [2]). Для усиления эффекта преобразование можно поместить, например, в многопроходной интерферометр, роль которого может выполнять волоконно-оптическая петля с односторонним ответвлением или многолучевой интерферометр типа Фабри–Перо. В общем случае такие схемы могут быть как реляционными (с применением дополнительного управляющего воздействия) [1], так и нереляционными с управлением, «заложеным» в свойствах передаваемого сигнала, рис. 1.

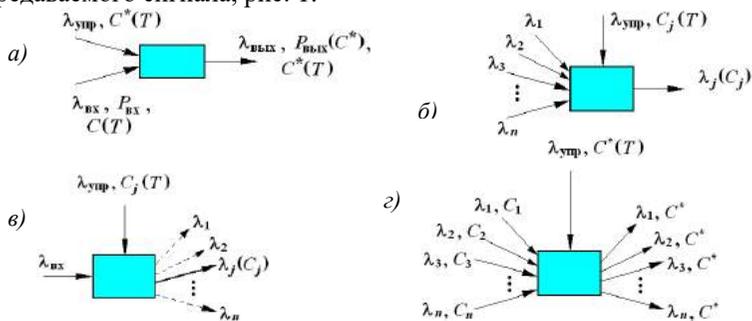


Рисунок 1 – Схемы функционального преобразования «форма сигнала  $\leftrightarrow$  функция чирпа»: а – приобретение заданного чирпа  $C^*$ ; б – выбор длины волны  $\lambda_j$  из заданного набора, соответствующей  $j$ -ой функции чирпирования  $C_j$ ; в – преобразование  $\lambda_{вх}/\lambda_j$  в зависимости от  $C_j$ ; з – функция «копирования чирпа», передаваемого всем длинам волн от управляющего сигнала (на входе присутствуют сигналы с произвольным чирпированием)

Следует особенно подчеркнуть, что использование оптических параметров основано на оптических эффектах и оптико-оптических

взаимодействиях, следовательно, является перспективным с точки зрения реализации концепции All Optical Networks для любого из типов построения сетей связи.

1. Application of the device based on chirping of optical impulses for management of softwaredefined networks in dynamic mode / Хасаншин В.Р., Андрианова А.В., Янтилина Л.З., Виноградова И.Л.// Optical Technologies for Telecommunications, Proceedings of SPIE, Vol. 9807, 2016. – № 980709.

2. Agrawal, G. Lightwave technology telecommunication systems / G. Agrawal. – Hoboken: John Wiley&Sons Inc. – 2005. – 480 p.

А.В. Бурдин, В.А. Бурдин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕГАУССОВСКИХ ОПТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ В НЕРЕГУЛЯРНЫХ МАЛОМОДОВЫХ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДАХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ПРОЯВЛЕНИЯ ФЛУКТУАЦИЙ ДИАМЕТРА СЕРДЦЕВИНЫ**

В работе представлены результаты численного моделирования динамики параболического, треугольного, гауссова и секанс-гиперболического оптических импульсов при распространении в нерегулярных слабонаправляющих кварцевых градиентных многомодовых волоконных световодах, соответствующих категории OM2 стандарта ISO/IEC 11801, в маломодовом режиме с сильной и, напротив, слабой связью мод, обусловленных для случая централизованного ввода, а также ввода излучения с выхода лазера с прецизионным радиальным рассогласованием в периферийную область сердцевин исследуемого волокна. За основу были использованы данные протоколов измерения профиля показателя преломления и датчика контроля диаметра ОВ. Последние снимались непосредственно в процессе вытяжки строительных длин промышленных образцов многомодовых оптических волокон (ОВ) кат. OM2 из предварительно отобранных преформ ОВ с градиентным профилем показателя преломления, отличающимся наличием габаритного дефекта в центре сердцевин в виде провала и сильными локальными флуктуациями показателя преломления [1]. Здесь вытяжка одной группы волокон осуществлялась в режиме автоматического

контроля и коррекции диаметра ОВ, в то время как для второй группы ОВ намеренно индуцировалась нерегулярность геометрии за счет ручного режима контроля показаний внешнего диаметра световода. Это позволило получить промышленные образцы строительных длин многомодовых ОВ 50/125 протяженностью порядка 500 м с разбросом внешнего диаметра до  $\pm 0.3$  мкм в случае автоматизированного контроля и более  $\pm 1.2$  мкм для группы ОВ с намеренно наведенной нерегулярностью.

Расчет динамики оптического импульса проводился на базе ранее разработанной и экспериментально апробированной моделью линейного тракта многомодовой волоконно-оптической линии передачи [2], которая базируется совместном применении кусочно-регулярного представления в сочетании с общим подходом метода расщепления по физическим процессам. Пример результатов расчета для параболического импульса в условиях центрированного ввода и сильной связи мод за счет внутренней нерегулярности ОВ представлен на рис. 1(а), (б).

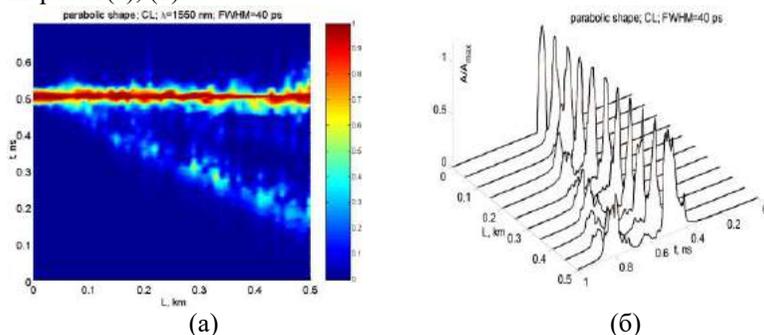


Рисунок 1 - Результаты расчета динамики параболического оптического импульса ( $\lambda=1550$  нм; исходная длительность  $\tau_{05}=40$  пс) при распространении по ММ ОВ длиной 500 м при центрированном вводе: (а) 3D-диаграмма; (б) динамика импульса

*Работа подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно проекта № 16-37-6001515 мол а\_дк*

1. Demidov, V.V., Ter-Nersesyants, E.V., Bourdine, A.V., Burdin, V.A., Minaeva, A.Yu., Matrosova, A.S., Khokhlov, A.V., Komarov, A.V., Ustinov, S.V., Golyeva, E.V., Dukelskii, K.V. Methods and technique of manufacturing silica graded-index fibers with a large central defect of the refractive index profile for

fiber-optic sensors based on few-mode effects // Proceedings of SPIE. – 2017. – vol. 10342. – P. 103420X-1 – 103420X.

2. Bourdine A.V. Modeling and simulation of piecewise regular multimode fiber links operating in a few-mode regime // Advances in Optical Technologies. – 2013. – vol. 2013. – P. 469389-1 – 469389-18.

В.А. Андреев, А.А.Воронков

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

В соответствии с действующей концепцией, техническая эксплуатация оптических систем связи представляет собой совокупность методов и алгоритмов технического обслуживания, которые обеспечивают организацию и поддержание в пределах установленных норм параметров любых объектов технической эксплуатации (ОТЭ) [1,2].

Основной целью технической эксплуатации оптических систем связи является не только минимизация случаев возникновения аварийных ситуаций, но и минимизация времени восстановления в случае повреждения. При этом, процесс технической эксплуатации ОТЭ включает в себя:

- измерение рабочих параметров объекта;
- обнаружение отказов;
- сигнализация об отказах;
- восстановление работоспособности объекта;
- проверка работоспособности объекта после восстановления.

Согласно [2] рекомендуются следующие алгоритмы технического обслуживания ОТЭ:

1. Профилактическое техническое обслуживание объекта, выполняемое через определенные интервалы времени и направленное на своевременное предупреждение возможности появления отказа или ухудшения параметров функционирования объекта эксплуатации.

2. Корректирующее техническое обслуживание, выполняемое после обнаружения состояния неработоспособности объекта эксплуатации и направленное на его восстановление в пределах установленных норм и требований.

3. Управляемое техническое обслуживание, выполняемое путем систематического применения методов анализа состояния объекта технической эксплуатации, с использованием средств автоматизированного контроля параметров в пределах установленных норм и, соответственно, разработка такой концепции технической эксплуатации, которая направлена на сведение к минимуму профилактического и корректирующего технического обслуживания.

На современном этапе развития телекоммуникационных сетей доминирующее значение приобретает концепция управляемого технического обслуживания, которая по сравнению с профилактическим и корректирующим техническим обслуживанием позволяет обнаружить и устранить намечающийся отказ на этапе его развития, не доводя до аварийных ситуаций на объекте технической эксплуатации.

Перспективные оптические системы связи практически ориентированы на применение управляемого технического обслуживания, которое должно обеспечить техническую эксплуатацию на новом качественном уровне.

1. Правила технической эксплуатации линейно-кабельных сооружений междугородных линий передачи. Книга третья. М.: 1998, -214 с.

2. Овсянников А.Г. Стратегии ТО и Р и диагностика оборудования. В журнале «Новости электротехники», №2, 2017., 2-9 с.

И.В. Григоров, Д.В. Мишин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА «ПРИЕМ В ЦЕЛОМ С ПОЭЛЕМЕНТНЫМ ПРИНЯТИЕМ РЕШЕНИЯ» В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ПЕРЕДАЧИ В УСЛОВИЯХ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ ХРОМАТИЧЕСКОЙ И ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ МОДОВОЙ ДИСПЕРСИИ**

В магистральных волоконно-оптических линиях передачи (ВОЛП), работающих в линейном режиме, основными факторами, ограничивающими скорость передачи дискретных сообщений, являются хроматическая дисперсия (ХД) поляризационная модовая дисперсия (ПМД). Они порождают временное рассеяние сигналов и,

как следствие, межсимвольную интерференцию (МСИ), за счет которой растет вероятность ошибочного приема. Даже если аддитивный шум в линии пренебрежимо мал, эта вероятность может быть существенной и называется несократимой [1]. В отличие от ХД, имеющей детерминированный характер, ПМД носит случайный характер [2]. Поэтому задача демодуляции сигналов при их совместном действии решается значительно сложнее [3].

В [4] показано, что в ВОЛП, работающих как в линейном, так и нелинейном режимах, можно с успехом использовать алгоритм демодуляции сигналов в радио- и проводных каналах с рассеянием и замираниями «прием в целом с поэлементным принятием решения» (ПЦППР). Этот алгоритм является основой демодулятора системы с испытательным импульсом и предсказанием (СИИП) [5].

В докладе обсуждается возможность применения алгоритма ПЦППР в высокоскоростных ВОЛП при наличии ХД и ПМД. Приводятся предварительные результаты оценки вероятностей ошибок, в том числе, и несократимой.

1. Прокис Д. Цифровая связь. Пер. с англ. под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио связь, 2000. – 800 с.

2. Наний О.Е. Приемники цифровых волоконно-оптических систем связи // Lightwave Russian Edition. – 2004. – № 1. – С. 43.

3. Singer A.C., Shanbhag N.R., Bae H.-M. Electronic dispersion Compensation // IEEE Signal Processing Magazine. – 2008. - № 11. - P. 119-130.

4. Карташевский В.Г., Андреев В.А., Бурдин В.А., Григоров И.В. Алгоритм «прием в целом с поэлементным принятием решения» и его приложения для высокоскоростных волоконно-оптических линий передачи. Физика волновых процессов и радиотехнические системы, том 18, №3, ч. 2, 2015, с. 70-75.

5. Кловский Д.Д. Теория электрической связи – М.: Радиотехника, 2009. – 647 с.

К.А. Волков, М.В. Дашков

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫНУЖДЕННОГО РАССЕЯНИЯ МАНДЕЛЬШТАМА- БРИЛЛЮЭНА В ОПТИЧЕСКОМ ВОЛОКНЕ**

Рассеяние Манделъштама-Бриллюэна возникает в результате неупругого взаимодействия оптического излучения с собственными упругими колебаниями среды (акустическими фонами). В оптическом волокне данный нелинейный эффект имеет самый низкий пороговый уровень мощности, при котором явление из спонтанного переходит в вынужденное. В одномодовых кварцевых оптических волокнах (ОВ) вынужденное рассеяние Манделъштама-Бриллюэна (ВРМБ) происходит со сдвигом частоты  $\sim 11$  ГГц [1]. Более точные значения могут быть получены для конкретных типов ОВ по результатам измерений. Величина частотного сдвига будет зависеть от механических напряжений в волокне и температуры.

Наиболее важное практическое применение ВРМБ получило в системах распределенного контроля механических напряжений и температуры. Подобные устройства получили распространение для контроля состояния протяженных объектов: нефте- и газопроводы, инженерные конструкции и т.д. Для волоконно-оптических линий подобные устройства представляют интерес для задач контроля состояния ОВ и выявления потенциально проблемных участков.

При реализации подобных устройств необходимо учитывать особенности ОВ, используемых в качестве сенсора.

В данной работе приводятся результаты исследования поляризационной зависимости ВРМБ в кварцевом одномодовом волокне. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

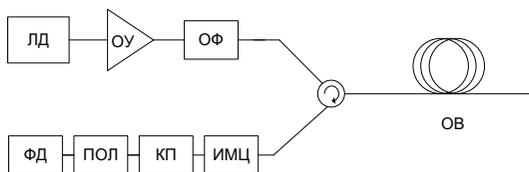


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки

Для формирования сигнала накачки используется узкополосный лазерный диод (ЛД) с длиной волны 1550.9 нм и шириной спектра менее 1 МГц. Оптический усилитель (ОУ) на основе волокна, легированного эрбием, обеспечивает выходную мощность в районе 10-13 дБм. Для фильтрации шума усиленного спонтанного излучения на выходе усилителя расположен оптический фильтр с полосой пропускания 0.4 нм. Через оптический циркулятор сигнал накачки поступает в тестируемое ОВ.

Рассеянное в ОВ излучение содержит компоненты рэлеевского рассеяния, рассеяния Мандельштама-Бриллюэна и комбинационного (рамановского) рассеяния. Для выделения сигнала ВРМБ применяется двухпроходной волоконно-оптический интерферометр Маха-Цендера (ИМЦ) [2]. ИМЦ реализован на оптических разветвителях 2x2 и его свободная область дисперсии настраивается таким образом, чтобы подавлять сигнал рэлеевского рассеяния. Поляризатор (Пол) и контроллер поляризации (КП) служат для анализа поляризационных характеристик ВРМБ. Измерения производились при различных установках КП, что позволяло получить полную информацию о состоянии поляризации. Фотодиод (ФД) служит для измерения оптической мощности.

В работе рассмотрены два типа одномодовых оптических волокон: стандартное ОВ (производства начала 2000-х) и ОВ с увеличенным на 3 дБ порогом ВРМБ. Протяженность образцов составляла 23 и 26 км, соответственно.

В результате пороговые уровни ВРМБ для исследуемых ОВ составили ~5 мВт и ~9 мВт.

В докладе представлены результаты анализа поляризационных характеристик сигнала ВРМБ.

1. Агравал, Г. Нелинейная волоконная оптика [Текст] / Г. Агравал: пер. с англ. – М. : Мир, 1996. – 323 с.

2. De Souza, K., Wait, P.C., Newson T.P. Double-pass configured fibre Mach-Zehnder interferometric optical filter for distributed fibre sensing[Text] / K.De Souza, P.C.Wait, T.P. Newson // [Electronics Letters](#). – 1997. – V.33, № 25. – P. 2148 – 2149.

М.В. Дашков, Н.И. Дедиков, М.А. Поминов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА В КАБЕЛЕ**

Поляризационная модовая дисперсия (ПМД) является одним из факторов, оказывающих влияние на качество передачи сигнала в волоконно-оптических линиях передачи (ВОЛП). Для систем передачи с прямым детектированием ПМД приводит к уширению оптических импульсов и появлению межсимвольной интерференции, а в когерентных системах с уплотнением по поляризации – к взаимным влияниям между каналами.

В стандартных оптических волокнах (ОВ) состояние поляризации оптического излучения не сохраняется, и при распространении сигнала изменяется случайным образом. Кроме явления двулучепреломления, связанного с анизотропией показателя преломления, в протяженных ОВ наблюдается эффект связи мод, вызванный случайными вариациями ориентации главных оптических осей ОВ.

Для ряда задач моделирования процессов распространения сигнала в оптическом тракте передачи требуется информация о характере вариации поляризации вдоль волокна, уложенного в кабель. Таким образом, задача сводится к оценке распределения поляризационных характеристик оптических волокон и их статистических свойств.

Величина ПМД может быть выражена через две характерных параметра ОВ в виде [1]

$$PMD = \sqrt{\frac{8\pi}{3}} \frac{\lambda}{c} \frac{\sqrt{L_c L}}{L_b},$$

где  $\lambda$  - длина волны;  $c$  - скорость света в вакууме;  $L_b$  - длина биений;  $L_c$  - длина корреляции.

Длина биений определяется двулучепреломлением - разностью показателей преломления для главных оптических осей. Длина корреляции определяется явлением связи мод - вариацией ориентации главных оптических осей.

Оценку распределения длины биений в данной работе предлагается производить по результатам анализа поляризационных характеристик обратного рассеяния (ПХОР).

Для проведения экспериментальных исследований было разработано устройство в виде приставки к стандартному оптическому рефлектометру для обеспечения поляризационной чувствительности.

Пример типовой ПХОР приведен на рис.1.

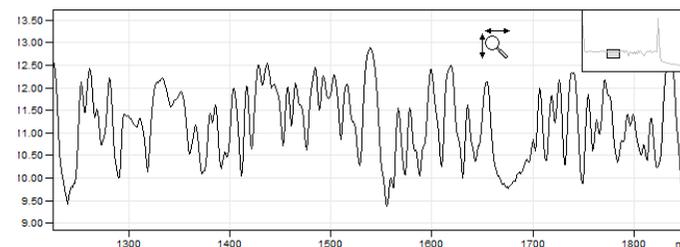


Рисунок 1 - Пример поляризационной характеристики обратного рассеяния

Для анализа ПХОР была выбрана методика, заключающаяся в подсчете количества пересечений рефлектограммы с заданным уровнем (Level Cross Ratio - LCR) [2]. Расчеты производились по формуле

$$L_b = \frac{4\sqrt{\nu}}{n(\nu)},$$

где  $\nu$  - пороговый уровень;  $n(\nu)$  - среднее количество пересечений ПХОР порогового уровня  $\nu$  на единицу длины.

Измерения выполнялись на длине волны 1550 нм, при длительности импульса 50 нс, что обеспечивало пространственное разрешение 5 м. Измерения производились при вариации установок контроллера поляризации на приемной стороне, что позволило повысить точность оценки.

Результаты измерения показали, что для разных ОВ из оптического модуля значение длины биений может варьироваться в значительных пределах (например, для исследуемого модуля от 20.8 до 41.6 метров).

Полученные значения длины биений, в частности, могут быть использованы при моделирования процессов в оптическом тракте.

1. Menyak, C.R., Galtarossa, A. Polarization mode dispersion [Text]/ C.R. Menyak, A. Galtarossa - Springer Science+Buisness Media, 2005. – 296 P.

2. Corsi, F., Galtarossa, A., Palmieri, L. Beat length characterization based on backscattering analysis in randomly perturbed single-mode fibers [Text]/ F. Corsi, A. Galtarossa, and L. Palmieri// J. Lightwave Technol. – 1999. – v.17, №7. - 1172-1178.

М.В. Дашков, А.Н. Лабжинов, К.А. Щербакова  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **УСТРОЙСТВО СОГЛАСОВАНИЯ ЭЛЕКТРО-ОПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА С ИСТОЧНИКОМ ИЗЛУЧЕНИЯ**

Электро-оптические модуляторы (ЭОМ) широко используются в телекоммуникационном оборудовании, контрольно-измерительных системах, волоконно-оптических сенсорных системах, устройствах радиофотоники и т.д. На практике получили распространение ЭОМ в интегральном исполнении на основе ниобата лития в конфигурации интерферометра Маха-Цандера (МЦ). На основе подобных устройств можно реализовать как амплитудную, так и фазовую модуляцию.

Основными проблемами при использовании ЭОМ являются: сильная зависимость параметров передачи от состояния поляризации излучения на входе и дрейф рабочей точки [1]. Для решения первой проблемы вход ЭОМ выполняется на основе оптического волокна (ОВ), сохраняющего поляризацию. Однако это требует использования в качестве источника излучения лазерных диодов (ЛД) оконцованных соответствующим типом ОВ. В случае применения ЛД со стандартным ОВ требуется по состоянию поляризации.

В данной работе рассматривается устройство, позволяющее автоматически согласовывать ЭОМ с источником излучения на основе лазерного диода, оконцованного стандартным ОВ. Подобное

устройство предназначено в первую очередь для оснащения научно-исследовательских лабораторий.

Схема разрабатываемого устройства приведена на рис. 1.

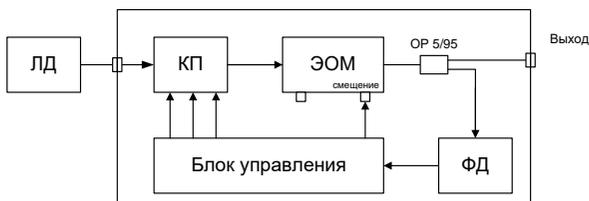


Рисунок 1. Схема устройства автоматического согласования ЭОМ и ЛД

Для задачи согласования используется контроллер поляризации (КП) в волоконном исполнении. Данное устройство состоит из каскадного соединения трех элементов, главные оптические оси которых ориентированы относительно друг друга с поворотом  $45^{\circ}$ . Величина двулучепреломления элементов может перестраиваться при подаче управляющего напряжения. Таким образом, данные элементы представляют собой перестраиваемые волновые пластины. Управляя тремя каскадами КП можно добиться согласования излучения ЛД с любой исходной поляризацией.

Для контроля уровня излучения используется фотодиод, подключенный через оптический ответвитель к выходу ЭОМ.

Экспериментальные исследования показали, что подбор параметров КП только по минимальному вносимому затуханию не гарантирует высокого коэффициента гашения. Поэтому при разработке алгоритма управления в качестве основного критерия выбрано обеспечение максимального коэффициента гашения ЭОМ.

Предлагаемый алгоритм работы устройства:

- измеряется зависимость передаточной функции ЭОМ от напряжения смещения и определяется коэффициент гашения;
- смещение ЭОМ устанавливается в точку максимума;
- контроллер поляризации перестраивается для достижения максимального уровня сигнала на выходе;
- измеряется зависимость передаточной функции ЭОМ от напряжения смещения и определяется коэффициент гашения;
- корректируется положение рабочей точки;

- далее процесс повторяется по мере достижения требуемого коэффициента гашения.

Блок управления реализуется на базе платформы Arduino Uno (микроконтроллер ATmega328p) и устройств согласования с интерфейсами КП, ЭОМ и ФД.

1. Kaminow, I., Li, T. Optical fiber telecommunication IVA. Components [Text]/ I. Kaminow, T. Li// - NY: Academic Press, 2002. – 890 P.

Б.В. Попов, В.Б. Попов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ**

Практически все отечественные предприятия производители оптических кабелей (ОК) в настоящее время пересматривают конструкции выпускаемых ОК и свою технологию их производства. Изменения в конструкции и технологии производства ОК направлены в первую очередь на снижение себестоимости производства ОК.

Снижение себестоимости ОК становится возможным благодаря экономии материалов:

- переходу на бронепроволоки с уменьшенным диаметром (например, 0,8 мм вместо 1,0 мм) в бронированных ОК;

- переходу на модули меньшего диаметра в модульных конструкциях ОК;

- переходу с модульной конструкции кабельного сердечника на конструкцию с центральной трубкой в ОК емкостью до 24 волокон;

- переходу на центральную трубку меньшего диаметра и меньшую ширину стальной ленты в ОК для канализации;

- переходу на проволоку в качестве вынесенного силового элемента вместо каната в подвесных ОК емкостью до 16 волокон.

Появилась новая тенденция развития конструкций ОК – разработка микрокабелей, в частности:

- разработка микрокабелей емкостью до 144 волокон по требованиям компаний заказчиков с 12 модулями вместо 9 стандартных модулей;

- разработка микрокабелей емкостью до 144 волокон по Европейским требованиям с 6 модулями вместо 9 стандартный модулей;

- разработка микрокабелей емкостью до 192 волокон Corning SMF-28 Ultra 200 мкм по Европейским требованиям с 8 модулями по 24 волокна вместо стандартных 12 модулей по 16 волокон

- разработка микрокабелей емкостью до 192 волокон Corning SMF-28 Ultra 200 мкм по Европейским требованиям с 8 модулями по 24 волокна вместо стандартных 12 модулей по 16 волокон

Разработка микрокабелей опирается на конструкторские решения производства более компактных ОК с большим количеством волокон и использование волокон с меньшим диаметром, например, Corning SMF-28 Ultra 200.

Получает дальнейшее развитие тенденция разработки и производства конструкций легких абонентский ОК для «последней мили» на сетях FTTH (GPON), в частности:

- изготовление абонентского кабеля типа «бабочка» по требованиям Ростелеком на с 2 волокнами диаметром 250 мкм в ПЭ оболочке;

- изготовление и испытания абонентского круглого дроп-кабеля для коттежных поселков с оптическим модулем емкостью до 8 волокон, в круглой ПЭ оболочке;

- изготовление абонентского плоского дроп-кабеля для «последней мили», емкостью до 4 волокон.

Б.В. Попов, В.Б. Попов, А.С. Карманов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ОПТИЧЕСКИХ МУФТ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР**

Технология строительства волоконно-оптических линий передачи (ВОЛП) с использованием подвесных оптических кабелей (ОК) на сегодняшний день получила широкое применение, поскольку обладает рядом преимуществ по сравнению с технологией прокладки ОК в грунт и канализацию: при строительстве подвесных ВОЛП с использованием опор линий высокого напряжения (ЛВН) отсутствуют

вопросы согласований по отводам земель, а также вопросы согласований с различными ведомствами по пересечению ВОЛП с трубопроводами и другими объектами, поскольку они имеют охранную зону. Затраты на землеотводы достаточно часто составляют большую часть от стоимости линейно-кабельных сооружений. Строительство подвесных ВОЛП позволяет снизить количество повреждений, а также снизить капитальные и эксплуатационные затраты в районах с тяжелыми грунтами.

Строительство подвесных ВОЛП, как правило, осуществляется быстрее по сравнению со строительством подземных линий связи, что для некоторых регионов Российской Федерации имеет существенное значение. Например, в районах крайнего Севера выполнение монтажных работ можно проводить только зимой, так как в летнее время районы вечной мерзлоты превращаются в болота. При этом, температура в данных регионах зимой опускается значительно ниже - 10<sup>0</sup>С. Кроме того, в процессе технического обслуживания кабельных линий, эксплуатирующие организации нередко вынуждены выполнять ремонтные работы в зимних условиях при низких отрицательных температурах на значительной территории нашей страны. Вместе с тем на сегодняшний день нормативная документация по монтажу ОК при низких отрицательных температурах отсутствует. Допустимые нагрузки на ОК определяются техническими условиями на кабель, но для обеспечения эффективного функционирования ВОЛП в процессе эксплуатации необходима разработка новых технологических приемов монтажа ОК, учитывающих изменения свойств кабеля при низких отрицательных температурах и обеспечивающих ограничение механических нагрузок на кабель допустимыми для его последующей надежной работы.

Для организации магистральной технологической связи в районах Крайнего Севера с тяжелыми природно-климатическими условиями все шире используются ВОЛП. Учитывая невозможность прокладки кабеля непосредственно в вечно-мерзлые, сезонно-промерзаемые или пучинистые грунты, основными способами прокладки кабеля являются:

- прокладка на опорах вдоль трассовых линий электропередачи (ВЛ);
- прокладка на опорах трубопроводов.

К сказанному следует добавить, что весьма актуальным является подвеска ОК на сетях широкополосного доступа (ШПД), который на

современном этапе является самым быстрорастущим сектором телекоммуникаций.

Изменения ряда свойств ОК при низких отрицательных температурах пока мало изучены. В литературе представлено мало данных об изменениях при низких отрицательных температурах жесткости ОК, его радиусов изгиба на выходе из порта муфты. Показано, что именно радиусы изгиба и жесткость кабеля во многом определяют нагрузки на ОК в процессе монтажа оптических муфт и, соответственно, эффективность их функционирования в дальнейшем после ввода в эксплуатацию.

В результате проведенных экспериментальных исследований доказано, что:

- повреждения ОК на выходе из ПКА в процессе монтажа с применением «горячего» способа герметизации муфт при температуре ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  возникают за счет совместного действия двух факторов – уменьшения радиуса изгиба кабеля на выходе из ПКА при понижении температуры и снижения прочности полимерной оболочки кабеля на выходе из ТУТ в результате ее нагрева при усаживании;

- наиболее эффективно применение «холодного» способа герметизации оптических муфт, который позволяет исключить нагрев оболочки и сохранить целостность ОК без применения дополнительных мер защиты кабеля;

- при монтаже кабеля повышенной жесткости в оптических муфтах с герметизацией портов «горячим» способом для обеспечения целостности кабеля при температуре до  $-30^{\circ}\text{C}$  рекомендуется дополнительно устанавливать узел крепления, который позволяет перенести механические напряжения из зоны герметизации порта муфты на участок ОК, расположенный под углом крепления.

К.А. Яблочкин, А.М. Юдаков

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **УСТРОЙСТВО ВВОДА/ВЫВОДА ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОПТИЧЕСКОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ**

В данной работе представлена экспериментальная реализация устройства ввода/вывода для пространственного мультиплексирования в многомодовых оптических волокнах. Основная идея устройства

состоит в том, что на установке, предназначенной для сварки оптических разветвителей, можно изготовить оптический разветвитель с требуемым соотношением проникновения одномодового волокна в многомодовое таким образом, чтобы край сердцевины многомодового волокна был совмещен с краем сердцевины одномодового волокна.[1] В результате был получен волоконный разветвитель, состоящий из одномодового и многомодового волокон с соотношением проникновения равным примерно 99% к 1%, с мощностью на выходе многомодового волокна 800мкВт и 10 мкВт на выходе одномодового волокна. Так же в данной работе представлены результаты испытаний полученного экспериментального образца устройства.

1. Юдаков А.М. Устройство ввода/вывода для пространственных оптических мультиплексоров, Материалы XIV МНК ОТТ-2016, с.141-142

## 5. Распространение электромагнитных волн в телекоммуникационных системах и антенно-фидерные системы — Propagation of electro-magnetic waves in telecommunication systems and antenna-feeder systems

Л.Т.К. Абухадма, Ю.И. Чони

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

### РЕКОНСТРУКЦИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННЫ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ В НЕИДЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ: МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ

Практическая значимость возможности восстановления истинной диаграммы направленности (ДН) антенны по результатам измерений в неидеальных условиях обусловила обильный поток работ на эту тему [1-7]. Под неидеальными условиями понимается главным образом недостаточно большое (вплоть до малого) расстояние между испытуемой и вспомогательной антеннами или несовершенство коллиматора, а также присутствие отраженной от стен измерительной камеры. Наличие книг [1] и диссертаций [3, 6] по этой тематике подчеркивает ее научную значимость.

Для простоты изложения будем рассматривать задачу в двухмерном скалярном варианте, как это делается в подавляющем большинстве публикаций. Формальный подход в рамках метода эталонной антенны [2] состоит в том, что взаимосвязь между сигналом  $S(\alpha)$ , принимаемым антенной при повороте ее на угол  $\alpha$ , и ДН  $F(\psi)$  постулируется в виде интеграла свертки

$$S(\alpha) = \oint_{2\pi} A(\varphi) F(\varphi - \alpha) d\varphi \quad (1)$$

По результатам измерений с эталонной антенной, ДН которой известна точно, вычисляют ядро  $A(\varphi)$  интегрального преобразования (1), а затем по

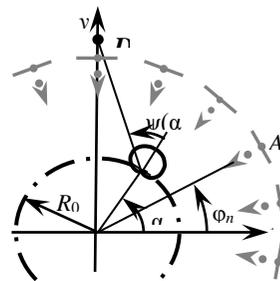


Рисунок 1. Пучок плоских волн

результатам измерений с испытуемой антенной решают уравнение (1) относительно искомой ДН  $F(\psi)$ .

В работах [5, 7] уравнение (1) интерпретируется (рис. 1) как реакция антенны на сходящийся пучок плоских волн (СППВ). Тогда ядро этого уравнения приобретает смысл пространственного спектра СППВ, и становится возможным наблюдать воспроизведение облучающего поля

$$E(\mathbf{p}) = \oint_{2\pi} A(\varphi) \exp(jk \mathbf{p} \mathbf{r}(\varphi)) d\varphi, \quad (2)$$

где  $\mathbf{p}$  – радиус-вектор в точку наблюдения поля,  $\mathbf{r} = \cos\varphi \mathbf{x} + \sin\varphi \mathbf{y}$  – орт направления  $\varphi$ , а  $\mathbf{p} \mathbf{r}(\varphi)$  – скалярное произведение векторов. В [7] проводится серия любопытных рельефов  $|E(\mathbf{p})|$ , соответствующих различным сочетаниям внешних/геометрических характеристик и параметров дискретизации (настроек алгоритма восстановления).

Исходя из физической интерпретации соотношения (1), естественно ожидать, что пространственный спектр  $A(\varphi)$  может быть определен по результатам измерений на сокращенной дуге радиуса  $R_0$  вместо полной окружности. В докладе излагается соответствующий алгоритм восстановления ДН и демонстрируются результаты расчетов, подтверждающие состоятельность идеи. Кроме того, в отличие от [7] вместо восстановления искомой ДН в наборе реперных отсчетов, она ищется в виде разложения в ряд по ограниченному числу базисных функций. Это приводит к дополнительным преимуществам не только вычислительного плана. А именно, становится возможным проводить измерения с произвольным дискретом  $\Delta\alpha$ , не заботясь о кратном соотношении по отношению к дискрету  $\Delta\varphi$  пространственного спектра.

1. Бахрах Л.Д., Кременецкий С.Д., Курочкин А.П.. Методы измерения параметров излучающих систем в ближней зоне. – Л.: Изд-во «Наука». 1985. – 272 с.

2. Плохих С.А., Сазонов Д.М., Щербаков В.И. Восстановление диаграмм направленности антенн методом эталонной антенны по амплифазометрическим измерениям в ближней зоне // Изв. вузов. РЭ. – 1987 – Т. 30, № 2. – С. 59 - 64

3. Weixin Zhao. Retrieval of free space radiation patterns through measured data in a non-anechoic environment. PhD dissertation. Syracuse University, USA, December 2013. – 165 p.

4. Кривошеев Ю.В. Измерение характеристик антенн в зоне Френеля на разреженной сетке углов. Канд. диссертация. ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ». 2014.

5. Чони Ю.И., Пироженко С.А. Восстановление ДН антенны по результатам измерений в неидеальных условиях. Известия вузов. Радиоэлектроника. – 1992. – Т. 35, №2. – С. 43-50.

6. Кирпанев А.В. Исследование антенных систем на основе идентификации электромагнитных полей. Автореферат докторской диссертации. ОАО «Холдинговая компания «ЛЕНИНЕЦ», С-Петербург. 2008.

7. Данилов И.Ю., Чони Ю.И. Эффективный метод реконструкции диаграммы направленности антенны, измеренной в неидеальных условиях. // Антенны. – 2016. – Т. 154, № 4. – С. 51 – 61.

В.Н. Лаврушев, И.И. Гилязов

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

## **ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ СЕТЕПОЛОТНА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В АНТЕННАХ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

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

Для эффективной работы такой антенны необходим высокий, близкий к 1, коэффициент отражения (КО). Существует большое количество методов измерения КО. Наиболее практичными являются следующие способы. Первый, измерение КО в поле проходящей волны. Он основан на том, что при нормальном облучении плоской электромагнитной волной тонкого ( $d \ll \lambda$ ) слоя материала значения комплексных КО  $S_{11}$  и прохождения  $S_{21}$  связаны как  $S_{11} = 1 - S_{21}$  [1].

Второй метод основан на бесконтактных измерениях с использованием открытого резонатора специфической геометрии, благодаря многократным отражениям в котором повышается чувствительность установки [1].

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

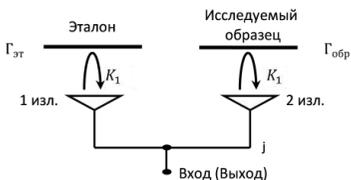


Рисунок 1 - Дифференциальный метод измерения в поле отраженной волны.

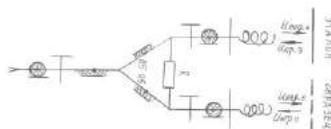


Рисунок 2 - Электрическая схема установки.

В результате сигнал, поступивший на вход установки описывается выражением (1):

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

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

Считалось, что на вход установки поступают 2 сигнала от эталонного отражателя и от исследуемого образца. Но из-за небольшого расстояния между излучателями на вход также поступают сигналы, прошедшие помимо «своих» отражателей, и за счет непосредственного прохождения сигналов между первым и вторым излучателями (см. рис. 7).

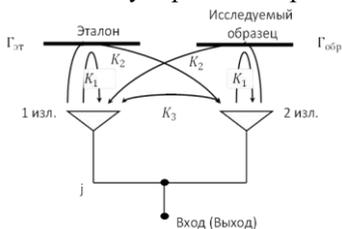


Рисунок 7.

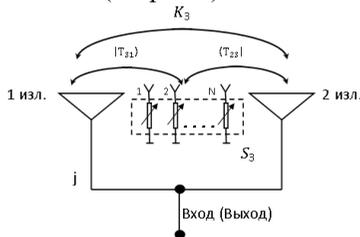


Рисунок 8. Установка с компенсирующей системой

Для уменьшения влияния 2-го слагаемого на точность измерения предлагается в измерительную установку ввести компенсирующую систему в виде переизлучающего излучателя, нагруженного на регулируемую пассивную нагрузку или в виде решетки излучателей, нагруженных на регулируемые пассивные нагрузки.

Сигнал, поступивший на вход установки, будет определяться выражением:

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

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

между 2-м излучателем и излучателями компенсирующей решетки соответственно

Эффект уменьшения амплитуды нежелательного сигнала достигается выбором амплитуд и фаз коэффициентов отражения от излучателей компенсирующей системы.

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

<sup>1</sup>В.В. Мочалов, <sup>2</sup>Ю.И. Чони

<sup>1</sup>АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева», г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

## **ДЕФОКУСИРОВКА МНОГОЛУЧЕВОЙ ГИБРИДНОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ**

На геостационарных спутниках систем связи широко применяются крупногабаритные многолучевые гибридные зеркальные антенны (МГЗА) [1–3]. Требования к стабильности диаграмм направленности (ДН) и КУ лучей таких систем достаточно жесткие, и есть много публикаций на тему стабилизации характеристик МГЗА на орбите, например [3–5]. Смещение полотна антенной решетки (АР) из фокальной плоскости, названное дефокусировкой рефлектора, рассматривается некоторыми авторами [6] как средство повышения устойчивости характеристик МГЗА в условиях отказов отдельных каналов. Дело в том, что смещение антенного полотна из фокальной плоскости расширяет фокальное пятно, поэтому снижается роль каждого отдельного элемента кластера, и его отказ в меньшей степени ухудшает параметры антенны. Расширение фокального пятна может способствовать увеличению шага АР, т.е. сокращению числа ее элементов. Анализ и оценке этой возможности посвящена настоящая работа.

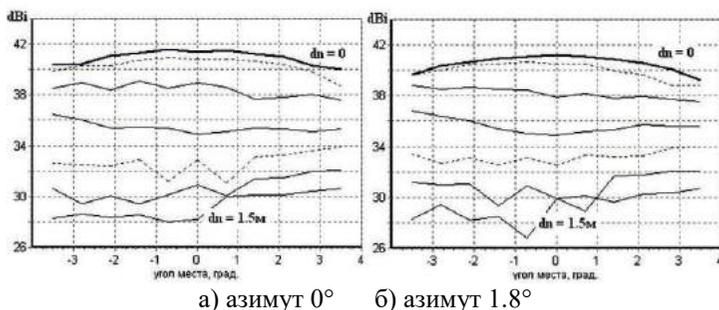


Рисунок 1 - КУ лучей, формируемых гексагональными кластерами ( $N=7$ )

МГЗА моделировалась в рамках первого приближения, алгоритм которого изложен в [7]. Рефлектор представлял собой вырезку  $\varnothing$  12м из параболоида с фокусным расстоянием  $F=7.4$ м при клиренсе  $H=3$ м. Антенное полотно наклонено на  $62^\circ$ . Антенная решетка гексагональной структуры, сторона сот которой составляла 125мм. Это сократило число элементов АР до 153-х против «номинального» их числа 231 при стороне ячейки 100мм. Расчеты проводились для частоты 2 ГГц.

На рис. 1 представлены зависимости КУ лучей на плоскости симметрии (а) и на периферии рабочей зоны (б), если кластеры имеют фиксированную структуру из семи элементов. Параметром кривых служит смещение  $dn$  антенного полотна по нормали (степень дефокусировки) от  $dn=0$  (жирная линия) с шагом 0.25м до 1.5м.

На рис. 2 представлены аналогичные результаты для ситуации, когда состав элементов кластеров «подстраивался» под рельеф фокального пятна для соответствующего направления.

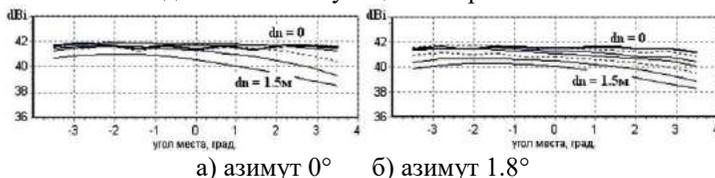


Рисунок 2. КУ лучей, формируемых кластерами варьируемого состава

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что дефокусировка не приводит к улучшению энергетических параметров МГЗА и с это отношении бесполезна, более того, вредна.

1. Smith W.T., Stutzman W.L. A pattern synthesis technique for array feeds to improve radiation performance of large distorted reflector antennas // IEEE TAP. 1992. V. 40. № 1. – P. 57–62.

2. Пат. RU 2578289. H01Q 25/00. Способ формирования кластерных зон облучающей решеткой многолучевой гибридной зеркальной антенны / Ласкин Б.Н., Сомов А.М.; заявл. 29.12.2014; опубл. 28.03.2016.

3. Пономарев Л.И., Вечтомов В.А., Милосердов А.С. Бортовые цифровые многолучевые антенные решетки для систем спутниковой связи / Под ред. Л.И. Пономарева. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016. – 197 с.

4. Данилов И.Ю., Мочалов В.В., Романов А.Г., Чони Ю.И. Дофокусировка многолучевой гибридно-зеркальной антенны в условиях эксплуатационных нагрузок // Научные технологии. Радиотехника, 2017. Т. 18, №12. – С. 85-90.

5. Чони Ю.И., Шумина А.А. Возбуждение кластера облучателей гибридной зеркальной антенны в условиях деформации рефлектора // Всероссийская НПК АКТО-2016, том 2, с. 753-759

6. Huber S. A reflector antenna concept robust against feed failures for satellite communications / Huber S., Younis M., Krieger G., Moreira A., Wiesbeck W. // IEEE TAP. 2015. V. 63, № 4. – P. 1218 – 1224.

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

А.Н. Аверьянова, О.Н. Маслов, И.С. Шаталов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОЛНОВЫХ РАДИОЧАСТОТНЫХ ПОЛЕЙ**

Традиционное понятие поляризации плоской волны относится к гармоническому режиму (ГР) работы антенны, поскольку тип поляризации зависит от соотношения между уровнями и фазами двух комплексных амплитуд ортогональных составляющих (ОС) векторов напряженности электрического  $E$ -поля или магнитного  $H$ -поля. Если фазы ОС векторов одинаковы, поляризация будет линейной, если присутствует сдвиг фаз на  $\pm 90^\circ$  и уровни ОС одинаковы – то круговой, в общем случае она является эллиптической. Передающая и приемная антенны должны быть согласованы по поляризации во избежание энергетических потерь – особенно в открытом пространстве, которое собственными «полярообразующими»

свойствами не обладает. Традиционная модель поляризации не работает в режиме, отличающемся от ГР: шумовом, импульсном или радиоимпульсном. Также неясно, что делать даже в ГР, если к двум ОС добавится третья и вместо одного их сочетания придется рассматривать три варианта. Наконец, возникают вопросы о том, может ли различаться поляризация у векторов  $E$ -поля и  $H$ -поля, и, что самое главное, как будут влиять случайные ошибки разного вида на поляризацию волнового радиочастотного поля.

В докладе показано, что пользоваться в рамках теории случайных антенн (СА) понятием фазы, а также методом комплексных амплитуд (даже в условиях ГР) нужно с определенной осторожностью. При этом следует рассмотреть другие – более общие и универсальные способы исследования и моделирования характеристик трехмерных векторов  $E$ -поля и  $H$ -поля, отражающие их поляризационные свойства. В качестве примера для трехэлементной апертурной СА, работающей в ГР, представлены характеристики сферических угловых координат  $\varphi_{E,H} [0; 2\pi]$  и  $\theta_{E,H} [0; \pi]$  векторов  $E$ -поля и  $H$ -поля, специфику исследования свойств которых методом статистического имитационного моделирования (СИМ) удалось отразить следующим образом.

1. На первоначальных этапах проведения СИМ, по аналогии с [1], находятся квадратурные составляющие (КС) всех ОС векторов  $E$ -поля и  $H$ -поля в точке наблюдения  $M_S$  путем интегрирования полей или виртуальных токов (электрического и магнитного) по всей излучающей поверхности апертурной СА, работающей в ГР, с учетом случайных ошибок разного вида (амплитудных, фазовых и геометрических, поскольку временные ошибки в ГР адекватны фазовым).

2. По найденным значениям КС определяются угловые характеристики  $\varphi_{E,H}$  и  $\theta_{E,H}$  векторов  $E$ -поля и  $H$ -поля апертурной СА согласно формулам и логическим правилам, приводимым в [3-4]. Значения случайных ошибок разыгрываются по методу Монте-Карло, выходные данные СИМ после обработки представляют собой гистограммы случайных значений  $\varphi_{E,H} [0; 2\pi]$  и  $\theta_{E,H} [0; \pi]$ .

3. Включение в схему анализа временного аргумента позволяет построить динамические модели векторов  $E$ -поля и  $H$ -поля – в том числе для исследования их поляризационных свойств. Динамика случайных значений  $\varphi_{E,H}$  и  $\theta_{E,H}$  иллюстрирует некий новый обобщенный вид поляризации (в рамках теории СА будем именовать

ее стохастической), которая характеризует поляризационные свойства волнового радиочастотного поля вне зависимости от режима работы и степени неопределенности знаний о нем.

В докладе представлены результаты тестирования и предварительного исследования эффективности (точности и достоверности) разработанной СИМ-модели на примере трехэлементной решетки из прямоугольных апертурных СА с размерами  $l \times h = 1,5 \times 1,8$  м<sup>2</sup>, разделенных промежутками  $d = 0,5$  м на частотах 0,001; 1,0; 100,0 и 1000 МГц. Число «разыгрываний» ошибок по технологии Монте-Карло значений случайных ошибок: амплитудных и фазовых ошибок, равное числу реализаций углов  $\varphi_{E,H}$  и  $\theta_{E,H}$ , на каждой частоте составляет  $10^3$ . Число корреляционных кластеров в пределах одной апертуры [2] на частотах выше 1 ГГц равно четырем, на других частотах – единице.

1. Маслов, О.Н. Статистические характеристики поля решетки апертурных случайных антенн [Текст] / О.Н. Маслов, А.С. Раков, А.А. Силкин – Радиотехника и электроника. Т.58, №11, 2013. – С. 1093-1101.

2. Аверьянова, А.Н. Пространственно-частотные характеристики волнового поля апертурной случайной антенны [Текст] / А.Н. Аверьянова, О.Н. Маслов, А.С. Раков – Инфокоммуникационные технологии. Т.14, №3, 2016. – С. 319-328.

3. Аверьянова, А.Н. . Поляризационные характеристики поля апертурной случайной антенны в зонах Френеля и Фраунгофера [Текст] / А.Н. Аверьянова, О.Н. Маслов, А.С. Раков – Радиотехника. №4, 2017. – С. 70-76.

4. Аверьянова, А.Н. Моделирование стохастической поляризации векторов электромагнитного поля [Текст] / А.Н. Аверьянова, О.Н. Маслов – II Научный Форум телекоммуникации: теория и технологии (ТТТ-2017). Том 2. Материалы XVIII МНТК «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций (ПТиТТ-2017)». Казань: КНИТУ-КАИ, ноябрь, 2017. – С. 304-307.

Д.С. Ключев, С.А., Коршунов, А.М. Нещерет, Ю.В. Соколова  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики, г. Самара, Россия

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОПОЛОСКОВЫХ АНТЕНН НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ КИРАЛЬНЫХ МЕТАМАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМАХ МІМО**

В связи с все более нарастающими требованиями к современным сетям подвижной радиосвязи, возникают задачи повышения качества обслуживания путем применения комплексного подхода к модернизации всей системы в целом. В частности, наряду с улучшениями программной части сетей (применение новых сигнально-кодовых конструкций, различных видов модуляции и т.п.) возникает необходимость и в совершенствовании аппаратной части. Одним из примеров реализации подобного подхода может служить технология МІМО, где одновременно используются различные алгоритмы обработки сигналов, а также различные виды антенн, позволяющие, в ряде случаев (например, при использовании би- и триортогональных антенных систем [1]), значительно повысить кратность всей системы, за счет поляризационного разноса парциальных подканалов.

Кроме того, для дальнейшего повышения качества обслуживания помимо применения вышеприведенных антенных систем, возможно также использование антенн на основе метаматериалов, применяемых при создании высокоомных поверхностей, служащих для уменьшения взаимного влияния между излучателями антенных решеток. Однако в связи с большим разнообразием вариантов построения метаматериалов, возникает интерес проанализировать несколько вариаций антенн, выполненных на основе различных типов метаматериалов, на предмет повышения пропускной способности. Следует отметить, что методика оценки пропускной способности систем МІМО с учетом взаимного влияния излучателей антенных решеток приведена в [2].

В качестве примера реализации системы МІМО, рассматривались несколько пар микрополосковых антенных решеток (одна приемная, другая, соответственно, передающая), подложки одной из пар, выполнены из диэлектрика с относительной

диэлектрической проницаемостью равной 1, а у других пар – из различных типов киральных метаматериалов. На подложках антенных решеток параллельно друг другу на расстоянии, равном рабочей длине волны  $\lambda_0$ , расположены два симметричных полуволновых излучателя.

В основу всех типов киральных метаматериалов были положены спиральные элементы. Были рассмотрены следующие типы метаматериалов:

- Биизотропные структуры на основе право- и левосторонних элементов (все спиральные элементы, ориентированы хаотически);
- Бианизотропные структуры на основе право- и левосторонних элементов, ориентированных одинаково относительно оси  $Z$  (иначе говоря, все элементы направлены вертикально).

Под право- и левосторонними элементами здесь понимаются право- и, соответственно, левозакрученные спирали.

Была произведена оценка взаимного влияния излучателей на пропускную способность для ММО системы. На рис. 1 показаны зависимости пропускной способности от частоты для право- и левоэлементных бианизотропных подложек (а), и для право- и левоэлементных биизотропных подложек (б). Кроме того, на графиках также приведена зависимость пропускной способности для диэлектрической подложки.

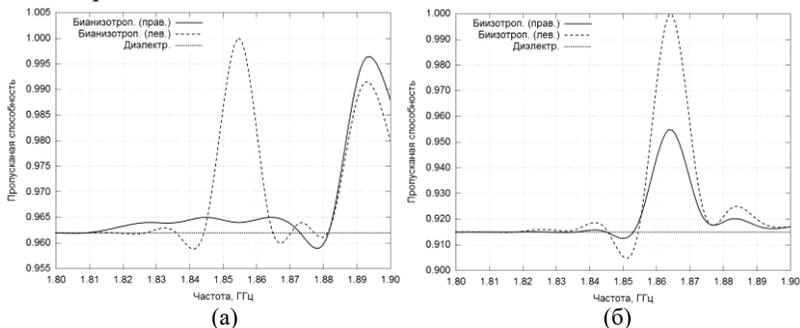


Рисунок 1 – Зависимость пропускной способности от частоты

Из представленных графиков видно, что пропускная способность в случае использования киральных подложек на основе левосторонних элементов в целом выше, чем на основе правосторонних. Помимо этого, в случае бианизотропных структур на основе левосторонних элементов имеет место дополнительный резонанс на более высоких частотах.

1. Бузов А.Л., Красильников А.Д., Оглоблин А.В. Исследования триортогональных антенных элементов ДКМВ диапазона для систем радиосвязи, использующих технологию ММО// Радиотехника.–2015.–№4,–С. 18-22.

2. Паршин Ю.Н., Комиссаров А.В. Пропускная способность ММО телекоммуникационной системы в условиях изменяющейся пространственной структуры радиотракта с искусственной многолучевостью // Цифровая обработка сигналов. – 2012. – № 1. – С. 50 – 55.

Д.П. Табаков, А.Г. Майоров

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **РЕШЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ТОНКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВИБРАТОРА МЕТОДОМ СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ**

Распределение тока по длине тонкого вибратора находится решением интегрального уравнения Поклингтона [1]:

$$\int_{-l}^l I_z(z') \left[ \frac{\partial^2 G(z-z')}{\partial z^2} + k^2 G(z-z') \right] dz' = -i\omega\epsilon_0 E_z^{cm}(z) \quad (1)$$

где  $I_z(z')$  - распределение тока по длине вибратора,  $G(z-z')$  - функция Грина свободного пространства,  $E_z^{cm}(z)$  - известная из начальных условий  $z$ -составляющая стороннего (наведенного) поля.

Уравнение Поклингтона решается численно методом коллокаций [2] и сводится к решению СЛАУ вида:

$$\vec{Z} \vec{I} = \vec{E} \quad (2)$$

где  $\vec{Z}$  - матрица импедансов (матрица полученная методом коллокаций и представляющая собой дискретизированный аналог интегрального оператора Поклингтона),  $\vec{I}$  - искомый вектор значений тока в точках коллокаций,  $\vec{E}$  - вектор значений стороннего поля в точках коллокаций. Здесь для достижения достаточно точного результата необходимо решать СЛАУ относительно большой размерности, что является ресурсоемкой задачей для ЭВМ.

Предлагается метод решения внутренней электродинамической задачи без решения СЛАУ.

Суть метода сводится к определению собственных векторов  $\vec{U}_i$  и собственных значений  $\lambda_i$ .

$$\vec{Z}\vec{U}_i = \lambda_i\vec{U}_i \quad (3)$$

Вектор распределения тока по длине вибратора в таком случае можно определить по формуле:

$$\vec{I} = \vec{U}^T \vec{\Lambda}^{-1} \vec{U} \vec{E}, \quad (4)$$

где  $\vec{U}$  - матрица, составленная из собственных векторов  $\vec{U}_i$ ,  $\vec{\Lambda}$  - диагональная матрица, элементы которой являются собственными значениями  $\lambda_i$ . Таким образом имея совокупность собственных векторов и зная зависимость собственных значений от частоты, мы можем получить решение простым перемножением матриц, не прибегая к ресурсоемким вычислениям СЛАУ большой размерности.

1.Неганов В.А., Табаков Д.П., Яровой Г.П. Современная теория и практическое применение антенн// М.: «Радиотехника», 2009. – 720с.

2.Митра Р. Вычислительные методы в электродинамике; Радиотехника, 2009.- 720 с.

О.Н. Маслов, И.С. Шаталов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ДВУМЕРНЫЕ И ТРЕХМЕРНЫЕ ТРИАДНО-КЛАСТЕРНЫЕ МОДЕЛИ СЛУЧАЙНЫХ АНТЕНН**

Исходные данные для исследования случайных антенн (СА) методом статистического имитационного моделирования [1], могут быть получены эвристическим способом или экспериментальным путем. Наряду с аналитическими средствами решения поставленных задач при построении адекватных реальности моделей СА используется стохастическая комбинаторика. В [2] предложен триадно-кластерный метод (ТКМ) построения моделей апертурной СА (ТКМ-модели АСА), а также распределенной в пространстве модели СА (РСА), базовым элементом которых является триадный элементарный излучатель (ТЭИ), в качестве наиболее важных для практики вариантов реализации СА. Доклад содержит анализ исходных условий, обсуждение методики и результатов тестового исследования

характеристик векторов электрического  $E$ -поля и магнитного  $H$ -поля для ТКМ-моделей АСА и РСА, построенных на основе ТЭИ.

Типовой моделью АСА в виде дверей и окон является двумерная совокупность ТЭИ, расположенных на плоской поверхности и возбуждаемых источниками КИ-сигнала, расположенными сзади АСА. Единственный продольный слой в такой ТКМ-модели образуют элементы ТЭИ, ориентированные вдоль нормали к поверхности АСА. Число поперечных элементов может быть существенно большим и соответствует числу корреляционных кластеров на поверхности АСА [1-2]. Представленная ТКМ-модель позволяет использовать принцип Гюйгенса-Кирхгофа: решить сначала внутреннюю задачу, определив поля и виртуальные токи, возбуждающие АСА, а затем – внешнюю задачу методом СИМ. В качестве ТКМ-модели РСА, в отличие от АСА, может быть принята трехмерная система ТЭИ, общее число которых соответствует всей области пространства, где находятся источники ее возбуждения (помещение офиса, этаж офисного здания, многоэтажное здание целиком). Процедура моделирования при этом формально не усложняется, однако необходимо постулировать применение трехмерного аналога принципа Гюйгенса-Кирхгофа; оговорить методику определения токов, а также характеристик  $E$ -поля и  $H$ -поля, возбуждающих РСА. В [2; 5] представлена аналитическая модель триадного элементарного излучателя (ТЭИ), компьютерная реализация которой в рамках метода статистического имитационного моделирования (СИМ) может быть базовым элементом СИМ-моделей сложных стохастических излучателей самого разного вида: линейных решеток, двумерных и трехмерных апертурных случайных антенн (АСА). Для двумерных АСА, где базовым элементом является элемент Гюйгенса, результаты СИМ получены в виде гистограмм модулей, а также сферических угловых характеристик векторов напряженности электрического  $E$ -поля и магнитного  $H$ -поля [3-4]. Получение аналогичных данных для СИМ-моделей на основе ТЭИ предвещает этап тестирования программного продукта, реализующего модель ТЭИ в составе АСА [5]. Типовая АСА представляет собой решетку из трех прямоугольных плоских апертур с размерами  $l = 1,5$  м;  $h = 1,8$  м; удаленных друг от друга на расстояние  $d = 0,5$  м, которая моделирует окна в офисном помещении на поверхности стены, через которые происходит утечка информации.

При тестировании рассматривалась АСА в виде трех ТЭИ, разнесенных на расстояние  $d + l = 2$  м друг от друга. Для

гарантированного нахождения точки наблюдения в зоне Фраунгофера при длине волны  $\lambda_k = 1$  м расстояние до нее от АСА выбиралось равным  $r = 200$  м. Относительная погрешность  $\delta^{E:H}(\theta)$  воспроизведения тестового  $F^{E:H}(\theta)$  распределения уровней  $E$ -поля и  $H$ -поля представляет собой модуль разности между их расчетным и тестовым значениями, отнесенный к тестовому значению, принятому за эталон. Значения  $\delta^{E:H}(\theta)$ , в процентах, для экстремумов  $F^{E:H}(\theta)$  не превышают 0,4% для максимумов и 10% для минимумов. Результаты тестирования разработанного программного продукта демонстрируют его адекватность и точность, достаточную для последующего исследования АСА методом СИМ.

1. Маслов, О.Н. Теория случайных антенн: первые 10 лет развития и применения [Текст] / О.Н. Маслов – Антенны. №9 (241), 2017. – С. 37-59.

2. Маслов, О.Н. Тriaдно-кластерный метод анализа и моделирования случайных антенн [Текст] / О.Н. Маслов – Электросвязь. №10, 2016. – С. 69-74.

3. Маслов, О.Н. Статистические характеристики поля решетки апертурных случайных антенн [Текст] / О.Н. Маслов, А.С. Раков, А.А. Силкин – Радиотехника и электроника. Т.58, №11, 2013. – С. 1093-1101.

4. Маслов, О.Н. Статистические модели волнового поля апертурной случайной антенны [Текст] / О.Н. Маслов, А.С. Раков, А.А. Силкин – Радиотехника и электроника. Т.60, №3, 2015. – 642-649

5. Маслов, О.Н. Сложные триадные модели излучателей в задачах проектирования систем активной защиты случайных антенн [Текст] / О.Н. Маслов, И.С. Шаталов // Материалы II Научного Форума телекоммуникации: теория и технологии (ТТТ-2017). Том 1. Материалы XVIII МНТК «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций (ПТиТТ-2017)». Казань: КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, ноябрь, 2017. – С. 32-35.

С.В. Морозов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **О ВХОДНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ ДВУХЗАХОДНОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО СПИРАЛЬНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ**

В работе рассмотрена модель тонкопроволочного двухзаходного эллиптического излучателя, расположенного над бесконечно протяженным металлическим экраном [1]. Расчет структуры был произведен на основе тонкопроволочных интегральных представлений электромагнитного поля [2], с учетом поворотной симметрии.

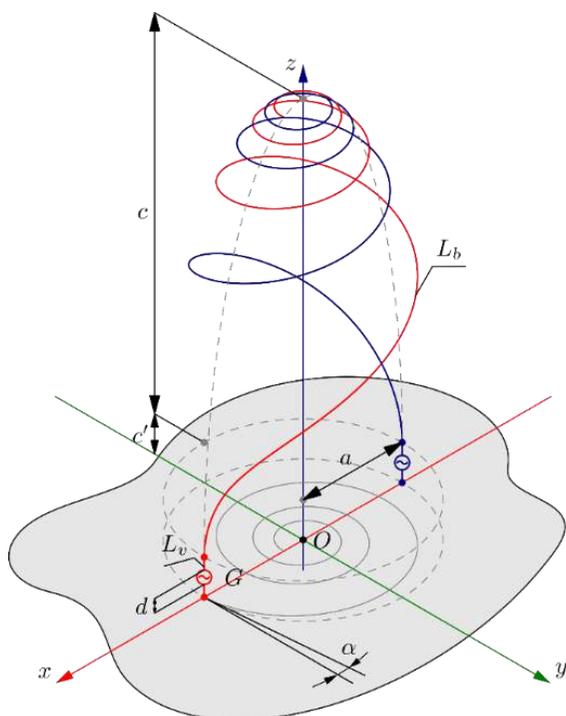


Рисунок 1 - Геометрия двухзаходного спирального эллиптического излучателя

Общий вид геометрии рассматриваемого излучателя приведен на рис.1. Как видно из рисунка, основная группа проводников состоит из спирального элемента  $L_b$  и активного симметричного вибратора  $L_v$ , в разрыв  $d$  которого помещен генератор ЭДС  $G$ , причем  $d \ll \lambda$ . Остальная часть структуры получается путем поворота основной группы проводников на  $180^\circ$ .

Численное моделирование осуществлялось при следующих параметрах:  $c = 3.5$ ,  $a = 1.0$ ,  $c' = 0.35$ ,  $\alpha = 5^\circ$ , число витков спирали – 5.

Проведен расчет входного сопротивления в диапазоне  $a/\lambda = 0.2 \dots 0.7$ .

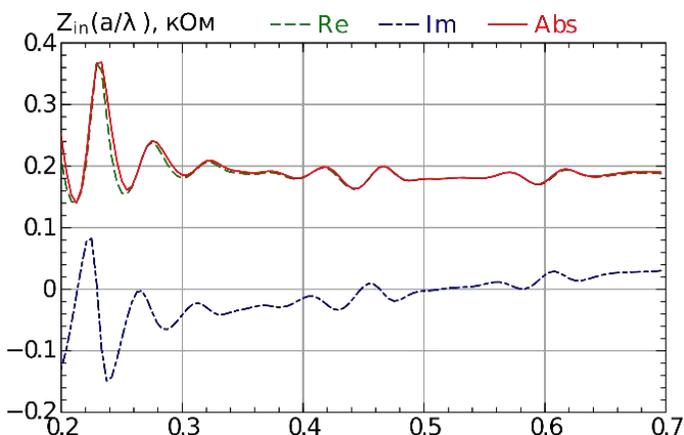


Рисунок 2 - Результаты расчета входного сопротивления

Из рис. 2 видно, при выбранных параметрах структуры входное сопротивление обладает постоянством в широкой полосе частот, а также наблюдается режим бегущих волн тока.

1. Дементьев А.Н., Клюев Д.С., Табаков Д.П. Электродинамический анализ спиральных излучателей, расположенных на поверхности эллипсоида [Текст] // Доклады академии наук, 2017, том 472, №4, с.393-397.

2. Табаков Д.П., Морозов С.В., Куприянов Д.А. Электродинамический анализ тонкопроволочных излучающих структур с поворотной симметрией [Текст] // Радиотехника №3 2018. – С.60-64

Л.В. Топоркова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## РЕЗОНАТОР НА НЕВЗАИМНОЙ СТРУКТУРЕ

В настоящее время стало актуальным исследование гиротропных планарных структур, демонстрирующих свойства невзаимности и управляемых внешними магнитным и электрическим полями[1-2].

В данной работе исследованы особенности электромагнитных колебаний в ферритовом экранированном резонаторе. Расчеты проведены для железоиттриевого граната  $Y_3Fe_5O_{12}$  (ЖИГ). Феррит подмагничен вдоль оси  $Oz$ , таким образом, что вектор внешнего

магнитного поля  $\mathbf{H}_0$  совпадает с направлением распространения волн  $\mathbf{H}_0 = H_0 \cdot \mathbf{e}_z$ . Волновые числа и скорости прямой и обратной волн равны [3]:

$$k_{1,2} = \frac{\omega}{c} \sqrt{\varepsilon(\mu \pm \mu_a)}, \quad v_{1,2} = \frac{c}{\omega \sqrt{\varepsilon(\mu \pm \mu_a)}}.$$

Расстояние между узлами стоячей волны, образованной наложением прямой и обратной волн:

$$l = \frac{4\pi}{k_1 - k_2} = \frac{4\pi c}{\omega(\sqrt{\varepsilon(\mu + \mu_a)} + \sqrt{\varepsilon(\mu - \mu_a)})}.$$

С учетом частотных характеристик компонент магнитной проницаемости резонансная частота определяется уравнением:

$$\omega \sqrt{\varepsilon} \left( \sqrt{\frac{\omega + \omega_H + \omega_M}{\omega + \omega_H}} + \sqrt{\frac{\omega - \omega_H - \omega_M}{\omega - \omega_H}} \right) = \frac{4\pi c}{l},$$

где  $\omega_H = \gamma H_0$ ,  $\omega_M = \gamma \cdot 4\pi M_s$ ,  $\gamma$  - гиромагнитное отношение,  $M_s$  - намагниченность насыщения. При численном моделировании для ЖИГ использовались следующие значения  $\omega_H = \gamma H_0 = 3.64 \Gamma\text{Гц}$ ,  $\varepsilon = 12.7$ ,  $\omega_M = \gamma \cdot 4\pi M_s = 4.9 \Gamma\text{Гц}$ ,  $\gamma = 2.8 \text{ МГц} / \text{Э}$ ,  $H_0 = 1300 \text{ Э}$ ,  $M_s = 1750 / 4\pi \text{ Г}$

Рассчитаны частотные характеристики, которые существенно отличаются от характеристик резонатора без учета невязности свойств среды. Это показывает, что введение в резонаторы сред с невязными параметрами расширяет возможности управления их параметрами.

1. Геворгян А.А. Незвязность волн в поглощающих многослойных средах / А.А. Геворгян // Письма в ЖТФ. – 2003. – Т. 29, вып. 19. – С. 60-68.

2. Незвязное распространение гибридных электромагнитных волн в слоистой структуре феррит-сегнетоэлектрик конечной ширины / А.В. Садовников, К.В. Бубликов, Е.Н. Бегинин и др. // Письма в ЖЭТФ. – 2015. – Т. 102, вып. 3. – С. 167-172.

3. Стоячие волны в невязных гиротропных средах / А.Г. Глущенко, Е.П. Глущенко, Н.Л. Казанский, Л.В. Топоркова // Компьютерная оптика. -2013.- Т.37, №4.-С.415-418

Д.Н. Панин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### СИНТЕЗ ФИЛЬТРА НИЖНИХ ЧАСТОТ НА ОТРЕЗКЕ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ С КУСОЧНО- ЛИНЕЙНЫМ ПРОФИЛЕМ ПОЛОСКИ

В данном сообщении представлена методика реализации фильтра нижних частот на отрезке микрополосковой линии с линейно меняющейся шириной полоски [1]. На рис. 1 дано схематическое изображение фильтра.

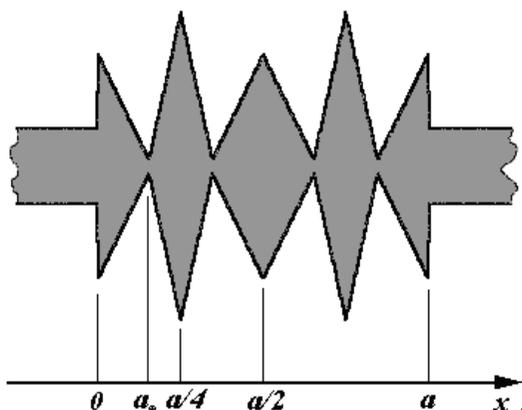


Рисунок 1 - Синтезированный фильтр нижних частот

Показанная на рис. 2 передаточная характеристика фильтра реализуется при зависимости ширины полоски от продольной координаты вида:

$$W(x; \alpha, a_*) = \begin{cases} 3 - 2.8 \frac{x}{a_*} & \text{при } 0 \leq x \leq a_*, \\ 0.2 + \alpha \frac{x - a_*}{0.25 - a_*} & \text{при } a_* < x \leq a/4, \\ W(a/4 - x; \alpha, a_*) & \text{при } a/4 < x \leq a/2, \\ W(a/2 - x; \alpha, a_*) & \text{при } a/2 < x \leq a. \end{cases} \quad (1)$$

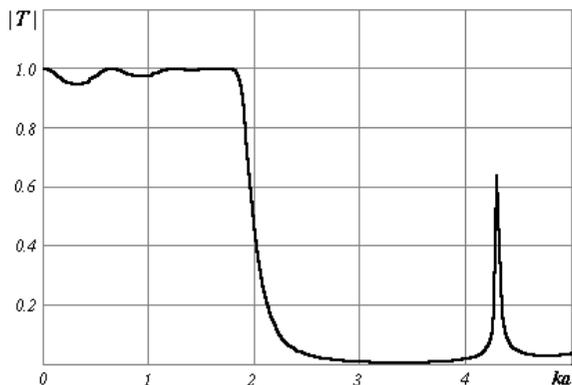


Рисунок 2 - Передаточная характеристика синтезированного фильтра

Здесь ширина полоски фильтра выражена в единицах ширины  $W$  входной и выходной линий. Для расчета волнового сопротивления микрополосковой линии использовано приближенное выражение [2]

$$Z = \frac{120\pi}{\sqrt{0.5(\varepsilon - 1) + 0.5(\varepsilon - 1)(1 + 12h/W)^{-1/2}}}, \quad (2)$$

$$\frac{W}{h} + 1.393 + 0.667 \ln\left(\frac{W}{h} + 1.444\right)$$

где  $\varepsilon$  - относительная диэлектрическая проницаемость подложки,  $h$  - ее ширина. В расчетах для определенности принято  $\varepsilon = 2$ ,  $W/h = 10$ . Значения параметров профиля ширины (1), полученные в результате решения оптимизационной задачи, равны  $\alpha = 3.92$ ,  $a_* = 0.154a$ . Передаточная характеристика фильтра при этом имеет достаточно крутой срез в окрестности частоты  $ka = 2$  и относительно небольшой коэффициент пульсаций в области прозрачности. Выброс на частоте  $ka = 4.3$  за счет некоторого расширения переходной области может быть подавлен путем введения в профиль асимметрии относительно точки  $x = a/2$ .

1. Осипов О.В., Панин Д.Н., Никушин А.В. Метод оптимального параметрического синтеза широкополосных согласующих переходов [Текст] / Письма в ЖТФ – 2013. – Т. 39. Вып. 12. – С.50-56.

2. Фуско В. СВЧ цепи: Анализ и автоматизированное проектирование [Текст] – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.

О.В. Осипов<sup>1</sup>, М.К. Троицкая<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Волгоградский социально-педагогический университет, г. Волгоград, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПЛАНАРНЫХ МЕТАМАТЕРИАЛОВ СВЧ НА ОСНОВЕ БИКИРАЛЬНЫХ ТОНКОПРОВОЛОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СПИРАЛЬНОЙ ФОРМЫ**

Метаматериалы — это композиционные структуры, создаваемые на основе как минимум двух материалов с различными электрофизическими характеристиками и обладающие свойствами, недостижимыми для естественных структур. Особой разновидностью метаматериалов являются киральные метасреды, которые создаются путем размещения проводящих микроэлементов зеркально асимметричной формы в однородном диэлектрическом контейнере. В настоящее время хорошо изучены киральные метаматериалы на основе проводящих тонкопроволочных элементов спиральной формы [1].

В данной работе проводится электродинамический анализ отражения плоских электромагнитных волн (ПЭМВ) СВЧ от планарного слоя киральной метасреды, состоящей из диэлектрического контейнера, в котором равномерно размещены тонкопроволочные элементы в виде двух связанных взаимоортогональных спиралей (бикиральных элементов). Геометрия исследуемого кирального метаматериала приведена на рис. 1.



Рисунок 1 - Геометрия метаматериала

На первом этапе решения задачи была построена дисперсионная модель кирального метаматериала на основе составных спиральных элементов и получены частотные зависимости эффективной диэлектрической проницаемости и параметра киральности. В работе была рассмотрена задача падения ПЭМВ линейной поляризации на

планарный слой исследуемой метасреды. На первом этапе из уравнений Максвелла были определены электромагнитные поля в диэлектрических областях над и под метаматериалом. Далее были найдены электромагнитные поля (ЭМП) в киральном метаматериале. После применения граничных условий задача была сведена к неоднородной системе линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов отражения и прохождения.

На рис. 2 представлены частотные зависимости отраженной и прошедшей мощностей основной компоненты ЭМП в диапазоне от 1 до 10 ГГц. Штриховыми кривыми на рис. 2 показаны зависимости прошедшей мощности основной компоненты ( $10 \lg |t_{ee}|^2$ ); сплошными линиями — отраженной мощности основной компоненты ( $10 \lg |r_{ee}|^2$ ). Падение волны на метаструктуру считалось нормальным. В составном элементе две спирали обладали различным числом витков (1 и 2, соответственно), то есть элемент является асимметричным.

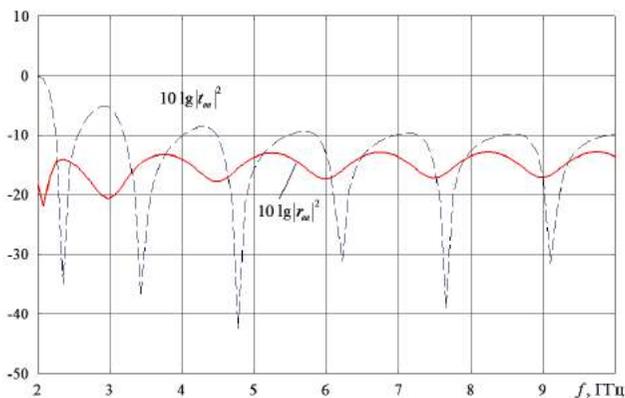


Рисунок 2 - Частотные зависимости прошедшей и отраженной мощностей

Как видно из рис. 2, в случае несимметричного элемента возникает резкая частотная селективность прохождения электромагнитного излучения через метаматериал. Возникает набор дискретных частот, на которых электромагнитная волна через метаматериал не проходит и преобразуется в боковое рассеяние. Кроме того, отсутствуют частоты, начиная с 2 ГГц, на которых уровень ослабления прохождения основной компоненты поля близок 0дБ, что

связано с ростом кросс поляризации. На резонансных частотах метаструктура может выполнять функцию защитного экрана СВЧ.

1. Клюев Д.С. Матричные методы расчета характеристик многослойных планарных метаматериалов при наличии киральности и пространственной дисперсии [Текст] / Д.С. Клюев, О.В. Осипов, А.О. Почепцов, Е.С. Резепова //Инфокоммуникационные технологии. – 2017. – Т. 15, № 3. – Р. 217-225.

С.Ю. Аронов, А.Л. Бузов, И.А. Герасимов  
Концерн «Автоматика», г. Самара, Россия

### **КОМПЛЕКСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТЕННЫХ СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ**

Антенные системы подвижной радиосвязи, как правило, размещаются на открытых пространствах в естественных погодных условиях и специально от негативного воздействия внешней среды ничем не защищаются. Вполне очевидно, что внешние климатические факторы, такие, как, например, дождь, снег, ветер, молнии и пр., оказывают существенное влияние на основные рабочие характеристики антенн (диаграмма направленности, входное сопротивление и пр.). Именно поэтому уже на этапе разработки антенн необходимо как можно более точно учесть возможное влияние климатических факторов и выработать механизмы нивелирования этого влияния.

Исходя из вышесказанного, технология проектирования техники антенн систем подвижной радиосвязи должна включать комплексные методы, обеспечивающие решение двух взаимосвязанных задач: электродинамической задачи, определяющей характеристики антенн по назначению, и механической задачи, определяющей влияние всех существенных механических и климатических факторов. Перспективность подобного подхода подтверждает мировая практика в области систем моделирования.

Как известно, различные классы физических явлений (механические, электродинамические) описываются схожими математическими моделями и системами уравнений, поэтому имеется возможность совмещения вышеперечисленных уравнений в единую

расчетную систему, которая затем решается стандартными численными методами. При этом наиболее удобными для совместного исследования механических и электродинамических процессов оказываются методы, содержащие двух- или трехмерную дискретизации областей, занимаемых антеннами и другими металлоконструкциями. Также при этом необходимо обеспечить сочетание входных данных моделирования различных классов задач.

Указанные численные методы решения электродинамических и механических задач реализованы во многих современных программных комплексах (ПК). Основной задачей здесь является их совместное использование (интеграция) для решения задач комплексного моделирования антенн с общими входными данными и общим результатом. В данной работе методика комплексного учета требований при проектировании антенн реализована на основе интеграции ПК SCATER [1] и свободных программных продуктов GMSH и CalculiX.

Как показало практическое использование предложенной технологии, данный подход позволил существенно сократить трудоемкость разработки антенн и повысить качество проектирования. Комплексный подход к моделированию также предоставил возможность инженеру-разработчику лучше оценить реакцию модели на всевозможные комбинации явлений и устранить издержки разделения труда между разработчиками антенных систем и конструкторами.

1. ПК SCATER: свидетельство о государственной регистрации на Программный комплекс «SCATER» № 2013614027 / Правообладатель АО «Концерн «Автоматика». – 23.04.13.

М.А. Бузова<sup>1</sup>, И.В. Дорощенко<sup>2</sup>, А.Д. Красильников<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Концерн «Автоматика», г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ШИРОКОПОЛОСНЫЕ И МНОГОПОЛОСНЫЕ КОЛЬЦЕВЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ НА ОСНОВЕ ЛОГОПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ**

Данный доклад посвящен некоторым вопросам построения антенно-фидерных устройств (АФУ) для базовых станций подвижной радиосвязи. В связи с активным развитием систем подвижной радиосвязи в настоящее время к таким АФУ предъявляется ряд требований, а именно:

- обслуживание значительных по площади территорий;
- обеспечение близкой к круговой диаграммы направленности (ДН) в азимутальной плоскости;
- обеспечение достаточно узкой, с высоким коэффициентом направленного действия (КНД), ДН в меридиональной плоскости;
- обеспечение многочастотности (многодиапазонности, широкополосности) системы.

Выполнение первого требования возможно путем размещения АФУ на достаточно высоких специализированных или приспособленных сооружениях. Для реализации следующих двух требований наилучшим образом подходят кольцевые антенные решетки (КАР). При этом повышение КНД обычно достигается за счет вертикального развития КАР (многоэтажность). Что же касается последнего требования, то для его выполнения в качестве излучателей для КАР необходимо использовать соответствующие широкополосные и/или многополосные антенны. В качестве таковых предлагается использовать логопериодические антенны (ЛПА) [1, 2].

КАР на основе ЛПА могут строиться по различным принципам. При этом могут быть обеспечены (в зависимости от предъявляемых требований) как широкополосность, так и многодиапазонность АФУ в целом. В качестве практического примера рассмотрим два варианта построения КАР, рассчитанных на работу в двух частотных поддиапазонах с рабочими частотами 900 МГц и 1800 МГц.

В качестве первого варианта рассматривалась КАР с поворотной симметрией вертикальной поляризации, содержащая 12 ЛПА, равномерно расположенных на цилиндрической опоре. При этом использовались два типа ЛПА (по 6 штук каждого типа), рассчитанных каждый на свой поддиапазон, размещенные на опоре поочередно, но со сдвигом по высоте. Электродинамическая модель такой КАР представлена на рисунке 1, а).

В качестве второго варианта также рассматривалась КАР с поворотной симметрией на основе 12 одинаковых ЛПА, рассчитанных

на весь частотный диапазон 890 – 1880 МГц. Электродинамическая модель такой КАР представлена на рисунке 1, б).

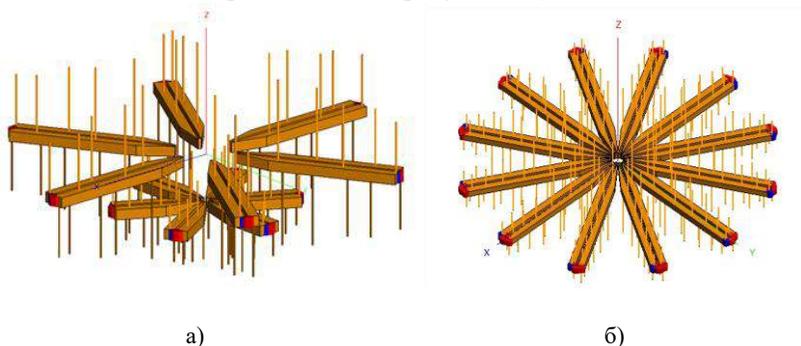


Рисунок 1 – Электродинамические модели КАР на основе ЛПА

Как показали проведенные исследования, оба варианта имеют свои достоинства и недостатки. Так, использование двух типов ЛПА в первом варианте обеспечивает более хорошее (с меньшим коэффициентом стоячей волны (КСВН)) согласование АФУ в рабочих полосах частот. Однако, данный вариант позволяет сформировать только одну модовую ДН. КАР второго варианта обладает большим КСВН, но обеспечивает приемлемое согласование во всем диапазоне частот. Кроме того, данная КАР позволяет формировать модовые ДН до 4-го порядка, что дает возможность оперативного управления ДН, в том числе, формирования достаточно узкого луча.

Практическое применение того или иного варианта определяется конкретными требованиями, предъявляемыми к АФУ в данной конкретной задаче.

1. Бузова М.А., Дорошенко И.В., Красильников А.Д., Салдаев С.В. Излучатели для многочастотных антенных систем центровых и абонентских станций подвижной радиосвязи // «Радиотехника, электроника и связь»: Сб. докладов IV Международной научно-технической конференции. – Омск, 2017. – С. 326 – 332.

2. Бузова М.А., Красильников А.Д., Минкин М.А. Новые технологические и конструктивные решения антенн базовых станций широкодиапазонных и многодиапазонных систем подвижной радиосвязи. Новые технологии: Материалы X Всероссийской конференции. – Т. 3. – М.: РАН, 2013. – С. 102 – 106.

Д.А. Копылов, С.С. Телегин  
Концерн «Автоматика», г. Самара, Россия

## **РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭМС КОМПАКТНОЙ ГРУППИРОВКИ РАДИОСРЕДСТВ**

В связи с интенсивным развитием сетей связи различных диапазонов возникает необходимость размещения на объектах большого количества радиосредств. Положение усугубляется в случае ограниченности мест возможного размещения радиосредств и антенных систем (АС). Это приводит к перенасыщению объектов разнотипными антеннами и, как следствие, значительно усложняет электромагнитную обстановку, что приводит к необходимости выполнения жестких требований по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС) компактной группировки радиосредств. Такая ситуация возникает, например, при размещении радиокомплексов на подвижных объектах. При этом важной задачей является выполнение комплекса мер по обеспечению ЭМС как на этапе проектирования объекта, так и на этапе приемо-сдаточных испытаний [1].

В связи с вышесказанным имеет место научно-практическая проблема разработки комплексной методики проверки критериев обеспечения ЭМС компактной группировки радиосредств на подвижных объектах, включающей в себя расчетные, экспериментальные и психоакустические методы анализа.

Экспериментальные методы анализа ЭМС обладают высокой трудоемкостью [1], однако к достоинствам таких подходов следует отнести априорный учет всех факторов электромагнитного влияния окружения, а также возможность «посмотреть» реальное физическое распределение измеряемых параметров ЭМС.

С точки зрения применения расчетных методов [2] наиболее перспективным в данном случае представляется использование современных комбинированных методов электродинамического анализа. Однако, к недостаткам данного подхода следует отнести высокую ресурсоемкость расчетов и сложность оценки адекватности используемых моделей.

Учитывая вышесказанное, авторами разработана расчетно-экспериментальная методика проверки и анализа обеспечения ЭМС,

сочетающая в себе достоинства обоих подходов. Блок-схема предлагаемой методики представлена на рисунке 1. Предложенная методика позволяет на этапе промышленного производства различного

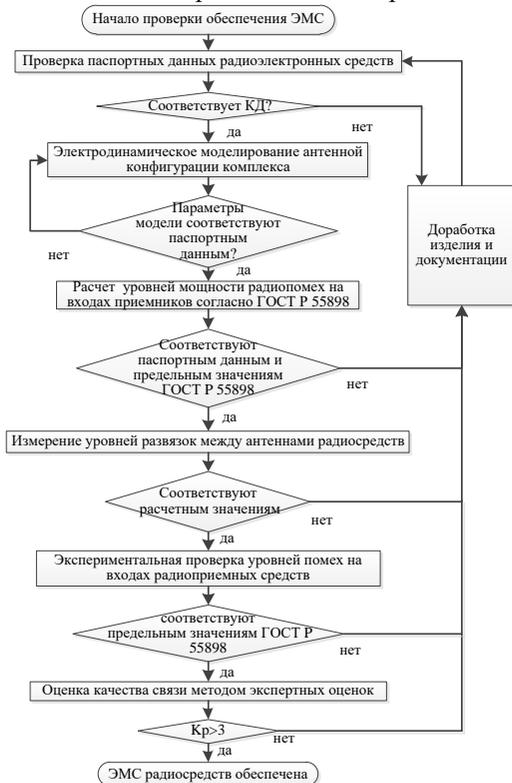


Рисунок 1 – Блок-схема методики оценивания обеспечения ЭМС

рода объектов, имеющих в своем составе компактные группировки радиосредств, обеспечить проверку параметров ЭМС данных группировок по критериям, обоснованным на этапе испытаний установочных партий таких объектов.

1. Бузов А.Л. Проблемы и перспективы развития методов и программных средств обеспечения внутриобъектовой ЭМС РЭС // Труды НИИР. – 2009. – № 4. – С. 76 – 79.

2. Аронов В.Ю., Бузова М.А., Загвоздкин М.В., Телегин С.С. Технологии автоматизации проектирования комплексов телекоммуникационного оборудования с обеспечением электромагнитной совместимости, информационной и электромагнитной безопасности: В сб. Итоги науки. Выпуск 19. Избранные труды Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки. – М.: РАН, 2015. – 154 с. – Глава 5. – С. 97 – 115.

В.В. Бадалов<sup>1</sup>, А.Н. Беспалов<sup>2</sup>, В.Ю. Назин<sup>2</sup>, А.М. Нещерет<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Концерн «Автоматика», г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИРАЛЬНЫХ МЕТАМАТЕРИАЛОВ В АНТЕННАХ СИСТЕМ МІМО**

В настоящее время для улучшения качества обслуживания, в частности, повышения пропускной способности, в различных сетях радиосвязи достаточно часто используется технология МІМО (Multiple Input Multiple Output) [4], суть которой заключается в организации нескольких слабокоррелированных подканалов обмена информацией между источником и приемником, тем самым позволяя значительно увеличить спектральную эффективность всей системы. Особый интерес (и наибольший выигрыш) данная технология представляет в случае многолучевого характера распространения сигналов, наблюдающегося в условиях высокой и сверхвысокой плотности застройки, а также в условиях сложного урбанистического рельефа.

С точки зрения электродинамики дополнительно повысить качество обслуживания позволяет использование новых типов антенных систем, в том числе, на основе метаматериалов. Одной из особенностей применения метаматериалов в антенной технике является возможность создания высокоомных поверхностей, служащих для уменьшения влияния между излучателями антенных решеток [1].

В рамках подхода, подразумевающего использование для повышения эффективности радиотехнических систем новых типов антенн на основе метаматериалов, интерес представляет определение выигрыша по сравнению с традиционными решениями. В работе [2] было показано, что достаточно ощутимое воздействие на пропускную способность МІМО систем оказывает взаимное влияние элементов антенной решетки. В целом, оценить пропускную способность

системы MIMO с учетом взаимного влияния излучателей антенной системы позволяет выражение:

$$C = \log_2 \det \left( \mathbf{I} + \frac{1}{D_N} \mathbf{Z}_{\text{RX}}^{-1} \mathbf{H} \mathbf{Z}_{\text{TX}} \mathbf{R} \mathbf{Z}_{\text{TX}}^H \mathbf{H}^H \left( \mathbf{Z}_{\text{RX}}^{-1} \right)^H \right), \quad (1)$$

где  $D_N$  – суммарная мощность шумов в каждой приемной антенне;

$\mathbf{Z}_{\text{RX}}, \mathbf{Z}_{\text{TX}}$  – матрица импедансов приемной и передающей антенн.

Из вышеприведенной формулы видно, что взаимное влияние излучателей описывается матрицами импедансов передающих и приемных антенных систем.

В качестве примера реализации системы MIMO рассматривались две пары микрополосковых антенных решеток (одна приемная, другая, соответственно, передающая), подложки одной из пар, выполнены из метаматериала на основе правовинтовых спиральных элементов, а другой пары – из высокочастотного диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 1. На подложках антенных решеток параллельно друг другу на расстоянии, равном рабочей длине волны  $\lambda_0$ , расположены три симметричных полуволновых вибраторных излучателя.

Была произведена оценка взаимного влияния излучателей на пропускную способность для MIMO системы. На рисунке 1 показаны зависимости пропускной способности от частоты для двух рассматриваемых антенных решеток. Следует отметить, что в графике приведена нормированная к максимальному значению пропускная способность.

Из представленного графика видно, что, в целом, пропускная способность в случае антенной системы с подложкой метаматериала выше, в связи с чем использование таких антенн в составе сетей

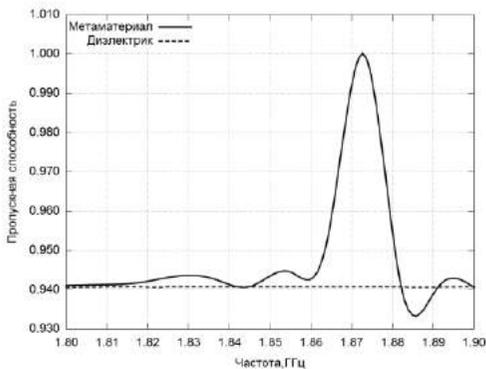


Рисунок 1 – Зависимость пропускной способности от частоты

радиосвязи, использующих технологию ММО, является весьма перспективным. Скачкообразный характер объясняется резонансными свойствами метаматериала.

1. Бузов А.Л., Клюев Д.С., Нещерет А.М., Неганов В.А. Перспективы использования метаматериалов в антеннах нового поколения // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2017. – Т.20. – № 3. – С. 15 – 20.

2. Паршин Ю.Н., Комиссаров А.В. Пропускная способность ММО телекоммуникационной системы в условиях изменяющейся пространственной структуры радиотракта с искусственной многолучевостью // Цифровая обработка сигналов. – 2012. – № 1. – С. 50 – 55.

М.А. Бузова<sup>1</sup>, С.В. Салдаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Концерн «Автоматика», г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНТЕННЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ АБОНЕНТСКИХ СТАНЦИЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ**

В настоящее время сети подвижной связи активно развиваются, в частности, в направлении предоставления абонентам новых высококачественных мультимедийных услуг. Это, в свою очередь, предполагает существенное ужесточение требований к качеству радиоканала.

Хорошо известно, что на качество радиоканала распространения волн метрового и дециметрового диапазонов в условиях городской застройки отрицательно влияет ряд факторов, среди которых следует отметить деполяризацию распространяющихся волн [1]. Существенно снизить влияние данного фактора позволяет использование антенн смешанной поляризации, как на базовых станциях, так и на абонентских. При этом реализация антенн горизонтальной (и/или смешанной) поляризации для абонентских станций сопряжена с известными трудностями, связанными с влиянием хорошо проводящей подстилающей поверхности (например, крыши автомобиля и пр.) на характеристики антенн.

Данный доклад посвящен рассмотрению возможностей построения антенн горизонтальной и смешанной поляризации абонентских станций систем подвижной радиосвязи. Были проведены

исследования различных вариантов расположения горизонтальных полуволновых вибраторов с целью оценки возможностей излучения волн горизонтальной поляризации в присутствии металлических рассеивателей. Моделирование антенн и окружающих конструкций осуществлялось при помощи отечественного программного комплекса [2]. Моделирование проводилось для трех вариантов размещения вибраторов: в свободном пространстве, над металлической крышей конечных размеров и над бесконечной идеальной магнитной стенкой.

Как показали проведенные исследования, рассмотренные решения антенн, расположенных над металлической крышей, низкоэффективны с точки зрения излучения волн горизонтальной поляризации в горизонтальном направлении (коэффициент направленного действия в направлении излучения на 10...14 дБ меньше максимального). Радикальным решением проблемы, как показали расчеты, может стать размещение антенн над крышей, обладающей свойствами магнитной стенки.

В качестве примера на рисунке 1 представлены диаграммы направленности (ДН) в вертикальной и горизонтальной плоскостях системы из двух скрещенных горизонтальных вибраторов, возбуждаемых квадратурно и расположенных над магнитной стенкой. Видно, что в данном случае неравномерность азимутальной ДН не превышает 1 дБ и такая система обеспечивает излучение волн горизонтальной поляризации с соблюдением всех требований к антеннам абонентских станций подвижной радиосвязи.

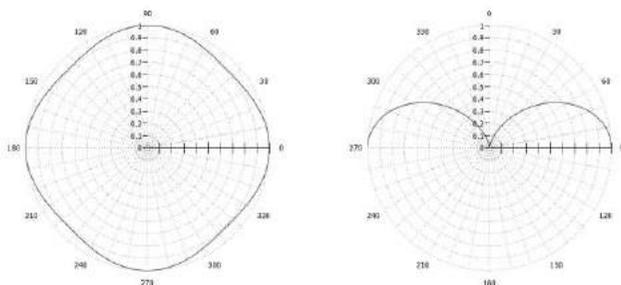


Рисунок 1 – ДН системы из двух скрещенных горизонтальных вибраторов, расположенных над магнитной стенкой

В заключение остановимся на вопросах создания антенных систем смешанной поляризации. Вполне очевидно, что антенны

вертикальной поляризации на подвижных объектах должны устанавливаться над электрическим экраном. Как было показано выше, антенны горизонтальной поляризации необходимо устанавливать над магнитным экраном. Соответственно, при реализации перспективных антенных систем смешанной поляризации для подвижных объектов излучатели волн горизонтальной и вертикальной поляризации необходимо размещать над фрагментами крыши с различными электромагнитными характеристиками (электрическими и магнитными стенками).

1. Специальная радиосвязь. Развитие и модернизация оборудования и объектов. Монография / Под ред. *А.Л. Бузова, С.А. Букашкина*. – М.: Радиотехника, 2017. – 448 с.

2. Программный комплекс SAMANT release 2 (ПК SAMANT r2). Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2016612128. – правообладатель АО «Концерн «Автоматика». – 2016.

Д.А. Копылов<sup>1</sup>, К.И. Пестовский<sup>2</sup>, А.А.Рубис<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Концерн «Автоматика», г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ АНТЕННЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ И БЫСТРОРАЗВЕРТЫВАЕМЫХ РАДИОСТАНЦИЙ ДИАПАЗОНА ДКМВ**

Мобильные и возимые (быстроразвертываемые) радиосредства диапазона ДКМВ широко применяются в составе радиолиний и сетей КВ радиосвязи самого различного назначения и принадлежности [1 – 3]. Их несомненное достоинство – возможность оперативной организации радиосвязи практически независимо от наличия и сохранности инфраструктуры, в том числе из неподготовленных районов, зон сильных и катастрофических разрушений, что делает их необходимой компонентой систем связи запасных пунктов управления, различных звеньев управления войсками в боевых и миротворческих операциях, зон ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и т.п. Мобильность обеспечивается, как правило, за счет размещения комплексов технических средств, включая быстроразвертываемые, на колесной или гусеничной базе.

С учетом оперативных (тактических) требований к перспективным комплексам в их составе должны присутствовать антенно-фидерные устройства (АФУ) ДКМВ:

- быстроразвертываемые приемные и передающие (и/или приемопередающие), для организации дальних (по одно- и многоскачковым ионосферным трассам) и зоновых (земной волной и зенитным излучением) связей на стоянках (позициях развертывания);

- бортовые приемопередающие, для организации зоновых связей на коротких остановках или в движении.

В обоих случаях перспективным оказывается использование малогабаритных антенн в сочетании с быстродействующими (время перестройки не более десятков мс) антенно-согласующими устройствами (АнСУ) [4], т.к. в первом случае использование полноразмерных антенн крайне нежелательно из-за больших габаритных размеров и связанных с этим проблем развертывания, а во втором случае оно просто невозможно.

Проведенный анализ показал, что для вибраторных и рамочных антенн приемлемых габаритов, в силу их высокой добротности, широкополосность согласования с помощью АнСУ может оказаться недостаточной для реализации быстрой ППРЧ, поэтому, в дополнение к АнСУ, должны использоваться согласующие звенья с диссипативными элементами, обеспечивающие (разумеется, за счет некоторого снижения КПД) необходимую широкополосность. Компромиссный вариант реализации антенн, обеспечивающий удовлетворительную энергетiku при приемлемых габаритах, определяется с учетом совокупности различных требований.

Важным аспектом при создании перспективных мобильных и быстроразвертываемых радиоцентров (узлов, аппаратных) диапазона ДКМВ является реализация универсальности и тактической гибкости антенного комплекса, включая возможность одновременного использования его развертываемых и бортовых составных частей в режиме множественной передачи/приема (ММО) с пространственным, поляризационным или комбинированным разнесением [4]. При этом в состав антенных комплексов должны входить би- и триортогональные антенны в сочетании с соответствующей аппаратурой аналоговой и цифровой обработки сигналов.

Существенным вопросом при создании компактных объектов размещения радиосредств является обеспечение их электромагнитной

совместимости (ЭМС), тем более, что в большинстве случаев радиостанции ДКМВ в составе объекта должны работать одновременно с радиосредствами других диапазонов. Одним из перспективных направлений в обеспечении ЭМС является повышение развязки между антеннами за счет включения в состав антенных комплексов пассивных элементов с особыми электродинамическими характеристиками, выполненными на основе метаматериалов [5].

1. Машина управления П-230Т на базе броневедомоля "Тигр-М" // <https://www.drive2.ru/c/486347804021621368/>

2. Мобильный узел связи для ликвидации последствий ЧС // <http://www.tssonline.ru/articles2/focus/mobilniy-uzel-svyazi-dlya-likvidacii-posledstviy-chs>

3. Автоматизированный радиоцентр коротковолновой связи «Антей» // <http://nevskaa-bastion.ru/antey-rks/>

4. Бузов А.Л. Основные проблемы и тенденции в области разработки антенно-фидерных устройств специальной радиосвязи ВЧ, ОВЧ и УВЧ диапазонов // Электросвязь. – 2013. – № 12. – С. 20 – 26.

5. Бадалов В.В., Беляев С.О., Копылов Д.А., Нещерет А.М. Исследование характеристик антенных систем на основе использования метаматериалов в целях обеспечения электромагнитной совместимости средств радиосвязи // Антенны. – 2017. - №11. – С.31-38.

А.Л. Бузов<sup>1</sup>, М.А. Минкин<sup>1</sup>, А.А. Рубис<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Концерн «Автоматика», г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ АНТЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ КВ РАДИОЦЕНТРОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА**

В настоящее время актуальными являются задачи поддержания работоспособности коротковолновых (КВ) радиоцентров, а также их модернизации в целях обеспечения соответствия современным и перспективным требованиям. Это связано с серьезной переподготовкой и перевооружением войск связи: совершенствуются средства связи, способные обеспечить устойчивое и непрерывное функционирование даже в жестких климатических условиях, путем применения современных технологий, компонентов и инновационных

решений, причем одной из важных и незаменимых составляющих специальной связи остается КВ радиосвязь.

Ввиду сложности и многогранности рассматриваемых задач для модернизации существующих и проектирования новых КВ радиоцентров необходимо применение именно системного подхода, максимально учитывающего все возможные требования и влияющие факторы. Рассмотрим ниже основные идеи предлагаемого подхода.

Одной из задач модернизации существующих КВ радиоцентров является задача сокращения их площадей. Она должна рассматриваться с учетом всех существенных факторов, включая вопросы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) системы. В качестве основных, на взгляд авторов, путей оптимизации антенных площадей стоит выделить использование кольцевых антенных решеток (КАР), а также использование устройств объединения передатчиков для работы на одну антенну [1, 2].

Другой важной задачей является оптимизация энергетики антенных систем. Эффективным решением здесь является применение технологии множественного приема/передачи (ММО) [3].

При разработке конкретных алгоритмов и критериев оптимизации в рамках предлагаемого системного подхода, обосновании базовых технических и технологических решений, на основе которых должны решаться задачи построения (модернизации) антенно-фидерного оборудования радиоцентров, и соответствующих технических требований, помимо упомянутых выше, должны учитываться следующие существенные факторы:

1) Обеспечение необходимого состава антенных комплексов, их функциональной гибкости и пригодности для решения новых задач, высокое быстродействие антенной коммутации и антенного согласования;

2) Необходимость комплексной автоматизации управления оборудованием;

3) Необходимость сохранения или наращивания оперативных возможностей радиоцентров;

4) Необходимость обеспечения ЭМС и электромагнитной безопасности оборудования и объектов;

5) Современные и перспективные конструктивно-технологические возможности, конструкционные материалы, вопросы логистики, организации монтажных работ и т.п.;

6) Необходимость обеспечения универсальности решений применительно к различным условиям эксплуатации либо наличия соответствующих исполнений изделий;

7) Необходимость технических и технологических решений, обеспечивающих поэтапную модернизацию сооружений и оборудования антенных полей действующих радиоцентров без нарушения их работоспособности (боеготовности);

8) Необходимость комплексного решения технических, технологических и экономических вопросов применительно к конкретным вариантам.

Применение описанного системного подхода при проектировании и модернизации КВ радиоцентров позволит строить универсальные антенные комплексы, обладающие лучшими характеристиками по сравнению с традиционными, занимающие меньшие площади и ориентированные на использование перспективных технологий в сетях и системах КВ радиосвязи.

1. Бузов А.Л., Красильников А.Д., Рубис А.А. Пути оптимизации антенных комплексов КВ-радиоцентров // Антенны. – 2017. – № 10. – С. 11 – 19.

2. Бузов А.Л., Кольчугин И.Ю. Построение передающих антенных решеток ДКМВ-диапазона // Электросвязь. – 2012. – № 12. – С. 49 – 52.

3. Бузов А.Л., Красильников А.Д., Оглоблин А.В. Исследования триортогональных антенных элементов ДКМВ диапазона для систем радиосвязи, использующих технологию ММО // Радиотехника. – 2015. – № 4. – С. 18 – 22.

## **6. Защита информации в инфокоммуникационных системах — The information security in infocommunication networks**

Б.С.Ахметов<sup>1</sup>, В.А.Лахно<sup>2</sup>, А.Б.Адранова<sup>1</sup>, Л.М.Кыдыралина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup> Европейский университет

### **АЛГОРИТМ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОХРАНЫ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

Увеличение количества деструктивных воздействий на объекты информатизации (ОИ) делают релевантными исследования в области принятия решений по информационной безопасности (ИБ) и физической защиты данных объектов. К задачам данного класса относится и методология рационального выбора аппаратно и программно совместимых технических средств охраны (ТСО), а также систем защиты информации и кибербезопасности (СЗИ и КБ).

Сложившийся на сегодня тренд с возрастанием и усилением различных угроз [1–3] требуют продолжения исследований по усовершенствованию методов оценки защищенности ОИ. Поэтому тематика исследований, посвященных развитию методов и алгоритмов многокритериальной дискретной оптимизации выбора ТСО, СЗИ и КБ для ОИ является актуальной.

С учетом полемичности выводов, полученных в [4, 5], представляется актуальной задача совершенствования метода и алгоритмов многокритериальной дискретной оптимизации, связанных с оценкой защищенности ОИ. В частности, этого можно добиться усовершенствованием модели выбора ТСО, СЗИ и КрБ на основе комбинации лексикографического и метода Эджворта-Парето.

В ходе исследований, предложено усовершенствование математического метода Эджворта-Парето в задачах многокритериальной дискретной оптимизации, связанной с оценкой защищенности ОИ. Для этого предлагается использовать совокупность

математических парадигм, основанных на методах Эджворта-Парето и лексикографической многокритериальной оптимизации) [6].

Предлагаемый комбинированный метод, позволит при необходимости расширить область Парето-оптимальных решений. При этом учитываются приоритеты (важность) критериев, а также процедура отыскания кратных вариантов.

В предлагаемом подходе используются два критерия: критерий стоимости и критерий эффективности применения. Сделано допущение, что критерий «Эффективность применения» более предпочтителен, чем критерий «Стоимость». Используемые критерии, имеют соответствующие числовые весовые коэффициенты, сумма которых во всех случаях равно единице.

Предложена модель для нахождения (в рассматриваемых областях) для объектов исследования (ОИ) максимальных кратных решений. Кратные решения характеризуют свойство «эффективность применения» для перебираемых вариантов ТСО и СЗИ. В контексте исследования, под кратными решениями подразумеваются ОИ разные по структуре, но обладающие одними и теми же количественными значениями. Эти значения характеризуют одни и те же технические характеристики (ТХ). Или же имеют равные числовые величины по одному и тому же критерию. Если, хотя бы для, одного ОИ найдены кратные значения, происходит сравнение двух числовых значений для соответствующих образцов, но только по второму критерию. При этом выбирается тот объект, который имеет наименьшее значение по критерию «стоимость». Этот ОИ включается в список оптимальных вариантов, а другой исключается из списка оптимальных решений.

Возможна ситуация, когда для двух найденных ОИ значения по соответствующим критериям равны. Тогда оба этих объекта включаются в список оптимальных решений.

В ходе исследования для каждой области будет получен один из трех возможных исходов – в рассматриваемой области:

1. оптимальные ОИ отсутствуют;
2. существует один оптимальный ОИ;
3. существует не менее двух оптимальных ОИ.

В результате, предложен усовершенствованный метод Эджворта-Парето и адаптивные алгоритмы выбора технических ТСО и

КБ для ОИ. Рассмотрена модификация метода для класса задач многокритериальной дискретной оптимизации, связанной с оценкой защищенности ОИ. Предложенная модификация, позволяет повысить эффективность решения указанного класса задач, путем комбинации метода дискретной оптимизации Эджворта-Парето и лексикографического метода. С учетом модификации, разработаны адаптивные алгоритм и модуль системы поддержки решений в процессе выбора рациональных вариантов ТСО и систем КБ для защиты ОИ. Разработан векторный критерий оценки полученного вывода для выделения множества Парето-оптимальных решений. В качестве составляющих, предложенный критерий, анализирует два условия оптимальности: стоимостную характеристику разновидности ТСО и оценку технической эффективности этого варианта.

Имплементация результатов исследований на реальных объектах информатизации показала, что предложенные решения, базирующиеся на усовершенствованном методе и адаптивных алгоритмах выбора ТСО и средств кибербезопасности, позволяют повысить степень защищенности ОИ.

1. Lam, J. (2016). ИЕТ: Cyber security in modern power systems-Protecting large and complex networks. In *Cyber Security in Modern Power Systems*, IET (pp. 1–12). IET.
2. Wong, K., Dillabaugh, C., Seddigh, N., & Nandy, B. (2017, April). Enhancing Suricata intrusion detection system for cyber security in SCADA networks. In *Electrical and Computer Engineering (CCECE), 2017 IEEE 30th Canadian Conference on* (pp. 1–5). IEEE.
3. Ivanova, Y. A. (2017). Simulation modelling and assessing the impact of cyberattacks on urban automobile transport systems. *International Journal on Information Technologies & Security*, 9(3), 117–141.
4. Moreira, N., Molina, E., Lázaro, J., Jacob, E., & Astarloa, A. (2016). Cyber-security in substation automation systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1552–1562.
5. Akhmetov, B., Lakhno, V., Boiko, Y., Mishchenko, A. (2017). Designing a decision support system for the weakly formalized problems in the provision of cybersecurity, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(2 (85)), pp. 4–15.
6. Podinovski, Victor V., and Timo Kuosmanen. (2011). "Modelling weak disposability in data envelopment analysis under relaxed convexity assumptions." *European Journal of Operational Research* 211.3, pp. 577–585.

О.Ю. Губарева, О.В. Осипов, В.В. Пугин  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ НАРУШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ АУТСОРСИНГЕ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ**

По мнению многих российских специалистов в области информационной безопасности (ИБ), именно стандарты Банка России в области ИБ являются тем базисом, руководствуясь которым можно достичь необходимого уровня доверия к распределенным информационным системам. Данные стандарты, по нашему мнению, можно скорее отнести к оценочным стандартам, хотя как известно, между оценочными стандартами нет глухой стены и с техническими спецификациями. Вся совокупность основных Стандартов Банка РФ (СТО БР ИББС-1.1-2007, СТО БР ИББС-1.2-2014, СТО БР ИББС-1.3-2016) по своей значимости для финансового (и не только) сектора РФ представляют своего рода аналог «Библии» среди оценочных стандартов – так называемой «Оранжевой книги» Министерства обороны США.

В июле 2018 года будет принят и введен в действие новый любопытный стандарт, регламентирующий управление риском нарушения ИБ при аутсорсинге (СТО БР ИББС-1.4-2018). По мнению некоторых коллег, еще с десятков лет назад, аутсорсинг в банковской сфере представлялся по многим причинам нежелательным и достаточно проблематичным. Однако, в связи с необходимостью оптимизации затрат, повышения прозрачности бизнеса, привлечения высококвалифицированных специалистов, в том числе в области ИБ, и т.п., некоторые бизнес-функции передаются поставщикам услуг, т.е. на аутсорсинг.

В стандарте определены основные виды бизнес-функций, которые рассматриваются организациями банковской структуры (БС) РФ в качестве приоритетных для возможной передачи на аутсорсинг, которые являются типовыми и для многих других организаций, как ни странно, работающих в том числе, и в области телекоммуникаций, а также и в государственных образовательных учреждениях высшего образования, а именно:

– функции, связанные с применением информационных технологий, обслуживанием и администрированием средств вычислительной техники серверного и телекоммуникационного оборудования, устройств самообслуживания, с разработкой программного обеспечения;

– административные функции, включая функции, связанные с финансовой деятельностью, функционалом back-офиса, call-центра, организационным и административным обеспечением;

– функции, связанные с хранением и обработкой информации, в том числе на внешних центрах обработки данных и облачных сервисах (облачных службах);

– функции обеспечения информационной безопасности (ИБ) организации БС РФ;

– административно-хозяйственные функции [1].

Естественно, передача таких важных функций во внешнее управление обычно приводит к уменьшению стоимости предоставляемых услуг, иногда к повышению их качества, и обязательно к появлению новых, достаточно серьезных рисков в профессиональной деятельности организации, в том числе непосредственно связанных с нарушениями ИБ, причем в ряде случаев ущерб от реализации указанных рисков не может быть компенсирован поставщиком услуг в рамках заключенных договорных отношений.

Применение данного стандарта для предприятий различных сфер деятельности и позволяет оценить риск нарушения информационной безопасности при аутсорсинге существенных функций, определить задачи и зону ответственности руководства организации, предъявить требования к проведению оценки поставщика услуг, а также осуществить мониторинг и контроль риска нарушения ИБ.

1. [http://www.cbr.ru/credit/gubzi\\_docs/st-14-18.pdf](http://www.cbr.ru/credit/gubzi_docs/st-14-18.pdf)

А.П. Алексеев

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **СКРЫТАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В ЗВУКОВЫХ ФАЙЛАХ**

Стеганографическое сокрытие информации возможно осуществить в самых разнообразных контейнерах [1]. Рассмотрим порядок внедрения информации в звуковой файл формата WAV.

Предположим, что имеется звуковой файл, дамп которого показан на рис. 1. Файл является монофоническим (об этом свидетельствует содержимое ячеек 16Н и 17Н), в нём использовано 16-ти битное кодирование (ячейки 22Н и 23Н), частота дискретизации составила 44,1 кГц (ячейки 18Н...19Н содержат число АС44Н). Для записи каждого семпла требуется две ячейки памяти. Об этом говорит информация, размещённая в ячейках 20Н и 21Н.

Предположим, что в этот файл требуется внедрить (скрыть в данных) латинскую букву S. Десятичный код этой буквы в соответствии с кодовой таблицей CP-1251 составляет 53, а двоичный 01010011.

00000126	00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f	
00000000	52 49 46 46 24 7c 00 00 57 41 56 45 66 6d 74 20	RIFF& ..WAVEfmt
00000010	10 00 00 00 01 00 01 00 44 ac 00 00 88 58 01 00	.....D-..€X..
00000020	02 00 10 00 64 61 74 61 00 7c 00 00 3a 01 2e 01	....data. .:.:...
00000030	43 01 35 01 71 01 60 01 26 01 2c 01 e5 00 38 01	С.5.г.`.з.,.е.8.
00000040	4b 01 82 01 86 01 8a 01 af 01 81 01 c9 01 f9 01	К.,+.Б.І.Г.Й.ш.
00000050	dd 01 da 01 f4 01 d6 01 ee 01 44 02 72 02 ce 02	Э.Ъ.ф.Ц.о.Д.г.О.
00000060	1b 03 f6 02 e1 02 e3 02 2f 03 9e 03 b5 03 c9 03	..ц.б.г././х.п.Й.
00000070	c6 03 08 04 47 04 25 04 18 04 fc 03 5a 04 76 04	Ж...G.&...ь.Z.v.
00000080	5d 04 72 04 f6 03 2f 04 5b 04 44 04 60 04 72 04	]..р.ц././[.D.`.г.
00000090	a0 04 ad 04 29 05 22 05 36 05 31 05 26 05 f9 04	..).".6.1.з.ш.

Рисунок 1. - Дамп памяти звукового файла

Внедрение будет осуществляться методом LSB. В соответствии с методом LSB в каждый семпл внедряется один бит буквы S. Внедрение должно вестись в младший бит семпла. Условимся внедрение вести, начиная со старшего разряда внедряемого символа (в данном случае, начиная с 0).

Таким образом для сокрытия буквы S придётся использовать 8 семплов, то есть 16 ячеек памяти.

Область звуковых данных начинается с ячейки 2СН. Так как внедрение должно осуществляться в младшие биты семплов, то сокрытие информации должно идти в восьми ячейках 2СН, 2ЕН, 30Н, 32Н, 34Н, 36Н, 38Н и 3АН.

В этих ячейках памяти находятся шестнадцатеричные числа соответственно 3A, 2E, 43, 35, 71, 60, 26 и 2C. Двоичное число 01010011 нужно поразрядно записать в эти восемь шестнадцатеричных чисел, путём замены последнего бита.

Первый символ 0 нужно внедрить в число 3A. В двоичной системе счисления число 3AH выглядит так: 00111010. После замены последнего бита нулём данное число не изменит свой первоначальный вид.

Следующий бит символа S внедряется в число 2EH, в результате чего оно превращается в число 2FH.

Проведя аналогичные замены получим новую последовательность шестнадцатеричных чисел: 3A, 2F, 42, 35, 70, 60, 27 и 2D. Полученные числа нужно разместить по указанным адресам. Как видно из примера, изменить пришлось пять чисел из восьми. Для трёх значений чисел последние биты семплов случайно совпали со значениями внедряемых чисел.

Метод LSB не является единственным методом, который определяет порядок записи информации в WAV-файл. В патенте [2] описан способ скрытой передачи информации, при котором используются не все отсчёты, а внедрение информации происходит не только в младшие разряды семплов, но и в старшие. При этом используемые отсчёты и номера разрядов определяются секретным ключом.

1. Алексеев А.П. Многоуровневая защита информации. Монография. Самара: ПГУТИ-ИУНЛ, 2017. – 128 с. ISBN 978-5-904029-72-2.

2. Алексеев А.П. Способ стеганографического внедрения дополнительной информации в семплы цифровых звуковых сигналов. Патент № 2618379. Приоритет 28 марта 2016. Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений РФ 3 мая 2017.

Н.В. Киреева, О.А. Караулова  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Современные инфокоммуникационные сети и сети специального назначения используются для передачи различной информации и разных типов трафика. При этом необходимо учитывать требования по обеспечению безопасности, так как существует достаточно большая вероятность преднамеренного неправомерного вторжения в сеть из внешней среды, которое выполняется как с целью несанкционированного использования ресурсов, так и с целью нарушения ее работоспособности. Поэтому рассмотрение вопросов безопасности инфокоммуникационных систем специального назначения является достаточно актуальным.

Сети специального назначения используются для нужд обороны государства, его управления, охраны правопорядка и представляют интерес для повышенного внимания противника. В целом безопасность таких сетей определяется безопасностью функционирования этой сети и информационной безопасностью ресурсов.

Сеть специального назначения создается и развивается на основе определенного комплекса аппаратно-программных средств и сооружений, которые должны обеспечивать необходимое состояние защищенности ресурсов от различного на них воздействия. При этом необходимо знать, что для построения сети должны использоваться только отечественные технические средства, что создает определенные противоречия между отечественными предприятиями электросвязи и современным уровнем безопасности.

Если рассматривать информационную безопасность сетей специального назначения, то нужно отметить, что должна быть координация взаимодействия большого числа средств и способов защиты различного назначения, которые могут компенсировать уязвимости и возможные воздействия нарушителей на объекты сети.

Сетевая безопасность, в отличие от информационной, контролирует и характеризуется всю сеть в целом, наблюдает работу сети практически в масштабе реального времени, осуществляет центральное руководство сетевой безопасностью и подразумевает обязательное применение специальной системы управления безопасностью. Для решения различных задач информационной безопасности целесообразно рассмотрение и оценивание общих схем и моделей атак и нарушителей.

В качестве угроз безопасности сетей специального назначения различают внешние и внутренние источники угроз безопасности. Каждая угроза представляет набор определенного количества факторов, которые воздействуют на безопасность защищаемой информации. И для обеспечения безопасности сети специального назначения требуется выявление всех возможных угроз в ее коммуникационной структуре.

Нет возможности провести формализацию полного множества угроз, так как современные сети специального назначения используют технологии, подверженные достаточно большому количеству воздействий противника, но оценка безопасности сети будет тем точнее, чем больше будет выявлено всевозможных угроз безопасности.

Угрозы безопасности такой сети будут реализовываться нарушителем через выявленные уязвимости инфокоммуникационной структуры и поэтому, в целях учета возможных проявлений угроз, для каждой сети специального назначения разрабатывается своя модель угроз безопасности, представляющая нормативный документ, которым должны руководствоваться и при создании, и при обслуживании сети специального назначения для обеспечения информационной безопасности при ее эксплуатации.

На сегодняшний день для реализации задач безопасности, которые позволят организовать эффективное управление безопасностью инфокоммуникационных систем и сетей специального назначения применяются различные аппаратные и программные средства, а также организационные и правовые средства. В последнее время появились тенденции создания систем обеспечения комплексной безопасности, которые помимо информационной безопасности включают системы пожаротушения, видеонаблюдения и другие. Такие

системы позволяют эффективно принимать решения по защите функционирования сетей специального назначения.

1. Агеев С.А., Саенко И.Б. Управление безопасностью защищенных мультисервисных сетей специального назначения, Труды СПИИРАН. 2010. Вып. 2(13), с.182-198.

2. Буренин А.Н., Легков К.Е., Вопросы безопасности инфокоммуникационных систем и сетей специального назначения: основные угрозы, способы и средства обеспечения комплексной безопасности сетей, Научные технологии в космических исследованиях Земли, 2015г., с.46-61.

М.А.Писарев, М.В.Кузнецов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ЗАЩИТА Wi-Fi СЕТЕЙ ОТ KRACK-АТАКИ**

В 2016 году группой исследователей был обнаружен комплекс уязвимостей, который получил название KRACK (Key Reinstallation Attack, атака с целью переустановки ключа). Подробные данные об атаке были опубликованы в октябре 2017 года [1,2].

Атака затрагивает концептуальную недоработку в стандарте WPA2, что делает уязвимыми все корректные реализации стандарта, независимо от применяемых шифров (WPA-TKIP, AES-CCMP, GCMP). В том числе наличие проблемы подтверждено в Android, Linux, macOS, iOS, Windows, OpenBSD, MediaTek и Linksys. Наибольшей опасности подвержены пользователи пакета wpa\_supplicant, для которого проведение атаки существенно упрощается, так как в версиях wpa\_supplicant 2.4+ дополнительно найдена уязвимость, при помощи которой атакующие могут перевести соединение на работу с пустым ключом шифрования и полностью контролировать трафик [3].

Злоумышленник может легко осуществить атаку посредника, используя технику, называемую ARP-спуфинг. Любой в вашей сети Wi-Fi может послать вам поддельный ARP-пакет, из-за чего вы неосознанно будете посылать весь ваш трафик через злоумышленника вместо маршрутизатора. После этого злоумышленник получает полный контроль над трафиком и может отслеживать запросы, посылаемые в обе стороны.

Атака сводится к инициированию процесса перенастройки сессионных ключей шифрования WPA/WPA2/RSN (TK, GTK или IGTK), путём отправки клиенту специально оформленного кадра. Подобная перенастройка может быть использована злоумышленником для отключения защиты от повторного воспроизведения и существенного снижения стойкости шифрования до уровня, позволяющего, в зависимости от применяемого шифра, выполнить расшифровку содержимого передаваемых кадров или определить части ключей шифрования.

В частности, так как атакующий добивается переустановки уже используемого ключа в процессе согласования соединения, то осуществляется сброс привязанного к соединению номера передаваемых пакетов (в WPA2 номер пакета используется в качестве вектора инициализации, nonce) и сбрасывается счётчик полученных ответов. Таким образом появляется возможность повторного использования одноразового значения "nonce". В зависимости от настроек беспроводной сети атакующий может организовать прослушивание трафика или манипуляцию данными, например, осуществить подстановку вредоносного кода на страницы сайтов, получаемые без HTTPS.

В результате подобной атаки злоумышленник получает возможность отслеживать трафик WPA2, а в тех случаях, когда настройки WiFi-сети предусматривают использование протокола WPA-TKIP или GCMP, — возможность внедрения своих пакетов для подмены трафика. Использование HTTPS в некоторых случаях способно обеспечить дополнительную защиту, однако, как показала практика, этот протокол тоже небезупречен.

Атаки KRACK, в равной степени опасны для частных и корпоративных WiFi-сетей, использующих WPA, WPA2 или просто AES. И смена пароля к WiFi здесь не поможет, положение спасет лишь обновление прошивки, будь то десктоп, смартфон, роутер или IoT.

Смена пароля на Wi-Fi-сети не поможет избежать атаки. Следует обновить прошивки роутеров и всех пользовательских устройств. При этом следует продолжать пользоваться WPA2 и не возвращаться на протокол WEP.

Всем пользователям рекомендуется обязательно использовать дополнительные уровни защиты при работе с конфиденциальными данными при соединении через WPA2, такие как VPN или обращение к

ресурсам только по HTTPS. Однако сам HTTPS также нельзя назвать абсолютно безопасным (к примеру, существуют методики даунгрейда соединения), хотя он и станет дополнительным слоем шифрования.

В качестве дополнительной меры безопасности можно использовать VPN-сети, но к их выбору также стоит подходить осторожно, поскольку многие из них не могут гарантировать более безопасное подключение.

1. [https://threatpost.ru/krack-ataka\\_lomaet\\_wpa2/22801](https://threatpost.ru/krack-ataka_lomaet_wpa2/22801)

2. <https://www.kaspersky.ru/blog/krackattack/19022>

3. <http://www.opennet.ru/opennews/art.shtml?num=47392>

О.Н. Маслов, М.А. Фролова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛА ОЖИДАЕМОЙ ПОЛЕЗНОСТИ**

В докладе представлены примеры использования функционала ожидаемой полезности (ФОП) при решении задач, связанных с проектированием и анализом эффективности сложных систем (СС) нерелефторного типа. Согласно [1-2], ФОП является одним из критериев, которые лица, принимающие решения (ЛПР), могут получить на основе теории ожидаемой полезности (объективной и субъективной) [2]. Согласно [1], критерием эффективности  $k$ -го варианта реализации СС может быть ФОП, численно равный  $Q_k = p_k (p_F F_k - p_G G_k)$ , где  $k [1; K]$ ;  $K$  – общее число возможных сценариев;  $F_k$  – позитивный эффект (выигрыш), прогнозируемый при затратах ресурсов  $G_k$ , которые могут быть обеспечены им с вероятностью  $p_G$ . Значение  $p_F$  учитывает меру правильности прогноза ЛПР получить на выходе проекта по  $k$ -му сценарию выигрыш  $F_k$ , а значение вероятности  $p_k$  – шансы ЛПР на разрешение (одобрение) «сверху» выполнения проекта по данному сценарию. Формально простой по составу («доходы» минус «расходы»), ФОП является достаточно сложным по структуре и свойствам (объективным и субъективным, детерминированным и стохастическим) комплексным критерием, для исследования которого целесообразно использовать метод статистического имитационного моделирования (СИМ) и

компьютерную версию метода Монте-Карло [1-2]. Обсуждается целесообразность выделения в составе ФООП объективных и субъективных составляющих для исследования их аналитическими и эвристическими методами в интересах проведения СИМ при проектировании систем технической защиты информации (СТЗИ); оценке безопасности размещения радиотехнических средств (РТС) в городской среде и реализации проектов цифровой экономики «Интернет Вещей», «Сенсорный Интернет» и др. В первом случае модель ФООП учитывает функциональную и экономическую эффективность будущей СТЗИ [3]; во втором случае к ним добавляется экологическая безопасность РТС по фактору электромагнитного поля (ЭМП) [4]. Наибольшую сложность представляет анализ при помощи ФООП эколого-эргономической безопасности пикосотовых (ПКС) технологий, которые рассматриваются сегодня как основа беспроводного объединения электронных устройств самого разного вида и назначения: радиотелефонов, ЭВМ, цифровых видеокамер, вплоть до «умных» элементов «Интеллектуального Жилища». Интеграция ПКС-технологий с Internet в рамках концепции Internet of Things, далее IoT («Интернет Вещей») реализует качественно новый, синергетический этап их совместного развития. Сети IoT можно разделить на четыре группы [6]: персональные сети PAN, размещенные в непосредственной близости и от «вещей», и от обычных, «биологических» пользователей Internet; локальные сети LAN, построенные на территории в пределах одного или небольшой группы зданий (жилой дом, офис, предприятие, фирма); городские сети MAN, объединяющие LAN в пределах города; и глобальные сети WAN, связывающие элементы сетей, рассредоточенные на расстояния порядка  $10^2 \dots 10^4$  и более км друг от друга. С точки зрения информационной и эколого-эргономической безопасности по фактору ЭМП концепция IoT нуждается в экспертизе и тщательном научном обосновании. Разместить внутри здания необходимое множество соединительных проводов (металлических, волоконно-оптических) нельзя, поэтому реализовать разветвленные сети PAN и LAN можно только с помощью ПКС-технологий. Но тогда ЭМП как фактор взаимодействия с окружающей средой не только в буквальном смысле слова придет к человеку в дом и станет переносчиком конфиденциальной информации о нем, но и вплотную приблизится к жизненно-важным центрам его организма. Для исследования и частичного прогнозирования возможных последствий этого

неоднозначного процесса предлагается использовать метод СИМ и критерий ФОП.

1. Маслов, О.Н. Функционал ожидаемой полезности в задачах управления сложными системами организационно-технического типа [Текст] / О.Н. Маслов, М.А. Фролова. – Инфокоммуникационные технологии. Т.14, №2, 2016. – С. 168-178.

2. Маслов, О.Н. Оценка эффективности сложных систем с применением функционал ожидаемой полезности [Текст] / О.Н. Маслов, М.А. Фролова. – Инфокоммуникационные технологии. Т.15, №4, 2017. – С. 379-388.

3. Маслов, О.Н. Анализ проекта системы технической защиты информации с применением функционала ожидаемой полезности [Текст] / О.Н. Маслов, М.А. Фролова. – Защита информации. Инсайд. №2, 2017. – С. 68-72.

4. Маслов, О.Н. Повышение эффективности функционирования системы радиоконтроля на основе риск-ориентированного подхода [Текст] / О.Н. Маслов, М.А. Фролова. – Электросвязь. №2, 2017. – С. 36-42.

5. Чеклецов, В.В. Чувство планеты (Интернет Вещей и следующая технологическая революция) [Текст] / В.В. Чеклецов – М.: РИЦ по Интернету Вещей, 2013. – 132 с.

6. Интернет Вещей. Под ред. Рослякова А.В. [Текст] / Самара: ПГУТИ – Ас Гард, 2014. – 342 с.

И.Л. Хазиев

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г Самара, Россия

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ**

Сегодня квантовое шифрование достигло большого развития, и ему по-прежнему уделяется много внимания.

Направление разработки способов, методов и устройств защиты конфиденциальной информации (КИ) от утечки в ВОЛП, глобальных и локальных сетях и т.п. развивается достаточно давно. Однако ни один из ныне известных классических криптографических протоколов защиты информация (ККПЗИ) (например, RSA и т.д.) не даёт безговорочной защиты КИ. Протоколы квантовой криптографии обладают преимуществами перед ККПЗИ, так как механизм квантового распределения ключей (КРК), который используется, в свою очередь, в протоколах квантовой криптографии, обеспечивает безговорочно безопасный обмен ключами между удаленными

пользователями, позволяют свести к минимуму перехват или съём КИ в современных каналах связи (КС)[1].

Среди таких протоколов КРК известны BB84, B92, ERP[2] и др. протоколы, основанные на квантовой запутанности. Они позволяют предотвратить атаки на квантовую передачу. В настоящее время доказано, что они безоговорочно защищены от когерентных атак, также – защищены от индивидуальной атаки [1].

Принципиальным моментом для гарантии секретности передаваемых ключей является оценка утечки информации в зависимости от наблюдаемой ошибки в передаваемой последовательности на приемной стороне. Знание же вероятности ошибки нужно как для оценки величины утечки информации, так и для выбора кода коррекции ошибок. Остановимся на описании оценок.

1) Консервативная оценка утечки информации к Злоумышленнику (Еве) может быть получена и без оценки вероятности ошибки. 2) Оценка вероятности ошибки может быть получена и без раскрытия части последовательности.

Известно, что протоколы BB84, SARG при использовании ослабленного лазерного излучения не могут гарантировать секретность ключей в реальных системах при больших потерях, поэтому необходимо использовать протоколы с большим числом информационных состояний и базисов. Для протоколов DPS (Differential Phase Shift) и COW (Coherent One Way) из-за распределённого кодирования до сих пор нет внятного доказательства секретности. И доказательства секретности в строго однофотонном случае дают оценку критической ошибки  $\approx 4.12\%$ , поэтому критическая ошибка при использовании ослабленного лазерного излучения вряд ли будет больше. Протокол Decoy State явно использует предположения о свойствах лавинных однофотонных детекторов, т.к. в протоколе требуется отличать состояния ослабленного лазерного излучения с разным средним числом фотонов, что неприемлемо, поскольку свойства детектора квантовая эффективность, могут флуктуировать в процессе регистрации квантовых состояний[3].

В докладе представлен сравнительный анализ протоколов, благодаря имеющимся сведениям о протоколах КРК и их основным оценкам и критериям.

1. A. Tomita. Quantum key distribution system for metropolitan-area networks//. Quantum Communications Realized. Proc. of SPIE Vol. 6780, 678012, (2007) .
2. WU Ting-wan,WU Guo-hua. An improved quantum key distribution protocol.// Optics and Photonics for Information Processing II , Proc. of SPIE Vol. 7072, 707214, (2008)
3. К.А.Балыгин, А.Н. Климов, С.П.Кулик, С.Н. Молотков. О коррекции ошибок в системах квантовой криптографии. Письма в ЖЭТФ, том 104, вып. 5, с.349-355.

## **7. Инфокоммуникационные технологии в обучении — The information and communication technologies in education**

С.В. Моисеева<sup>1</sup>, О.В. Осипов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МОУ Гимназия №2, г. Волгоград, Россия

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ЦИФРОВОЕ ОБУЧЕНИЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

Настоящий этап развития современных образовательных технологий характеризуется значительным ростом их цифровизации. Технологии компьютерного тестирования, использование электронных портфолио учащихся уже утвердились как общепринятые методы контроля знаний учащихся, а также построения рейтингов по различным квалифицируемым признакам. В данной работе речь пойдет о возможности создания интегрированных систем управления образовательным процессом в средней школе. Как известно, в настоящее время основным механизмом взаимодействия между учителем и родителями учащихся являются электронные дневники и журналы, которые представляют собой электронную систему учета успеваемости. Подобные системы доступны для использования авторизованным (зарегистрированным) пользователям с любых электронных устройств, имеющих выход в сеть Интернет. С другой стороны, во многих школах активно внедряются технологии компьютерного тестирования учащихся для проведения промежуточного контроля. В большинстве случаев, указанные выше системы не интегрированы в единую систему (оболочку) и представляют собой набор электронных инструментов конкретного назначения.

Современный этап цифровизации общества диктует новые требования, связанные с разработкой и внедрением электронных web-систем, обладающих широкими функциональными возможностями в сфере образования. В данной работе рассматриваются вопросы создания электронных систем для управления образовательным

процессом в средней школе. Подобная система должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- реализация системы личных кабинетов для авторизованных (зарегистрированных) пользователей системы;
- наличие электронного образовательного контента по различным дисциплинам (урокам);
- реализация пробного и итогового компьютерного тестирования внутри личного кабинета учащегося;
- наличие системы учета успеваемости учащихся (модуль, аналогичный электронному журналу и дневнику);
- наличие модуля системы оповещения пользователей по электронной почте или смс-рассылкой о различных событиях (прохождение тестирования, получение новой оценки и т.п.).

Рассмотрим общие механизмы функционирования цифровой системы управления обучения в средней школе. На первом этапе необходима разработка качественного электронного образовательного контента, который затем будет размещаться в личных кабинетах (тесты по конкретным разделам (урокам) дисциплины; иллюстративный материал; презентации; видеоуроки и т.п.). Процесс электронного обучения должен сочетаться с классическим обучением и служить помощником для учащихся. Ученик, заходя в личный кабинет, с использованием электронного образовательного контента, закрепляет материал, пройденный на уроке. После этого он имеет несколько попыток пробного тестирования по изучаемому разделу, которые он использует «из дома». После пробных попыток в определенный учителем срок ученик проходит итоговое тестирование в личном кабинете в компьютерном классе школы. После этого полученная оценка заносится в его электронный дневник в его личном кабинете автоматически. Кроме того, учитель во время классических уроков также имеет возможность выставлять оценки в электронном виде. Таким образом, успеваемость ученика по каждой дисциплине складывается из результатов его обучения на уроках, а также результатов компьютерного тестирования. Также предлагаемая система может служить электронным портфолио учащегося, так как может содержать информацию о всех его успехах (в спорте, в олимпиадах и т.п.). На основе данных об успеваемости учащихся можно автоматически составлять рейтинги различной сложности (по всем дисциплинам, по конкретной дисциплине, по конкретному разделу и т.п.). Кроме того, предлагаемая цифровая образовательная

система (среда) может быть использована для оповещения родителей и учащихся о различных событиях.

Разумеется, при разработке подобных систем значительное внимание необходимо уделять их защите от несанкционированного доступа или взлома. Особо важным моментом является защита от SQL-инъекций, позволяющих злоумышленникам получать доступ к базе данных успеваемости учащихся.

В ближайшем будущем интегрированные образовательные среды могут стать новым стандартом цифровизации учебного заведения и использоваться в каждой школе.

Ю.А. Афонин

## **ВИРТУАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА: УМНЫЕ РАБОЧИЕ МЕСТА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Данный проект направлен на создание инновационной современной информационной инфраструктуры университета для подготовки высококлассных специалистов 21-ого века в системе непрерывного дистанционного образования. Для этой системы необходима разработка новых образовательных технологий в системе дистанционного образования при активном использовании международного сотрудничества, а также выстраивание образовательных траекторий, базирующихся на активных и интерактивных методах обучения, с обязательным размещением учебных курсов в электронной среде (создание информационного образовательного контента по каждой дисциплине на международных и российских платформах), а также перевод в электронный формат всех процедур оценки успеваемости студентов;

Кроме этого, переход к аспирантуре нового типа, включая конструирование образовательной модели интерактивной и дистанционной подготовки студентов по всем направлениям их подготовки. Это позволит создать университетскую интерактивную базу научных результатов и инновационных проектов, максимально доступных (информационно) для трансферта научных результатов в реальный сектор экономики, и, таким образом, повысить эффективность коммерциализации продуктов интеллектуальной собственности.

Основные этапы проекта включают в себя:

-исследование лучшего мирового опыта по созданию виртуальной образовательной среды

-разработка программного обеспечения Умные рабочие места преподавателей:

-органайзер преподавателя: планирование учебного процесса

-создание ситуационно-аналитический центр для проведения вебинаров , дистанционного консультирования и on-line научных международных конференций , проведение ситуационного анализа, в том числе, с применением групповых экспертных процедур. А для этого разработка программного обеспечения “Гибридный интеллект” на основе единого программно-аппаратного комплекса “Эврика”, который не имеет аналогов в мире и обеспечивает принятие решений слабоструктурированных управленческих задач .

- Создание демонстрационного образца учебного класса для работы на 3-D оборудовании .

- создание типовой ситемы для подготовки интерактивных электронных учебников

-создание электронной библиотеки для дистанционного обучения

-создание электронного журнала “Умные рабочие места “

-создание современного сайта университета на основе новых 3-D технологий

-создание on-line форума экспертных сообществ

-создание системы рейтингований-измерителей результативности выполнения заданий:

-мониторинг результатов (система роста компетенций )

-электронное портфолио

-сертификация

-обеспечение послевузовского непрерывного образования

-организация работы коворкинг-центра

-реализация патентной стратегии в организации современной информационной среды университета

-разработка комплекса стандартов виртуальной информационной образовательной среды и образовательной деятельности

-внедрение инновационных технологий в учебном процессе ,адаптированных к инновационной виртуальной среде

-Написание монографии “Умные рабочие места в современном университете:опыт,состояние и тенденции развития” с последующим созданием энциклопедии знаний“Автоматизированные рабочие места”  
-по итогам исследование проведение международного конгресса  
“Университеты будущего:современные тенденции становления и развития”

Внедрение новой модели позволит модернизировать имеющиеся технологии учебного процесса и осуществить прорыв в подготовке кадров,Резко поднять эффективность и производительность труда.

В.А. Андреев, А.А. Воронков

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СРТТЦ ПГУТИ**

Современный этап развития общества можно охарактеризовать как инфокоммуникационный. Это этап активного общения в мировом сообществе, этап трансфера информации и знаний. Профессиональное обучение и работа сегодня – синонимы: профессиональные знания стареют очень быстро, поэтому необходимо их постоянное обновление. Инфокоммуникационные образовательные технологии зарекомендовали себя в XXI веке, как самые эффективные технологии подготовки и непрерывного поддержания высокого квалификационного уровня специалистов.

В Самарском региональном телекоммуникационном тренинг центре (СРТТЦ) ПГУТИ внедрена система качества обеспечения учебного процесса, предполагающая широкое использование современных инфокоммуникационных образовательных технологий. Разработаны учебно-методические комплексы по всем рабочим программам курсов включая дистанционное обучение с использованием электронных носителей учебного материала, учебные пособия, лабораторные и практические циклы с использованием компьютерного моделирования. Созданная инфокоммуникационная структура СРТТЦ ПГУТИ дала возможность создания современных систем обучения при доминирующей роли компьютерных технологий.

Они позволяют обеспечить передачу знаний и доступ к разнообразной учебной информации гораздо эффективнее, чем традиционные средства обучения. Средства оперативного доступа к информации по компьютерным сетям придали качественно новые возможности процессу обучения.

В СРТТЦ ПГУТИ инфокоммуникационные образовательные технологии активно внедряются в виде применения электронных учебников и пособий, обучающих и тестирующих программ. При этом обеспечивается доступ к информационно-справочным системам, электронным библиотекам, удаленным базам данных. Электронная почта экономически и технологически является наиболее эффективным средством доставки содержательной части учебных курсов и обеспечения обратной связи слушателей с преподавателем при использовании технологии дистанционного образования в СРТТЦ ПГУТИ. Она позволяет реализовать гибкий и интенсивный процесс выполнения тест-заданий и консультаций для слушателей. Разработан и внедрен в учебный процесс сайт дистанционного обучения в СРТТЦ ПГУТИ. Он позволяет слушателям самостоятельно выбирать траекторию обучения и получения новых знаний в удобное время, а так же не ограничивает рамки учебного процесса. Это так же дает возможность специалистам предприятий связи повышать свой профессиональный уровень через сайт дистанционного обучения СРТТЦ ПГУТИ по магистерским программам.

Видеоконференцсвязь с использованием компьютерных сетей и web-камер дала возможность организации в СРТТЦ ПГУТИ самой дешевой видеосвязи среднего качества. Данный тип связи используется для проведения курсов и семинаров в небольших (10-12 человек) группах, индивидуальных консультаций, обсуждения отдельных сложных вопросов изучаемого курса. Помимо передачи звука и видеоизображения видеоконференцсвязь обеспечивает возможность передачи чертежей и рисунков на расстоянии, передачу фотографического и рукописного материала.

Внедрение новых инфокоммуникационных технологий позволяет СРТТЦ ПГУТИ в условиях острой конкуренции учреждений дополнительного профессионального обучения успешно работать на рынке образовательных услуг.

Н.Н. Васин, Д.П. Донсков  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛОВ VPN В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ eNSP

В настоящее время при подсоединении рабочего ноутбука к любым проводным или беспроводным сетям, находящимся за пределами стен самой организации, обязуют VPN-подключение до офисной сети. В компаниях, озабоченных собственной безопасностью, на всех используемых работниками устройствах принудительно включается обязательное использование VPN-подключений, где бы то ни было. Даже использование Интернета в таком случае идет сквозь корпоративную сеть и под строгим надзором службы безопасности. Кроме отдельных пользователей к корпоративной сети подключаются целые офисы или здания. Цель та же — надежно и безопасно объединить географически удаленные элементы одной организации в единую сеть. Таким образом, используя правильно настроенную виртуальную сеть VPN, удается сохранить целостность передаваемой информации, быть уверенным в защищенности этой информации, а также в надежности отправителя.

Для ускорения работ по созданию и внедрению VPN сеть обычно предварительно моделируют с помощью одного из программных пакетов (GNS3, eNSP, Packet Tracer). Широкое внедрение сетевой продукции фирмы Huawei предопределило моделирование в среде eNSP.

В рамках поставленной задачи была смоделирована, сконфигурирована и исследована виртуальная сеть VPN. Для решения задачи объединения узлов в частную сеть необходимо:

1. Маркировать узлы этой сети для последующей их идентификации между собой,
2. Маркировать передаваемую информацию между узлами.
3. Защитить эту информацию, например, зашифровать.

2. Васин Н.Н. Технологии пакетной коммутации: Учебник/ Н.Н. Васин. – М.: ИНТУИТ, 2017.- 408 с.

3. Денисова Т.Б. Построение виртуальной частной сети: / Т.Б Денисова. – Самара: ПГУТИ, 2006. – 48 с

М.А. Вержаковская, В.Ю. Аронов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара

## **СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ВУЗА**

В условиях реализации новых образовательных стандартов ФГОС ВПО, ФГОС ВО (3+) нормативные документы Министерства образования и науки формулируют новые требования к использованию инфокоммуникационных технологий в обучении и организации электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Для обеспечения информационной открытости образовательного процесса в вузе регламентируется необходимость публикации в открытом доступе в Интернет актуальной, постоянно обновляющейся информации об основных образовательных программах (ООП) и различных аспектах их реализации (учебные планы всех ООП; результаты освоения студентами программ с фиксацией отметок по промежуточной и итоговой аттестации; формирование электронного портфолио обучающегося и т. д.).

Реформа современной системы образования в России тесно связана с поиском и внедрением качественно новых информационно-коммуникационных технологий обучения и средств, используемых для эффективного управления образовательным процессом. Особое внимание в системе высшего образования уделяется вопросам создания ЭИОС, должное функционирование которой является обязательным условием реализации образовательных программ.

Актуальность создания ЭИОС обусловлена не только требованиями нормативно-правовых документов [1, 2], но и требованиями образовательной организации [3], общества и самой личности обучающегося. Так, в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования (ФГОС ВО) содержатся конкретные условия для реализации такой среды в вузе.

Основным критерием оценки качества ЭИОС является удовлетворение информационных потребностей всех групп пользователей, взаимодействующих с этой средой. Можно выделить четыре основные группы:

1. Со стороны студентов основными информационными запросами являются информационные материалы распространяемые

через сайт учебного заведения, а также электронные информационные ресурсы электронной библиотеки вуза и внешней электронной библиотечной системы (ЭБС). Новым элементом ЭИОС является возможность создания и ведения интерактивного портфолио [4].

2. Преподаватель с одной стороны является участником создания ЭИОС (готовит электронные материалы, разрабатывает программы), с другой стороны использует эту среду для ведения образовательной деятельности.

3. Для сотрудников структурных подразделений вуза важнейшим критерием качества ЭИОС является наличие в ее составе системы электронного документооборота, обеспечивающей автоматизацию всех основных операций начиная от приемной комиссии и заканчивая оформлением выпуска студентов.

4. Категория внешних пользователей ЭИОС имеет несколько основных подгрупп, отличающихся по виду информационных потребностей. Прежде всего это потенциальные абитуриенты учебного заведения, для которых важна информация об образовательных программах, условиях приема и обучения, об организации учебного процесса. Как правило такая информация доступна через сайт учебного заведения. Другая подгруппа внешних пользователей выполняет функции контролирующих органов. В первую очередь проверяется открытость учебного заведения путем анализа материалов размещенных на его сайте. Перечень материалов обязательных для размещения на сайте определяется нормативными актами и приказами федеральных органов власти.

Особенностью сегодняшнего этапа развития ЭИОС в ВУЗах и ближайшей перспективы является активное внедрение новых инфокоммуникативных технологий в обучение.

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 20.03.2018).

2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 9 января 2014 г. № 2 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий».

3. Махмудов М. Н., Ельцов А. В., Фулин В. А. Электронные образовательные ресурсы в информационной среде вуза // Человеческий капитал. – 2016. №. 6. С. 2 - 4.

4. Прохоренков П.А., Моисеенков С.В. Основные тенденции развития и внедрения информационных технологий в корпоративном секторе // Актуальные проблемы теории и практики управления: // материалы межвуз. науч. конф. – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2011. – С. 138 – 145.

О.Н. Маслов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

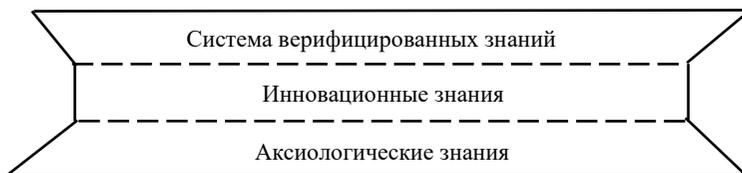
### **ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Распространению метода статистического имитационного моделирования (СИМ) способствует устранение главного препятствия на пути его применения: продолжительности, трудоемкости и дороговизны процесса разработки СИМ-моделей. Сокращение времени создания СИМ-моделей обеспечивается ростом вычислительных возможностей ЭВМ и появление специализированных программных продуктов, а также обновлением идеологии СИМ. При этом «центр тяжести» моделирования переходит с задач программирования на онтологические проблемы, связанные с созданием СИМ-модели для исследования конкретного объекта. Онтологией (от греч. *ontos* – сущее) именуется совокупность понятий (концептов) и отношений между ними в рассматриваемой предметной области. Персональные (индивидуальные) онтологии основаны на знаниях лиц, принимающих решения (ЛПР), групповые онтологии формируются из их фрагментов путем достижения взаимопонимания и образуют концептуальную платформу (онтологическую модель ситуации – ОМС) для достижения поставленной цели.

В составе ОМС, которая является фундаментом для проведения СИМ, могут быть как явные верифицированные знания, признаваемые всеми ЛПР, так и их неявные аксиологические знания (в виде убеждений, личного опыта и гипотез), остающиеся предметом дискуссии между ними. Верифицированные знания приобретаются в результате проведения научных исследований, они объективны, общезначимы и широко известны, а потому из нужного источника могут быть почерпнуты почти бесплатно. Аксиологические знания, напротив, субъективны и уникальны, известны узкому кругу лиц (или вообще одному человеку), они могут иметь самую разную

(договорную) коммерческую цену, – которую можно считать их рискованной стоимостью. Это обусловлено тем, что приобретение и применение указанных знаний на практике не только не гарантирует успех, но напротив: сопряжено с риском по причинам «не так поняли», «не то сделали», «не там применили». Тем более, что слабо структурируемый и плохо формализуемый «человеческий фактор», присутствует как в подлежащих СИМ нерелефторных системах, так и в коллективах разработчиков СИМ-моделей, определяет субъективный характер понимания ситуаций, принципов работы и моделирования, состава и структуры конкретных бизнес-объектов: производственных комплексов, трудовых коллективов, технологических процессов и т.п.

Практицизм бизнеса и рынка, где имеет значение не столько достоверное описание тех или иных объектов окружающего мира, сколько знание своего дела как руководство к выбору управленческих действий, заставляют специалистов неустанно «наводить мосты», искать и расширять точки соприкосновения между аксиологическими и верифицируемыми знаниями о самых разных организационно-технических (социально-экономических, медико-экологических, военных) системах. Схему взаимодействия знаний демонстрирует рисунок: множество аксиологических знаний в процессе верификации образует подмножество инновационных знаний (ИВЗ), которое представляет собой наиболее ценную для ЛПР часть знаний, успешно проходящих верификацию, что отличает их от ложных (шарлатанских) знаний. Система генерации и лифтинга ИВЗ до системного уровня верифицированных знаний имеет колоссальное рыночное значение, поскольку связана с получением кратковременных сверхприбылей, разом оправдывающих все затраты и любые другие действия ЛПР.



Под термином инновации (от лат. *novatio* – обновление, изменение) будем понимать новшества, существенно улучшающие работу системы. По нашему мнению, эффективные инновации могут быть связаны с аксиологическими знаниями, находящимися на стадии верификации – то есть ИВЗ. Поскольку любые источники ИВЗ

представляют в настоящее время значительный интерес, в предположениях на их счет недостатка нет. Диапазон гипотез широк: от инопланетного происхождения передовых технологий до рассекреченных сведений о разведанных достижениях конкурентов в других странах. Однако основными источниками ИВЗ при эволюционном развитии являются крупицы знаний, добываемые энтузиастами и подвижниками, преданными науке, а также открытия и рывки, возникающие при революционных взрывах в процессе познания. Идет ли при этом движение по заранее определенной кривой или сам этот маршрут складывается из множества интуитивных стохастических действий – сказать трудно.

В.А. Абрамов, О.Н. Маслов, И.С. Шаталов, К.А. Юкласов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ЛЕОНАРД СЭВИДЖ И ЕГО ВКЛАД В СУБЪЕКТИВНУЮ ТЕОРИЮ ВЕРОЯТНОСТЕЙ**

Сообщается о ходе реализации межкафедрального проекта ПГУТИ, целью которого являются перевод, ознакомление и изучение содержания фундаментального труда Леонарда Дж. Сэвиджа «Основы статистики», который является базой субъективной теории вероятностей (ТВ), субъективной теории риска и теории субъективной ожидаемой полезности [1]. В англоязычном оригинале книга объемом 310 страниц состоит из двух частей. Первая часть заканчивается главой 7 и представляет собой введение в субъективный подход Бернулли-Сэвиджа к ТВ и теории полезности. По мнению автора, ее цель – убедить читателя в том, что субъективная (дословно «личная») вероятность – это очень хороший метод и, возможно, лучший из известных способов практического (в том числе инжинирингового) применения понятия о вероятности. Главная цель второй части книги, которая начинается главой 8: показать, в какой мере представленный автором субъективный подход открывает перспективы развития традиционных методов ТВ, разработанных приверженцами широко распространенных классических школ (в отечественных вузах, например, по малопонятым сегодня причинам всегда изучался только объективная ТВ Лапласа-Колмогорова). Поэтому наряду с лингвистическими (в том числе терминологическими) трудностями

при переводе возникает проблема осмысления текста, несвойственного русскоязычной литературе в области прикладной ТВ. Проект успешно реализуется силами кафедр иностранных языков и прикладной информатики ПГУТИ.

Обилие формул и обозначений, стилистических оборотов, отступлений и сносок дополнительно мешают специалистам проникнуть в суть работы автора – которую он сам охарактеризовал как непростую для понимания. «Нельзя быть уверенным в том, что слишком длинный математический вывод может быть понят при первом прочтении – за исключением самых элементарных вещей (хотя понятие «элементарный» тоже зависит от уровня знаний читателя). Тот, кто хочет понять только самую суть, может прочитать такой вывод один раз. Но, с другой стороны, ему полезно сделать это, как минимум, во второй раз. И вообще, читая серьезные книги, лучше всего сидеть, выпрямившись за столом на жестком стуле, карандаш и ручка всегда должны быть под рукой, так как рисунки должны быть нарисованы, а шаги в доказательстве проверены и подтверждены вычислениями» [1].

Название монографии [1] неполно отражает ее содержание, поскольку выводит читателя далеко за пределы области статистики – что бы ни понималось под этим термином. В конце книги, например, сформулированы постулаты субъективной теории принятия решений, определяющие одно из важнейших направлений ее практического применения. Введение содержит оценку роли научных основ и исторические предпосылки появления теории Бернулли-Сэвиджа, а также подход автора к проблеме, говоря современным языком, неопределенности знаний лиц, принимающих решения (ЛПР). В начальных 1-4 главах обсуждаются понятия состояния среды (дословно «мира») и субъекта в этой среде, а также события, причины и следствия, действий и решений, порядок действий ЛПР с предпочтением и принцип безусловности. Вводятся термины «субъективная вероятность» и «условная вероятность» – в качественном и количественном виде; охарактеризованы подход к решению проблемы определенности знаний ЛПР через опыт (эксперимент) и симметричные последовательности событий. Замечания о субъективной вероятности включают критику ограничений личного представления ЛПР о среде, событиях и решениях; связь с другими возможными представлениями и анализ их недостатков; формулировку вопроса о том, как наука может

использовать субъективное представление вероятности в своих интересах. Одной из важнейших по содержательной значимости является глава 5, посвященная понятию полезности – где в кратком ретроспективном аспекте представлена сущность субъективного варианта соответствующей теории, начиная с тактики азартных игр до актуальных и современных вариантов ее наиболее общего применения. Глава 6 посвящена процессу наблюдения за средой (мониторинга состояния и поведения), включая многократно повторяемые наблюдения, принципы организации и проведения экспериментов. Глава 7 включает обширный круг вопросов, связанных с обеспечением надежности и точности (приемлемой достоверности) результатов наблюдений (экспериментальных исследований); оценке объема данных, необходимого и достаточного для принятия решений; использованию отношения правдоподобия, многократно повторяемых наблюдений и последовательных процедур, стандартным формам представления полученных данных; обработке и абсолютному сравнению результатов наблюдений.

1. Savage L.J. The Foundations of Statistics [Text] /. L.J. Savage // N.Y.: Wiley, 1954. – 310 p.

А.Е. Гайдук

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **К ВОПРОСУ УЛУЧШЕНИЯ НАВЫКОВ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ У СТУДЕНТОВ**

По оценкам маркетинговых и консалтинговых служб около 60 % времени работники непромышленной сферы, к которым в рамках постиндустриальной экономики принадлежит большинство тратят на поиск информации. Соответственно можно обоснованно утверждать, что навыки поиска и определения релевантности информации заданным условиям являются ключевыми элементами при формировании специалиста. Задача поиска информации одна из наиболее сложно формализуемых и автоматизируемых при текущем уровне развития технологий. В свете этого проблема выработки умений поиска и оценки качества информации в Интернете, заменившем бесповоротно библиотеки и другие базы знаний,

превалировавшие прежде, является особенно важной в рамках образовательной деятельности в высшей школе.

В первую очередь необходимо способствовать привитию учащимся элементов системного подхода, т.е. навыков анализа поставленной поисковой задачи (дробления на конечные составляющие). Далее необходимо обращать внимание студентов на важность дефиниций и понимание сути определяемых явлений, ведь только это позволит им ориентироваться в теме.

Следующей важной проблемой, непосредственно связанной с предыдущей, является бедность словарного запаса студентов, которая зачастую не позволяет им понять разницу или тождественность рассматриваемых явлений.

В дальнейшем у учащихся при поиске информации возникает ещё одна трудность – отбор качественных источников для последующего применения. В рамках исследования данного вопроса автор наметил круг маркеров, которые в совокупности помогают оперативно оценить качество того или иного интернет-документа.

Набор вышеуказанных признаков можно разделить на 2 группы – маркеры веб-сайта и маркеры непосредственно веб-документа. К первой группе относится следующий перечень признаков:

- ТИЦ (тематический индекс цитирования – аналог индексов цитирования, применяемых в научной среде и заимствованный отсюда создателями интернет-поисковиков, значение ТИЦ; значение показателя должно рассматриваться вкуче с тематической направленностью сайта – то, к какой категории и тематике он отнесён разработчиками ТИЦ) – при прочих равных, чем он выше, тем авторитетнее ресурс;
- время существования сайта, отражающее планы на его использование создателями, условно, сайты однодневки менее всего заботятся о достоверности размещаемой информации;
- круг лиц с доступом к редактированию сайта – например, Википедию может первично редактировать любой зарегистрировавшийся и сомнительная информация будет висеть (пусть и с пометкой) до модерации опытным участником с соответствующими правами;
- рейтинг Алекса (отражает известность и посещаемость сайта по сравнению с другими интернет-ресурсами);
- отсутствие рекламы сомнительного содержания (реклама товаров сомнительного качества или нарушающая этические нормы) –

респектабельный сайт, дорожа репутацией не будет размещать тизеры и пр.;

Следующая группа критериев применяется при первичном анализе самого интернет-документа и по косвенным признакам (учёт результатов анализа по параметрам первой группы) позволяет окончательно принять решение о возможности использования найденной информации:

- отсутствие ошибок в тексте (орфографических, речевых и пр.), свидетельствующее о редактуре материалов при выкладке на сайт;
- указание авторства текста – при необходимости экспертность автора может быть проверена через дополнительные изыскания, но в общем случае не анонимный текст является признаком его проработки и качества;
- наличие списка источников и академический стиль изложения.

Большинство критериев 2-й группы направлены на установление отсутствия плагиата в интернет-документе и попыток его замаскировать косметическими мерами.

Следует ещё раз подчеркнуть, что критерии, как и вся сеть Интернет, находятся в развитии и могут использоваться преимущественно в совокупности. Их постоянное применение в рамках обучения позволит студенту выработать навык интуитивного определения качества источников и сформировать знания о качественных источниках информации по своей специальности.

М.В. Дашков

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТОВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОГРАММ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ ВОЛС»**

В настоящее время существует несколько пакетов математических программ, являющихся мощным инструментом для выполнения расчетов любой сложности. Среди них можно выделить коммерческие продукты MatLab и Maple, и свободно распространяемые программы для математических и инженерных расчетов Scilab и Octave [1]. Кроме базовых математических функций вышеперечисленные пакеты поддерживают установку

дополнительных специализированных библиотек, что существенно упрощает задачи моделирования [2].

Практика проведения практических занятий со студентами различных направлений обучения показала, что менее 25% обучаемых имеют представление о возможностях современных математических программ и имеют навыки работы с ними. В связи с этим в настоящее время при выполнении курсовой работы по дисциплине «Моделирование сетей связи на базе волоконно-оптических линий связи» для магистрантов включаются элементы обучения работы в среде MatLab. ВУЗом приобретены лицензии на данный пакет, однако при этом студенты имеют возможность работать только в компьютерном классе и не могут самостоятельно выполнять задания на личной вычислительной технике. В связи с этим целесообразно рассматривать переход на пакет свободно распространяемых программ для математических и инженерных расчетов Scilab или Octave. Данные пакеты программ имеют хорошую совместимость с MatLab по базовым командам и разработанные комплексы программ могут быть относительно легко адаптированы под новую систему.

В ходе практических занятий обучаемые приобретают базовые навыки работы в пакете математических программ и получают представление о базовых элементах программирования. Это позволяет реализовывать численные эксперименты различной степени сложности и адекватно обрабатывать полученные результаты. На базе разработанных заготовок-шаблонов программ обучаемый имеет возможность модифицировать из под свои задачи и после приобретения соответствующих навыков развивать и дополнять.

На сегодняшний день разработаны и внедряются следующие модули: для моделирования оптического сигнала различных форматов модуляции; для моделирования процесса распространения оптического импульса в оптическом тракте с учетом дисперсионных эффектов; базовая обработка результатов измерений.

Модель оптического сигнала позволяет формировать сигналы как амплитудной, так и фазовой модуляции. При этом обучаемые повторяют основы теории сигналов и приобретают навыки моделирования современных форматов модуляции оптического излучения.

Модель распространения оптического сигнала учитывает влияние затухания, составляющих дисперсии второго порядка

(хроматическая дисперсия) и третьего порядка. При добавлении слагаемых, описывающих нелинейные эффекты, уравнение принимает вид нелинейного уравнения Шредингера.

В модуле базовой обработки результатов измерений обучаемые изучают теоретические основы аппроксимации полученных данных и на практически применяют их к своим исследованиям.

1. Алексеев, Е.Р. Использование свободных программ в научных исследованиях [Текст]/ Е.Р. Алексеев // Прикладная информатика, - М. – 2009, № 6, с. 61-79

2. Леонтьев Н.А. Применение пакета математических программ Scilab для моделирования обработки нелинейных оптических сигналов [Текст]/ Н.А. Леонтьев // Современные научные исследования и инновации, - 2015, № 5 (49)

Н.В. Коньжева

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г Самара, Россия

### **ДЕЛОВАЯ ИГРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ «1С» КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Современные тенденции образования таковы, что внедрение инновационных технологий обучения становится неизбежным. Среди компетенций, которыми должен обладать выпускник бакалавриата направления подготовки «Прикладная информатика в экономике», важное место занимают компетенции, связанные с использованием современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности, аналитических, исследовательских и коммуникационных задач. Реализация компетентностного подхода также предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Одним из примеров использования интерактивной формы обучения бакалавров с одновременным применением информационных технологий является реализация лабораторного практикума по дисциплине «Предметно-ориентированные

экономические информационные системы» в форме обучающей деловой игры. Деловая игра определяется как имитация рабочего процесса, моделирование, упрощенное воспроизведение реальной производственной ситуации. Деловая игра в высшем учебном заведении — импровизация студентами различных ролей в ситуациях, с которыми специалист может столкнуться в будущей профессиональной деятельности. Перед участниками игры ставятся задачи, аналогичные тем, которые они будут решать в ежедневной профессиональной деятельности. Одним из главных плюсов деловых игр является то, что они, моделируя реальность, позволяют радикально сократить время накопления опыта, а также приближает студентов к реалиям рыночной экономики, помогает им понять и прочувствовать значимость изучаемой дисциплины

Деловые игры отличаются методикой проведения и поставленными целями:

1) обучающие — направлены на появление новых знаний и закрепление навыков участников;

2) констатирующие — конкурсы профессионального мастерства;

3) поисковые — направлены на выявление проблем и поиск путей их решения;

4) имитационные — имеют цель создать у участников представление, как следовало бы действовать в определенных условиях;

5) инновационные игры — формируют инновационное мышление участников.

6) организационно-деятельностные игры — не имеют жестких правил, у участников нет ролей, игры направлены на решение междисциплинарных проблем.

Наибольший эффект дают игровые образовательные технологии, поскольку представляют собой форму воссоздания предметного и социального содержания будущей профессиональной деятельности специалиста, моделирования таких систем отношений, которые характерны для этой деятельности как целого. Как показывает опыт, студенты с большим интересом решают поставленные задачи, когда используют современные пакеты или сами программируют решение той или иной задачи.

Выбор информационных технологий фирмы «1С» не случаен. Тот факт, что «1С» занимает на рынке одну из ведущих позиций и

продолжает наращивать обороты, свидетельствует об осмысленном выборе тысяч пользователей в пользу этого продукта. Масштабы всевозрастающего распространения продукта стимулируют и рынок профессионалов, специализирующихся на программах «1С:Предприятие».

Основной акцент в деловой игре делается на самостоятельную работу студентов. В результате решается задача создания своей собственной компании (своего собственного предприятия), где студенты не только осваивают приемы работы с типовыми конфигурациями системы «1С:Предприятие 8», но и изучают основные приемы ввода данных, регистрации хозяйственных операций, создания и использования отчетов для анализа произведенных вычислений. При этом студент глубже познает сущность предмета, изучает литературу, ищет оптимальные способы решения. Это стимулирует не только его интерес, но и интерес сокурсников и преподавателей к проделанной работе.

Т.В. Моисеева

Институт проблем управления сложными системами РАН,  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики, г. Самара, Россия

## **ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНТЕРСУБЪЕКТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ ОБУЧЕНИЕМ**

Новый подход к управлению обучением, базирующийся на интересусубъективной теории управления, и дополняющий традиционное предметно-ориентированное обучение, предложенный в [1, 2], направлен на поиск выхода из проблемных ситуаций, в которых оказываются люди в их повседневной жизни. Поскольку речь идет о совместном решении проблемы группой акторов, объединившихся в самоорганизованное сообщество, большое значение имеет степень разработанности средств, облегчающих их коммуникации. Современные теле- и инфокоммуникационные технологии имеют богатый арсенал таких возможностей, а современные студенты хорошо ими владеют.

Овладение ситуацией всеми учащимися невозможно без выработки общих семантических правил. Поскольку в одни и те же слова мы можем вкладывать разный смысл, а также называть разными

терминами одни и те же явления, важно научиться вырабатывать единую терминологию и разделяемые всеми принципы принятия решений, вследствие которых появляются интересубъективные знания.

Средством представления персональных и интересубъективных знаний являются онтологии. Смысл проблемной ситуации выстраивается с помощью онтологических моделей, разрабатываемых студентами-актерами совместно. Поэтому учащиеся должны овладеть знаниями по построению онтологий, описывающих не только их персональные, но и интересубъективные знания, содержащие абстрактные понятия и отношения между понятиями. В дальнейшем происходит трансформация онтологических моделей ситуации таким образом, что новая совместно выстроенная онтологическая модель, будет разделяться всеми актерами [3].

Поэтому одна из важных задач обучения на базе интересубъективного подхода связана с тем, чтобы помочь студентам выработать навыки применения электронных средств коммуникации, и в целом сформировать у них понимание основ применения теории интересубъективного управления для урегулирования проблемных ситуаций в дальнейшем, не только в мире систем, но и в жизненном мире.

1. Моисеева Т.В. Инновационное развитие вуза. Интересубъективное управление обучением в техническом вузе. - Инфокоммуникационные технологии. – 2016, том 14, №3. С. 328-336.

2. Моисеева Т.В. Инновационное развитие вуза. Интересубъективное управление. - Инфокоммуникационные технологии. – 2016, том 14, №1. С. 92-99.

3. Виттих В.А., Моисеева Т.В. Интересубъективное управление: от теории к практике. - Проблемы управления и моделирования в сложных системах: труды XVIII Междунар. конф. – Самара: Изд-во ООО «Офорт», 2016. – 464с. С. 53-62.

А.А. Парамонов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

Не будет преувеличением сказать, что сегодня системы компьютерного тестирования произвели настоящую революцию в обучении. Именно они помогли усовершенствовать оценивание знаний студентов.

Трудно представить современные ВУЗы без тестового контроля знаний студентов. Это объясняется несколькими причинами: грамотно построенный тест дает объективную оценку знаний; процесс тестирования хорошо автоматизируется с помощью компьютерных технологий. Теперь преподавателям гораздо проще проводить экзамены, а также следить за результатами и прогрессом своих учеников. Кроме того, очень полезной оказывается автоматическая система подсчета баллов. Давно прошли дни, когда учителю надо было создавать каждый тест вручную и записывать результаты в журнал, высчитывать средний балл. Сегодняшние системы компьютерного тестирования помогают следить за прогрессом каждого ученика, избегая сложных подсчетов.

Сами же инструменты для создания тестов – тестовые оболочки приобретают особую актуальность для преподавателей, становятся всё понятнее и удобнее для преподавателя. Подобных программных средств существует не мало, и программисты-разработчики готовы строить новые варианты так называемых авторских систем. Однако широкое распространение этих программных средств сдерживается отсутствием простых и нетрудоёмких методик составления тестовых заданий, с помощью которых можно задавать тесты, для последующей вставки их в оболочку. Известно достаточное количество программных продуктов, позволяющих создавать тестовые задания и использовать их для контроля знаний учащихся.

Несмотря на то, что компьютерное тестирование является объективным и высокопроизводительным инструментом контроля знаний, имеется ряд технических и организационных проблем.

Создание обучающих и контролирующих средств - сложная и трудоемкая работа, требующая совместных усилий опытных преподавателей-лекторов и программистов. Широкомасштабному ведению такой работы в ВУЗах препятствует отсутствие финансовых ресурсов для ее стимулирования. В результате она проводится бессистемно. К тому же для произведения тестирования необходимо иметь достаточное количество свободных ЭВМ, соединенных ЛВС и, для лучшей организации процесса тестирования, находящихся желательны в одной аудитории.

Выходом из сложившейся ситуации может послужить создание мобильного приложения, содержащего в себе весь приобретенный опыт уже готовых различных решений, отличающийся от существующих продукций своей новизной и технологичностью, устраняя большинство существенных недостатков, которые выявлены путем исследования уже существующих решений.

Актуальность решения данной проблемы заключается в том, что для студентов появится возможность для самоконтроля, и закрепление материала вне учебной аудитории, находясь, например, на улице или в общественном транспорте, а наличие на устройстве локальной базы данных, даст возможность пользоваться продуктом, не имея выхода в Интернет. Так же необходимо учесть создание модуля для передачи собственных сгенерированных тестов, для проверки студентами друг друга. Это позволит перейти от традиционных методов контроля и оценки полученных знаний к новым обучающим технологиям и повышению качества знаний.

Н.Н. Васин, П.А. Курмакаев, М.В. Шилкина.  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ WI-FI**

В настоящее время беспроводные сети Wi-Fi широко используются в местах общественного пользования и общественном транспорте. Поэтому требуются высококвалифицированные специалисты в этой области. Для подготовки специалистов разработан программно-аппаратный комплекс, включающий физическую и виртуальную части. Физическая часть комплекса включает:

беспроводную точку доступа D-Link DWL-2100AP стандарта 802.11, компьютеры с беспроводными сетевыми картами. Виртуальная часть комплекса, реализованная в программном пакете Packet Tracer, позволяет подготовить студентов к работе с оборудованием. В процессе работы с программно-аппаратным комплексом студенты изучают следующие режимы:

**Режим Ad Hoc.** В режиме Ad Hoc клиенты определяют связь напрямую вместе. Устанавливается одноранговое соединение “точка-точка”.

**Инфраструктурный режим.** В данном режиме точки доступа гарантируют взаимосвязь абонентских ПК. Точка доступа – беспроводной коммутатор. Абонентные станции не соединяются напрямую одна с другой, а соединяются с точкой доступа, и она уже направляет пакеты адресатам.

**Режимы WDS.** В данном режиме точки доступа соединяются лишь между собой, образуя мостовое соединение. Любая точка может соединяться с несколькими иными точками. Беспроводная связь осуществляется лишь между парой точек, которые реализуют мост.

**РЕЖИМ WDS WITH AP.** Распределенная беспроводная система, которая включает точку доступа. При помощи этого режима можно сразу подключить клиентские компьютеры. Для повышения числа подключаемых клиентов можно применять несколько WDS-сетей.

**Режим повторителя.** В режиме повторителя, беспроводной повторитель просто ретранслирует все пакеты, которые поступили на его беспроводной интерфейс.

**Режим клиента.** Когда устройства не имеют беспроводных адаптеров, подключают точку доступа в режиме клиента.

Экспериментальная сеть работала в инфраструктурном режиме. По беспроводной сети передавался файл размером 86752 Кбит и оценивались следующие характеристики:

- 1) Качество связи 100%  
Время передачи – 74 секунды  
Средняя скорость передачи - 1172 Кб/сек
- 2) Качество связи 82%  
Время передачи – 83 секунды  
Средняя скорость передачи – 1045 Кб/сек
- 3) Качество связи 66%  
Время передачи – 94 секунды

Средняя скорость передачи - 923 Кб/сек

4) Качество связи 42%

Время передачи – 609 секунд

Средняя скорость передачи - 143 Кб/сек

5) Качество связи 22%

Время передачи – 3041 секунда

Средняя скорость передачи - 29 Кб/сек

На рис. 1 представлен экспериментально снятый график зависимости скорости передачи трафика от расстояния до точки доступа.

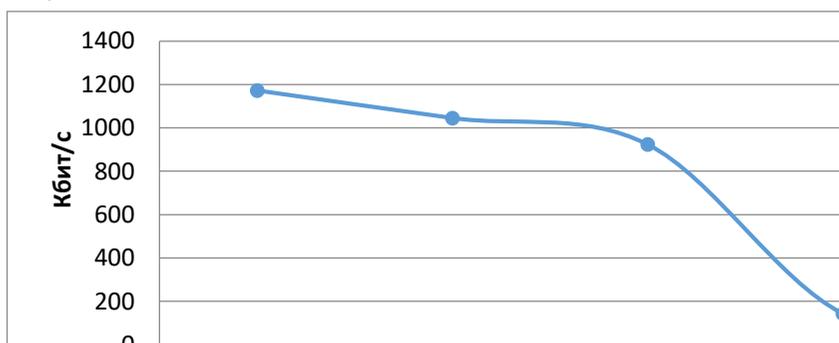


Рисунок 1 - Зависимость скорости передачи от расстояния до точки доступа

Вывод: чем дальше клиент от точки доступа, тем более увеличивается время передачи и уменьшается скорость передачи. Особенно заметен скачок уменьшения скорости передачи на расстоянии свыше 10 метров.

1. НОУ ИНТУИТ [Электронный ресурс]/Беспроводные сети Wi-Fi. Лекция 4 <https://www.intuit.ru/studies/courses/1004/202/lecture/5242?page=5>

В.С. Сивков

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Особенностью дисциплины «Системы реального времени» является тесная взаимосвязь программного и аппаратного обеспечения, с минимальным количеством уровней абстракции между приложениями пользователя и аппаратурой. Первая версия авторского цикла лабораторных занятий предполагала традиционный в таких случаях подход — использование технологий виртуализации для эмуляции систем и фреймворков, позволяющих получить представление о работе компонент систем реального времени.

В рамках дисциплины «Системы реального времени» рассматриваются компоненты таких технологий как «Умный дом» (Smart house), «интернет вещей» (IoT), компоненты встраиваемых систем, робототехника. Аппаратное обеспечение таких систем достаточно разнообразно, и сильно отличается от традиционной аппаратуры, используемой в учебном процессе, при изучении дисциплин направления информационных систем и технологий (персональные компьютеры). В процессе выполнения лабораторных работ было проведено несколько экспериментальных занятий и мастер-классов по работе с микроконтроллерами и программируемыми логическими интегральными схемами (ПЛИС). Студенты проявили чрезвычайный интерес к работе с «железом», поэтому было принято решение модернизировать цикл лабораторных работ, добавив в него работы по созданию элементов встраиваемых систем на базе микроконтроллеров. По прошествии нескольких лет выполнения таких работ, можно сделать некоторые выводы: заинтересованность студентов дисциплиной и процессом выполнения лабораторных работ многократно увеличилась, по сравнению с предыдущими семестрами, когда работы выполнялись в симуляторах; увеличилось количество дипломных работ, связанных с аппаратной составляющей информационных систем, и систем реального времени.

Структурно цикл лабораторных занятий разбит на два блока — блок на виртуальных макетах и блок на реальном оборудовании. Виртуальные макеты используются для отработки общих приемов работы с операционными системами реального времени: запуск и блокировка задач; использование системы приоритетов; управление работой диспетчера задач; использование механизмов синхронизации и межзадачного взаимодействия. В качестве основной платформы для данных работ в настоящее время используется фреймворк систем реального времени Xenomai [1].

Второй блок лабораторных работ разделен на три части. Работы первой части предполагают знакомство с процессом подключения макета к персональному компьютеру, настройку программного обеспечения для загрузки программы в устройство и написания простых программ - генераторов сигналов. В качестве периферии используются в основном простые световые индикаторы и звуковые излучатели. Следующая часть работ предполагает наличие в системе элементов управления (кнопок, переключателей, интерфейсов) — необходима обработка непредсказуемого потока событий в масштабе реального времени. Третья часть работ предполагает использование простых операционных систем реального времени (ОСРВ), как альтернативу конечным автоматам. В работах используются ОСРВ «свободных» лицензий и с открытым исходным кодом (например FreeRTOS [2]).

Применение такого подхода к формированию лабораторных занятий по дисциплине СРВ в течение нескольких лет, позволяет сделать определенные выводы. Прежде всего — работы с «железом» кардинально повышают заинтересованность студентов, желание «оживить» своими руками реальное устройство является мощным стимулом в освоении дисциплины. Очень часто студенты просят о проведении дополнительных занятий, приходят в свободное от учебы время, чтобы позаниматься на оборудовании. Также для выполнения сложных заданий внутри группы стихийно формируются творческие коллективы, где каждый участник решает свою часть задачи — формируются навыки работы в команде. В целом можно сказать, что методические подходы себя оправдали, дальнейшее развитие предполагает расширение номенклатуры оборудования и формирование наборов, для проведения тематических работ, например в области робототехники и автоматизации производства.

1. Xenomai – Real-time framework for Linux [Электронный ресурс] // URL: <https://xenomai.org/>
2. The FreeRTOS kernel Market Leading, De-facto Standard and Cross Platform RTOS kernel [Электронный ресурс]

Г.А. Морозов, С.В. Смирнов  
Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия

## **ПОСТРОЕНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ: «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА» ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ.**

Развитие информационных технологий предоставило новую, уникальную возможность внедрения автоматизированных обучающих систем по различным дисциплинам в вузах. Такая организация усвоения материалов позволяет самому обучаемому выбрать и время и место для обучения, во-вторых, дает возможность использовать в обучении новые информационные технологии. Положительные моменты таких систем заключаются в следующем: студенты активно участвуют в процессе обучения, приучаются мыслить самостоятельно, выдвигать и отстаивать свою точку зрения, моделировать реальные ситуации.

Достоинствами автоматизированных обучающих систем (АОС), являются: их мобильность, доступность связи с развитием компьютерных сетей. Создание АОС способствует также решению и такой проблемы, как иметь возможность постоянного обновления информационного материала. В них также может содержаться большое количество упражнений и примеров, подробно иллюстрироваться в динамике различные виды информации. Кроме того, при помощи АОС осуществляется текущий контроль знаний путем компьютерного тестирования. Такие системы обладают гибкими возможностями по настройке учебного процесса с учетом индивидуальных особенностей обучаемых. Содержимое учебного курса может автоматически подстраиваться под конкретного обучаемого в зависимости от того, в каком темпе он изучает материалы курса, в какой последовательности и каких результатов достигает в ходе выполнения контрольных заданий.

Нами предлагается следующая структурная схема АОС по дисциплине «Техническая электродинамика» Рис 1.

Обучающая программа включает в себя сгруппированные по темам методические и вспомогательные материалы, ссылки на интернет ресурсы для освоения дисциплины, а также возможность проверить освоенный материал с помощью теста для самоконтроля. Все результаты фиксируются в центре оценок.

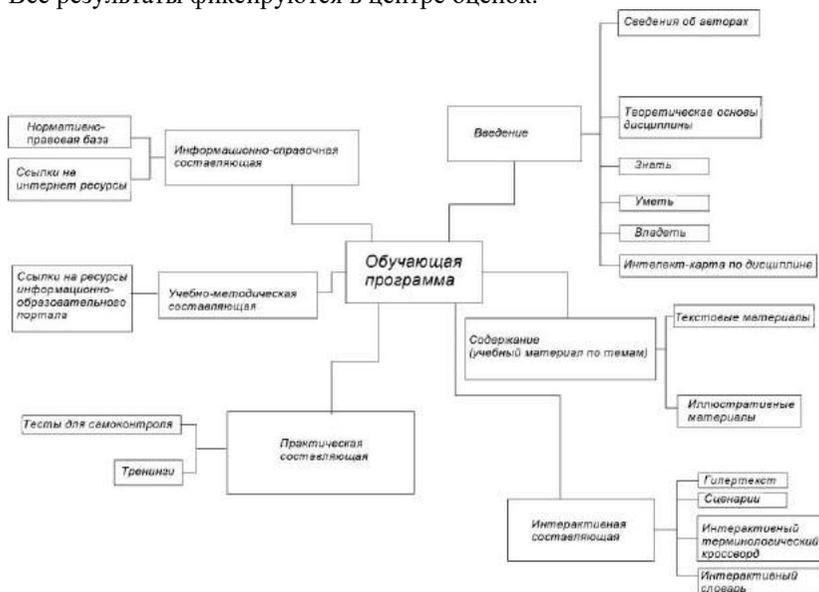


Рисунок 1 - Структура обучающей программы

В качестве метода лучшего обучения студентов был выбран «метод многократного повторения». Студенты, пройдя курс лекций, по какому либо модулю, должны пройти тестирование, по результату тестирования программа определяет уровень подготовки студента. Если уровень подготовки ниже порогового, то студент отправляется на самостоятельную подготовку к повторному прохождению тестирования. Причем студент не может перейти на прохождение тестирования более старшего уровня, не пройдя предыдущего. Мало того, студент не прошедший второй или третий этап тестирования возвращается к решению первого теста. В результате этого мы достигаем «натаскивания» студента. Все результаты записываются в центре оценок и преподаватель может посмотреть количество попыток

и результаты этих попыток, это дает преподавателю понимание средств достижения студентом итогового результата.

1. [https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=\\_108928\\_1&course\\_id=\\_10317\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_108928_1&course_id=_10317_1)

## **8. Инновационные экономические системы – Innovative Economic Systems**

И.А. Хасаншин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КООРДИНАЦИОННОГО ЦЕНТРА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Эффективность различных направлений помощи инновационным предприятиям зависит от сбалансированности организационно-экономического механизма функционирования регионального комплекса их информационного обеспечения. Организационно-экономический механизм функционирования регионального комплекса информационного обеспечения инновационных предприятий включает создание координационного центра по поддержке инновационного предпринимательства на информационно-технологической платформе регионального электронного правительства [1].

Создание соответствующего центра поддержки обусловлено спецификой информационного обеспечения деятельности инновационного предприятия, заключающейся в многообразии потенциально возможных инструментов поддержки и необходимости выбора реально возможных. Кроме того, в большинстве случаев руководство инновационного предприятия не может самостоятельно определить приоритетные направления действий, следовательно, не может сделать выбор в пользу соответствующих мер поддержки. Поэтому для обоснованного выбора состава регионального комплекса инфраструктурных инструментов поддержки, позволяющего получить наилучший результат, инновационному предприятию необходима

квалифицированная помощь. Результатом создания координационного центра поддержки инновационного предпринимательства в регионе должно стать максимально эффективное использование преимуществ инновационных предприятий при решении региональных социально-экономических проблем.

Главная цель деятельности данного центра заключается в улучшении условий создания, функционирования и развития инновационных предприятий в экономике региона через организацию взаимодействия с субъектами инфраструктуры поддержки инновационных предприятий.

Схема взаимодействия региональных органов исполнительной власти, инновационных предприятий, субъектов инфраструктуры поддержки и координационного центра поддержки представлена на рис. 1.



Рисунок 1 - Организационно-экономический механизм функционирования координационного центра информационного обеспечения региональных инновационных предприятий

Координационный центр поддержки инновационного предпринимательства на базе регионального электронного правительства будет являться связующим звеном между органами

власти и субъектами инновационного бизнеса, с помощью которого органы власти могут обеспечить скоординированность, целенаправленность и эффективность программ поддержки инновационного предпринимательства.

1. Хасаншин И.А. Инфраструктурное обеспечение инновационного предпринимательства на региональном уровне: монография / И. А. Хасаншин. – Самара: ООО «Издательство АСГАРД», 2015. – 183 с.

А.А. Кудряшов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **КОМПОНЕНТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ**

Согласно проведенному анализу мировых исследований можно выделить три основных компоненты цифровой трансформации экономики:

1. Население, или потребители продуктов цифровой экономики. Этот фактор является наиболее значимым с точки зрения переходной экономики, так как в современной экономике именно потребитель диктует условия и направления преобразований. Существует достаточное количество примеров в истории человечества свидетельствующих о неготовности общества, по различным причинам, принять тот или иной инновационный продукт, а текущие преобразования подразумевают постоянное внедрение инноваций, прежде всего в области ИКТ, в повседневную жизнь. Поэтому необходимо определить степень готовности потребителя к новой экономике в общем, и технологическим новшествам в частности.

Согласно исследованиям, наибольшее проникновение интернета наблюдается в Москве и Санкт-Петербурге – 77%, остальные регионы отстают от этого показателя на 10-15 %, что свидетельствует о высоком уровне доступа к сети интернет [1]. При этом наблюдается значительный рост пользователей мобильного интернета с постепенным падением его стоимости. Этот факт позволяет говорить о достаточно высоком уровне готовности России к переходу в цифровой век.

Таким образом, высокая обеспеченность России фиксированным широкополосным и мобильным доступом к сети интернет, а также растущий интерес пользователей к онлайн потреблению говорит о готовности населения России к трансформации потребительского рынка.

2. Компании, удовлетворяющие возникающие потребности населения. Основным конкурентным преимуществом современных компаний является уровень технологического обеспечения и количество инновационных разработок. Однако, проблема технологического отставания Российских компаний обозначилась в начале 90-х годов в результате становления рыночных отношений на базе отсутствия необходимых компетенций в области управления и развития бизнеса. Последовавшие после 2000-х годов попытки вывести коммерческие предприятия на новый технологический уровень не дали нужного результата из-за нехватки необходимого количества финансирования, квалифицированных инженеров, бюрократии и т.д.

В результате необходимые, для дальнейшего технологического развития, компоненты новых производств были заимствованы у иностранных компаний.

Естественно, основные денежные потоки уходили зарубежным компаниям, предоставляя им возможность дальнейшего развития и ограничивая внутреннее производство. В таких условиях отпадала необходимость в квалифицированной рабочей силе на внутреннем рынке что привело к её оттоку в другие государства или сферы деятельности. На рынке труда стали более востребованы менеджеры, юристы и маркетологи, что привело к переориентации образования и усугубило сложившуюся ситуацию. Данная форма хозяйствования широко применяется и в настоящее время, но на рынке появляются компании и с другим, более независимым от внешних рынков, характером.

3. Исходя из этого можно предположить, что в данных условиях единственным выходом из сложившейся ситуации является государство, выполняющее функции регулятора в новой экономике. И выполнять эту задачу предстоит с помощью современной качественной системы образования. Поскольку, в ином случае выявленный дисбаланс производства и потребления приведет к полному доминированию на внутреннем рынке иностранных

производителей и экономической зависимости государства от внешних поставщиков.

1. Развитие интернета в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://yandex.ru/company/researches/2016/ya\\_internet\\_regions\\_2016](https://yandex.ru/company/researches/2016/ya_internet_regions_2016), свободный.

Н. Ж. Аманбаев

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АПК КАЗАХСТАНА**

Успешная инновационная деятельность является залогом качественного совершенствования производственного процесса и является обязательным условием для привлечения инвестиций. С экономической точки зрения инновации – это производство новых видов товаров, услуг, а также технологии, которые способны не только удовлетворять потребности, но и способны обеспечивать прирост полезного эффекта.

В своем Послании народу Казахстана от 10 января 2018 г. Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев отметил важность рывка в развитии агропромышленного комплекса – аграрная политика должна быть направлена на кардинальное увеличение производительности труда и роста экспорта переработанной сельскохозяйственной продукции [1].

Решение поставленной задачи возможно при помощи внедрения инновации в АПК Казахстана.

В экономической литературе инновация представлена как конечный результат процесса нововведения и должна воплощаться в виде конкретного нового продукта или продукта с усовершенствованными характеристиками, который должен непременно быть внедренным на рынок. Наряду с понятием «Инновация» на практике используется понятие «Инновационная деятельность», представляющая собой мероприятия по доведению научно-технических идей, изобретений, разработок до результата, пригодного для практического использования.

На практике инновационная деятельность включает как фундаментальные, так и прикладные научные исследования, опытные образцы проектно-конструкторские и технологические разработки, а также меры по внедрению новинок в производство. Успешная инновационная деятельность является обязательным условием эффективного функционирования производства, повышения его производительности и конкурентоспособности.

Как показывает практика, инновационная деятельность связана с использованием научных и технических идей для создания конкретной продукции и технологии, которые пользуются высоким спросом на рынке. Причем, спрос на новую продукцию или технологию является обязательным условием успешной инновационной деятельности.

Специалисты различают продуктовые и процессные инновации.

Продуктовая инновация – это создание принципиально нового продукта. Процессная инновация – это создание совершенно новых или значительное совершенствование существующих способов производства, совершенствование форм организации и управления производством. В зависимости от новизны различают новые для данной отрасли или предприятия.

Сегодня становится очевидным, что абсолютное большинство отечественных сельхоз товаропроизводителей из-за использования устаревших технологии становятся не конкурентоспособными. Свидетельством этому является низкая производительность труда в АПК не только по сравнению с развитыми странами, но и партнерами по ЕвразЭС [2]. Поэтому с вхождением Казахстана в ЕвразЭС возникает, как выше отмечалось, важный побудительный мотив инновационной деятельности - рыночная конкуренция. Для того чтобы противостоять ценовой конкуренции со стороны партнеров ЕвразЭС, отечественные сельхоз товаропроизводители должны сокращать издержки производства.

Таким образом, для того чтобы эффективно внедрять инновации в производство и добиваться их использования для создания конкретной продукции и технологии, которые будут пользоваться высоким спросом как на местном, так и на внешних рынках, необходимо создания эффективно функционирующей системы инновационной деятельности. Причем система инновационной деятельности должна функционировать как на макро-, так и микроуровне.

1 Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции. Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 10 января 2018 г. [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses\\_of\\_president/poslanie-prezidenta-republiki-kazahstan-n-nazarbaeva-narodu-kazahstana-10-yanvara-2018-g](http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-republiki-kazahstan-n-nazarbaeva-narodu-kazahstana-10-yanvara-2018-g)

2 Аманбаев Н.Ж. Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Казахстана / Н.Ж. Аманбаев // Научно-технический журнал «Новости инженерной науки и образования Западного Казахстана». 3 (7) – 2015. Уральск, НОК «КазИИТУ». – С. 87 – 89

А.К. Кабасова

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **РЕФОРМИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ «МОДЕРНИЗАЦИЯ 3.0: СОВРЕМЕННАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РК»**

Первый этап реформирования экономики охватывает период от объявления Казахстаном суверенитета и до введения своей национальной валюты. Рыночное преобразование экономики Казахстана и радикальное изменение социально-экономических отношений потребовали прежде всего отказа от административно-командной системы управления и централизованного планирования. Государство взяло курс на создание социально-рыночного хозяйства, основанного на частной собственности, привлечение иностранных инвестиций и международного опыта управления экономикой. Первый поток инвестиционных средств направлялся на строительство объектов жизнеобеспечения – энергетики, транспорта и связи, переработки сельхозпродукции.

Следующим направлением реформирования экономики стало разгосударствление и приватизация предприятий. В начале 90-х годов преобразовывались малые и средние объекты государственной собственности в торговле, сфере обслуживания, транспорте, строительстве, сельском хозяйстве, инфраструктуре. Затем предусматривалась приватизация крупных объектов государственной собственности. К началу 1996 года было приватизировано 1490 государственных сельхозпредприятий, что составило более 70 процентов от их общего числа.

Программа разгосударствления и приватизации в Казахстане позволила в исторически короткие сроки сформировать частный сектор экономики. На начало 2000 года было зарегистрировано свыше 100 тысяч частных предприятий, что составило почти 82 % от их общего числа. Более 70 % созданной в экономике добавленной стоимости приходится на долю предприятий с частной формой собственности. Абсолютное преобладание частных предприятий сделало процесс экономического реформирования необратимым, а рыночные отношения в соответствующих отраслях экономики стали определяющими.

Тем не менее развитие экономики Казахстана требовало решение еще многих проблем. В связи с этим в 1997 году было создано Агентство по стратегическому планированию и реформам положившее начало разработке прогнозов стратегического развития страны на перспективу. Период этот для страны был достаточно сложен, так в конце 1990-х годов квота на экспорт нефти из Казахстана составляла всего 3,5 млн. тонн в год, цена на нефть не превышала 12 долларов за баррель, доходы государства были крайне низки. По существу стоял вопрос выживания экономической системы страны, которая к тому же находилась под влиянием идей, предусматривающих два взаимоисключающих направления: либо усиление государственного регулирования с переходом к госкапитализму, либо полная стихия рынка в рамках либерализации.

В этой непростой ситуации, когда текущие задачи выживания экономики страны заслоняли перспективное развитие страны на будущее, привело руководство Казахстана в 1997 году к отказу от полностью формализованного подхода к социально-экономическому развитию и началу реализации новой стратегии определяющей основные стратегические направления социально-экономического развития Казахстана на основе учета национально-государственных интересов, также было принято решение о принятии программы со стратегическими задачами для страны на длительную перспективу. Концептуальный механизм заключался в следующем: следовало принять программу развития, где текущие проблемы должны решаться исходя из глобальных задач, где тактика вопроса должна быть интегрирована в ее стратегию, которое предусматривало построение индустриального государства, интегрированного в процессы мировой экономики.

Послание Президента страны Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев» или Стратегия «Казахстан-2030» стало первой стратегической программой развития казахстанского общества и поставило достаточно амбициозные цели, достижение которых казалось реалиями далекого будущего. В соответствии с программой «Казахстан-2030», первоочередной задачей адаптированной модернизации была признана реструктуризация промышленности, связанная с экономической независимостью страны. Неотъемлемой частью «адаптированной модернизации» стало наличие в структуре экономики наукоемких производств в соответствующих специализированных отраслях экономики Казахстана. Согласно программы Стратегия «Казахстан-2030» первостепенной задачей для современного Казахстана была не просто структурная модернизация, а структурная модернизация, учитывающая национальные особенности с приоритетом на повышение уровня жизни. При подобном неформализованном подходе к современному развитию сама идея адаптированной модернизации экономики является многоаспектной, а ее углубленная и системная разработка, может быть плодотворной при поиске и выработке реальных национальных программ перехода к рынку, рыночным отношениям, то есть выбору стратегии модернизации.

Изучение казахстанской модели модернизации показывает, модель развития национальной экономики Казахстана в целом построена на принципах S-образной эволюционной траектории развития на основе последовательного развертывания стадий жизненного цикла модернизации страны на периоде 1997-2030 годы. Стратегия «Казахстан-2030» стала основополагающим стратегическим документом, определяющим курс долгосрочного экономического развития Казахстана на основе использования лучших сторон рынка и госрегулирования, которая строилась по схеме: государство берет на себя инвестирование в стратегически важные объекты и определяет общие правила игры и одновременно максимально облегчает условия для рынка. Она условно разделена на десятилетние стратегические планы развития. На предстоящий десятилетний период и ставятся национальные цели развития, конкретизирующие, с учетом достигнутого уровня экономического роста, внешние и внутренние условия и задачи требующие решения на этот период.

Все эти годы Казахстан, следуя стратегическим курсом, определенным Лидером нации, развивался в системе геополитических координат путем соизмерения собственных перспектив и возможностей с трендами глобального и регионального развития. Интеграция с мировыми рынками инвестиций обеспечила стране благоприятные возможности для проведения рыночных реформ и вхождения в глобальную экономическую систему в качестве самостоятельного участника международного разделения труда. Именно в этот период в различных секторах национальной экономики начали успешно действовать сотни совместных предприятий и филиалов крупнейших мировых компаний, что свидетельствует о высокой интегрированности Казахстана в глобальную систему деловых взаимоотношений.

В 2012 году в рамках «Стратегии-2050» Казахстан обозначил перед собой амбициозную цель – войти в число 30 развитых стран мира, каковыми являются государства, входящие в систему **Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)**. В связи с этим в Стратегии «Казахстан-2050» определены ключевые приоритеты экономического, социального и политического развития республики на среднесрочную перспективу. Благодаря активному сотрудничеству со странами ОЭСР Казахстан сделал существенный прогресс в создании необходимых институтов в сферах экономического и социального развития, человеческого капитала, государственного управления и охраны окружающей среды. Тем не менее для дальнейшей модернизации в условиях текущих реалий республике необходимо ускорить темпы реализации институциональных реформ, осуществляемых в соответствии с Планом нации «100 конкретных шагов».

Благодаря экономической политике «Нұрлы жол» и Плану нации «100 конкретных шагов» мы достойно проходим первоначальный этап сложной глобальной трансформации. Только в 2014–2016 годах на поддержку экономики дополнительно было выделено 1,7 триллиона тенге. Все это предоставило возможность для экономического роста и поддержки бизнеса, создания свыше 200 тысяч новых рабочих мест».

Между тем основная суть Третьей модернизации состоит в переходе страны к новой модели роста в условиях новой глобальной реальности и сохранения рисков, способных возобновить кризисные явления в мире. В основе этих рисков лежат такие факторы, как

нестабильность мировых цен на сырьевые ресурсы, в том числе на нефть. Во многих странах мира, включая стратегических торговых партнеров Казахстана, экономическая активность тормозится высоким уровнем государственного долга, проблемой кредитной задолженности предприятий перед банками, низкой инфляцией при нарастающих тенденциях безработицы. И хотя в среднесрочной перспективе эксперты прогнозируют положительную динамику роста цен на углеводородные энергоносители, тем не менее Казахстану в условиях новых реалий и вызовов важно сосредоточиться на главном – ключевых приоритетах нового этапа модернизации страны.

Сегодня на волне новой экономической реальности в мире происходит тотальный всплеск цифровизации коммуникаций. Во многих странах стремительно расширяется использование мобильных технологий, которые в целом создают новую реальность с новым форматом потребительского поведения, отношением к деньгам и платежным услугам. Да и сами взаимоотношения между субъектами выстраиваются на совершенно иных принципах. При этом первыми эти новации усваивают глобальные платежные и технологические платформы. На их основе создаются массовые платежные продукты, формируя тем самым контуры будущей платежной системы. Концепция цифрового государства – относительно новое понятие, возникшее по мере расширения роли информационных технологий в работе частного и государственного секторов. Это глобальный процесс. По прогнозам Accenture, к 2020 году 25% мировой экономики будет цифровой, и внедрение ИТ-решений, позволяющие государству, бизнесу и обществу эффективно взаимодействовать, становится все более масштабным и динамичным процессом.

С учетом этих тенденций в нашей стране также принимаются меры по созданию основ цифровой экономики, которая несет каждому человеку свою долю благ и потенциальную возможность для участия в созидательных процессах государственного развития.

Между тем внедрение информационных технологий в государственном секторе выводит на качественно новый уровень все ключевые аспекты жизни населения – от оплаты коммунальных услуг до оформления страховых полисов и лечения. Развитие цифрового государства предполагает реализацию двух инновационных принципов: «государство как корпорация», когда к оценке работы государственной системы применяются те же критерии и подходы, что и в бизнес-структурах (KPI, эффективность,

клиентоориентированность), и «правительство для граждан», что предполагает переход к сервисной модели взаимодействия государства и общества. В частности, один из «100 шагов» — это создание госкорпорации «Правительство для граждан»: единого провайдера государственных услуг по образцу Canada Service в Канаде и Centrelink в Австралии.

Это позволит изменить экономическую модель и перейти от экстенсивного, сырьевого пути развития к индустриально-инновационному развитию. Планы инфраструктурного развития страны будут сфокусированы на модернизации отраслей энергетики, транспорта и телекоммуникаций, способствующих форсированной диверсификации экономики и привлечению иностранных инвестиций в страну. Количество и качество человеческих ресурсов являются основополагающими факторами, определяющими будущее любой страны. Человеческий капитал – это основной двигатель инноваций и повышения эффективности экономики. Третье направление – инвестиции в будущее – будет включать меры, необходимые для повышения качества человеческих ресурсов Казахстана в долгосрочном периоде. В рамках четвертого ключевого направления – услуги для граждан – будут усилены меры по социальной защите населения и эффективному предоставлению жилищно-коммунальных услуг. В рамках пятого ключевого направления – международное согласие, безопасность, стабильность международных отношений – будут предусмотрены меры по укреплению внутренней стабильности, безопасности, мира и согласия, развитию миролюбивой внешней политики.

Казахстан в перспективе будет одним из крупнейших производителей углеводородного сырья, используя этот важнейший фактор для дальнейшего развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики в будущем. Вместе с тем республика примет участие в решении проблемы глобального потепления, ускоряя технологическую модернизацию энергетики и развитие энергосбережения. Эффективность использования природных ресурсов страны, в особенности водных, возрастет за счет модернизации инфраструктуры и формирования политики рационального использования природных ресурсов с учетом задачи по защите окружающей среды.

Среди идей Послания хотелось бы отметить и проблему государственного управления рыночными преобразованиями

Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев выделяет следующие долгосрочные приоритеты:

1. Национальная безопасность. Обеспечить развитие Казахстана как независимого суверенного государства при сохранении полной территориальной целостности.

2. Внутривластная стабильность и консолидация общества. Сохранить и укрепить внутривластную стабильность и национальное единство, что позволит Казахстану претворить в жизнь национальную стратегию в течение нынешнего и последующих десятилетий.

3. Экономический рост, базирующийся на открытой рыночной экономике с высоким уровнем иностранных инвестиций и внутренних сбережений. Достичь реальных, устойчивых и возрастающих темпов экономического роста.

4. Здоровье, образование и благополучие граждан Казахстана. Постоянно улучшать условия жизни, здоровье, образование и возможности всех казахстанцев, улучшать экологическую среду.

5. Энергетические ресурсы. Эффективно использовать энергетические ресурсы Казахстана путем быстрого увеличения добычи и экспорта нефти и газа с целью получения доходов, которые будут способствовать устойчивому экономическому росту и улучшению жизни народа.

6. Инфраструктура, в особенности транспорт и связь. Развивать эти ключевые сектора таким образом, чтобы способствовать укреплению национальной безопасности, политической стабильности и экономическому росту.

7. Профессиональное государство. Создать эффективный и современный корпус государственных служащих Казахстана, преданных делу и способных выступать представителями народа в достижении наших приоритетных целей.

Эти долгосрочные приоритеты должны служить для концентрации усилий государства и наших граждан, стать основой критериев при формировании бюджета страны и кадровой политики.

Приоритетными целями Плана экономических реформ являются структурные преобразования экономики и сохранение динамики ее развития в условиях глобального кризиса и перехода Республики Казахстан в категорию развитых стран.

Индустриализация становится основным условием структурных экономических реформ в Казахстане, в том числе в сфере экспорта, а

экономический рост — основным фактором сохранения динамики развития и реализации ПФИИР, а также интеграции Казахстана в глобальную экономику.

В рамках ресурсной политики основное внимание уделяется вопросам эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения и запасов полезных ископаемых, в частности:

- \* введению в рыночный оборот земель сельскохозяйственного назначения с целью их эффективного использования;

- \* проведению регулярного мониторинга использования сельхозземель и передаче всех неиспользуемых угодий в государственный фонд для дальнейшей приватизации;

- \* повышению прозрачности и предсказуемости сферы недропользования (через внедрение международной системы стандартов отчетности по запасам полезных ископаемых CRIRSCO);

- \* введению для всех полезных ископаемых упрощенного метода заключения контрактов с использованием мирового опыта.

В сфере фискальной политики реформирование направлено на оптимизацию налоговых и таможенных политик и процедур, а именно:

- \* сокращение количества таможенных ставок Единого таможенного тарифа в рамках однородных товарных групп;

- \* введение принципа «единого окна» при прохождении таможенных процедур экспортерами и импортерами;

- \* упрощение процедуры легализации имущества и денежных средств;

- \* внедрение всеобщего налогового декларирования доходов и расходов;

- \* создание сети центров для приема и обработки налоговых деклараций с доступом к единому архиву электронных документов налогоплательщиков;

- \* внедрение системы управления рисками и др.

Отраслевая структура экономики формируется с учетом создания конкурентоспособных отраслей и производств путем:

- \* внедрения системы еврокодов взамен устаревших строительных норм и правил (СНИП);

- \* внедрения модели «единого закупщика» в электроэнергетике;

- \* укрупнения региональных электросетевых компаний (РЭК);

- \* привлечения минимум десяти ТНК в перерабатывающий сектор для создания экспортных товаров и выхода Казахстана на мировые рынки;

\* создания в приоритетных секторах экономики совместных предприятий с «якорными инвесторами» — международными стратегическими партнерами;

\* реализации инициативы «национальные чемпионы» с ориентацией на поддержку конкретных компаний — лидеров среднего бизнеса в несырьевых отраслях экономики;

\* изменения концепции работы антимонопольной службы и ее приведения в соответствие со стандартами ОЭСР и ориентацией на продвижение свободной конкуренции.

Конкретные шаги по проведению новой инфраструктурной политики связаны с интеграцией Казахстана в международные инфраструктурные сети и транспортно-коммуникационные потоки. Так, Планом «100 конкретных шагов» предусмотрены следующие инфраструктурные проекты:

\* создание мультимодального транспортного коридора «Евразийский трансконтинентальный коридор», позволяющего осуществлять беспрепятственный транзит грузов из Азии в Европу;

\* создание международного авиационного хаба на базе международного аэропорта под Алматы, соответствующего международным стандартам;

\* создание международного финансового хаба для стран СНГ, а также всего региона Западной и Центральной Азии на базе инфраструктуры ASTANA EXPO 2017 с приданием ему специального статуса, закрепленного в Конституции. В перспективе казахстанский финансовый хаб должен войти в двадцатку передовых финансовых центров мира.

В ходе осуществления процессов рыночного реформирования Республика Казахстан обеспечила макроэкономическую стабилизацию и к 2000 году перешла на стадию оживления и экономического роста, что является результатом достигнутых институциональных преобразований.

Выводы:

1. Диверсификация национальной экономики в современных условиях воздействия глобальных рисков предполагает принятие государством мер по ориентации бизнес структур на более активное участие в государственных программах индустриально-инновационного развития и увеличении их доли в промышленном и аграрном производстве, других важных отраслях и секторах

национальной экономики, а также в сфере транспорта и инфраструктуры.

2. Вторым значимым направлением в корректировке курса экономической политики казахстанского государства на современном этапе является углубление международного вектора, что позволит укрепить экономическое сотрудничество республики с будущими лидерами мировой экономики.

3. Важное место в новой экономической политике государства должны занимать мероприятия, обеспечивающие возможности ускоренной интеграции республики в группу будущих лидеров мировой экономики, в рамках реализации национальной Стратегии - 2050.

4. Еще одним направлением модернизации государственной экономической политики Казахстана в новейших условиях глобализации можно считать создание приоритетов для инновационного развития бизнес-структур, отражающих такие стимулы и условия, которые будут побуждать все структуры отечественного бизнеса считать инновационное развитие - главной мотивацией в своей деятельности.

1. Модернизация экономики Казахстана: теоретические основы, потенциал, механизмы. Караганды: ТОО «Санат-Полиграфия», 2005. - 264с.

2. Экономические основы системной трансформации экономики Казахстана (опыт реформирования и проблемы модернизации), Караганда: ТОО «АРКО», 2001. - 283с.

3. Современные направления развития теории модернизации // Вестник университета «Туран» - 2003, №3-4. - с.14-18.

4. Венчурный бизнес: механизмы финансирования // Вестник Евразийского гуманитарного института - 2004, №2. - с.48-53.

5. Концепция экологической модернизации в контексте парадигмы устойчивого развития // Транзитная экономика - 2004, №3. - с.5-12.

6. Технологическое развитие Казахстана // Информационно-аналитический журнал «Аналитик» - 2004, №3. - с.45-47.

А.М. Махамбетова

Казакстанский университет Инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **ФАКТОРЫ И РЕЗЕРВЫ РОСТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА**

В настоящее время в условиях жесткой конкуренции, предприятиям, чтобы эффективно существовать на рынке требуется постоянно совершенствовать структуру, организацию предприятия в целом, а также улучшать процесс производительности труда. Производительность труда является одним из важнейших показателей эффективности общественного производства. Применение этого показателя позволяет оценить эффективность труда, как отдельного работника, так и коллектива [1].

Рост производительности труда не может быть беспредельным. Экономически разумные пределы роста производительности труда диктуются условием увеличения массы потребительных стоимостей и повышения качества продукции. Стремление к безмерному росту производительности труда за счет сокращения численности работающих может привести к снижению объема и качества выпускаемой продукции. Рост производительности труда означает: экономии овеществленного и живого труда и является одним из важнейших факторов повышения эффективности производства [2].

При анализе и планировании производительности труда важнейшей задачей является выявление и использование резервов ее роста, то есть конкретных возможностей повышения производительности труда. Резервы роста производительности труда - это такие возможности экономии общественного труда, которые хотя и выявлены, но по разным причинам еще не использованы. Взаимодействие факторов и резервов состоит в том, что если факторы представляют собой движущие силы, или причины изменения ее уровня, то использование резервов - это непосредственно процесс реализации действия тех или иных факторов. Степень использования резервов определяет уровень производительности труда на данном предприятии[3].

В новых условиях развития рыночных отношений, особенно с учетом последствий мирового экономического кризиса, остро стоит проблема исследования производительности труда, выявления резервов ее роста, путей их совершенствования, в связи с этим тема научно-исследовательской работы в настоящее время приобретает особую актуальность. Для каждого предприятия повышение

производительности труда как показатель эффективности хозяйственной деятельности является определяющим.

Факторам и резервам роста производительности труда уделяется значительное внимание и на уровне организаций всех сфер деятельности как одному из важных показателей эффективности, характеризующему степень рациональности применения трудовых ресурсов и используемому для целей внутреннего анализа и планирования дальнейшей эффективной хозяйственной деятельности организации. В условиях постоянно усложняющегося рыночных отношений задача повышения производительности труда как источника реального экономического прогресса становится жизненно важной для дальнейшего развития современной организации.

Рост производительности труда происходит за счет внедрения новых технологий, технических средств, реконструкции оборудования. Основным фактором сокращения производительности труда является износ основных фондов предприятий. Производительность труда в определенной мере зависит не только от фондовооруженности труда, но и от эффективного и интенсивного использования основных средств. Снижение трудоемкости производства наблюдается при внедрении интенсивных и прогрессивных технологий.

1. К.С. Ремизов «Основы Экономики труда» Издательство Московского университета. 2014 г.

2. Ред. Б.М. Генкина «Основы управления персоналом» М. Высшая школа. 2013 г.

3. Генкин Б.Н «Введение в теорию эффективного труда» СПб.: СПбГИЭА, 2016г.

А.Сэбиткызы, А.С. Нурманалиева

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ БИЗНЕСА –ОСНОВА РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ**

Социальная ответственность бизнеса является одним из способов установления тесных связей между обществом и бизнесом, а также государством и бизнесом. Известно, что современное деловое сообщество находится в тесном контакте. Элементы социальной ответственности в стране видны во всех сферах. В области

производства, кадровой политики, работы с партнерами и т. д. мы можем видеть в разных отраслях. В рамках социальной ответственности бизнеса это можно объяснить просто тем, что любая компания, приносящая доход, приносит пользу обществу. Сегодня у нас есть три основные модели корпоративной социальной ответственности. Англо-американская, европейская и смешанная модели. Англо-американская модель начала появляться в XIX веке. В то же время социальная ответственность ограничивалась созданием рабочих мест, хорошей заработной платой и созданием рабочих мест. И в европейском модельном налоге. То есть предприятия платят налоги в государстве в больших размерах, и государство выделяет эти налоги в государственный бюджет и делает его социальной программой [2].

В последнее время из-за открытия крупного бизнеса широко распространена смешанная модель или корпоративная социальная ответственность. Эта модель фокусируется на трех социальных инициативах. Это экономика, занятость и окружающая среда. Деловая ответственность заключается в защите окружающей среды путем создания рабочей среды, выплаты дивидендов и предоставления качественных продуктов и систематических услуг. Многие высокопоставленные руководители заявляют, что их отношения с людьми в этом регионе важны для их развития.

Очевидно, что социальная ответственность бизнеса тесно связана с социальной сферой государства. Он распространяется на государство и общество в следующих областях.

Когда социальная ответственность достигает высокого уровня развития, бизнес в регионе руководствуется следующими целями:

- полное трудоустройство трудоспособного населения;
- Создание системы социальной защиты для работников организации и их семей
- обеспечение стабильности цен на основные товары и услуги;
- обеспечение населения реальным минимальным уровнем дохода.

Основной целью является предоставление социальных гарантий для поддержки отношений между социальными группами и заинтересованными сторонами общества, улучшения их благосостояния и создания экономических стимулов для их участия в общественном производстве для повышения уровня жизни членов

общества. В целом основная часть мер, принятых для регулирования условий общественного производства.

В этой связи я также хочу поговорить о местном самоуправлении. В целом, муниципалитеты местного самоуправления включают в себя многостороннюю социальную экономику: промышленную, строительную, аграрную, коммерческую, жилищную, коммунальную и культурную. Все политические реформы в стране основаны на предотвращении гражданских беспорядков и потрясений. Во многих этнических обществах важно поддерживать духовный консенсус и стабильность. Поэтому необходимо развивать социальную ответственность бизнеса за счет улучшения местного самоуправления в региональной экономике.

Местное самоуправление - это система самоуправления в каждом населенном пункте. Возьмем, к примеру, сельское поселение. Если есть проблема, то они, то есть люди собираются и отправляются в администрацию, при отсутствии дверей разных органов, невозможно найти правильный ответ, тогда обычные люди, наконец, обращаются к представителем средств массовой информации. Они могут прийти и пообщаться, составить отчет, а небольшая проблема будет большой проблемой, и сегодня она определенно собирается «заниматься серфингом в Интернете». Поэтому, чтобы предотвратить такие ситуации, мы считаем, что лучше всего создать и перенести организацию, занимающуюся этими конкретными местными проблемами.

Это может быть единственная организация, которая может повысить социальную ответственность за бизнес и объединить местных бизнесменов. В настоящий момент, когда предпринимательство уходит корнями, все граждане, которые являются социально ответственными, также счастливы. Мы хотим объединить их и внести вклад в развитие государства. Безработицы можно избежать, увеличив социальную ответственность бизнеса. Это означает, что любой предприниматель несет ответственность перед обществом, несет ответственность и помогает им делать все возможное. Социальная ответственность Казахстана напрямую связана с созданием института гражданского общества. Создание института гражданского общества - это повышение ответственности человека перед обществом и установление связей между правительством и бизнесом, обществом и бизнесом, государством и обществом.

Повышение социальной ответственности бизнеса - развитие региональной экономики и укрепление отношений между государством и бизнесом, обществом и человечеством. Если бы какой-либо гражданин не забыл свою ответственность за свою родину и страну, мы бы создали региональную экономику с государством и бизнесом, если бы не отказались от необходимости помощи.

1. Социальная ответственность бизнеса: гендерный аспект» Сарсембаева Р.Б.

2. Социально-ответственный бизнес в социально-ориентированной экономике» Ташенова С.Д.

Е.А. Кваде

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Рост уровня сложности организаций, разнообразие выполняемых операций привели к тому, что рациональное осуществление функций управления стало исключительно важным для успешной деятельности предприятия. Современный руководитель крайне нуждается в аналитической информации о финансовом состоянии организации, являющейся исходным моментом для принятия необходимого управленческого решения. [1]

В настоящее время существует множество методических подходов к оценке финансового состояния организации, которые несмотря на все свое многообразие по содержанию не противоречат, а скорее дополняют и обобщают друг друга.

Существуют различные классификации методов финансового анализа. Можно выделить основные: горизонтальный (временной) анализ, вертикальный (структурный), трендовый, анализ относительных показателей (коэффициентов), сравнительный анализ.

Наиболее простым методом является *сравнение*, когда финансовые показатели отчетного периода сравниваются либо с плановыми, либо с показателями за предыдущий период (базисными). При сравнении показателей за разные периоды необходимо их пересчитать с учетом однородности составных элементов, инфляционных процессов в экономике, методов оценки и др.

Следующий метод - *группировка*, когда показатели группируются и сводятся в таблицы для проведения аналитических расчетов, выявления тенденций развития отдельных явлений и их взаимосвязи, выявления факторов, влияющих на изменение показателей.

Метод *цепных подстановок*, или элиминирования, заключается в замене отдельного отчетного показателя базисным. При этом все остальные показатели остаются неизменными, что позволяет определить влияние отдельных факторов на итоговый финансовый показатель.

В качестве инструментария для анализа финансового состояния широко используются *финансовые коэффициенты*. Это относительные показатели финансового состояния предприятия, которые выражают отношения одних абсолютных финансовых показателей к другим. [3]

Финансовые коэффициенты используются для сравнения показателей финансового состояния конкретного предприятия с аналогичными показателями других предприятий или среднеотраслевыми показателями, для выявления динамики развития и тенденций финансового состояния, для определения нормальных ограничений и критериев различных сторон финансового состояния. Для удобства и четкости проведения аналитической работы каждый вид анализа разбивается на ряд последовательно проводимых этапов.

Среди множества финансовых показателей есть такие, которые имеют особо большое значение для определения позиции предприятия и могут использоваться для анализа различных проблем: показатели финансовой устойчивости, платежеспособности и ликвидности, кредитоспособности, деловой и рыночной активности (оборачиваемости), рентабельности.

Финансовый анализ складывается из *4 основных шагов*: 1) выбор показателей, подходящих для анализа; 2) расчет этих показателей; 3) сравнение полученных величин с аналогичными показателями данной предприятия за предыдущие период; 4) использование показателей при составлении финансовых планов для определения способов решения проблем и будущих возможностей фирмы. [2]

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сделать вывод - финансовое состояние зависит от многих факторов и характеризуется расширенной системой показателей. При анализе финансового состояния используются специфические методы, которые

отличаются большим разнообразием, но обладают следующими общими чертами – оценка деятельности с позиции роста эффективности и определение влияющих факторов. Все это еще раз указывает на то, что финансовый анализ на предприятии должен носить не эпизодический, а систематический характер.

1.Исхакова З. Р., Маймур Т. Д. Современные подходы к анализу финансового состояния организации // Молодой ученый. — 2016. — №1. — С. 371-375. — URL <https://moluch.ru/archive/105/24757/> (дата обращения: 07.04.2018).

2.[http://studbooks.net/792848/finansy/sovremennye\\_metody\\_metodiki\\_ispol\\_zuemnye\\_analize\\_finansovogo\\_sostoyaniya](http://studbooks.net/792848/finansy/sovremennye_metody_metodiki_ispol_zuemnye_analize_finansovogo_sostoyaniya)

3.Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций - Шермет А.Д., «Экономика», 2008

Т.Д. Акпер, О.И. Захарова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ЗАЕМЩИКА БАНКА НА ОСНОВЕ СКОРРИНГОВОЙ МОДЕЛИ**

Для оценки кредитоспособности любого заемщика банк прибегает к различным способам анализа его «скелета», чтобы выявить процент надежности клиента в вопросах возврата выданных в кредит денежных средств. Каждая из методик определения данного качества имеет свои плюсы и минусы.

Основанная на скоринговой методике система может обладать значительными преимуществами, так как она

- гибкая (существует возможность варьирование диапазона критериев и баллов),
- простая в применении (не нужно прибегать к различным громоздким формулам),
- отлично подходит для ориентации на конкретные цели,
- благодаря баллам, которые возможно выставлять, система будет оптимально подходить для формирования статистических данных.

Такая система предназначенная для обработки дополнительной информации о клиенте, используя скоринговый подход к анализу представленного клиентом материала, качественно производит

исследование возможных корреляций между потенциальным заемщиком и его характеристиками.

Направленная именно на нахождение взаимосвязи человека как физического лица и характерных черт и особенностей потенциально надежного заемщика система поможет определить более точный «портрет» потенциального заемщика и предупредить, при необходимости, пользователя – банковскую организацию – о том, что данное физическое лицо является мошенником.

Также собранные о клиенте при заполнении основных сведений данные: пол, возраст, семейное положение, образование, опыт работы и другое – проверяется с помощью сопоставления с информацией из дополнительных источников, в роли которых могут выступать социальные сети. Любая вспомогательная информация представленная клиентом предрасполагает к нему и помогает узнать его лучше.

Рассматривать потенциального заемщика необходимо основываясь на данных статистики конкретного региона, так как уровень жизни в каждом городе свой. Система предусматривает решение таковой задачи, с помощью проставления конкретных значений баллов фиксированного диапазона. Диапазон выбирается в зависимости от значимости выбранного критерия оценки кредитоспособности.

Производя анализ основных и дополнительных данных, система должна не только предоставлять рекомендации по предоставлению или отказу в кредите по конкретному заемщику, но и рассчитать диапазон денежных средств, которые можно выдать клиенту без риска для кредитной организации.

Таким образом система понижает риск невозврата выданных денежных средств, увеличивая приток клиентов.

1. Акпер Т.Д. Многокритериальная рейтинговая оценка потенциальных заемщиков банка (скоринговые системы).[Текст] «Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук./Материалы III научно-практической всероссийской конференции (школы-семинара) молодых ученых», г.Тольятти, апрель 2017 г

2. Захарова О.И. Методика определения кредитоспособности заемщика банка. [Текст]/ Международная научно-практическая конференция «Социально-экономические аспекты развития современного государства», Саратов, февраль 2010 г.

К.П. Брянцева, Э.М. Димов

## ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

На данный момент имитационное моделирование является наиболее удобным и практичным способом анализа и прогнозирования сложной социально-экономической системы, которой, в частности, является инновационная инфраструктура Самарской области.

При разработке системы управления необходимо придерживаться следующих положений: управление инновациями неразрывно связано с управлением региональной экономикой в целом, общая система управления создается с целью дополнения отраслевой, система должна быть развивающейся, совершенствующейся, система управления должна охватывать основные направления НТП и ведущие отрасли экономики Самарской области.

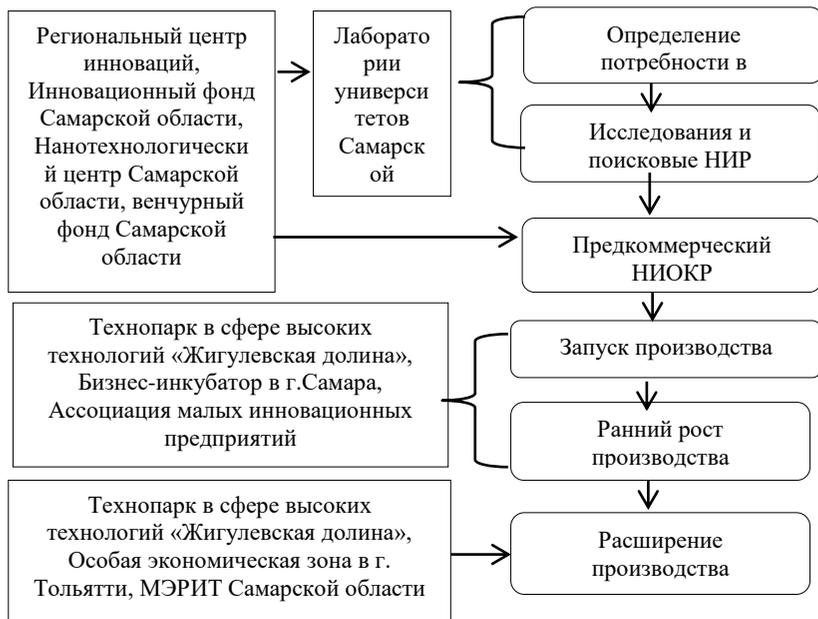


Рисунок 1 Модель инновационной деятельности с объектами инновационной системы Самарской области.

Следует отметить, что в региональную инновационную экосистему, в которую входят следующие субъекты: государство (Министерство экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области), физические лица как инициаторы проектов, компании, потребители инновационных продуктов, которые могут быть как юридические, так и физические лица, а также инновационная инфраструктура (Инновационный фонд Самарской области, Региональный центр инноваций, Технопарк в сфере высоких технологий «Жигулёвская долина», Нанотехнологический центр Самарской области), можно отразить в разрезе развития инновационного проекта.

В рамках реализации мероприятий региональной политики в долгосрочном периоде для оценки влияния инновационной активности на развитие экономики региона на среднесрочную и долгосрочную перспективу планируется построить региональную имитационную модель, которая позволяет оценить эффективность инновационной активности различных управленческих решений на территории и выбрать оптимальный вариант сценарного подхода.

Для построения имитационной модели функционирования региональной инновационной системы удобнее всего использовать системно-динамическое моделирование. Наиболее отвечающим программным обеспечением является AnyLogic, т.к. позволяет сделать оценку влияния внешней среды, а также тесноту и перспективы внутренних взаимосвязей.

1. Димов Э.М., Маслов О.Н., Трошин Ю.В., Халимов Р.Р. Динамика разработки имитационной модели бизнес-процесса. // Инфокоммуникационные технологии. Т. 11, №1, 2013. – С. 63-64.

2. Димов Э.М., Брянцева К.П. Построение имитационной модели инновационной системы Самарской области // Материалы XXIV Российской научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов и V Российской научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов 2017.

3. Димов Э.М., Брянцева К.П. Управление инновационной экосистемой Самарской области с помощью имитационного моделирования.

Е.Л. Лосева

## ИНСТРУМЕНТЫ МАРКЕТИНГА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

В последнее десятилетие развитие информационных технологий приводит к тому, что изменились способы восприятия окружающего мира и коммуникации друг с другом. Помимо личных страниц в социальных сетях, так же находятся публичные корпоративные страницы компаний. Для компаний такая платформа как соц. сеть является инструментом для выстраивания отношений с аудиторией.

Социальная сеть — платформа, онлайн-сервис и веб-сайт, предназначенные для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений в Интернете.

Маркетинговый потенциал использования веб-ресурсов огромен, а быстрое развитие сети и её возможностей с каждым годом изменяет методы взаимодействия компаний со своей целевой аудиторией (ЦА).

На сегодняшний день социальные сети являются неотъемлемой частью жизни большинства современных людей. По результатам социологических исследований пользователь сети Интернет в среднем 2 часа в день проводит в социальных сетях. Развитие информационных технологий позволяет привлечь покупателей в компании всего за пару секунд. Одним из самых успешных инструментов интернет-маркетинга является Social Media Marketing (SMM) — процесс привлечения внимания через [социальные платформы](#). SMM не всегда является творческим процессом, зачастую это просто набор действий для достижения компании своих результатов.

Таблица №1

Преимущества	Недостатки
Невысокая стоимость	Низкая ориентация на продажи
Большой охват	Излишняя открытость
Невязчивость	Сложность осуществления контроля
Вирусный эффект	Постоянный мониторинг социальных сетей

Краткая схема начала работы с инструментами SMM:

1. Выберите и опишите сегменты ЦА, на которые будет направлена коммуникация в социальных сетях.
2. Выберите предпочтительную социальную сеть.
3. Определите задачи позиционирования.
4. Продумайте контент, который будете использовать, чем он интересен и уникален ЦА.

Инструменты:

Программа [Screaming Frog SEO Spider Tool](#) позволяет выполнить SEO-аудит ресурса. Она сканирует ваш сайт или определенный его раздел, выдавая вам все работающие и неработающие страницы с детальными данными по каждой из них.

Преимущества: быстро и бесплатно провести SEO-аудит ресурса, программу можно запустить на PC, Mac или Linux.

Сервис [Siteliner](#) – находит дублированный контент и неработающие ссылки онлайн.

Сервис мониторинга ссылок [Majestic SEO](#) – позволяет оценивать ссылочное окружение продвигаемого ресурса.

Веб-сервис SMMplanner- осуществляет автопостинг и создание графика размещения постов в социальных сетях.

Преимущества: постинг в несколько аккаунтов одной соцсети.

[HootSuite](#) (хутсвит) — это инструмент с множеством функций для самых активных пользователей социальных сетей.

Сервис PRPilot.ru — служит для отложенного постинга и кросспостинга в соц. сетях.

**Отложенные публикации** — планирование поста в каком-либо сервисе, устанавливаете время публикации и занимаетесь своими делами, а сервис разместит публикации в точно указанное время.

**Кросспостинг**— умышленное автоматическое, полуавтоматическое или ручное помещение одной и той же статьи, ссылки или темы, в [форумы](#), [блоги](#), либо иной формы сайты или публичные переписки, в том числе и в режиме онлайн-общения.

Сервисов мониторинга социальных сетей, Email и SMS рассылок и SEO- сервисов существует достаточно много, но нужно оценивать свои возможности, возможности выбранного сервиса. Прежде чем покупать платные версии можно, а даже лучше будет воспользоваться бесплатной версией и бесплатными возможностями, так нагляднее оценить удобство в работе, возможности сервиса и

результат при его использовании. Если сервис оправдал ваши ожидания, то можно купить платную версию, где прибавятся его возможности. Есть еще вариант использовать сразу несколько подобных сервисов для разных соц. сетей и проводить анализ эффективности того или иного сервиса конкретно на ваших объектах.

При выборе социальной сети, ключевое значение имеет ЦА, чтобы ее выбрать нужно провести анализ на основе интересов ЦА, статистику поведения и интересов. Так же каждая соц. сеть имеет свои особенности, влияние на скорость распространения информации. Статистика по соц. сетям в табл., №2:

Таблица №2

Соц.сеть	Возраст	Конкуренция	Аудитория	Возможности
«ВКонтакте»	7-60 лет	Высокая	Наиболее популярная в России	Размещение контента любого формата
«Facebook»	30-60 лет	Средняя	Позволяет выйти на международный рынок.	
«Одноклассники»	7-15, 45-60 лет	Низкая	Дублируется с ВК	Увеличивает распространение «класс» пользователя
«Instagram»	15-35 лет	Высокая	Международная	Повышает узнаваемость бренда, демонстрация физических товаров, и услуги
«YouTube»	любой	Высокая	Международная	Продвижения товара или бренда.

Размещение постов каждый день — это очень хорошо, но не будет эффекта заинтересованности, для увеличения активности и увлеченности пользователей нужно не просто выставлять посты, а устраивать опросы, вести диалог, поднимать интересные темы для общения, проводить конкурсы, отвечать на вопросы пользователей. К

своему делу главное подходить творчески и с любовью, тогда все инструменты в совокупности дадут хороший результат начиная от посещаемости, репостов, лайков и заканчивая увеличением заказов и *продаж*.

Википедия [Электронный ресурс]/2017 – Режим доступа:  
<https://ru.wikipedia.org/>, свободный – Загл. с экрана.

Е.А. Рыжкова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Любое предприятие стремится реализовать свой продукт с максимальной выгодой и минимальными затратами, но риски в производстве неизбежны. Одним из эффективных средств выявления рисков является программное обеспечение.

Управление рисками это процесс выявления потерь, степени их воздействия, и выбора наиболее подходящего метода для управления каждым видом риска.

Основная стратегия управления рисками это определение важнейших областей рисковых событий и принятие необходимых мер для борьбы с ними до возникновения негативного влияния, приводящего к большим убыткам.

Российские разработчики не могут предложить специализированного ПО выявления рисков, но существует достаточное количество пакетов прогноза и оценки, таких как:

1) **Project Expert** формирует прогнозную финансовую и управленческую отчетность планируемого бизнеса, рассчитывает прогнозные финансовые показатели и интегральные показатели эффективности инвестиций, создает и сравнивает различные варианты развития, разрабатывает качественный бизнес план.

Достоинства: настройка системы баллов, возможность комментирования оценок, модули качественного анализа и анализа рисков «открыты» для пользователя.

Недостатки: необходимость регулярной адаптации к изменяющимся условиям реализации, при анализе рисков не

предусмотрено использование балльных или вероятностных оценок, не предусмотрены «поправки на риск».

2) **МАСТЕР ПРОЕКТОВ: «Предварительная оценка» верс. 3.17** предназначен для быстрой оценки эффективности проектов на стадии предварительных исследований. В этой модели реализована простейшая методика инвестиционного анализа.

Достоинства: оперативность и точность оценки инвестиционной привлекательности проектов, полный цикл анализа занимает от 5 до 20 минут, погрешность 10-15 %.

Недостатки: программа не предназначена для оценки финансовой состоятельности проектов.

3) **ТЭО-Инвест** - ПК для финансового планирования и анализа эффективности инвестиционных проектов на базе имитационной модели денежных потоков.

Достоинства: корректировка расчетных параметров под реальное экономическое окружение, графическое отображение показателей деятельности предприятия (платежеспособности, доходности и т.д.).

Недостатки: высокая стоимость, снижение гибкости, фиксированный набор данных.

Практически во всех программных продуктах применяется инвестиционный анализ. Инвестиционный анализ - совокупность методов оценивания экономической целесообразности финансирования проектов. Основными методами инвестиционного анализа являются:

- горизонтальный анализ: базируется на рассмотрении динамики отдельных характеристик инвестиционной деятельности во времени.

- вертикальный анализ - базируется на структурном расположении обобщающих характеристик инвестиционной деятельности.

- сравнительный анализ - базируется на соотнесении отдельных групп аналогичных характеристик между собой.

- коэффициентный анализ базируется на расчете и сравнении различных финансовых характеристик деятельности предприятия между собой.

- интегральный анализ помогает осуществить более глубокую и многофакторную оценку инвестиционной деятельности предприятия.

Главным недостатком существующих программных решений для анализа рисков является их дороговизна из-за необходимости

покупки всего ПО, а не отдельного пакета. Поэтому требуется разработка ПО, направленного исключительно на поиск возможных рисков производства.

1. Sovman.ru [Электронный ресурс] /2016- Режим доступа: <http://sovman.ru/article/7203/>, свободный – Загл. с экрана.

2. Studwood.ru [Электронный ресурс] /2017- Режим доступа: [https://studwood.ru/1558003/ekonomika/metody\\_priemy\\_investitsionnogo\\_analiza](https://studwood.ru/1558003/ekonomika/metody_priemy_investitsionnogo_analiza), свободный – Загл. с экрана.

А.А. Мифтахова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА КОТИРОВОК**

Торговля на финансовых рынках имеет значение только при правильных решениях о входе \ выходе из рынка. Основа для принятия решений – анализ котировок. Анализ осуществляется при помощи определенного программного обеспечения (ПО). Таким ПО также являются системы поддержки принятия решений (СППР).

СППР разрабатываются в основном для решения определенного круга задач.

Цель работы – проверка интеллектуальная СППР (ИСППР) «iWizard-E» [1] в работе с «чужеродными» для нее данными – котировками акций.

Было проведено восемь экспериментов для исследования эффективности формирования прогнозов указанной ИСППР.

Для работы были использованы три типа файлов с сайта [finam.ru](http://finam.ru) - информация об изменениях котировок акций ПАО «Газпром».

Таблица 1. Структура файлов

Тип файла	Названия полей (* - целевой атрибут)				
Тип 1	TIME	OPEN	LOW	CLOSE	HIGH*
Тип 2	DATE	OPEN	HIGH*		
Тип 3	DATE	TIME	OPEN	HIGH*	

TIME – время, соответствующее строке данных. «Тип 1» и «Тип 3» - шаг фиксации информации о котировках, равный одному часу, «Тип 2» - одни сутки. DATE – дата, OPEN – цена открытия, LOW – минимальная цена, CLOSE – цена закрытия, HIGH – максимальная цена.

«iWizard-E» предназначена в первую очередь для работы с дискретными атрибутами. Файлы с сайта finam.ru содержат непрерывные атрибуты.

Дискретизация выполнялась с помощью аналитического пакета Orange [2].

Последовательность действий эксперимента:

1. Загрузка данных с сайта finam.ru в необходимом формате.
2. Предобработка данных с помощью аналитического пакета «Orange» и MS Excel.
3. Построение прогностических моделей в ИСППР.
4. Прогнозирование при помощи построенной модели значений целевой переменной для нового набора данных.
5. Анализ результатов.

Каждый эксперимент оценивался с точки зрения качества построенной прогностической модели.

Основные критерии качества:

1. вероятность формирования прогноза, отличающегося от реального значения менее, чем на 5%;
2. вероятность формирования прогноза, отличающегося от реального значения менее, чем на 2,5%. Также учитывалась достоверность [3] прогнозов.

Анализ результатов серии экспериментов показал, что ИСППР «iWizard-E» может быть использована для прогнозирования значения котировок, но только на небольшие интервалы времени (до месяца включительно).

1. Мифтахова А.А. Использование методов искусственного интеллекта для повышения успеваемости студентов вузов // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. - №5(71). – С.7-12.

2. Пальмов С.В., Мифтахова А.А. Реализация деревьев решений в различных аналитических системах // Перспективы науки. – 2015. - №1(64). – С.93-98.

3. Достоверность ассоциативного правила [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://basegroup.ru/community/glossary/rule-confidence>.

О.Н. Маслов

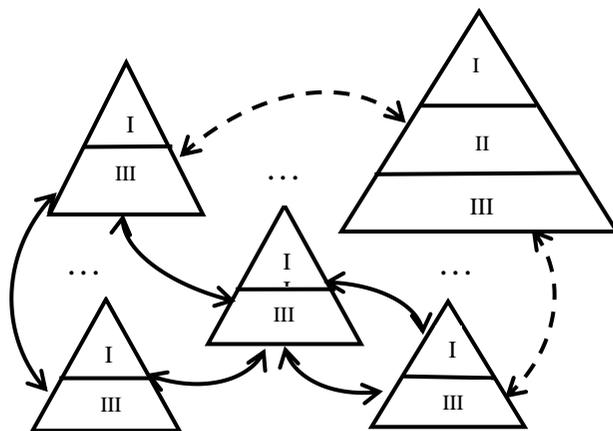
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **УПРАВЛЕНИЕ КОРПОРАЦИЕЙ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА**

Традиционной формой представления иерархической модели СС организационно-технического типа является многоуровневая пирамида [1], где верхний (топовый) I уровень соответствует элите рассматриваемой СС: властной, финансовой, интеллектуальной, а нижний III уровень – ее элементарным функционерам: избирателям, потребителям, клиентам, студентам и т.п. Кризис наносит удар по всем трем уровням (слоям, эшелонам) иерархической пирамиды [2], однако если элита стремится переложить максимум проблем управления СС на промежуточный II уровень: менеджеров среднего звена, малый бизнес, рядовых преподавателей и сотрудников вузов, дискредитируя и резко сокращая их количество, то в результате этого образуется негативный разрыв между I и III уровнями. Поскольку уровень II в пирамиде фактически «исчезает», корпорация с такой структурой становится нежизнеспособной: поскольку для функционеров III уровня доступ к топ-уровню невозможен, а малочисленная элита I уровня (лица, принимающие решения – далее ЛПР) неспособна управлять ими без посторонней помощи. В результате складывается революционная ситуация: верхи не могут руководить по-старому, низы не могут жить по-старому. Решить эту проблему можно, понижая уровень ЛПР и приводя в соответствие множества руководителей и руководимых ими элементов путем дробления пирамиды на подсистемы исходной СС (менеджеров I уровня заменяют более многочисленные и менее требовательные менеджеры II уровня). Стремление сохранить иерархичность СС ее собственниками и ЛПР приводит к конфликтам между ними и владельцами СС, образующих новую (или консервирующих в прежнем виде старую) надсистему гетерархического типа (см. рисунок).

Потенциально конфликтные связи между элементами составной СС на рисунке выделены штриховыми линиями – следует

подчеркнуть, что обусловлены они не столько взаимоотношениями ЛПР или их субъективными взглядами, сколько принципами и правилами функционирования разных СС [2]. В иерархической СС, например, в процессе управления «по вертикали» преобладают команды сверху вниз и доклады снизу-вверх, тогда как в гетерархической СС предпочтение отдается «горизонтальным» управленческим процессам: обсуждению проблем и согласованию мнений ЛПР, где на основе персональных онтологий формируются групповые онтологии, которые затем используются в качестве платформы для принятия совместных решений. Каждый из данных способов имеет свои достоинства и недостатки, но реалии рынка таковы, что сегодня налицо общий тренд в сторону развития гетерархических СС.



На межгосударственном уровне различия между гетерархическими СС типа Евросоюза и традиционными СС иерархического типа, во-первых, ведут к обострению противоречий между ними, во-вторых, стимулируют как создание, так и распад многонациональных конгломератов. Даже в такой относительно консервативной сфере, как обеспечение безопасности (информационной, экономической и т.п.) бизнеса, корпорациям необходимо учитывать горизонтальные процессы формального и неформального общения их сотрудников. Помимо отставания корпоративных интересов, введения штрафов и санкций,

конкурентных конфликтов и т.д., инновационное развитие СС без блокировки этих внутренних угроз является невозможным [3].

1. Димов, Э.М. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Ч. 2. Имитационное моделирование и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях [Текст] / Э.М. Димов, О.Н. Маслов, С.Н. Пчеляков, А.Б. Скворцов. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2008. – 350 с.

2. Маслов О.Н. Системный кризис корпорации: переход от структурной иерархической модели к гетерархической [Текст] / О.Н. Маслов // Материалы МНПК «Актуальные проблемы информатизации науки и производства. Т.1. Тольятти, 2016. – С. 86-92.

3. Маслов О.Н. Безопасность корпорации: моделирование и прогнозирование внутренних угроз методом риска [Текст] / О.Н. Маслов. – Самара: Изд. ПУТИ-АЭРОПРИНТ, 2013. – 170 с.

Э.М. Димов, О.Н. Маслов  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **О ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕСА**

В соответствии с долгосрочными прогнозами футурологов, мировую экономику XXI века принято именовать постиндустриальной, инновационной, информационной, сетевой, но в конечном итоге – экономикой знаний. Наряду с этим, для нашей страны не потеряли актуальность такие термины, как сырьевая, производственная и мобилизационная экономика. Однако появившийся в последнее время среди экономистов и управленцев новый термин: «цифровая экономика» вызывает дискуссии, поскольку его научное определение отсутствует, и разные авторы вкладывают в него разный субъективный смысл – что в практическом плане для лиц, принимающих решения (ЛПР), не очень удобно. Тем более, что соображения политиков, банкиров и бизнесменов о роли и месте инфокоммуникационных технологий (ИКТ) в современном обществе также представляются достаточно разными и далеко не всегда соответствуют реальности – и в теории, и на практике. Отсутствие ясных перспектив развития и четко сформулированных целей всегда затрудняет их достижение – поэтому имеет смысл, во-первых, рассмотреть и обсудить те ее аспекты, которые непосредственно относятся к ИКТ. Во-вторых, наметить план

действий на особо ответственном и важном первоначальном этапе – поскольку от эффективности его проведения во многом зависит конечный результат проекта. Цель доклада – обсуждение содержания понятия «цифровая экономика» (далее без кавычек) с учетом вклада в нее ИКТ [1], анализ стартовых исходных условий и предложение ряда мероприятий, связанных с началом данного проекта.

В докладе отечественного Центра стратегических разработок (октябрь, 2017 г.) можно найти наиболее близкое авторам определение цифровизации – это «в широком смысле процесс переноса в цифровую среду функций и деятельности (бизнес-процессов), ранее выполнявшихся людьми и организациями». При всех видимых недостатках это толкование термина представляется достаточно важным – поскольку указывает на его прикладной смысл и социальную значимость. В частности, дезавуируется мнение о том, что России невозможно будет перейти от сырьевой экономики к цифровой, минуя экономику производственную: поскольку в обоих случаях возможно формирование секторов с оцифрованными бизнес-процессами. Тем более что сам термин «цифровая экономика» представляется не очень удачным европейским вариантом своего заокеанского аналога API (Application Programming Interface – интерфейс программирования приложений), который гораздо лучше передает его конкретную сущность.

Бизнес-процессы сегодня широко изучаются в университетах и колледжах, поэтому сведения о перспективных ИКТ можно заложить в учебные программы подготовки ЛПР самых разных специальностей – с целью перепроектирования (реинжиниринга) бизнес-процессов с применением новейших ИКТ в интересах радикального повышения эффективности производственных систем. То же самое можно сказать об использовании, наряду с ИКТ, целого ряда современных информационных технологий: таких, как интеллектуальные информационные системы; средства поддержки принятия решений; экспертные системы и средства статистического имитационного моделирования, в том числе по методу Димова-Маслова [2], специально предназначенного для квазиоптимального управления нерелекторными системами в развитие идей Н.Н. Моисеева [3]. Отдельного рассмотрения заслуживают вопросы обеспечения безопасности оцифрованных бизнес-процессов – в том числе с учетом сокращения трудовых ресурсов, сопровождающего автоматизацию производства, а также перспектив инновационной экономики.

Таким образом, по мнению авторов не следует терять время, обсуждая достоинства и недостатки теоретических определений цифровой экономики, поскольку в практическом плане речь идет о внедрении в действующие бизнес-процессы новейших ИКТ и информационных технологий, над чем ведущие специалисты отрасли трудятся уже достаточно долгое время. Актуальность цифровизации бизнеса, а также готовность не только зрелых ЛПР, но и аспирантов и студентов – будущих специалистов, магистров и бакалавров к выполнению такого рода проектов, авторы иллюстрируют примерами из своей преподавательской практики.

1. Димов, Э.М. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Ч. 3. Интеллектуальные информационные системы и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях [Текст] / Э.М. Димов, А.Р. Дязитдинова, О.Н. Маслов, В.Ф. Новаковский. Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2017. – 440 с.

2. Димов, Э.М. Алгоритмизация квазиоптимального управления нерекфлкторными системами с применением статистического имитационного моделирования [Текст] / Э.М. Димов, О.Н. Маслов // Инфокоммуникационные технологии. Т.15, №3, 2017. – С. 205-217.

3. Моисеев, Н.Н. Элементы теории оптимальных систем [Текст] /. Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, 1975. – 528 с.

Е.В. Кузьмин

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ КЛИЕНТСКОЙ ИНФОРМАЦИИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ**

Целью работы является проведение анализа базы данных договоров страховой компании с целью определения клиентов, имеющих повышенную вероятность попадания в ДТП.

Дана база данных договоров ОСАГО, заключенных компанией по филиалам. Объем исходных данных: 80 тыс. записей, 50 переменных. Переменные содержат реквизиты договоров, данные о транспортных средствах, водителях, страховых случаях по договорам и т.д.

Задачи анализа:

- провести описательный анализ данных и выявить статистические закономерности (по филиалам, моделям, юр./физ. лицам);

- выявить сегменты данных путем проведения кластеризации;
- построить модель зависимости вероятности страховых случаев по входным параметрам договора.

В качестве инструмента использован кластерный анализ. Были проведены следующие этапы исследования.

1. Установление тенденций кластеризации.

Использованы статистический и графический методы. Статистический метод использует коэффициент Хопкинса (Hopkins statistics, H). Значение H более 0,75 говорит о наличии в данных тенденции с доверительной вероятностью 90%.

Алгоритм визуального представления тенденции кластеризации (VAT) заключается в вычислении матрицы различий на основе Эвклидовых расстояний, упорядочении матрицы и визуализации в виде диаграммы.

2. Определение количества кластеров.

Некоторые популярные методы кластеризации требуют первоначального установления количества будущих кластеров. Были использованы следующие методы расчета их оптимального количества:

- Elbow method («график осыпи»);
- Silhouetter method;
- Gap statistic method.

3. Построение модели кластеризации и визуализация результатов

Были использованы следующие методы кластеризации:

- иерархическая кластеризация;
- метод k-средних;
- метод самоорганизующихся карт Кохонена.

4. Валидация полученных результатов.

Для более детального анализа качества кластеризации были применены 2 критерия:

- коэффициент силуэта (Silhouette coefficient);
- индекс Данна (Dunn index).

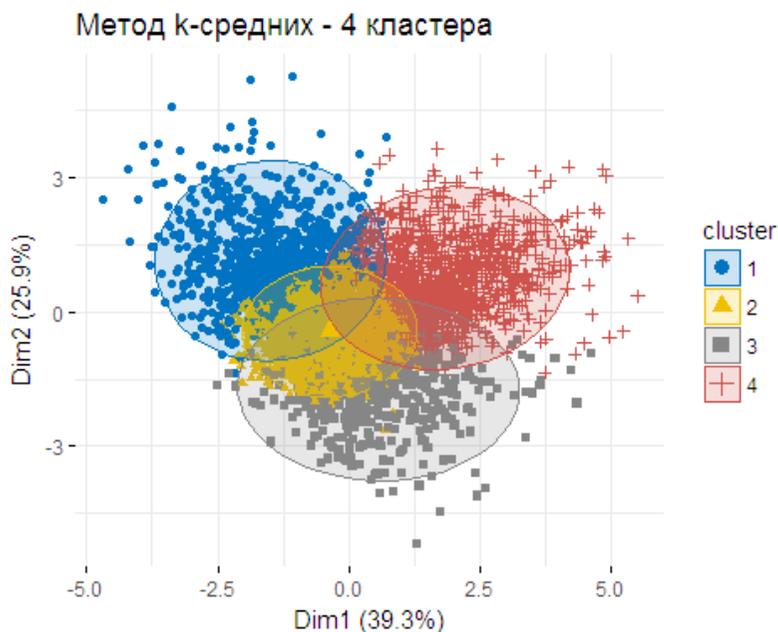


Рисунок 1. Визуализация кластеризации методом k-средних

В результате наилучший результат показал метод k-средних с 4 кластерами (рис. 1). В результате применения модели выделены группы клиентов со значимо различными вероятностями наступления страховых случаев.

А.А. Крюкова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕСА**

Рынок клиентоориентированных технологий существует уже достаточно давно, все его элементы сформированы и являются цельными. Если обратиться к российским реалиям данного ИТ-направления, то можно сделать вывод о том, что имеет место

движение вверх, потребности отечественного бизнеса в подобных решениях значительны, а стабилизация экономической ситуации в стране должна привести к дополнительному росту. По итогам 2017 года ключевые эксперты оценивают объем российского рынка CRM на уровне 10,4 млрд. рублей. Рынок вырос примерно на 5%, при этом его ключевые тенденции изменили свой вектор.

На текущий момент можно выделить следующие тренды:

- исчезновение границ между CRM и другими корпоративными решениями;
- трансформация клиентоориентированных решений в системы СЕМ;
- ориентация на массовое использование модели SaaS;
- интеллектуализация клиентоориентированных технологий;
- поведенческий анализ;
- омниканальное взаимодействие;
- когнитивные сервисы.

Наиболее интересным является направление, связанное с применением интеллектуальных инструментов в решениях класса CRM. Именно оно в большей степени определяет будущее развитие рынка соответствующих ИТ-продуктов.

Использование CRM-систем с искусственным интеллектом позволяет:

- фиксировать звонки, письма, сотрудников и поставщиков, платежи клиентов, входящие и исходящие заказы, вести базу контактов, склад и финансы;
- формировать список рекомендуемых действий: кому звонить, кому писать, что говорить, распознавать базовые эмоции собеседника в телефонных звонках, почте и переписке;
- переводить переговоры по телефону в текстовую переписку;
- контролировать показатели работы сотрудников, давать автоматические подсказки из базы знаний, автоматически распределять задачи с учетом эффективности каждого сотрудника, вычислять ленивых работников, выдавать предупреждения и даже увольнять их, выводить личные KPI на стенды;
- наводить порядок в документообороте (встроенная система работы с контрактами Contract Lifecycle Management + QR коды на документах + автоматическое распознавание скан-копий);
- отслеживать по GPS грузы, посылки и даже сотрудников;

- связывать все встречи, задачи, todo-листы в один GTD Calendar;
- давать прогнозы и делать предсказания;
- автоматически обрабатывать прайс-листы.

Таким образом, технология искусственного интеллекта становится все более важной в сфере бизнеса, она динамично развивается с каждым годом. Некоторые формы взаимодействия человека с CRM-системами будут всегда необходимы, но качественное управление информацией может выполняться только с помощью искусственного интеллекта. Когда количество данных будет продолжать увеличиваться, тогда искусственный интеллект будет первенствовать, а CRM – это лишь один из аспектов, где данная технология будет продолжать развиваться. Искусственный интеллект – это мощный инструмент будущего, который позволит повысить его производительность, эффективность и скорость.

А.Ю. Бектилеов, Р.С. Садыков, С.К. Табылдиев  
Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

С начала девяностых годов прошлого столетия в нашей стране наблюдается неуклонный рост цен на бензин. Спрос на него неуклонно повышается как у нас в стране, так и за рубежом. Это связано с быстро увеличивающимся количеством автотранспорта, постепенной выработкой используемых месторождений нефти и необходимостью разработки новых месторождений. Такая тенденция будет сохраняться и в будущем. Поэтому в ближайшем будущем проблема обеспечения автотранспорта топливом будет актуальной. Вместе с этим, рост количества автомобилей ведёт к ухудшению, и без того плохой, экологической ситуации. Автомобиль стал одним из основных источников загрязнения окружающей среды. В крупных городах его вредные выбросы в несколько раз превышают загрязнение воздуха промышленными предприятиями. Загрязнение воздуха вредными выбросами автомобилей в конце XX века стало одной из глобальных экологических проблем. В этой связи в нашей стране и за рубежом всё

большее внимание уделяется использованию в качестве моторного топлива сжиженных пропан-бутановых смесей (СУГ) и сжатого природного газа (КПГ). Таким образом, Казахстан вошел в число стран развивающих транспорт на природном газе.

Перевод автотранспорта на КПГ позволит значительно улучшить экологическую ситуацию в стране. Проект предусматривает перевод части автомобилей, в первую очередь, городских автобусов и коммунального транспорта, на природный газ, который является углеводородным сырьем с наименьшим коэффициентом вредных выбросов. В будущем по мере роста количества автомобилей, работающих на природном газе, будет создана сеть таких заправок во всех регионах Казахстана.

В последние годы во всем мире ученые кропотливо ищут и пытаются освоить альтернативные виды топлива для транспортных средств. Особенно это важно для тех регионов, в которых сохраняется неблагоприятная экологическая обстановка, к коим не без основания относится крупнейший город Казахстана - Алматы. Многие годы казахстанские власти с завидной периодичностью поднимают вопросы перевода автомобильного транспорта на экологически чистый и для нас более приемлемый вид горючего - газ. По этому поводу была руководством страны разработаны государственные программы по снижению загрязнения окружающей. Их цели как раз и заключаются в активизации процесса перехода как общественного, так и частного транспорта на использование газового топлива. Прошло четыре года, но автомобилей на газе больше не стало, появились только газовые автобусы, но и их не много[1].

Непременное повышение цен на любой товар обычно приводит к тому, что потребители от него отказываются либо находят замену: водке - самогон, мясу - соя и так далее. Автомобилисту перестроиться на пеший образ жизни сложно. Значит, надо перестроить машину. Достойная альтернатива бензину есть - газовое топливо. Оно и кошелек водителя бережет, и для окружающей среды безопаснее. Невысокая стоимость газа по сравнению с бензином - важное преимущество, однако не очень-то торопятся казахстанские автолюбители занимать очередь у специалистов, переоборудующих машины для работы на газе.

Тем не менее, планы у создателей госпрограммы по снижению загрязнения окружающей среды весьма амбициозные. Так, ожидается, что к 2018 году число автомобилей, работающих на

сжатом природном газе (СПГ), достигнет 54 тысяч единиц. А до 2027 года автопарк на СПГ будет увеличиваться в среднем на 7 процентов в год и достигнет 100 тысяч автомобилей. Однако пока эти планы претворяются в жизнь едва заметно. На 2012 год в Алматы было зарегистрировано 200 автобусов, работающих на газе, и всего 100 частных автомашин. Главным препятствием для перевода автотранспорта на СПГ специалисты городского отдела управления пассажирского транспорта и автомобильных дорог считают стоимость газа. Еще в прошлом году, выступая на одной из конференций, посвященных переводу транспорта на газ, начальник вышеуказанного отдела Шамжан Махатов отметил: «Согласно мировой практике, стоимость газа должна составлять 40 процентов от стоимости дизельного топлива. Дизельное топливо у нас стоит 130 тенге за литр, а стоимость газа - 54 тенге за кубометр. Если бы стоимость газа составляла 36 тенге, то никого ориентировать не надо было бы, и те программы, которые мы сегодня наметили, пошли бы быстрее».

Сегодня можно утверждать, что переход к более чистым с экологической точки зрения видам топлива на транспорте, прежде всего природному газу, является глобальным императивом. Мировая тенденция к переходу на СПГ в качестве моторного топлива устойчива. Ожидается, что уже в ближайшем будущем количество транспортных средств, использующих СПГ, вырастет с 10 млн. до 20 млн. единиц. В большинстве зарубежных исследований сделан вывод о том, что применение СПГ в двигателях позволяет сократить парниковые выбросы на 20%. Наряду с высокими эксплуатационными качествами газовое топливо имеет более низкую стоимость. В Европе, России, США, Аргентине, Японии, Бразилии, Египте и др. странах разработаны и реализуются программы, предусматривающие перевод на природный газ автотранспорта.

В Казахстане АО «КазТрансГаз» утвердило Концепцию перевода автомобильного транспорта Республики Казахстан на использование сжатого природного газа в качестве топлива на 2010-2020 годы, которой предусмотрена поэтапная реализация мероприятий по постепенному переходу потребителей на СПГ. Данная Концепция одобрена Правительством.

По оценкам специалистов, в ближайшие десятилетия будет наблюдаться резкое увеличение количества автотранспорта, использующего газовое топливо. В настоящее время требования пожарной безопасности к объектам хранения и технического

обслуживания газобаллонных автомобилей регламентируются системой нормативно-технических документов, среди которых основополагающими являются ГОСТ 12.1.004-91, СНиП 21-01-97.

Анализ требований этих документов показывает, что производственные помещения с газобаллонными автомобилями, как правило, соответствуют категории А по взрывопожарной опасности. Эти помещения могут быть отнесены к пожароопасной категории В при условии выполнения компенсирующих мероприятий (оборудования помещения системой автоматического контроля воздушной среды с функциями включения аварийной вытяжной вентиляции, звуковой сигнализации и аварийного освещения, отключения электроэнергии при возникновении аварийных ситуаций, электроснабжение этих систем по первой категории электроснабжения). Перечисленные компенсирующие мероприятия допускается использовать для производственных помещений с газобаллонными автомобилями всех типов, кроме легковых газобаллонных автомобилей, использующих пропан-бутановые смеси. Для помещений с этими автомобилями пожароопасная категория В может быть определена только в случае очень большого объёма помещения. Это положение касается объектов хранения легковых автомобилей, наиболее распространённых в крупных городах - многоуровневых автостоянок. Объём этажа таких автостоянок, как правило, не превышает 5000 м<sup>3</sup>. Соответственно, при условии нахождения в них газобаллонного автомобиля, все они должны относиться к взрывопожароопасной категории А. Поэтому нахождение легковых газобаллонных автомобилей на пропан-бутановой смеси в закрытых автостоянках нормативными документами запрещено. Местами хранения легковых газобаллонных автомобилей могут быть только открытые площадки и автостоянки открытого типа. Это создаёт значительные трудности для автотранспортных предприятий, а также для владельцев газобаллонных автомобилей в крупных городах. Эти проблемы особенно сильно проявляются в зимний период, когда для нормальной эксплуатации автомобиля требуется закрытое отапливаемое помещение. Таким образом, требуется скорейшее решение этой проблемы.

В отличие от газобаллонных автомобилей, взрывопожароопасные производственные помещения с автомобилями на бензине допускается относить к пожароопасной категории В1-В4 (п.5.4 [3]). Причиной существующего положения в вопросе

обеспечения пожарной безопасности объектов хранения и технического обслуживания газобаллонных автомобилей является оценка их пожарной опасности как повышенной.

Однако данное отношение к газобаллонным автомобилям возникло на основе субъективных факторов, так как каких-либо количественных данных для оценки пожарной опасности газобаллонных автомобилей опубликовано не было. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности определяются по НПБ 105-03 [2].

Критерием категорирования помещений является расчётное избыточное давление взрыва (AP), которое возникнет при взрыве горючего газа, поступившего в помещение при аварии. Расчётное избыточное давление взрыва, в значительной степени зависит от того, какая доля горючего газа будет участвовать во взрыве. Это характеризует коэффициент  $Z$  участия горючего газа во взрыве. Методика определения коэффициента  $Z$  определена в Приложении к НПБ 105-03 [2], и одинакова для всех горючих газов, в том числе для пропан-бутана, являющегося наиболее распространённым топливом для газобаллонных автомобилей. Эта методика имеет следующие особенности:

1. Методика основана на экспериментальных данных измерения концентраций трёх газов - пропилена, этилена и метана [4]. Процесс распределения пропан-бутана в помещении будет иметь некоторые особенности, отличные от газов с которыми проводились опыты, что может значительно повлиять на величину избыточного давления взрыва. Данная методика этот фактор не учитывает.

2. При расчёте массы газа, сосредоточенной в локальном взрывоопасном объёме, не учитывается в достаточной степени сложный характер распределения в нём горючего газа (по принятой в Приложении НПБ 105-03 [2] модели, это нормальный закон распределения). Принимается допущение, что взрывоопасный объём имеет форму полуэллипсоида, внутри которого равномерно распределена некая среднеобъёмная концентрация.

3. Данная методика не учитывает в должной мере особенности распределения пропан-бутановой смеси при разных температурах окружающего воздуха и разных направлениях потока газа при его поступлении в помещение. Однако эти факторы могут оказывать существенное влияние на величину расчётного избыточного давления

взрыва и соответственно на категорию помещения с газобаллонными автомобилями.

Изложенные выше проблемы свидетельствуют о том, что существующие способы обеспечения пожаровзрывобезопасности объектов хранения и технического обслуживания газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном углеводородном газе, не учитывают в полной мере специфики пожарной опасности технологических процессов и требуют корректировки, что является целью магистерского проекта. Возможным путём решения этой проблемы являются: комплексная оценка пожарной опасности газобаллонных автомобилей, проведённая путём анализа статистических данных о пожарах на газобаллонных автомобилях и исследовании условий образования взрывоопасных смесей пропан-бутана с воздухом при разгерметизации газового оборудования; разработка методики оценки уровня пожаровзрывоопасности процессов хранения и технического обслуживания газобаллонных автомобилей; разработка рекомендаций по обеспечению пожаровзрывобезопасности процессов хранения и технического обслуживания газобаллонных автомобилей.

1. Концепция развития газового сектора Республики Казахстан до 2030 года

2. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

3. НПБ 105-03 Определение категорий зданий, помещений и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

4. Перечень категорий помещений и сооружений автотранспортных предприятий по взрывопожарной и пожарной опасности и классов взрывоопасных и пожароопасных зон по правилам устройства электроустановок» (Утверждён Минавтотрансом СССР в 1989г.).

А.О. Абдрахманова

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **ОРГАНИЗАЦИЯ КЛАСТЕРА КОННОГО ТУРИЗМА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА И ПРИГРАНИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ РФ**

Конный туризм — это разновидность туризма и активного отдыха с использованием различных животных (лошадей, ослов, пони,

оленей, верблюдов или слонов) в упряжке или верхом. В этот вид туризма входят пять дисциплин: конные маршруты, выезды (верховые прогулки и выезды в поля), дистанции упряжки, состязания среди пастухов и дистанции.

Конные маршруты обычно занимают от часа до пяти дней. Конные маршруты, которые занимают от часа до дня с возвращением на конюшню, называют конно-полевыми выездами. Путешествия, которые длятся от четырех дней это походы. Походы на конях существуют двух видов: с сопровождением (когда продукты питания и вещи доставляются отдельно) и без него. Конный поход, который был заранее и должным образом заявлен в маршрутно-квалификационной комиссии, и отвечающий всем спортивным требованиям будет называться спортивным. Конные походы можно разделить на 3 разновидности: конно-верховые походы с сопровождением, походы в упряжках и конечно же простые конно-верховые.

Верховой поход — это такая поездка, когда питание и снаряжение транспортируется в переметных сумках или вьюках, которые прикрепляются к седлу, причем при этом количество парнокопытных соответствует количеству туристов. Поход с сопровождением — это когда участники похода едут верхом, а продукты питания и снаряжения перевозят на дополнительных лошадях или на машине. Конно-упряжной маршрут — это когда туристы, питание и снаряжение находятся в экипаже, кибитке или телеге без использования лошадей для верховой езды. Под конным туризмом подразумеваются не только поездки походы на лошадях, но и на верблюдах, пони, слонах, оленях, ослах и других животных.

В конный туризм по международным правилам входит пять дисциплин:

- конно-полевые выезды — небольшие полевые прогулки в лесу или полях за пределами конюшни продолжительностью от 1 часа до 3 дней с ночевкой в специально оборудованных помещениях или палатках;

- конные маршруты (походы, путешествия) — продолжительные путешествия (от 4 дней и более) вне конюшни, как правило осуществляемые туристской группой. походы заявленные по правилам вида спорта спортивный туризм считаются спортивными и могут принять участие в соревнованиях;

- соревнования по технике конного туризма (*межд. от фр. Techniques de Randonnée Equestre de Compétition -T.R.E.C.[1]*) — в

Российской Федерации проводятся, как и маршруты, в виде спорта "Спортивный туризм" в дисциплине "Дистанции на средствах передвижения" (конные) используется так же "Дистанции конные". Соревнования состоят из трех дистанций: "Длинная дистанция с ориентированием и контролем скорости" (ДД, межд Р.О.Р.), Контроль аллюра (КА, межд. М.А.), Короткая дистанция с прохождением локальных препятствий (КД, межд. Р.Т.У.)<sup>[2]</sup>;

- соревнования по технике конного туризма в упряжках (межд. Т.Р.Е.С. в упряжках) — так же проводятся в виде спорта "Спортивный туризм". Включает в себя две дистанции: Длинная дистанция с ориентированием и контролем скорости и Короткую дистанцию

- соревнования по рабочей выездке (Working equitation) - соревнования связанные с навыками верховой езды, связанной с работой со скотом его перегонем и сортировкой. Имеет целью сохранения национальных школ работы со скотом на лошадях. Практикуется во многих странах Европы, но также и в Азии и в Северной и Южной Америке.

Президент нашей страны Н.А. Назарбаев в своем ежегодном послании всех Казахстанцев призывает заниматься экономикой, а потом политикой. Мы живем в условиях рыночной экономики и Казахстан является полноценным членом ВТО. Учитывая важность развития рыночной экономики для страны. Сотрудники НУО Каз УИТС разработали специальную программу использования все резервов табунного коневодства. Одним из резервов является конный туризм. Для развития индустрии туризма в целом и в частности развития конного туризма наша Западно- Казахстанская область является идеальной по географическим условиям расположению. Наша задача воспользоваться всеми природными и людскими возможностями нашей области. На наш взгляд развитие сельского туризма является своевременным, потому что в каждом населенном пункте имеются поголовья местных пород лошадей.

В настоящее время нет общепризнанного определения понятия «сельский туризм». Для определения понятий в секторе туристской отрасли, связанных с использованием аграрных, природных, социокультурных, культурно-исторических, промысловых и иных ресурсов сельской местности в создании комплексного туристского продукта используются определения «агротуризм», «экотуризм», «этнотуризм» и другие.

Концепция сельскохозяйственного туризма-система взглядов на решение проблемы, совокупность понятий и связей между ними, направленная на обеспечение альтернативной занятости сельского населения и создания условий для развития высокоэффективной, малозатратной, конкурентоспособной отрасли местной экономики, имеющей положительный экономический, социальный и культурный эффект для местных сообществ и Казахстанско-российского общества в целом.

В условиях Западного-Казахстана сельский туризм отвечает всем требованиям прорывных, проритетных, инновационных технологий в развитии села и аграрного сектора в том числе.

Сельский туризм многогранный, это ресурсы сельскохозяйственные, природные, исторические. Кроме вышеуказанного сельские туристы могут воспользоваться в сельской местности лечебно-оздоровительными, физкультурно-спортивными, профессионально-деловыми, религиозными и иными средствами в целях связанных с получением дохода от источников в месте временного пребывания.

Самая главная особенность сельского туризма-это достопримечательность казахского народа и национальной кухни, абсолютно экологически чистых продуктов питания и по желанию, по закону туристов народная музыка, спортивные игры и.т.д

В условиях Западного Казахстана для развития индустрии туризма имеется все необходимое: дружба всех народов, красивая природа, политическая, экологическая и экономическая стабильности. А сельский туризм является неосвоенной целиной и плацдармом, для процветания бизнеса как отечественного так и зарубежного.

Н.М. Мусина

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТЧЁТНОСТИ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Отчётность в области устойчивого развития представляет собой практику измерения, раскрытия информации и подотчётности, предметом которых являются результаты деятельности организации в

рамках достижения целей устойчивого развития, включая как положительный, так и отрицательный вклады.

Принципы отчётности в области устойчивого развития должны обеспечивать полноту и точность информации, ее способность к аудиту, прозрачность, контекст устойчивого развития, аккуратность, нейтральность, сопоставимость и ясность.

Базовый принцип устойчивого развития включает две группы понятий – **возможность и потребность**, необходимые для сохранения и развития систем любой природы и назначения.

Сохранению подлежит рост возможности удовлетворять неисчезающие потребности, развитию – рост возможностей за счет реализации новаций и повышения качества управления.

В настоящее время для измерения устойчивого развития в мире существует несколько вариантов:

- первый – построение интегрированного индикатора, выражающего суть устойчивого развития системы в целом.
- второй – построение набора индикаторов, отражающих отдельные аспекты устойчивого развития исследуемой системы .

Отчётность – это система показателей, которая отражает результаты хозяйственной деятельности предприятия за отчётный период. Отчётность состоит из таблиц, которые составляются по данным учёта: бухгалтерского, статистического, оперативного. Предприятия используют показатели отчётности, для того чтобы контролировать выполнение планов, выявлять недостатки и устранять их.

Правильно и своевременно составленная отчётность способствует поискам путей снижения себестоимости продукции, увеличению накопления и укреплению финансового состояния предприятия, своевременному взысканию дебиторской и погашению кредиторской задолженности. В предложенной системе отчётности, включающей экологические, экономические, социальные и институциональные индикаторы, выраженные в определённых измеримых показателях, появляется зримая взаимосвязь между всеми управленческими уровнями, что и позволяет гармонизировать устойчивое развитие компаний.

1.Большаков Б.Е., Шамаева Е.Ф. Глобальная модель управления устойчивым развитием общества// Материалы Международного научного конгресса «Глобалистика 2009». –М.: МГУ, 2009.

2.Образец подготовки отчета, удовлетворяющего критериям уровня С

системы отчетности *GRI*. 2011. [Электронный ресурс], режим доступа <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/RussianLetsReportTemplate.pdf>, свободный. – 17 с.

3. Рамочные индикаторы устойчивого развития, разработанные Комиссией ООН по устойчивому развитию [Электронный ресурс], режим доступа: [http://esl.jrc.it/envind/un\\_meths/UN\\_ME001.htm](http://esl.jrc.it/envind/un_meths/UN_ME001.htm), свободный

И.Л. Диденко, Г.Х. Иманбаева

ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», г. Уральск, Республика Казахстан

## **НОВЫЙ СОРТ ЖИТНЯКА – БАТЫС 4**

Житняк является типичным представителем зоны сухих степей и составляет основу сенокосных и пастбищных угодий Западно-Казахстанской области. Он обладает высокой засухоустойчивостью, морозостойкостью и солевыносливостью, весной рано отрастает, эффективно используя влагу зимних и средних осадков. Житняк, наряду с богатой питательными веществами кормовой массой, обладает высоким потенциальным долголетием. Посевы житняка улучшают физико-химические свойства почвы, повышают ее плодородие и увеличивают урожай последующих культур.

Эффективное возделывание житняка базируется на адаптированных к условиям зоны использования сортах. Созданные сорта житняка помимо высокой потенциальной продуктивности должны обладать устойчивостью к засухе, жаре, обладать резистентностью и толерантностью к вредителям и болезням.

В последние годы одним из основных направлений селекции является селекция на семенную продуктивность, которая обязательно сочетается с любым другим направлением. В то же время высокая семенная продуктивность редко сочетается с высоким урожаем вегетативной массы. Поэтому ведется отбор таких образцов. В конкурсном сортоиспытании посева 2013 года по результатам многолетних данных выделилось 4 сортообразца, достоверно превышающие стандарт по урожайности зеленой массы на 6,3-8,0 ц/га, сухой массы 4,1-5,1 ц/га, семян 0,3-0,6 ц/га (Таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика сортообразцов житняка в конкурсном сортоиспытании посев 2013 года

Каталог	Происхождение (область, район)	Годы			2017	Среднее
		2014	2015	2016		
сухой массы						
Уральский узкоколосый, ст.		17,0	14,3	38,8	18,8	22,2
4422	ЗКО Бурлинский	28,4	13,7	45,1	21,8	27,3
4637	ЗКО Каменский	29,3	13,4	44,7	21,1	27,2
4625	ЗКО Каменский	25,5	16,2	40,5	24,8	26,7
33137	Актюбинская	19,3	13,8	40,8	23,9	24,4
НСР <sub>05</sub>		1,4	1,3	1,5	1,5	1,4
семян						
Уральский узкоколосый, ст.		1,4	1,2	2,2	0,5	1,3
4625	ЗКО Каменский	2,1	1,6	2,7	1,0	1,9
33137	Актюбинская	2,2	1,7	2,4	0,7	1,8
4637	ЗКО Каменский	1,8	1,5	2,6	0,9	1,7
4422	ЗКО Бурлинский	2,1	1,4	2,5	0,5	1,6
НСР <sub>05</sub>		0,5	0,4	0,5	0,2	0,4

В результате селекционной работы отобраны образцы, в которых максимально сбалансированы урожайность, хозяйственно-ценные показатели, устойчивость к неблагоприятным факторам среды. Путем многократного массового позитивного отбора из дикорастущих популяций были созданы новые сорта.

В 2014 году передан на Государственное сортоиспытание новый сорт Батыс-3. Он относится к пустынному виду (*Agropyron desertorum* (Fisch) exhinh)Schult).

Сорт превышает стандарт по урожайности зеленой массы на 14%, сухого вещества 16%, семян 29%. Формирует выровненный травостой с высотой стеблей до 75 см, облиственность растений до 40%. Отличается высокой засухоустойчивостью и зимостойкостью.

В сухой массе содержится 10,2%, сырого протеина, 25,9% сырой клетчатки. Зимостойкость и засухоустойчивость высокие.

По результатам трех циклов конкурсного сортоиспытания (2010, 2011, 2012 года посева) в 2017 году передан в Государственное сортоиспытание сорт житняка гребневидного вида Батыс 4 (К-3155). Он достоверно превышает стандарт по урожайности зеленой массы на 4,9 ц/га, сухой массы 2,3 ц/га, семян 0,1 ц/га.

Сорт житняка гребневидного вида Батыс 4, выведен методами многократного массового позитивного отбора из дикорастущих популяций Чапаевского района Западно-Казахстанской области.

Ботаническая характеристика: Куст - мощный, полупрямоствольный, стебли средней толщины, высотой 64,4-72,2 см. Облиственность равномерная по стеблю, содержание листьев 39,4%.

Урожайность зеленой массы сорта в питомнике конкурсного сортоиспытания в среднем за восемь лет (2010-2017 г.г.) составила 52,4 ц/га, сухого вещества - 23,9 ц/га, семян - 1,9 ц/га, стандарта Уральский узкоколосый соответственно - 47,5; 21,6; 1,5 ц/га.

Биологические особенности: Сорт раннеспелый, вегетационный период - 45-48 дней при уборке на сено и 98-100 дней - на семена, высокоурожайный, зимостойкий и засухоустойчивый. В сухой массе содержится 13,44%, сырого протеина, 27,60%, сырой клетчатки, 0,56 кормовых единиц. Устойчив к вредителям и болезням (Таблица 2).

Таблица 2 - Характеристика нового сорта житняка гребневидного вида Батыс 4 (среднее 2009-2017 г.г.).

Показатели	Батыс-4	Батыс-3	Уральский узкоколосый, ст.
Урожайность зеленой массы, ц/га	52,4	56,7	48,6
Урожайность сухого вещества, ц/га	23,9	21,7	21,6
Урожайность семян, ц/га	1,9	1,8	1,5
Высота растений, см	64,4	74,2	62,3
Вегетационный период, дней (отрастание -)	47	50	48

укосная спелость)			
Отрастание - созревание семян	98	100	99
Облиственность, %	39,4	35,6	34,9
Сырой протеин, г	13,44	10,2	10,26
Сырая клетчатка, г	27,60	25,9	28,0
Зимостойкость, балл	5,0	5,0	5,0
Засухоустойчивость, балл	5,0	5,0	5,0

Благодаря стабильно более высокой продуктивности сорт и в засушливые годы может успешно конкурировать на Казахстанском рынке.

1 Буянкин В.И. Горчица и травы на Западе Казахстана. Кн./ Уральская сельскохозяйственная опытная станция.- Уральск: ТОО «Полиграфсервис», 1999.- 84 с.

2 Буянкин В.И., Лиманская В.Б., Диденко И.Л. Дикий житняк как донор устойчивости признаков для интродукции и селекции. /Идеи Н.В. Вавилова в современном мире. Тезисы докладов III Вавиловской межд. конф. Санкт-Петербург, 6-9 ноября 2012 г. – СПб.: ВИР, 2012. – 384 с.

Л. И. Фазылов

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

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРИЁМА СИГНАЛОВ OFDM  
МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ С МЕЖСИСТЕМНЫМИ  
ПОМЕХАМИ**

Т. Х. Рахметов

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## АНТИКОРРУПЦИОННОМУ ЗАКОНУ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН 20 ЛЕТ

С провозглашением независимости с 16 декабря 1991 года Республика Казахстан взяла курс на построение демократического, светского, правового и социального государства. 2 июля нынешнего года исполняется 20 лет с момента принятия первого закона Республике Казахстан « О борьбе с коррупцией».

Рефлексия исторического опыта является важным средством понимание современных процессов, поэтому обращение к этой знаменательной дате несет себе необходимость осмысление недавнего прошлого в целях объективной оценки сегодняшнего состояния процесса противодействия коррупцией в Казахстане.

История антикоррупционной политики Казахстана берет свое начало с Указа Президента Республики Казахстан от 17 марта 1992 года « О мерах усилении борьбы с организованной формы преступности и коррупцией ».

Активная борьба с коррупцией который Первый Президент Казахстана Н.А.Назарбаев объявил фактический с момента обретение независимости наталкивалась на серьезные сопротивление как старый номенклатуры и во- явленных «дельцов» начальной эпохи становления рыночной экономики.

Формирующиеся суверенной Казахстанской власти приходилось решать множество труднейших задач по созданию новых институтов власти на фоне хозяйственной разрухи и острого политического кризиса.

Безусловно, это отражалась на уровне распространения коррупцией, которая получала подпытку через приток иностранного капитала, заинтересованного в национальных богатствах Казахстана.

В этих условиях только решительные действия могли переломить ситуацию и наметить пути по снижению распространения коррупцией.

Именно поэтому 1997 году Президент Казахстана, вступая с первым масштабным стратегическим документом, которой должен был определить развитие страны до 2030 года в качестве с одного из

важнейших приоритетов обозначил решительную и беспощадную борьбу с коррупцией.

Стратегия «Казахстан- 2030» фактически заложил основы будущей антикоррупционной политики и закрепил решимость Первого Президента Казахстана добиться успешных результатов в антикоррупционном сдерживании.

Как следствия в 2 июля 1998 года был принят Закон РК « О борьбе с коррупцией», который стал одним из первых подобных законодательных актов на постсоветском пространстве.

Парадигма « борьбы с коррупцией» была продиктована с необходимостью принятия оперативных и эффективных мер противодействия, которые должны были остановить коррупцию и не дать ей разрастись до критических размеров, угрожающей национальной безопасности страны.

Принятия закона фактически дало старт выделению антикоррупционной политики самостоятельной отрасли внутренней политики государства.

Первый закон « О борьбе с коррупцией» действующий в течении двадцати лет подвергался постоянному совершенствованию, так принято 17 изменений и дополнительных законодательных актов, что позволяло ему на протяжении долгого времени оставаться актуальным современным реалиям.

Историческое значение этого закона заключается в том, что он впервые четко определил принципы борьбы с коррупцией, субъектность в коррупционных правонарушениях, органы, осуществляющие борьбу с коррупцией, ограничения, которые должны принимать на себя государственные служащие, меры финансового контроля, гарантии неприкосновенности лиц, оказывающих содействия борьбы с коррупцией.

Следует отметить, что первый закон РК « О борьбе с коррупцией» сыграла историческую роль становлении и достижении успешности антикоррупционной политики, а также в том, что благодаря ему были заложены основы современной Казахстанской модели политики противодействия коррупции, апробированный различные формы пресечения коррупционных правонарушений, наработан опыт системной коррекцией законодательства в плане снижения его коррупциогенности.

В целях проведения антикоррупционной политики в государстве Указом Президента РК Н.А.Назарбаева принято «

Антикоррупционная стратегия в РК на 2015-2025 года », где вопросы борьбы с коррупцией поставлены перед государственными органами, общественными формированиями, гражданами, т.е. перед всем казахстанским обществом.

В своем послании от 10.01.2018 года глава государства сделал акцент на продолжение борьбы с коррупцией и ужесточение мер против взяточдателей и взяточполучателям. По словам Н.Назарбаева, будет продолжена превентивная борьба с коррупцией. За три последних года осуждено за коррупцию более 2,5 тысяч лиц, включая топ чиновников и руководителей государственных компании, за этот период возмещено в порядка 17 миллиардов тенге нанесенного ими ущерба.

Важной является цифровизация процессов государственных органов, включая их взаимодействия с населением и бизнесом. В частности граждане должны видеть, как рассматривается их обращение и вовремя получать качественные ответы. На сегодня более 80 видов государственных услуг предоставляется гражданам Республики Казахстан в центрах обслуживания населения.

Таким образом, коррупция является негативным явлением современного общества, требующим постоянного тщательного изучения, системного подхода, комплексного и оперативного противодействия. Уровень и масштабы существующей в стране коррупции сдерживают экономическое развитие, негативно отражаются на инвестиционном климате, снижают имидж страны, международную заинтересованность в сотрудничестве с Республикой Казахстан. В этой связи борьба с коррупцией является основным приоритетом государственной политики Казахстана.

С. М. Дусталиева

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **«УМНЫЙ ГОРОД»: ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**

В современных условиях перестройки экономических систем, вызванных исчерпанием их экстенсивных факторов развития, объективной необходимостью смены технологических укладов и, как следствие, приоритетов общественного развития, происходит

изменение фундаментальных основ развития национальных экономик. Парадигма «предприятие-основное звено социалистической экономики» меняется на парадигму «муниципальное образование - основа общественного развития».

«Точкой роста» современной экономики становится город. Изменение парадигмы приводит к смене приоритетов, системы целей, задач, способов их решения, показателей полноты реализации целей и эффективности их достижения. На место классических экономических показателей эффективности приходят социально ориентированные показатели, характеризующие переход от технократических аспектов деятельности к гуманистическим, общецивилизационным, персоналифицированным и индивидуализированным.

Новая парадигма общественного развития заключается в усилении роли муниципальных образований в обеспечении качества и уровня жизни населения. «Сильные города - сильное государство» - современная трактовка, отражающая развитие диалектического взаимодействия таких противоположностей, как «государство» и «город»<sup>1</sup>.

Отсюда следует и новая трактовка «конкурентоспособности города», которая уже не может быть сведена к валовым показателям затрат,

1 Как писал Э.Л. Глейзер, «слишком многие страны неявно играли против городских ареалов, несмотря на то что они — один (если не единственный) из источников силы той или иной страны. Городам не нужны подачки, им нужны просто единые правила игры» [2, с. 77].

В настоящей статье рассматривается понятие «умный город» как генеральный вектор дальнейшего социально-экономического развития городов, способный привести к созданию качественно нового уровня жизни населения при соответствующем совершенствовании подходов к муниципальному управлению.

Ключевые слова: «умный» город; интеллектуальный потенциал территории; «интеллектуальное» управление муниципалитетом; приоритетные направления развития «умного» города

124 © Ганин О.Б., Ганин И.О., 2014

характеризующим процессный подход, а не его результаты. В этом аспекте модификации должна быть подвергнута и трактовка широко используемого понятия «конкуренция территорий за ресурсы». В последнее время «ушло в тень» понимание того, что теоретически

конкуренция в чистом виде приводит к монополии, а на практике - это концентрация населения в немногих крупнейших городах с деградацией и стагнацией менее крупных городов и их агломераций и, соответственно, исключение из экономического оборота огромных территорий<sup>2</sup>.

Сегодня ключевой задачей становится создание условий для развития городов всех типов, обеспечивающих за счет роста собственной конкурентоспособности равномерность экономического и социального развития территорий страны. И решающую роль здесь играют не отношения конкуренции, а отношения соревновательности, взаимодействия и взаимопомощи, основанные на наиболее эффективном использовании ограниченных ресурсов, в первую очередь интеллектуальных. Так актуализируется задача создания условий для развития современных городов как интеллектуальных центров, обеспечивающих на практике приоритет информационных и нематериальных параметров городского развития (urban software) над традиционными материальными элементами (urban hardware) [3], превращения их в «умные города» («smart city»).

Включение в деловой оборот термина «smart city» («умный город») предполагает необходимость его конкретизации применительно к практике муниципального управления.

«Городская производительность» как агрегированный показатель эффективности муниципалитета в настоящее время зависит не только от города, наделенного определенной реальной сетевой инфраструктурой (физическим капиталом), но и от наличия и качества знаний, а также социальной инфраструктуры для их «носителей» (интеллектуального капитала). Именно интеллектуальная форма капитала приобретает решающее значение для городской конкурентоспособности. И на этом фоне введение в оборот концепции «умного города» становится ключевым элементом стратегического управления, способного объединить в общих рамках традиционные факторы городского производства и развивающиеся информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в целях формирования социального и экологического капитала современного города [10]. Наличие последних позволяет отличить «умные города» от их более технологизированных образований, провести четкую грань между ними и понять, что именно скрывается под термином «цифровой, или умный» город.

По мнению ряда ученых, город может быть определен как

«умный» при условии, что инвестиции направлены в человеческий и социальный капи-

2 «Вспомним далее, что с развитием капиталистического способа производства возрастает минимальный размер индивидуального капитала, который требуется для ведения дела при нормальных условиях. Поэтому сравнительно мелкие капиталы устремляются в такие сферы производства, которыми крупная промышленность овладевает лишь спорадически или не вполне. Конкуренция свирепствует здесь прямо пропорционально числу и обратно пропорционально величине соперничающих капиталов. Она всегда кончается гибелью многих мелких капиталистов, капиталы которых отчасти переходят в руки победителя, отчасти погибают» [5, с. 640].

та и такие традиционные для большинства городов сферы, как транспорт и ИКТ. Это является залогом устойчивого экономического развития и высокого качества жизни, сопряженного с рациональным и максимально эффективным управлением природными ресурсами на основе содействия всех участников жизни города. Как отмечает испанский экономист, специалист в области «умных» городов Hermenegildo Seisdedos, понятие «умный город» по существу означает эффективность, достигаемую на основе интеллектуального управления и интегрированных ИКТ, а также активного участия граждан в развитии города [17].

«Умные города» могут быть определены как системы, интегрирующие в рамках единого городского пространства следующие направления (оси) деятельности [11]:

- 1) умная экономика;
- 2) умная мобильность;
- 3) умная среда;
- 4) умные люди;
- 5) умная жизнь;
- 6) умное управление.

Эти 6 осей должны быть соединены с традиционными региональными и неоклассическими теориями городского роста и развития. В частности, оси основаны на теориях региональной конкурентоспособности, эффективного использования природных ресурсов, транспортной мобильности и ИКТ городской экономики, приоритетного формирования человеческого и социального капиталов, повышения качества жизни, а также участия граждан в управлении

городами.

Как отмечает Э.Л. Глейзер, «городские инновации, развивающиеся обычно снизу вверх, указывают на то, что лучшая стратегия экономического развития

- это, вероятно, привлечь умных людей и не мешать им» [2, с. 85].

«Умные города» определяются их инновациями и способностью решать проблемы и использовать ИКТ для повышения их потенциала. Интеллект заключается в способности решать проблемы общества за счет разработки и/ или передачи технологий. В этом смысле интеллект - внутреннее качество любой территории, города или региона, где инновационные процессы облегчаются ИКТ. Однако следует подчеркнуть, что интеллект, как особый ресурс, как потенциал роста, находится в сильной зависимости от уровня интеллекта отдельного человека, от системы сотрудничества индивидуальных интеллектов (синергия или конфликт), от уровня развития инструментов цифровой инфраструктуры, которые сообщество предлагает своим жителям, и степени их использования.

Стоит отметить, что до сегодняшнего дня обозначение «умный город» является по-прежнему довольно нечетким понятием и используется не всегда по согласованным критериям. В связи с этим следует более подробно рассмотреть те характеристики «смарт-города», которые наиболее часто упоминаются при обсуждении этой темы.

#### 1. Эффективная инновационная инфраструктура

В современных условиях возникает необходимость использования сетевой инфраструктуры для того, чтобы улучшить экономическую и политическую эффективность и обеспечить социальное, культурное и городское развитие [12]. Термин «инфраструктура» в данном контексте указывает на развитие сфер бизнес-услуг, жилья, отдыха, образа жизни и ИКТ (мобильные и стационарные телефоны, спутниковое телевидение, компьютерные сети, электронная коммерция, интернет-услуги и т.д.), а также выдвигает на первый план идею « сетевого города» как главной модели развития и связности в качестве источника роста [13]. Этим подчеркивается решающая роль высокотехнологичных и творческих сфер деятельности в долгосрочной перспективе роста городов.

Указанные аспекты, наряду с «мягкой» инфраструктурой<sup>3</sup>, являются ядром исследований Р. Флориды [6]. Основная его идея

заключается в том, что «фирмы в настоящее время ориентируются на привлечение “творческих людей”, способных решать проблемы более эффективно и под другим углом». Хотя присутствие творческой и квалифицированной рабочей силы не гарантирует эффективного функционирования городского хозяйства, однако очевидно, что в наукоёмкой экономике эти факторы и будут в наибольшей степени способствовать успеху развития города [14].

## 2. Создание комфортной бизнес-среды

Необходимо по максимуму использовать возможности ИКТ, предполагающие увеличение местного благосостояния и конкурентоспособности, что подразумевает комплексный, мультисекторный подход к городскому развитию на основе системы иерархически выстроенных показателей и перспективы многоуровневого планирования [15; 16]. Это ставит задачу обеспечения становления бизнеса во главу городского развития, целью которого является привлечение на территорию новых инвестиций и предприятий. Данные показывают, что бизнес ориентированные города действительно преобладают среди городов с удовлетворительными социально-экономическими показателями. Одним из ярких примеров такого «умного города» является Дубай, который не только развивается сам как «smart city», но и тиражирует свою модель городского развития в международном пространстве в виде таких градостроительных проектов, как Дубай-Мальта и Дубай-Кочи.

Следует отметить, что местный интеллектуальный потенциал неразрывно связан с безопасностью экономики, основанной на знаниях, где инновации и технологии являются основными движущими силами роста и развития коллективного интеллектуального сообщества [18], которое, в свою очередь, рассматривает потенциал связей как основной фактор успеха местного сообщества (общины) [9]. Формирование «умного города» предполагает четкое планирование, непосредственно затрагивающее развитие городской среды

3 В данном контексте мы будем понимать под «мягкой инфраструктурой» университеты как научные, интеллектуальные и образовательные центры, центры профессионального обучения, исследовательские проектные и конструкторские организации, центры поддержки предпринимательства во всем многообразии их форм, политику муниципальных и региональных властей в сфере поддержки

инноваций и т.п.

(инфраструктуры), территориальное (пространственное) развитие и развитие инновационного менеджмента на основе концепции создания мульти-кластера территорий. Развивая внутригородское планирование в этом направлении, города могут выходить на межрегиональный и международный уровень для более быстрой интеграции инноваций.

3. Технологические платформы на основе беспроводных сенсорных сетей

Беспроводные сенсорные сети являются специфическими технологиями, которые и позволяют создать по-настоящему «умные города». Цель состоит в том, чтобы создать распределенную сеть интеллектуальных сенсорных узлов, которые могут измерять множество параметров для более эффективного управления городом [7]. Данные передаются по беспроводной сети в режиме реального времени к гражданам или в соответствующие контролирующие органы или органы власти.

Например, граждане могут контролировать концентрацию загрязнения на каждой улице города или могут получить автоматические сигналы тревоги, когда уровень радиации повышается до определенного уровня. Кроме того, можно оптимизировать полив парков или освещение города. Урны могут посылать сигнал тревоги, когда они близки к полному заполнению и т.д.

Кроме того, это эффективный способ контролировать автомобильный трафик, чтобы разгружать одни транспортные узлы за счет других [19], регулировать скорость и плотность транспортного потока, уменьшать его объем за счет систем, которые обнаруживают, где находится ближайший свободный слот для парковки [8]. Таким образом, автомобилисты получают своевременную и точную информацию о том, где они могут найти бесплатную парковку, что экономит их время и топливо. Подобная информация может уменьшить пробки и загрязнение и улучшить качество жизни.

Существующие сегодня совместные платформы для онлайн управления данными с датчиков дают возможность не только загружать данные с датчиков и на их основе строить динамику, прогнозы и проводить аналитические работы, но и обеспечивать большую прозрачность расчетов в сфере ЖКХ. Например, уже существуют такие платформы, как X<sup>e</sup>ly и Wikisensing [20], которые упрощают взаимодействие между потребителями (пользователями) и

поставщиками услуг, позволяют разработчикам выстраивать в реальном времени графики и планы прямо на веб-сайтах, анализировать поступающую информацию и отправлять результаты в надлежащие органы управления для оперативного мониторинга и принятия управленческих решений.

Город, желающий стать «умным», должен двигаться во всех указанных направлениях, но не должен отвергать и альтернативные точки развития, рассматривая их с учетом долгосрочных перспектив и последствий реализации. Так, если город выбирает бизнес ориентированную модель, то он должен учитывать потенциальную возможность ухода этого бизнеса из сферы городского развития по мере собственного роста.

С нашей точки зрения, в процессе становления «умного города» необходимо учитывать и другие ключевые направления.

#### 1. Жилье, жилищный фонд

Как отмечал Макс Вебер, дефиниции «города» могут быть самыми различными по своему характеру. Общее для них всех только одно: город представляет собой замкнутое (во всяком случае, относительно) поселение, «населенный пункт», в котором «дома тесно - а сегодня, как правило, стена к стене

- примыкают друг к другу» [1]. Отсюда вытекает главный, системообразующий элемент любого, в том числе и «умного», города - дом или жилье для его жителей. Качество и размеры жилья формируют основу качества жизни городских жителей.

«Умный дом» - это кирпичик в основании «умного города». Жилье - это квинтэссенция жизненного цикла человека, отражающая его стремления, достижения, капитализированный интеллект. На уровне «дома» происходит консолидация всех качественных показателей уровня жизни на территории, преобразование ресурсов в услугу, конечное потребление которой и определяет интегральное качество жизни населения. Экологичность, экономичность, эстетичность, комфортность, доступность и безопасность жилья становятся характеристиками, определяющими современные приоритеты в выборе места проживания и работы. При этом происходит смена парадигмы «жилье ради работы» на «работу ради жилья».

#### 2. Энергоресурсы

Наличие энергоресурсов (вода, тепло, газ, электроэнергия) и стремление к их количественному росту в «умном городе» постепенно

замещается политикой снижения стоимости их включения в деловой оборот (производство и транспортировка), уменьшения отрицательных последствий для экологии, совершенствования технологий использования для повышения эффективности содержания домохозяйств.

На первый план выходят энергосбережение и энергоэффективность по всей длине цепочки жизненного цикла услуги «производство - транспортировка - потребление» как в производственной, так и в социальной сферах.

Энергоэффективность - эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов - становится одним из основных интегральных показателей достижения экономически оправданной эффективности использования ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды. Повышение энергоэффективности предполагает также создание условий для развития альтернативных способов производства и поставки энергетических и коммунальных ресурсов на территории города, расширение перечня вариантов получения коммунальной или сервисной услуги ее конечным потребителем.

В современных условиях одной из главных тем в градостроительстве становятся именно источники энергии. Для муниципалитета будущего архитекторы определили два наиболее перспективных вида - возобновляемые (солнце, ветер, геотермальная теплота) и промышленные и бытовые отходы.

### 3. Инфраструктура

Инфраструктура «умного города» помогает коммунальной сфере, предприятиям и домохозяйствам повысить экономическую эффективность; снизить нагрузку на окружающую среду; обеспечить комфорт и безопасность

жителей и гостей города. Это достигается за счет системы связей между модулями транспортной и инженерной систем, создания эргономичных контуров управления, а также повышения уровня информированности и оперативности городских служб. Единая сеть датчиков регулирует функционирование основных систем жизнеобеспечения города, следит за движением транспортных средств, контролирует состояние конструктивных элементов зданий, снабжает диспетчерские пункты как визуальной, так и статистически обработанной информацией.

Прописаны, постоянно обновляются (и, в случае необходимости, активизируются) алгоритмы и сценарии, помогающие городским службам принимать оперативные и при этом взвешенные решения в любой, даже нештатной ситуации. Основа и результат существования инфраструктуры «умного города» - единое информационное пространство обработки городских процессов и процедур - от природоохранных до социальных.

#### 4. ИКТ

ИКТ зарекомендовали себя как одно из наиболее эффективных средств решения городских проблем. Для этого разнообразные составляющие городского развития должны быть объединены в единую систему.

Сегодня можно зафиксировать 5 важнейших трендов, имеющих отношение к ИКТ и способных уже в недалеком будущем серьезно изменить облик городов:

- 1) удаленный доступ ко всем видам сервисов и услуг;
- 2) «умная» городская инфраструктура;
- 3) внедрение ИКТ-решений для обеспечения общественной и информационной безопасности;
- 4) «Интернет вещей»;
- 5) развитие беспроводных коммуникационных технологий.

Житель «умного города» может экономить время, не выстраивая в очередях, а получая удаленно все муниципальные услуги, необходимую информацию о работе общественного транспорта, различных учреждений, дистанционное образование. Одним словом, житель «умного города» сам распоряжается своей жизнью, выстраивая то расписание, тот график посещения учебы, работы, учреждений, мест отдыха, который удобен именно ему. А все коммуникационные технологии существуют, чтобы помочь ему в этом.

#### 5. Транспорт

Транспорт «умного города» основывается на интеллектуальной транспортной системе. Это означает интеграцию оперативного управления всеми видами транспорта и возможность реакции на события в режиме реального времени. Важно, что транспортная система является составной частью всей системы «умный город» и поэтому должна располагать дружелюбным к пользователю интерфейсом, внутри которого можно найти и использовать множество сервисов - от подсказки, на какую парковку направить машину, до оповещения о сроке прибытия местного общественного транспорта.

Главная инновация «умного города» в отношении транспорта - создание города, ориентированного на пешехода и стремление свести использование частного транспорта к минимуму. Приоритет отдается общественному транс-

порту. Критичными для успешного функционирования системы являются транспортно-пересадочные узлы, перехватывающие паркинги. Для того чтобы обеспечить их функционирование, необходима интеграция информационных и навигационных систем в рамках единой платформы «умного города».

Для «умного города» ключевым становится не экстенсивное увеличение транспортных артерий, а повышение эффективности использования имеющейся улично-дорожной сети. Новая матрица мобильности предполагает возникновение внутри городов многофункциональных, гибридных кластеров, поскольку, по мнению специалистов, человек не может жить в одной части города, а работать - в другой. Города должны представлять собой полицен-трические системы.

#### 6.Здравоохранение

Здоровье - вторая важнейшая компонента качества жизни человека после «крыши над головой». В силу этого серьезное внимание в структуре «умного города» должно отводиться здравоохранению, которое должно быть высокотехнологичным и эффективным.

«Умная система здравоохранения» - та, которая эффективно использует информацию, детально ее анализирует и быстро применяет, используя электронную интеграционную систему данных по пациентам. Это позволит уменьшить количество врачебных ошибок и повысить эффективность лечения. Должен быть налажен постоянный обмен информацией так, чтобы любой врач мог получить доступ к полной актуальной истории болезни обращающегося к нему пациента и быстро подобрать нужный курс терапии.

Систему здравоохранения условно можно разделить на три блока, имеющих свою специфику:

- а) профилактика и предупреждение;
- б) экстренная помощь;
- в) плановая медицина.

Для каждого блока должны формироваться свои подсистемы «умного здравоохранения», обеспечивающие скорость, точность и эффективность медицинской помощи. При этом инновационная

модель развития городского здравоохранения должна строиться на единстве науки, образования и практики, эффективном сотрудничестве с ведущими специалистами из смежных отраслей, из других городов и стран, а также с использованием инструментов государственно-частного и общественного партнерства.

Следует отметить, что развитие городских социальных сетей на базе ИКТ способствует формированию гражданского общества, объединяющегося для оказания безвозмездной помощи нуждающимся в медицинской помощи.

#### 7. Образование

Развитие «умного города» на основе ИКТ предъявляет новые требования к условиям формирования личности, к созданию предпосылок для его органичного включения в smart-общество, к образовательному процессу

Smart education, или «умное образование», - это новая философия образования, отвечающая требованиям быстро изменяющейся социальной среды обитания. Повышение открытости информационного пространства, расширение спектра современных образовательных интерактивных инструментов

выводит на первое место дистанционное образование и электронное обучение. Варибельность образовательных программ создает предпосылки для индивидуализации образовательных курсов, формирования системы непрерывного образования и карьерного роста.

«Умное образование» предполагает переход от пассивного контента к активному, онлайн-овому. Электронное обучение позволяет обеспечить многостороннюю связь между преподавателями, студентами, работодателями, другими потенциальными потребителями интеллектуальных услуг независимо от разделяющего их расстояния и даже национальных границ. В то же время «умное образование» не перечеркивает традиционные, фундаментальные основы образования - непосредственное общение ученика и учителя. Как отмечают эксперты, «интернет - прекрасный инструмент, но лучше всего он работает в связке со знаниями, приобретенными при личных контактах, что могут подтвердить интернет-предприниматели, сконцентрировавшиеся в Бангалоре и Силиконовой долине» [2, с. 76].

Необходимость формирования системы непрерывного образования, карьерного роста «через всю жизнь», результатом которого является интеллектуальный, креативный, нацеленный на взаимодействие с сообществом индивид с предпринимательской

«жилкой», предполагает изменение подходов в муниципальном управлении образовательным процессом. Учитывая усиление роли высших учебных заведений исследовательского и предпринимательского типа, формирующих вокруг себя распределенные мульти-кластеры различных образовательных форматов, ориентированных на запросы работодателей и местного сообщества, следует рассматривать «умное образование» как фундаментальную основу «умного города». В связи с этим ведущее место в образовательной политике муниципалитета должно занять поощрение получения образования, инновационной и исследовательской деятельности.

#### 8. Безопасность

Безопасность - ключевое слово в списке приоритетов для каждого человека, будь то личная безопасность, безопасность его жилища или бизнеса. Современные тенденции в сфере обеспечения безопасности направлены не на преодоление негативных последствий, а их прогнозирование и предвосхищение, что обеспечивает минимизацию рисков и недопущение или существенное снижение размера потерь.

Понятие безопасного «умного города» охватывает не только оснащение домохозяйств и критически важных объектов городской инфраструктуры камерами наблюдения, датчиками удаленного контроля и управления, но и организацию безопасного движения транспорта, максимально удобную и безопасную организацию городского пространства (дороги, паркинги, дворы, скверы и т.п.), информационную безопасность.

«Безопасный город» наряду с технологическими аспектами обеспечения безопасности отводит существенную роль гражданскому сообществу как социальной составляющей в борьбе с криминогенной обстановкой, наркоманией, проституцией и педофилией, в обеспечении антитеррористической безопасности на территории. Такой интегрированный подход, включающий объединение технической и гуманитарной составляющих, становится основным вектором решения всего

комплекса задач по обеспечению городской безопасности. Безопасные технологии критических инфраструктур, защищенные телекоммуникации и безопасность каждого гражданина, включая его персональные данные, работа по воспитанию и привитию нравственного образа жизни - вот тот фундамент, на основе которого

можно возводить физическое здание такого сложного социально-технического объекта, как «безопасный умный город».

#### 9. Пространственное развитие

Еще одним ключевым направлением формирования «умного города» становится его пространственное развитие. На смену принципам индустриального, технократичного минимализма приходят принципы доступности, открытости и комфортности городского пространства, создающего условия для взаимодействия его жителей. Отсюда вытекает и задача муниципалитетов по «формированию принципиально новых общественных пространств. Гибких, многогранных. Это места, где ведется торговля, где люди проводят досуг, где организуются праздники или протесты - не важно. Главное, чтобы все эти активности формировались на едином пространстве» [3].

Результатом же целенаправленной политики по формированию «умного города» станет повышение конкурентоспособности муниципалитетов, которая будет определяться способностью их жителей находить быстрые, нестандартные, творческие пути решения возникающих проблем. Соответственно, первоочередная задача городов - создание атмосферы, которая позволит им быть креативными. А устойчивость муниципалитета будет определяться стоимостью рабочей силы, уровнем развития технологий и креативностью [3].

Таким образом, можно сделать однозначный вывод: преобразование индустриальных городов в «умные» является общемировым трендом, а также реально достижимой перспективой для российских городов. В то же время переориентация в стратегии развития городов, мегаполисов и их агломераций предполагает кардинальную перестройку системы управления развитием муниципалитетов, включающую смену приоритетов, стандартов, критериев, целей и задач, показателей результативности и эффективности. Требуется иная оценка ресурсного потенциала территории, новые способы достижения поставленных целей.

Главной движущей силой развития становится активное участие граждан в жизни города и управлении им с использованием интеллектуальных и информационных систем на базе ИКТ. К ведущим факторам успеха в развитии муниципалитетов следует отнести:

- знание, куда движется город (жители должны понимать его предназначение, потенциал и перспективы развития, разделять цели и способы их достижения);

- наличие общественных лидеров (не менее 1% населения);
- прозрачность принятия решений, мониторинга их реализации и оценки результатов;
- «благоприятная трансформация мышления политиков» [4], заключающаяся в осознании необходимости преобладания на местах властных полномочий муниципалитетов над федеральными органами, важности построения муниципальной власти на основе всеобщего гражданского участия.

Результатом этих серьезных, объективно необходимых преобразований станет привлекательный для жизни «умный город», интегрированный в межрегиональную и международную интеллектуальную сеть, способный максимально эффективно использовать доступный ему территориальный и ресурсный потенциал.

1. Вебер М. Город [Электронный ресурс]. URL: [http://krotov.info/library/03\\_v/eb/er\\_07.html](http://krotov.info/library/03_v/eb/er_07.html) (дата обращения: 11.02.2014).

2. Глейзер Э.Л. Триумф города: как наше величайшее изобретение делает нас богаче, умнее, экологичнее, здоровее и счастливее // Экон. социология. 2013. Т. 14, № 4.

3. Ермак С. Новая городская утопия. Конкуренентоспособность муниципалитетов [Электронный ресурс] // Эксперт-Урал. 2012. № 33 (521). URL: <http://expert.ru/ural/2012/33/novaya-gorodskaya-utopiya/media/153605/> (дата обращения: 11.02.2014).

4. Лэндри Ч. Творческий город [Электронный ресурс] // 60 параллель. 2004. № 3 (14). URL: <http://www.journal.60parallel.org/ru/journal/2004/8/69> (дата обращения: 10.02.2014).

5. Маркс К. Капитал. М.: Изд-во полит, лит., 1978. Т. 1.

6. Флорида Р. Креативный класс. Люди, которые меняют будущее. М.: Классика-XXI, 2007. 432 с.

7. Asin A. Smart Cities from Libelium Allows Systems Integrators to Monitor Noise, Pollution, Structural Health and Waste Management [Электронный ресурс]. URL: [http://www.libelium.com/smart\\_cities/](http://www.libelium.com/smart_cities/) (дата обращения: 11.02.2014).

С.И. Ашикпаева

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **УМНЫЕ ДОРОГИ - ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ**

### **Аннотация**

В данной работе проведен обзор и обобщение отечественного и зарубежного опыта в реализации Интеллектуальных транспортных систем (ИТС) с точки зрения концепции SmartRoads («Умные дороги»), позволяющие читателю составить мнение об их современном уровне и перспективах развития. Рассмотрены вопросы, касающиеся инфраструктуры ИТС, использования «умных» материалов в дорожном строительстве, использования солнечной энергии и энергии движущегося автотранспорта.

### **Ключевые слова:**

Умная дорога, интеллектуальная транспортная система, пьезоэлементы, солнечная энергия.

Умная дорога – это комплексная система, реализующая концепции взаимодействия человека и транспорта с дорогой и самой дороги с окружающей средой (анализ погодных условий: температурного режима, количества осадков и др.), когда в автоматизированном (интеллектуальном) режиме в соответствии с внутренними и внешними условиями задаются и контролируются режимы работы всех инженерных систем.

В научной среде и в нормативных документах более распространен термин интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это телематическая транспортная система, обеспечивающая реализацию функций высокой сложности по обработке информации и выработке оптимальных (рациональных) решений и управляющих воздействий [1-4]. Здесь под понятием телематическая понимается способность системы обеспечивать сбор, обработку, передачу и отображение информации о состоянии дороги на данный момент, в том числе наличие пробок, аварий, дефектов покрытия. В данной статье мы принимаем понятия «умная» дорога и ИТС тождественными.

Дорога современного типа является сложной системой,

являющейся, в первую очередь, совокупностью подсистем различного назначения. Для комфортной эксплуатации данной системы необходимо наличие автоматизированных высокотехнологичных устройств, которые умеют распознавать конкретные ситуации, происходящие на дороге, и соответствующим образом на них реагировать.

В ИТС можно выделить три основные группы поведенческого типа подсистем:

- управленческий (обеспечивающий синергетический эффект для всего комплекса, то есть вырабатывающий наиболее рациональные алгоритмы поведения для других подсистем);
- исполнительский (действующий в соответствие с выработанными алгоритмами);
- энергетический (обеспечивающий энергетическую независимость «умной» дороги от внешних носителей);

Конструктивно «умная дорога» выполняется трехслойной.

Верхний первый слой должен обеспечить основные прочностные характеристики дороги, при этом не допустить проникновения влаги в оснащенный электротехнической оснасткой пирог.

В качестве основного материала могут лежать фотоэлементы для аккумуляции солнечной энергии.

Второй слой обеспечивает контроль всех систем дороги. Это главная часть полотна, которая собственно и делает дорогу «умной». Поэтому все электрическое оборудование защищено дополнительным слоем гидроизоляции.

Третий слой разрешает задачу передачи энергии, генерируемой на каждом участке дороги, как в единый центр для запасания электричества, так и на каждый элемент системы, на данный момент в ней нуждающийся.

Вопрос внедрения ИТС в дорожную отрасль является актуальным и широко обсуждаемым в мире, потому что проекты данного типа отличаются быстрой окупаемостью, чем привлекают массу инвесторов. Будучи построенной, «умная» дорога работает практически бесплатно, выполняя свои функции автономно, что гораздо дешевле и эффективнее, чем постоянно поддерживать в рабочем состоянии существующую инфраструктуру [5].

Считается, что введение в эксплуатацию ИТС в разы сократит пробки в мегаполисах (на начальном этапе прогнозируют до 30%),

повысит безопасность дорожного движения, существенно увеличит комфорт поездки для водителей. Для автомобилиста это обозначает экономию времени и денег, за счет сокращения потребляемого топлива до 30 %. ИТС – ключ к минимизации последствий этих воздействий на окружающую среду.

Одна из главных проблем любого большого города – транспортные заторы. Основная задача ИТС бороться именно с этой проблемой. В качестве варианта, позволяющего уменьшить «пробкообразование», во многих статьях [3-6] приводится интеллектуальное управление светофорами. Наружный комплекс видеокamer передает информацию о дорожном движении по уличной сети в центр управления. На основании полученной информации диспетчер центра управления производит смену режима работы светофора для предотвращения образования затора на городских дорогах.

Развитая ИТС позволит производить автоматическую (автономную, то есть без участия человека) диспетчеризацию: включать специальные режимы светофоров, изменяя длительность разрешающего или запрещающего сигналов для любого светофора города. Помимо камер для реализации данной системы в некоторых статьях [5-6] предлагается организовывать сбор о количестве машин при помощи информации, полученной непосредственно с мобильных телефонов водителей. Также онлайн система сбора информации об участниках дорожного движения, образуя активный «черный ящик», может существенно повысить безопасность водителей [4].

Другой задачей для ИТС является существенное сокращение расходов на оборудование, сопровождающее работу дорожного полотна: специальные знаки, табло.

На данный момент во многих странах идут активные разработки систем, позволяющие наиболее экономично решить проблему оснащения автодорог современными технологическими решениями. Существует множество примеров эффективного снижения стоимости при сохранении, а то и улучшении технологического качества продукта.

К примеру, в статье [6] рассматривается проблема оснащения знака «Пешеходный переход» светодиодами индикаторами, что позволило бы водителям транспортных средств легче реагировать на данный участок дороги.

Вне населенных пунктов для водителей наиболее важной информацией являются сведения о метеоусловиях и состоянии покрытия автодороги. Для мониторинга этого состояния предлагается на проблемных участках автодорог устанавливаются компактные дорожные метеостанции с датчиками температуры воздуха и дорожного покрытия, влажности воздуха, направления и силы ветра. В комплексе с дорожными метеостанциями могут устанавливаться видекамеры, передающие в онлайн режиме изображение дороги. Информация, переданная от дорожных метеостанций по каналам GPS или ГЛОНАСС в дорожные службы, по данным [7], помогает им оперативно и адекватно реагировать на изменения в дорожных условиях. Эта информация наиболее эффективно передается участникам дорожного движения через информационные табло, на которые выводится информация о дорожных условиях для проезжающих по этой дороге водителей.

Одним из интересных вопросов является «Умное шоссе» с использованием целого ряда энергоэффективных технологий. Энергетическая автономность инфраструктуры в первую очередь обеспечивается путем использования солнечной энергии.

Наиболее простой и легкорезализуемой идеей по использованию солнечной энергии на данный момент считается нанесение на дорожное полотно фотолюминесцентных красок. В дневное время краска поглощает световую энергию, чтобы ночью распространять рассеянный свет в окружающую среду. Заряда энергии хватает более чем на 10 часов, чего вполне достаточно, чтобы дать водителям необходимое освещение в ночное время суток. Традиционные фонари на дороге также предусмотрены, но они включаются лишь при приближении автомобиля, а затем снова гаснут. Для дополнительного освещения по периметру дороги предложили использовать светодиоды, питаемые миниатюрными ветряными мельницами

Другим примером использования лакокрасочных материалов является проект «Dynamic Paint» (в русской версии «Активная краска»).

Когда температура воздуха опускается ниже 0°C на поверхности дорожного покрытия появляются предупреждающие водителя о наледи на дороге изображения снежинок, нарисованные специальной краской, чувствительной к температуре.

Это помогает напомнить участникам дорожного движения об опасности превышения скоростного режима, и как следствие

увеличивает безопасность.

В США проект под названием Solar Roadways, предлагает перекрыть все автодороги страны специальными плитами, представляющими из себя «умные» солнечные батареи (Рис. 1, 2).

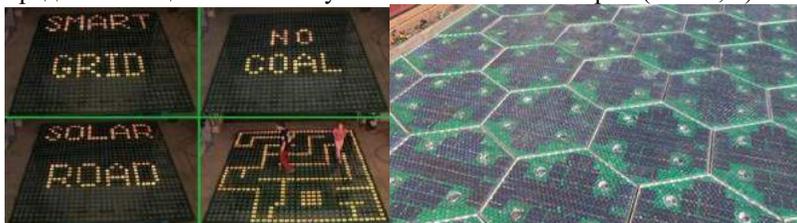


Рисунок 1. «Умные» солнечные батареи. Проект Solar Roadways



Рисунок 2. Пример использования «умных «солнечных батарей». Проект Solar Roadways

Использование огромных площадей, занимаемых автодорогами, под солнечные элементы позволит отказаться от внешнего питания электроэнергией дорожной инфраструктуры.

Избыток же электроэнергии, получаемой от дорог, можно использовать и в других отраслях народного хозяйства, что позволит снизить давление на экологию путем частичного или полного отказа от других способов получения электроэнергии (тепловые, атомные и др. электростанции).

Дорога, перекрытая такими плитами, подогревается, снижая вероятность обледенения проезжей части в зимний период, подсвечивается в ночное время, выводит как на экран информацию о дорожной обстановке. Разработчики предлагают также дополнительно разместить в «солнечном» покрытии автодороги различные коммуникации: например, электрические сети, связь, кабельное

телевидение, высокоскоростной интернет. Это позволит отказаться от столбов и проводов, расположенных вдоль автомобильных дорог.

Также к неоспоримым плюсам солнечных панелей можно отнести тот факт, что они в три раза долговечнее асфальта и выдерживают нагрузку, равную давлению колес 40 тонного грузовика. Стоит также отметить легкость в ремонте: если какая-то из панелей сломается, то не нужно демонтировать весь участок дороги, а только неисправный элемент.

Для создания энергии в мировой практике сейчас наиболее распространены генераторы, действующие на пьезоэлектрическом эффекте.

К примеру, Израильский стартап Innowatech занимается разработкой и внедрением пьезоэлектрических систем утилизации кинетической энергии. При движении автомобилей, поездов или пешеходов, часть их энергии тратится на деформацию дорожного покрытия. В результате деформации покрытие нагревается, тепло рассеивается и энергия теряется безвозвратно.

Компания New Energy Technologies, что в штате Мэриленд, США, разработала устройство, предназначенное для сбора кинетической энергии движущегося транспорта и преобразования ее в электроэнергию. Пьезоэлектрический генератор, выполненный в виде «лежачего полицейского» не только справляется с нехитрыми обязанностями последнего, но и дает возможность извлекать из них вполне ощутимую пользу.

Система Motion Power Express собирает неиспользованную кинетическую энергию транспортных средств в местах вынужденного снижения скорости или остановки – например, на автозаправках. Представители New Energy надеются, что однажды разработанные ими устройства станут неотъемлемой частью контрольных постов, дорожных зон отдыха, парковок, зон прибытия и зон торможения аэропортов, и прочих подходящих для означенной цели мест. В случае успешности такого сценария для города- заказчика это означало бы постоянную экономию электричества за счет, к примеру, уличного освещения. Система MotionPower Express предназначена для установки в местах, где скорость движения транспорта не превышает 24 км/час и постепенно снижается вплоть до полной остановки. К таким местам относятся, в частности, автостоянки, пограничные переходы (места примыкания дорог), съезды с эстакады, зоны «успокоения» дорожного движения, зоны отдыха, контрольные посты и

придорожные сервисные комплексы.

Исследователи предлагают использовать накладные полосы электрогенерирующего дорожного покрытия, которые при помощи пьезопреобразователей давления колес автомобиля, вмонтированных в покрытие (Рис. 3), позволяют генерировать достаточное количество электрической энергии для обеспечения автономного освещения трассы.

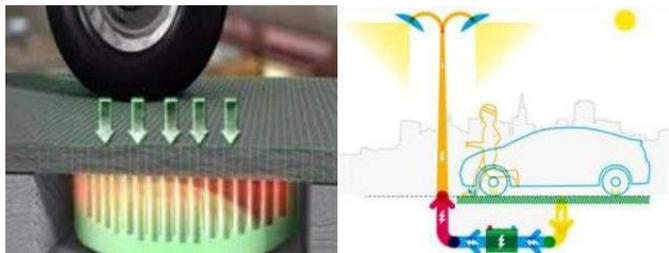


Рисунок 8. Пьезоэлектрический генератор, выполненный в виде автодорожных полос

Эта технология также имеет исключительную экономическую целесообразность, так как нет необходимости в разрушении дорожного полотна для установки оборудования.

Итак, подводя итоги статьи отметим, что тема статьи актуальна и имеет практическое значение. Наиболее перспективным направлением с точки зрения энергетической автономности транспортных систем является развитие «солнечной» и «пьезоэлектрической» энергетики. На это указывает динамика развития технологий в этой области, постоянное удешевление и улучшение эксплуатационных характеристик фото- и пьезоэлементов.

Долгосрочная перспектива развития дорожно-транспортной отрасли безусловно должна быть инновационной, т.е. опираться на передовые достижения науки и техники. Хочется верить, что уже в ближайшем будущем все мы станем свидетелями повсеместного внедрения Умных дорог как в Казахстане, так и за рубежом. Как мы видим, предпосылки для этого имеются, и весьма неплохие.

[1]. Комаров В.В., Гараган С.А. Интеллектуальные задачи телематических транспортных систем и интеллектуальная транспортная система // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 4. С. 34-38.

[2]. Дергунов С.А., Орехов С.А., Бородин Е.С. Дороги

будущего — дороги перемен // Инновации в науке. 2014. №30-1. С. 96-109.

[3]. Кельбах С. ИТС в сети платных автомобильных дорог России // Транспортная стратегия - XXI век. 2014. № 27. С. 89.

[4]. Приходько В.М., Мороз С.М., Ременцов А.Н. Формирование функциональных возможностей интеллектуальной транспортной системы для автомобильного транспорта // Журнал автомобильных инженеров. 2011. № 4. С. 23-27.

интеллектуальных транспортных средств // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. 2013. Т. 7. № 21 (124). С. 74-77.

[5]. Жанказиев С.В. Разработка концепции создания интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах федерального значения [Электронный ресурс] // Отчет по Государственному контракту № УД-47/261 от 07.10.2009 г. на выполнение НИР по проекту. М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2009. URL: <http://lib.znate.ru/docs/index->

[6]. Borodulina Ye. D., Kupriyanov I. V., Nikolayev A. N Avtonomnoye svetodiodnoye oforneniye znaka «peshekhodnyy perekhod» dlya privlecheniya vnimaniya voditeley transportnykh sredstv [Independent LED design "pedestrian crossing" sign to attract the attention of drivers of vehicles] // V sbornike: Problemy avtomatizatsii i upravleniya v tekhnicheskikh sistemakh Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. pod redaktsiyey M. A. Shcherbakova. 2013. Pp. 266-268. [248623.html](http://248623.html) (5.01.2017).

[7]. Volodina Ye.V., Yermakova P.A Ispolzovaniye potentsiala globalnoy navigatsionnoy sputnikovoy sistemy (glonass) v regionalnoy transportnoy logistike [Using the potential of the global navigation satellite system (GLONASS) in the regional transport logistics] // Potentsial sovremennoy nauki. 2014. No 2. Pp. 52-56.

А.Э. Есенбекова

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫХ» ГОРОДОВ И ПРОГНОЗЫ ИХ РАЗВИТИЯ**

Сегодня город переживает глобальную трансформацию.

Развитие требует создания инфраструктуры, основанной на интеллектуальных сетях. Технологии должны стать базой для новых городов и органично интегрироваться в существующие. Решить эти задачи можно благодаря концепции комплексного подхода Smart City.

Что такое Smart City

«Умный город» — концепция интеграции информационных и коммуникационных технологий для управления городским имуществом. Они призваны сделать жизнь людей лучше и удобнее: повысить уровень комфорта, качество и эффективность обслуживания, снизить расходы и потребление ресурсов. В общем, подразумевают оптимизацию всей жизни города.

По расчётам экспертов McKinsey, к 2020 году в мире будет около 600 «умных» городов. Ещё через пять лет эти города будут генерировать почти две трети мирового ВВП. По оценкам консалтинговой компании Arup, к 2020 году мировой рынок «умных» городских услуг составит \$400 млрд в год.

Будущее уже наступило

Консалтинговое агентство Jones Lang LaSalle составило рейтинг тридцати наиболее динамично развивающихся городов и агломераций мира, более половины которых расположены в Азиатско-Тихоокеанском регионе. В области создания новых «умных» городов география примерно та же.

Эко-город Тяньцзинь — плод сотрудничества Китая и Сингапура, один из первых и достаточно успешных проектов такого типа. Для строительства специально был выбран сильно загрязнённый участок без доступа к пресной воде.

Инфраструктура включает в себя множество «умных» решений: альтернативное энергообеспечение, обратное водоснабжение (почти как на космических станциях), опреснение морской воды, переработку отходов, создание транспортной сети без участия моторизованного транспорта, системы видеонаблюдения, контроля качества воздуха и многое другое. В реализации участвуют многие крупные компании: General Motors, Philips, Envac, Bosch Group и другие.



Вечерняя панорама города Тяньцзинь

Сейчас в городе живут более 70 тысяч человек (рассчитан на население до 350 тысяч), также зарегистрировано 4500 компаний с общим уставным капиталом в 200 млрд юаней (чуть больше \$30 млрд). Полностью проект планируется завершить к 2020 году.

Не менее амбициозный проект — эко-город Масдар (ОАЭ). Его реализация началась в 2006 году. По задумке создателей город будет полностью обеспечиваться за счёт солнечной энергии и других альтернативных источников с минимальными выбросами углекислого газа.

Однако уже сейчас разработчики признают, что осуществить это в настоящих условиях практически невозможно. Основная их цель — снизить выбросы на 50%. В целом проект завяз в разного рода неурядицах: не удалось реализовать автономную транспортную систему и некоторые другие проекты, экономический кризис 2008 снизил активность инвесторов, хотя само правительство Арабских Эмиратов обещало вложить в проект примерно \$22 млрд. Задержки в строительстве привели к сдвигу даты завершения на 2030 год.

Система опреснения воды в Масдаре

Масдар — город без автомобилей, в нём создана система беспилотного электрического транспорта под названием Personal rapid transit (PRT). Движение официально запущено в ноябре 2010 года. Маршрут пролегает между двумя ключевыми точками города и составляет около 1,4 км.



Электрический транспорт в городе Масдар

Создатели утверждают, что надёжность и безопасность транспортных средств (шестиместных капсул CyberCabs) достигает почти 100%. Роботизированные капсулы могут следовать друг за другом с минимальным интервалом в 3-4 секунды без риска столкновения.



Сегодня в Масдаре живут около 300 человек, почти все — аспиранты местного Института науки и техники. На работу ежедневно приезжает менее 2 тысяч человек, хотя ожидалось, что это число будет в 20 раз больше. Но создатели проекта не оставляют надежды на его полную реализацию и уверены, что нынешнее положение дел

исправится.

Также среди примеров «умных» городов известны: южнокорейский Сонго (строительство завершено, прогнозируемая стоимость к 2020 году — \$40 млрд), первый полностью частный город Лаваса в Индии (строительство планируют завершить в 2020 году, вложено более \$30 млрд) и другие.



Город Лаваса в индийском штате Махараштра

Из чего состоит Smart City

Консалтинговое агентство Navigant Research выделяет пять основных составляющих «умного» города:

- Smart Energy — решения в областях энергопоставки и энергосбережения. Программы управления спросом, энергоэффективности и интеграции возобновляемых источников энергии.

- Smart Water — управление водными ресурсами: модернизация водных систем, мониторинг потребления, системы экологической безопасности и управление наводнениями.

- Smart Buildings — здания, в которых все инженерные и информационные системы интегрированы в единую систему управления (BMS — building management system).

Благодаря ей возможно межсистемное взаимодействие. Например, подготовка системы отопления здания к началу рабочего дня, управление мощностью работы вентиляционной установки в зависимости от температуры, количества людей в помещении и качества воздуха, автоматический переход в энергосберегающий режим при отсутствии в здании людей и так далее.

- Smart Government — использование информационных технологий для предоставления государственных услуг широкому кругу лиц и оптимизации работы различных департаментов.

- Smart Transportation — интеллектуальные транспортные и логистические системы. Мониторинг и управление трафиком, оплата дорожных сборов, реагирование на чрезвычайные ситуации, интеллектуальная парковка и интегрированное управление светофором, построение «умных» сетей логистики.

#### Существующие проекты и прогнозы их развития

##### Smart Energy

Во многих городах мира применяется система управления спросом на электроэнергию — Demand Response. Она позволяет снижать потребление электроэнергии в периоды высокой нагрузки. При подключении к системе пользователь получает стимулирующие скидки.

Участвовать в программе могут не только граждане, но и коммерческие организации и производства. Например, американский Walmart благодаря оснащённости магазинов системами интеллектуального учета занимает лидирующее место в управлении спросом энергосбережения в США.

Система управления потреблением (energy management system, EMS) реагирует на сигнал о необходимости разгрузки согласно заданному алгоритму. В зависимости от других показателей в конкретном помещении система воздействует на системы вентиляции и кондиционирования, освещение и холодильное оборудование.

Объём мощности Demand Response в мире в 2016 году составил 39 ГВт, 28 ГВт из них пришлось на территории Северной Америки. Предположительно, мировой объём Demand Response к 2025 году достигнет 144 ГВт. Российская Госдума планирует принять закон об

«умных» электросчётчиках весной 2018 года.

### Smart Water

В марте 2017 года компании Huawei, Shenzhen Water и China Telecom запустили первый в мире коммерческий проект Smart Water («умное водоснабжение») в Шэньчжэне. Компании полностью обновили систему водообеспечения, установив около 1,2 тысяч интеллектуальных счетчиков потребления воды на базе технологии узкополосного интернета вещей (NB-IoT).

Система позволяет анализировать схемы потребления, избегать утечек, повышает эффективность циркуляции воды и оптимизирует использование ресурсов. Жители же получают удобный доступ к услугам коммунального хозяйства.

По прогнозам Navigant Research, сектор Smart Water в ближайшие пять лет покажет самый активный рост из-за высоких рисков в показателях качества воды, её стоимости и доступности.

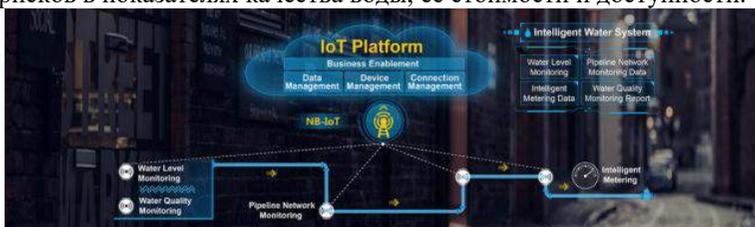


Схема работы системы

### Smart Government

Системы вроде отечественных «Госуслуг» существуют во многих странах. Фактически это инструмент для оказания услуг бизнесу и гражданам через интернет. Основаны такие системы на централизованных базах данных с использованием различных приложений для связи с веб-интерфейсами.

Появление блокчейн-технологий даёт принципиально новые возможности для развития электронного правительства (eGovernment). Предельная защищённость информации делает данные, занесённые в систему, достовернее любой бумаги с подписями и печатями.

Смарт-контракты позволяют автоматизировать операции с данными и задавать алгоритмы их выполнения согласно нормативным актам. Пока реализация этих задумок осложняется юридическими и другими аспектами. Но это вопрос времени. Например, правительство Дубая планирует внедрить блокчейн-технологии в государственный

сектор к 2020 году.

#### Smart Transportation

Сектор охватывает большое количество различных технологий. Но наиболее интересна и перспективна сфера развития транспортных и грузовых перевозок. Проекты находятся в масштабной стадии прототипа и нигде в мире ещё не применяются на практике. Ниже представлено несколько флагманов направления.

##### 1. Hyperloop One

Пожалуй, самый известный и популярный пример в нише. Hyperloop One — проект скоростного вакуумного поезда. Для передвижения алюминиевых капсул по трубопроводу планируется использовать магниты и мощные вентиляторы.

Сейчас проект находится в стадии работающего прототипа. Ожидается, что в 2020 году он будет протестирован на грузоперевозках. Обслуживание пассажиров начнется в 2022 году.

Hyperloop One, по данным CrunchBase, привлёк инвестиций на сумму более \$141 млн. Сама же компания планирует к 2020 году владеть 10% долей мирового рынка наземных пассажирских и грузоперевозок — это примерно \$300 млрд.

##### 2. Доставка дронами

Пионер в транспортировке дронами — это Amazon с проектом Prime Air. Идея такой доставки в её полной автономии — дроном управляет интегрированная электроника. Максимальная масса груза сегодня — 2,4 килограмма. Проект находится в стадии тестирования пилота.

Технология воздушной доставки сталкивается с ограничениями из-за правил воздушного передвижения, проблемами использования в густонаселенных районах и потенциальных несанкционированных «перехватах» дронов. Несмотря на это, по прогнозам DHL, в ближайшие пять лет сфера будет активно развиваться.

Суммы инвестиций в Prime Air неизвестны. В 2016 году, по данным Quora, только на операционные расходы потрачено около \$7 млн. В России перевозки грузов дронами планируют легализовать к 2019 году.

##### 3. Tube logistics

Большое направление в развитии логистики — трубопроводные или туннельные перевозки. По прогнозам DHL, проекты этого сектора будут реализованы в ближайшие пять лет или немногим позже.

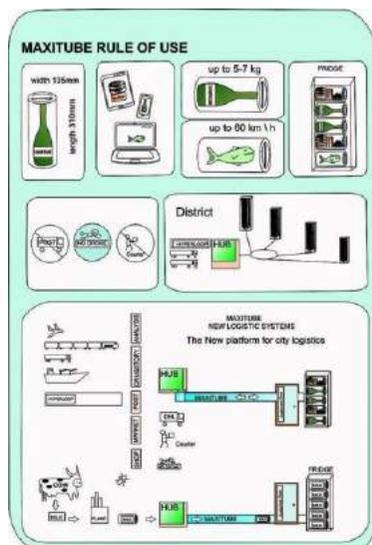
Cargo Sous Terrain — швейцарский проект подземной сети для

транспортировки грузов. Система будет работать от возобновляемых источников. Проект планируется реализовать к 2040 году. В сентябре 2017 года стартап привлёк около \$25 млн для реализации пилотного проекта по маршруту Нидербипп — Херкинген — Цюрих. В числе основных инвесторов крупнейшие швейцарские ритейлеры Coop и Migros.

CargoCap — немецкая система туннельной перевозки. Планируется использование в ритейле. Пока находится в состоянии испытаний прототипа. Команда пытается привлечь инвестиции, сумма не разглашается.

Maxitube — российский проект в нише tube logistics находится в стадии работающего прототипа. Стартап разрабатывает доставку по трубопроводным магистралям с использованием электрических роботизированных тележек — закрытых пассивных капсул-контейнеров.

Ориентирован на разные секторы: b2b, b2c и p2p. Система организует логистическую цепь, которая объединяет малый бизнес (кафе, рестораны, аптеки, отели) с более крупными структурами (складские комплексы, гипермаркеты, банки, больницы). Позволяет перевозить грузы по пять-семь килограмм на любые расстояния.



### Чего стоит ожидать

Концепция Smart City очень привлекательна как для создания новых городов, так и для интеграции в уже существующие. Многие технологии достаточно сложны сами по себе, но их просто интегрировать, они массово применяются в проектах.

Проблемной для решения остаётся задача построения транспортной системы. Отказаться от обычного транспорта полностью невозможно: ограничения в использовании не приводят к должному эффекту, экологичные варианты автомобилей пока не получили широкого использования и им всё равно нужны традиционные дороги.

Всё это говорит о том, что нужно кардинально изменить подход к вопросу. И именно туннельные перевозки смогут эффективно и рационально его решить. Аналитики Navigant Research прогнозируют, что к 2023 году интеллектуальные транспортные и логистические системы привлекут наиболее крупные инвестиции среди выделенных пяти секторов «умного» города.

1. Asin A., Gascon D. Smart Sensor Parking Platform Enables City Motorists Save Time and Fuel [Электронный ресурс]. URL: [http://www.libelium.com/smart\\_parking/](http://www.libelium.com/smart_parking/) (дата обращения: 11.02.2014).

2. Baron S., Field J., Schuller T Social Capital: Critical Perspectives. Oxford: Oxford University Press, 2000.

3. Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P Smart Cities in Europe // Series Research Memoranda 0048 / VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics, 2009.

4. Giffinger R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R., Pichler-Milanovic N., Meijers E. Smart Cities - Ranking of European Medium-Sized Cities [Электронный ресурс]. URL: [http://www.smart-cities.eu/download/smart\\_cities\\_final\\_report.pdf](http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf) (дата обращения: 11.02.2014).

5. Hollands R.G. Will the Real Smart City Please Stand Up? // City. 2008. Vol. 12, № 3. P. 303-320.

6. Komninos N. Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces. N.Y: Routledge, 2002. 320 p.

7. Nijkamp P E Pluribus Unum // Research Memorandum, Faculty of Economics. Amsterdam: VU University Amsterdam, 2008.

Д.С. Жамангарин

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

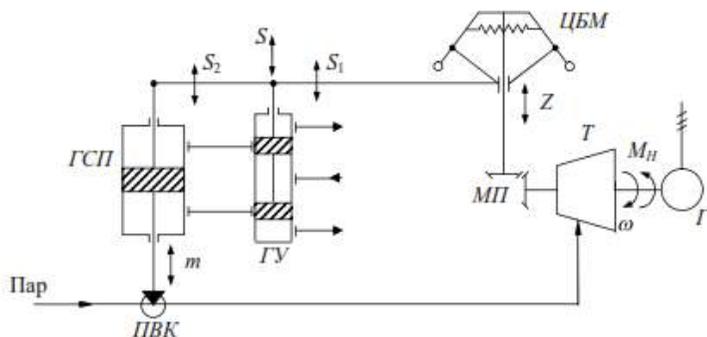
## **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕГЕ КӨШУІ**

Қазақстан Республикасы тәуелсіздігін алғаннан кейін көптеген кәсіпорындар өз жұмысын тоқтатты. Оған бірнеше себептері бар: мемлекет ыдырағаннан кейін көптеген маман иелері өз мемлекеттеріне кетті, кәсіпорындар кәсіби мамандарсыз қалды, мемлекет тарапынан қаржыландыру тоқтатылды, біздің мемлекеттің тауарлары кеңестік заманда КСРО аумағында қолданылса, тәуелсіздік алғаннан кейін бүкіләлемдік сауда жүйесіне шығу үшін халықаралық стандарттарға сәйкес келмеді.

Осының барлығын ескере келе Қазақстан Республикасы кәсіпорындарды халықаралық стандарттарға сәйкестендіріп автоматтандырылған жүйеге көшіруге тура келді. Автоматтандырылған жүйенің маңыздылығы: қауіпсіздік жүйесі жоғары деңгейде қамтамасыздандырылады, тауардың өнімділік көлемі жоғарлайды, тауардың сапасы жоғарлайды, жекелеген адамдарға шағын бизнеске жол ашылады, тауарлардың шығыны азаяды, кәсіпорындар тоқтаусыз жұмыс жасайды, қоршаған ортаны яғни экология стандартқа сай қатаң сақталады, бір адам бірнеше процестерді басқарады яғни адам өмірі қолайлана басталады.

Осыған байланысты біз КАЗИИТУ ғылыми - білім алу кешенінде автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша мамандар дайындап жатырмыз. Мамандарды дайындау барысында әртүрлі салаға байланысты мамандандырамыз. Автоматтандыру және басқару мамандықтарды дайындау кезінде тәжірибелік және зертханалық зерттеу жұмысын жүргізіп жатырмыз. Әр түрлі технологиялық процестерді, техникалық құрылғыларды басқару үшін арналған автоматтандырылған жүйелері бар. Бұл жүйелерде механикалық, электрлік, гидравликалық, пневматикалық принциптермен жұмыс істейтін әр түрлі құрылғыларды, жүйенің элементтерін, қосып бір күрделі жүйені құрастырады. Сызықты дифференциалды теңдеулермен жазылған динамикалық үзбелерді моделдеу қосымша кері байланысты тұрақтандырады. Жүйелердің

орнықтылығын зерттеу объектінің реттеу процесіне қолайлы болады. Мысалға алатын болсақ, Турбогенератордың бұрыштық жылдамдығын тұрақтандыру жүйесін Matlab ортасында зерттеу



Турбогенератордың бұрыштық жылдамдығын тұрақтандыру жүйесінің функционалдык сұлбасы

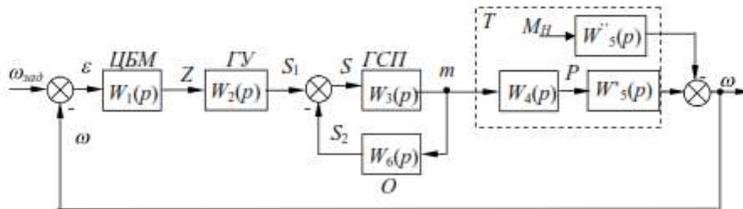
Құрылғылар. Жүйе келесі элементтерден тұрады: Т – турбина (басқару объект); МП – механикалық қосқыш (передача); ЦБМ – (центробежный) ортадантепкіш маятник (датчиктің қызметін атқарады, турбинаның бұрыштық жылдамдығын анықтайды, реттеу қателігін есептейміз); ГУ – гидрокүшейткіш; ГСП – гидравликалық қозғалтқыш; ПВК – бу шығыны реттеушісі бар клапаны; Г – генератор, қозғалтқышы бар турбинасымен.

Жұмыс режимі. ГСП поршн мен ЦБМ жүктің бағыты,  $\omega_{зад}$  турбинаның бұрыштық жылдамдығы  $M_n$  генератор жүктемесі бойынша сәйкес келу керек. Егер жүктеме төмендейтін болса,  $\omega$  турбинаның бұрыштық жылдамдығы жоғарлайды, ЦБМ жүктемемен (Z) муфта жоғары көтеріледі. ГУ (S1) заслонкамен орын ауыстырады және ГСП жоғары қуысындағы сұйықтыққа мүмкіндік береді, поршень төменге қозғалғанда ПВК ашылады, кейін турбинаға бу берілуі төмендейді, содан кейін турбинаның бұрыштық жылдамдығы төмендейді.

Бір уақытта ГСП и ГУ (рычаг, связывающий ГСП, ГУ и ЦБМ) арасындағы кері байланыс ГУ заслонкамен төмен қозғалады және ГУ клапаны ашылады, ГСП поршн қозғалысы тоқтайды. Жүйе тағыда тұрақталған күйге ауысады. Егер  $\varepsilon$  реттеу қателігі нөлге тең болса,

онда қозғалыс ауысады: муфтлар ЦБМ ( $z$ ); жапқыш ГУ ( $S$ ); порш ГСП ( $m$ ); шток ПВК, кейіннен турбина кірісіндегі бу қысымы өзгереді. Араластыру жүйесі реттегіштің қателігіне байланыс болады. Сонында  $\omega$  турбина валының айналу бұрыштық жылдамдығы өзгереді, және реттеу қателігі нөлге ұмтылады ( $\varepsilon \rightarrow 0$ ).

Турбогенератордың бұрыштық жылдамдығын тұрақтандыру структуралық сұлбасы



Жүйенің беріліс функциялары:

$$W_1 = \frac{Z(p)}{\varepsilon(p)} = \frac{k_1}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1};$$

$$W_2(p) = \frac{S_1(p)}{Z(p)} = k_2;$$

$$W_3 = \frac{m(p)}{S(p)} = \frac{k_3}{p};$$

$$W_4 = \frac{P(p)}{m(p)} = \frac{k_4}{T_3 p + 1};$$

$$W'_5(p) = \frac{\omega'(p)}{P(p)} = \frac{k_5}{T_4 p + 1};$$

$$W''_5(p) = \frac{\omega''(p)}{M_H(p)} = \frac{k'_5}{T_4 p + 1};$$

$$\omega(p) = \omega'(p) - \omega''(p);$$

$$W_6(p) = \frac{S_2(p)}{m(p)} = k_6;$$

$$\varepsilon(p) = \omega_{\text{зад}}(p) - \omega(p),$$

мұнда  $\varepsilon$  – реттеу қателігі;  $k_i$  – күшейткіш коэффициенті;  $T_i$  – тұрақты уақыт;  $Z$  – ЦБМ қозғалтқыш муфтысы ;  $S_1$  –ЦБМ нан ГУ қозғалтқыш клапаны;  $S_2$  – ГСП нан ГУ қозғалтқыш клапаны;  $S$  – ГУ суммарлы қозғалтқыш клапаны;  $m$  – ПВК қозғалтқышы, ГСП поршынның пропорционалды қозғалқышы;  $P$  –турбинаның кіріс бу қысымы;  $\omega$  – турбина валының айналу бұрыштық жылдамдығы;  $\omega_{\text{зад}}$  – беріліс турбина валының айналу бұрыштық жылдамдығы;  $M_H$  – турбина валының моменттік жүктемесі.

Беріліс функциясының сандық мәндері:

$k_1=10$ ;  $k_2=0,8$ ;  $k_3=2$ ;  $k_4=0,8$ ;  $k_5=1$ ;  $k_5' =0,2$ ;  $k_6 =0,2$ ;  $T_1 =0,001$  с;  $T_2 =0,2$  с;  $T_3=5$  с;  $T_4=0,3$  с.

М.С. Гусманова

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## КОНЦЕПЦИЯ УМНОГО ДОМА

Взрыв технологий, импульс, который задало им человечество, уже никогда не остановить. Технологии будут все глубже проникать в нашу жизнь, упрощая ее, создавая новые возможности для удобства или реализации самых сокровенных и самых безумных желаний людей. Технологии — наше будущее.

В наши дни они проникают в жизни людей не только в качестве «игрушек», но и в качестве жизненно необходимых вещей. Примером послужат современные протезы, которые соединяются с нервными окончаниями людей, потерявших руку или ногу. Эти высокотехнологичные протезы позволяют людям с искусственной рукой вновь обрести осязание. Они позволяют людям чувствовать. Такого не было никогда раньше, но это реальность. И далеко не ее предел.

Сама идея создания домов, понимающих желания своих хозяев и успешно их реализующих зародилась в США в 50-х годах прошлого века. Тогда состоятельные американцы начали оборудовать свои дома

электроникой. Именно тогда и зародилась концепция умного дома. Однако этого было недостаточно. Уровень технологий в те годы был существенно ниже существующего ныне уровня. Реализация данной концепции считалась весьма дорогостоящей вещью и практически не окупалась. Однако время не стоит на месте, и сегодня такое понятие, как Умный Дом, прочно вошло в нашу жизнь.

Что же стоит за завесой этой самой системы умного дома? Функциональность, стиль, комфорт, безопасность, и это далеко не полный список тогчем нас может порадовать умный дом. Современные инженерные технологии могут мгновенно подстраиваться под потребителя, предоставляя массу возможностей. В этом и заключается суть системы умный дом.

Представьте ситуацию: в восемь утра зазвонил будильник. На улице уже рассвело и вам пора вставать на работу. Не хочется? Но шторы уже распахнулись, и в вашу комнату проник солнечный свет, заиграла музыка. На кухне уже готов кофе, и, его сварила отнюдь не ваша жена. Вы встаете и

идете на кухню, а музыка следует за вами по пятам. Согласитесь, просыпаться так намного проще.

А вот еще один пример: вы с детьми собрались смотреть мультики. Уселись на диване и запустили нужный файл на компьютере или планшете. Дальше происходит следующее: шторы автоматически закрываются, свет плавно гаснет, включается телевизор и начинает показывать мультик, который вы только что запустили со своего планшета. Разве это не вершина удобства?

Конечно, реализация концепции системы умного дома в полном объеме достаточно дорогостоящее удовольствие, так как умный дом подразумевает множество различного оборудования, которое можно условно разделить на шесть классов.

#### 1. Освещение и электропитание.

Наверное, вы часто в фильмах о будущем видели, как человек приходит домой, и тут же включается свет. Человек разувается, идет в комнату, свет следует за ним по пятам, включаясь там, куда он заходит и выключаясь там, где человека уже нет. Мы привыкли делать это сами, но ведь эту непильную работу можно доверить машине. Центр управления — маленькая коробочка, установленная в доме, будет контролировать все системы.

К примеру, ложась спать, родители могут выключить свет в

комнатах уже уснувших детей, не поднимаясь с кровати. Достаточно лишь нескольких касаний рабочей поверхности вашего планшета или смартфона. Датчик движения, установленный в коридоре, осветит ваш ночной поход в уборную. Система контроля освещения играет одну из важнейших ролей в доме. Автоматическое управление проносит в дом уют, комфорт, а также существенную экономию бюджета. Система учитывает множество факторов, такие как: время суток, местоположение человека, уровень естественного освещения. Присутствует возможность дизайнерского освещения, создания неповторимой атмосферы с помощью игры света и теней. Система позволяет программировать режимы. Например, выбрав режим «вечер» на вашем планшете, верхний свет в комнате установится на 20 %, торшеры на 30 %, бра на 50 %. Шторы или жалюзи автоматически закроются. Систему можно запрограммировать так, чтобы она отслеживала и регулировала интенсивность освещения в зависимости от естественного освещения или от времени суток. Хотите сказать, что это XXI век? Да, но это лишь его малая часть.

Контроль электроэнергии позволяет в разы сократить статью семейного бюджета, отвечающую за расход энергии. Вы можете обесточить все системы вашего дома в Москве, находясь в Рио-де-Жанейро. А можете сделать то же самое, но с какой-то определенной розеткой, чтобы не обесточить важные элементы, такие как холодильник. Также вы можете оперативно получать информацию о расходе электроэнергии на определенный день, неделю, месяц.

К этому классу также относится и естественное освещение. Это шторы или жалюзи, управлять которыми можно дистанционно с помощью пульта,

планшета или кнопки, расположенной рядом с окном. Они также поддаются программированию. Например, во время полуденного зноя, жалюзи автоматически перейдут в полузакрытое состояние, обеспечив прохладу в доме. Варианты использования этих возможностей очень разнообразны. Плюс ко всему, это престиж и максимальное удобство.

## 2.Безопасность и контроль доступа.

Не менее важный класс оборудования, обеспечивающий безопасность вашего жилища. Он включает системы видеонаблюдения, сигнализацию, датчики закрытия окон и дверей, автоматические дверные замки

Теперь легко запереть дверь лишь нажатием кнопки. Также легко проверить, все ли окна и двери в доме закрыты, и при необходимости их запереть, не вставая с дивана. В случае если на вашей лужайке будет замечено движение или сработают датчики проникновения, на экраны устройств в доме мгновенно поступит видео тревожного участка. Возможны варианты мгновенного вызова правоохранительных органов или световой и звуковой сигнализации.

Система умный дом может оградить ваше жилище даже от попыток проникновения, когда вы, например, находитесь в отъезде. Система с разными промежутками времени будет включать свет в доме, имитируя ваше присутствие. Таким образом, злоумышленники решат, что хозяева дома и воздержатся от своих умыслов.

### 3. Управление климатом.

К системе умный дом можно подключить кондиционер, чтобы контролировать температуру воздуха в соответствии со своими желаниями.

Можно настроить систему так, чтобы она включала подогрев бассейна к тому моменту, когда вы возвращаетесь с работы. У системы управления климатом очень много возможностей и она серьезно облегчает нашу жизнь.

Например, датчики влажности, установленные на вашем газоне (вернее внутри него), посылают информацию на центральный контроллер. Он, руководствуясь полученными данными, решает, пришло время полить газон или нет. Если же время пришло, он автоматически включает автоматический полив.

Вы можете настраивать температуру воздуха во всем доме, или в его отдельных частях. Регулировать влажность воздуха. Включать вытяжку и вентиляторы. Получать оперативную информацию о температуре воздуха в помещении и за окном, о влажности воздуха, о силе ветра и температуре воды в вашем бассейне.

Этот класс систем позволяет настраивать и регулировать подачу видео

и звука на устройствах в доме. Притом, что вся эта система может быть расположена у вас в шкафу, не нарушая дизайнерские решения вашего жилища

и не ударяя вас по кошельку, ведь вам не придется покупать масштабные системы для каждой комнаты. Достаточно лишь колонок, которые висят под потолком.

Суть системы заключается в установке контроллера, отвечающего за подачу аудио- и видеосигнала по вашему дому. Он может быть установлен

и одной части дома и спрятан от глаз других людей. Акустические системы настенного или потолочного размещения подключаются к соответствующим каналам усилителя. Также можно озвучить площадку вне стен вашего дома.

Например, веранду. Но для этого потребуются специальные всепогодные колонки.

Находясь в одной комнате, вы можете контролировать подачу звука и видео на устройства вашего дома, расположенных в других комнатах. Установив источник памяти, подключенный к контроллеру, вы сможете оперировать тысячами композиций сотен любимых групп в десятках разных жанров без особых затрат памяти рабочего устройства (планшета, находящегося в ваших руках).

Программирование системы обычно осуществляется в соответствии с пожеланиями заказчика. Например, во время поступления звонка на телефон, музыка или фильм автоматически встанут на паузу и продолжатся после окончания разговора.

Многозональное распределение звука — это возможность слушать любимые композиции на кухне, в ванной, сауне, на улице. Везде, где пожелает ваша душа. И не нужно бегать к источнику, чтобы переключать музыку. Достаточно касания рабочей поверхности вашего смартфона.

Умные мультимедиа системы прекрасно интегрируются с другими классами систем умного дома, такими как освещение, охрана, климат и т. д.

Прочие инженерные системы.

Концепция системы умный дом подразумевает под собой тотальный контроль всех систем, установленных в доме, и управление ими с одного или нескольких устройств.

С системой умный дом вам не нужно будет беспокоиться о многих вещах. Датчик утечки, установленный в подвале, сообщит о протечке на главную консоль. Находясь в отъезде, вы сможете дистанционно перекрыть воду в доме. Также остановить подачу газа. устройства управления умным домом можно регулировать температуру в сауне. Работу теплого пола и системы отопления в целом.

Графический интерфейс управления умным домом — его главная часть, и, возможно, может являться темой для отдельной статьи. Ни какая система не будет корректно работать без настоящего центра управления системой. В случае и умным домом это маленькая коробочка, похожая на роутер (по своей сути им и являющаяся, но имеющая существенные отличия от стандартного роутера).

Планшет, с которого вы управляете домом — это передатчик информации.

Все же главная задача умного дома — не экономия ресурсов, а упрощение управления и повышения уровня комфорта хозяев. Система управления умным домом проста и не требует специальных навыков владения компьютерной техникой или изучения компьютерных программ. Все интуитивно понятно. Компании, предоставляющие и устанавливающие оборудование систем умный дом, также предоставляют гарантийное обслуживание на неопределенный срок, что позволяет избежать казусов с поломкой оборудования.

Технологии созданы, чтобы упрощать жизнь людям.

Умный дом способен контролировать все до мелочей. И это прекрасно! Ведь в мелочах кроется истинное счастье.

Система «умный дом» — концепция умного дома — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://energorus.com/sistema-umnyj-dom-koncepciya-umnogo-doma/> (дата обращения 14.05.2014).

Концепция системы «Умный Дом» — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ascentis.ru/smart/smtheory/39-smtheorycon> (дата обращения 14.05.2014).

Система умный Дом: дом XXI века — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://nazarov-gallery.ru/smart\\_home/](http://nazarov-gallery.ru/smart_home/) (дата обращения 15.05.2014).

Мультирум системы распределение звука и видео — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. —

URL: [http://nazarov-gallery.ru/smart\\_home/multiroom/](http://nazarov-gallery.ru/smart_home/multiroom/) (дата обращения 14.05.2014).

Автоматизированная система управления освещением дома — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://nazarov-gallery.ru/smart\\_home/lighting/](http://nazarov-gallery.ru/smart_home/lighting/) (дата обращения 16.05.2014).

Новый взгляд на умный дом — [Электронный Ресурс] — Режим

доступа. — URL: <http://izvestia.ru/news/556919>.

Система «Умный дом»: Обзор технологий и домашних систем автоматизации — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://buildingsmarthome.ru/smarthome/technology/smarthome-technologies-review/> (дата обращения 17.05.2014).

Имангалиева А.Н.

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **АҚЫЛДЫ ҚАЛА –ҚАУІПСІЗ ҚАЛА**

Аңдатпа

Мақалада «Ақылды қала» ол – қалалық мүлікті басқаруға арналған бірнеше ақпараттық және коммуникациялық интеграциялардың тұжырымдамасы және шаһардың инфрақұрылымын, тұрғындардың өмір сүру жағдайын жақсарту мен қоғам өмірінде барынша қауіпсіз хәм қолайлылық туғызу екендігі баяндалады.

Түйінді сөз: Ақылды қала – қауіпсіз қала негізі

Аннотация

Статья «Умный город» представляет собой концепцию нескольких информационных и коммуникационных интеграций для управления городским имуществом, а также обеспечивает городскую инфраструктуру, улучшает условия жизни и обеспечивает безопасность и комфорт в обществе.

Ключевое слово: Умный город – основа безопасного города

«Ақылды қала» дегенді жиі естіп жүрген шығарсыздар? Ол жерде ғимараттың әр кірпішіне сенсор орнатылған, хат алмасу оңай деседі. Бұл ешқандай да қиял-ғажайып ертегі емес. Өзіңіз салыстырып көріңізші, осыдан он жыл бұрын кинодан роботтарды көргенде «бұл мүмкін емес» деп таңғалушы едік. Сол секілді смартфон ұстау да күнделікті нәрсеге айналды.

«Ақылды қала» - ол қала инфрақұрылымының негізгі элементтерін, датчиктерін, бейне камераларын және электрондық қызметтер жүйесін бірыңғай технологиялық тұғырнамаға қосуға негізделген техникалық шешімдер мен үдерістердің кешені. Осы тұрғыда қалалықтардың өмір сапасы мен қауіпсіздігін арттыруға болады, сондай-ақ қаладағы шаруашылықтар мен қызметтердің тиімділігін арттырып, бизнесті жүргізуге және инновацияларды дамытуға тартымды жағдай жасауға мүмкіндік болар еді. Осы басымдықтардың барлығы қаланың шығыстарын оңтайландыру мүмкіндіктерін жасап, шаһардың қосымша табыстарын арттыруға ықпал етеді. Бірыңғай тұғырнамадағы ықпалдастық «ақылды қаланы» құруда ең басты элемент болып табылады. Себебі ол түрлі жүйелерден ақпаратты жинау мен өндеуді оңтайландыруға, шынайы уақыт режимінде қаладағы қызметтердің сапалы шешімдерді қабылдауын арттыруға жағдай жасайды, сонымен қатар шаһардағы әртүрлі департаменттердің бір бірін қайталайтын ақпараттық технологиялар инфрақұрылымын құруына жол бермейді.

«Ақылды қала- қауіпсіз қала» бағдарламасында «Ақылды тексеріс», «Ақылды автобус», «Ақылды жарықтандыру», «Ақылды автотұрақ», «Ақпараттық қызметтер», «Ақылды ТКШ», сондай-ақ «Қауіпсіз қала» қызметтері қамтылады. Осындай жобаны енгізу арқылы қаладағы қауіпсіздік артып, көлік кептелістерінің көлемін кем дегенде 25 пайызға кемітуге, қоғамдық көлікті пайдалану тиімділігін 50 пайызға арттыруға, ТКШ саласында шығындарды 80 пайызға қысқартуға, қаланы жарықтандыруға жұмсалатын қаржыны 40 пайызға дейін үнемдеуге, тұрғындар мен кәсіпкерлер және туристер үшін шаһардың тартымдылығын арттыруға жол ашылады.

Барлығын тегіс қамтитын Интернет саласында, оның ішінде қалалар үшін ақылды шешімдер бағытында технологиялар өте жылдам өзгереді. Мәселен, 18-36 ай ішінде жаңа технологиялар пайда болады. Осы жаңашылдықтарды енгізуді шегере берген сайын, соғұрлым технологиялық тұрғыда қалыс қалатын жағдай қалыптасады. Мұнымен қоса, шығыстарды оңтайландырудың арқасында және бюджетке қосымша кірістердің көзін құру негізінде осындай жобалар өз-өзін қысқа мерзімде ақтай алады. Ең маңыздысы осы тектес шешімдер техникалық тұрғыда тәжірибе жүзінде тексеруден өткен және ұзақ уақыт тестілеуді қажет етпейді. Осы арқылы қалалар бұндай кешенді шешімдерді тездетіп енгізуге ниетті. Оны енгізу жобаның ауқымына байланысты бірнеше айдан бір жылға дейін немесе одан да көп

уақытты алады. Бірінші кезекте Республиканың экономикасы мен адам өмірі үшін ең маңызды салалар қамтылуы керек. Атап айтқанда, қалалар, көлік, оның ішінде теміржол, мұнай-газ саласы, өндіруші өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы, денсаулық сақтау, білім саласы және басқа бағыттарға назар аударған жөн.

Мәселен, бағдарлама шыққан жылы-ақ «Виртуал Сингапур» жобасы іске қосылды. Ондаған мың бейнекамера орнатылып, онлайн карта арқылы кез келген қала тұрғыны аймақта не болып жатқанын көре алады. Айталық, қоқыс тазалау қызметі қаланың қай бұрышы ластанғанын көріп, сол жерге дереу жетеді. Немесе көлік қызметіндегілер аялдамада адам саны көп екенін байқаса, қосымша автобус жібереді. Сонымен бірге, тұрақта қай орынның бос екенін де алдын ала қарау мүмкіндігі бар. Ал, Оралдықтардың өмір сапасын арттыруда сандық технологияның артықшылықтарын пайдалануды көздейтін «SMS BUS», «Электронды ПИК», «Ақылды және қауіпсіз қала», «Балабақшаға онлайн тіркелу», «Виртуалды бейнебақылау», «Қауіпсіз үй» жүйелері тиімділігін қазірдің өзінде дәлелдеп отыр. «Ақылды қала» – ең алдымен қауіпсіз қала. Осы мақсатта тәртіптік бақылау (461 камера), білім беру (1522 камера), тұрғын үй- коммуналдық шаруашылығы саласында (1198 камера) жалпы саны үш мыңға жуық бейнебақылау камералары орнатылған екен. Тұрғын үйлердің кіреберістерінің ішкі және сыртқы жағына бейнебақылаудың жаңа түрі – бұлтты бейнебақылау камераларын қою жұмыстары биыл да жүйелі жалғасын таппақ. Міне, осындай нәтижелі жұмыстар халықтың өмір сүру сапасын арттыра түсері анық. Байқағаныңыздай, әлем жұрты «ақылды қала» атануға барын салуда. Пайдасы да көл-көсір. Әрі халықтың әлеуметтік ісіне оң әсерін тигізіп, қалалық инфрақұрылымның дамуына даңғыл жол ашты. Жеделдетілген технология негізінде барлық ресурстарды ұтымды басқаруда жаһан жұрты. Оған қоса, Жолдау жүгі де бұл салаға серпінді серпіліс берері сөзсіз.

Пайдалаған әдебиеттер:

1. [http://www.kazinform.kz/kz/akyldy-kala-tehnologiyaryn-keshenditurde-engizu-bagytynda-astana-tartyymdy-bolyp-tur-cisco-kompaniyasy\\_a2710860](http://www.kazinform.kz/kz/akyldy-kala-tehnologiyaryn-keshenditurde-engizu-bagytynda-astana-tartyymdy-bolyp-tur-cisco-kompaniyasy_a2710860)

2. Облыстық қоғамдық – саяси газет Орал өңірі 13 ақпан 2018 жыл №18 (20582)

3. <https://zhanaqorgan-tynysy.kz/zanalyk/294-ayldy-ala-rkeniett-lshem.html>

Аксенова

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **ANDROID ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ УМСТВЕННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЛИЧНОСТИ**

Как правило, под интеллектом понимают способность к мышлению, рациональному познанию и эффективному решению проблем. В психологии широкое распространение получили различные количественные методы оценки степени умственного развития. В связи с этим было введено понятие коэффициента интеллекта (IQ).

Коэффициент интеллекта — это показатель умственного развития, уровня имеющихся знаний и осведомлённости, устанавливаемый на основе различных тестовых методик. Коэффициент интеллекта привлекает тем, что позволяет количественно в цифрах выразить уровень умственного развития. Польза практического применения тестов уровня интеллекта, точнее знание степени развития тех или иных интеллектуальных возможностей человека, дает возможность оптимизировать взаимодействие руководителя и исполнителя в процессе трудовой деятельности.

Тесты уровня интеллекта сегодня широко используются психологами и психиатрами, которые проводят анализ умственных способностей пациентов. Тестами интеллекта так же пользуются педагоги для оценки способностей учащихся и выявления более способных. Службы персонала некоторых организаций используют тесты уровня интеллекта для отбора перспективных работников. При грамотном применении тесты уровня интеллекта дают верную диагностическую информацию об умственных способностях личности.

Целью работы является реализация тестов уровня интеллекта, комплекса упражнений для тренировки вербальных и невербальных способностей и комплекса упражнений для тренировки нестандартного и креативного мышления.

Было решено реализовать тесты уровня интеллекта и комплексы упражнений в виде мобильного приложения на языке

программирования Java для операционной системы Android. Преимуществом такой реализации является то, что для выполнения теста или комплекса упражнений требуется наличие мобильного устройства с доступом в сеть Интернет и с соответствующим программным обеспечением. Выбор операционной системы обусловлен тем, что операционная система Android является аппаратно независимой, массовой и общедоступной. Таким образом, пользователь может проходить тесты и выполнять упражнения в удобное для него время и в удобном для него месте, главное, чтобы у него имелось мобильное устройство с доступом в Интернет и необходимым программным обеспечением.

Доступ в сеть Интернет необходим для работы с удаленной базой данных MySQL, где хранится информация о пользователях, тестовые задания с правильными ответами, подсказки к упражнениям и результаты выполнения тестов пользователями с детализацией выполнения каждого задания (время, затраченное на выполнение задания, ответ, который дал пользователь, балл, выставленный за выполнение задания).

Хранение столь большого количества данных связано с тем, что в дальнейшем они могут быть использованы для статистики, анализа выполнения заданий и поиска различного рода корреляций, которые, возможно, могли бы помочь в решении многочисленных проблем связанных с умственным развитием человека.

Удаленная база данных содержит следующие таблицы:

- Users;
- tetsts\_headers;
- tests\_tasks;
- tests\_results;
- tests\_results\_detal.

В таблице users хранится такая информация о пользователях приложения:

- идентификационный номер;
- логин;
- пароль;
- адрес электронной почты.

В таблице tetsts\_headers хранится следующая информация о тестах:

- идентификационный номер теста;

- название теста;
- инструкция к тесту;
- количество заданий в тесте;
- время, отводимое на выполнение теста.

В таблице `tests_results` хранится информация о прохождении пользователем теста. Таблица содержит следующие поля:

- идентификатор пользователя;
- идентификатор теста;
- дата и время начала прохождения теста;
- флаг завершения выполнения теста;
- результат выполнения теста.

В таблице `test_result_detail` хранится детальная информация о выполнении пользователем каждого тестового задания. Таблица `test_result_detail` содержит следующие поля:

- идентификатор результата теста;
- номер задания;
- ответ, который дал пользователь;
- время, которое пользователь затратил на выполнение задания.

Android приложение имеет следующие меню:

1. форма входа;
2. регистрационная форма;
3. основное меню пользователя;
4. меню тестов интеллекта;
5. меню тестов креативности;
6. меню упражнений.

Для того чтобы начать работать с тестами и упражнениями не зарегистрированный пользователь должен зарегистрироваться, а зарегистрированный пользователь должен пройти авторизацию. При регистрации в таблицу удаленной базы данных записывается логин, пароль нового пользователя и уникальный идентификатор, который система автоматически присваивает пользователю.

При авторизации пользователя к удаленной базе данных отправляется запрос на поиск строки, содержащей введенные пользователем логин и пароль. Если в таблице существует строка с такими логином и паролем, то пользователь успешно проходит авторизацию и переходит к основному меню пользователя, иначе авторизация не пройдена, и пользователь может попробовать ещё раз пройти авторизацию.

Основное меню пользователя, меню тестов интеллекта и меню упражнений оформлены в виде списка `ListView`, причем, элементы меню тестов интеллекта и упражнений формируются из названий тестов и упражнений, которые хранятся в удаленной базе данных. Список названий тестов передается Android приложению, затем с помощью адаптера данных этот список связывает полученные названия тестов с виджетом `ListView`.

Для отображения тестовых заданий и упражнений создана специальная форма. Из базы данных в эту форму в качестве параметров передается задание, адрес рисунка, если он присутствует в задании, название теста, идентификатор теста, номер тестового задания и идентификатор пользователя, проходящего тест. После того как пользователь дал ответ на задание в базу данных в таблицу с результатами записывается идентификатор результата теста, номер тестового задания и ответ, который дал пользователь и время, затраченное пользователем на выполнение задания. Далее, если это задание не является последним, то в форму передаются параметры следующего задания. Если же задание является последним, то вызывается форма отображения результатов прохождения тестирования.

Приложение вызывает PHP скрипты и передает им параметры по средствам `POST` и `GET` методов. PHP скрипты, в свою очередь, соединяются с удаленной базой данных и выполняют такие операции с базой данных, как добавление, обновление и чтение. Результат выполнения этих операций передается Android приложению в формате `JSON` (`JavaScript Object Notation`). Выбор этого формата передачи данных обусловлен тем, что он имеет ряд преимуществ таких, как компактность, поддерживание многими языками программирования. Данные этого формата можно легко преобразовывать в строки, числа, логические переменные и массивы.

Для передачи данных в `JSON` формате между Android приложением и удаленным сервером использовались классы `JSONArray` и `JSONObject` из пакета `json.org`, а так же классы из пакета `org.apache.http`. Для корректной работы PHP скрипты передают приложению параметр `success`, по значению которого можно определить, успешно ли был выполнен запрос к удаленной базе данных. Если запрос был выполнен успешно, то в ответе передаются данные и сообщения об успешном обновлении удаленной базы

данных, иначе передается сообщение о том, что запрос к базе данных не был выполнен.

Хранение тестовых заданий в удаленной базе данных делает приложение более динамичным и удобным. Так для добавления, удаления или изменения теста или тестового задания необходимо внести соответствующие изменения в удаленную базу данных, после чего у всех пользователей отражается новый вариант теста.

Преимуществами такой реализации является то, что размер удаленной базы данных может быть гораздо больше, чем размер встраиваемой базы SQLite, и, как следствие, пользователь может иметь доступ к большому числу тестов и упражнений. Так же в реализации из удаленной базы данных в форму, которая отображает тестовые задания, передается адрес изображения, хранящегося на удаленном сервере и используемого для отображения задания. Изображение выводится на экран мобильного устройства с помощью виджета WebView, что позволяет работать с изображениями, хранящимися удаленно, а не на самом устройстве. Процесс обновления тестовых заданий сводится к внесению изменений в удаленную базу данных, что облегчает работу администратора.

При такой реализации исчезает необходимость постоянного обновления приложения, так как приложение использует данные, хранящиеся на удаленном сервере.

К особенностям такой реализации можно отнести то, что для работы с приложением необходимо иметь постоянное подключение к сети Интернет и скорость работы такого приложения зависит от скорости передачи данных.

Список литературы:

1. Голощапов А.Ю. Google Android: системные компоненты и сетевые коммуникации. БХВ-Петербург, 2012 — 384 с.
2. Дейтел П. Android для программистов: создаём приложения. — СПб.: Питер, 2013. — 560 с.: ил.
3. Работа с MySQL в Android [Электронный ресурс] —

Алиев

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **БАЛАМАЛЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗІМЕН АВТОНОМДЫ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫҢ ЖҰМЫС ІСТЕУІ**

Елімізде тәуелсіздік алған күннен бастап арзан, тиімді электр энергия көздерін іздеу мақсатында, “Қазақстанда 2050 жылға дейін электр энергиясын өндіруді дамыту туралы” мемлекеттік бағдарлама қабылданды. Осы бағдарламаға сәйкес қазіргі уақытта жел күшімен өндіретін электр энергиясы қуатын халық шаруашылығына қолданудың тиімді жолдары қарастырылуда.

Қазіргі таңда жел мен Күн сынды баламалы энергия көздерін пайдалану - жоғары дәрежеде өрбіп жатыр деп айту қиындау. Өйткені мамандардың есебі бойынша елімізде жалпы жаңғыртылатын энергия көздерінің үлесі 1 пайыз екен. Себебі Қазақстанның жер қойнауы табиғи қазбаларға бай болғандықтан энергия тапшылығы айтарлықтай байқалмайды. Дегенмен баламалы энергия көздері ол болашақтың қажеттілігі екенін мойындау керек.

Баламалы энергия — энергияны дәстүрлі көздерінен (көмір, мұнай, газ және т.б.) емес, Күннен, желден, геотермиялық көздерден энергия көздерін пайдалану арқылы алу.

Энергия қорларын үнемдеу бүгінгі таңда әлем бойынша аса маңызды міндеттерінің біріне айналды. Өнеркәсібі дамыған әлемнің барлық мемлекеттерінде энергия үнемдеу шаралары дұрыс жолға қойылған. Өйткені көмірмен және көмірсутегімен жұмыс істейтін жылу электр станциялары түбі бір экологиялық проблемалардың асқынуына әкеп соқтыратыны белгілі жайт. Сондықтан әлем қайта қалпына келетін жергілікті энергия көздерін энергия үнемдеудің басты қайнар көзі ретінде қабылдап отыр.

Жел қондырғысы дегеніміз – жел энергиясын механикалық энергияға түрлендіретін қондырғы. Бұны желқозғалтқыш деп те атауға болады. Желқондырғысына негізгі әсер етуші күш – ауа ағыны (жел). Ауа ағыны барлық қозғалатын заттар сияқты қозғалыс энергиясы немесе кинетикалық энергияның қоры болады. Ауа ағынының кинетикалық энергиясын жел дөңгелегі немесе басқадай жұмыс органы арқылы механикалық энергияға түрлендіреді.

Қондырғының міндетіне байланысты механикалық энергия орындаушы механизмдердің көмегімен электрэнергия, жылулық, механикалық және де қысылған ауа энергиясына айналдыруы мүмкін. Желтурбинасының қозғалатын бөлігін ротор деп атаймыз. Ротор жел ағының энергиясын көп қамтыса, соғұрлым көп электр энергиясын өндіреді

Жел энергиясының басқа энергия көздерінен экологиялық және экономикалық артықшылықтары көп. Жел энергетикасы қондырғыларының технологиясын жетілдіру арқылы оның тиімділігін арттыруға болады. Жел энергиясын тұрақты пайдалану үшін жел энергетикасы қондырғыларын басқа энергия көздерімен кешенді түрде ұштастыру қажет. Күн электр станциялары мен жел электр станцияларын біріктіріп электр энергиясын өндіру өте тиімді.

Қазақстанның климаттық жағдайы - күн қуатын пайдалануға қолайлы. Ғалымдардың айтуынша елімізде күн энергиясын өндіру мүмкіндігі жылына 2,5 миллиард киловатт-сағат. Мәселен, күн сәулесін жинайтын арнайы тақталар. Толық автоматтандырылған аталмыш тақтайшалар ғимараттан шықпай-ақ, күн сәулесінің түсу бұрышын анықтап, оны компьютер арқылы басқаруға мүмкіндік береді.

Ал өз кезегінде күн энергиясын қолдану жылу мен жарықты қатар алуға мүмкіндік береді. Бұл арзан әрі қолайлы. Сондықтан ол қазақстандық ғалымдардың басты назарында.

Күн энергиясын электр энергиясына айналдыратын қондырғыны фотоэлектрлік немесе фотовольталық, ал күн энергиясын жылулық энергияға айналдыратын аспапты – термиялық деп атайды. Бұл аспаптарды гелиожүйе-лер деп атайды. Экономикалық құндылығын бағаласақ, күн қондырғылары эксплуатациялық шығынға ұшыратпайды, оны жөндеу және қалпына келтіру үшін қор жұмсалмайды, ұзақ мерзімде жұмыс істей береді

Биогаз – бұл тамаша қалпына келетін ресурс және мұны кез келген органикалық қалдықтан (тамақ қалдығы, мал қалдығы, тұрмыстық қалдық, ағын суларының тұнбасынан және т.б. сол сияқты) алуға болады. Тек бір ғана ауылшаруашылық өнімдерінің қалдықтарынан пайда болған биогаздың потенциалдық қоры жылына 1-1,3 млрд. тонна жанғыш шикізат береді екен, ал бұл дегеніміз пайдаланылатын дүниежүзілік энергия ресурстарының оннан бір бөлігі. Биогаз қондырғыларында биогазды ең түрлі ауқымда алуға болады. Ол өз кәсіпорнын энергиямен қамтамасыз ету үшін шағын

тазарту мен қондырғылар болуы мүмкін және газ бен электр қуатын желіге беруге арналған алып орталықтандырылған энергия паркттері болуы мүмкін.

Жалпы, қалпына келетін энергияның келешегі зор, экологиялық таза, қоры ешуақытта сарқылмайды, әрі арзан, тиімді. Оларды пайдалану табиғат баланстарын бұзбайды.

Егер біз баламалы энергия көздерін тиімді және үнемді пайдаланатын болсақ бұл біздің келешегіміздің кепілі

Саркенова А.С.

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## **ГОЛОГРАММЫ — ТАК МЕЧТЫ СТАНОВЯТСЯ РЕАЛЬНОСТЬЮ**

Голография — одно из замечательных достижений современной науки и техники. Голограммы обладают уникальным свойством — восстанавливать полноценное объемное изображение реальных предметов. Может быть, не каждый человек знает, что такое голограмма, но каждый будет восхищен, увидев ее.

Простыми словами, голограмма — это многослойная вариация изображения, каждый слой которой отражает свет по-своему.

Голограмма — это трехмерная фотография, получаемая посредством интерференции двух лазерных лучей. У голографии и фотографии общие задачи: запись, хранение и воспроизведение зрительных объектов. Но изображения трехмерных голографических объектов в высшей степени похожи на реальные, т. к. голограмма позволяет точно воссоздать пространственную структуру рассеиваемого объектом светового поля.

Идея голографии была впервые высказана Деннисом Габором (Великобритания, 1948 г.), однако техническая реализация метода оказалась чрезвычайно сложной и голограммы не получали распространения. Для создания голограммы требуются источники света с высокой пространственной и временной когерентностью при требовании к мощности несовместимой с обычными источниками света. Но с появлением лазеров 60-х годах прошлого столетия, открылись многочисленные и разнообразные возможности

практического использования голограмм в радиоэлектронике, оптике, физике и различных областях техники.

В ходе экспериментов по увеличению разрешающей способности электронного микроскопа Д. Габор обнаружил, что если пучок когерентного света разделить на два и осветить регистрируемый объект только одной частью пучка, направив вторую часть на фотографическую пластинку, то лучи, отраженные от объекта, будут интерферировать с лучами, попадающими непосредственно на пластину от источника света. Пучок света, падающий на пластину, назвали «опорным», а пучок, отраженный или прошедший через объект, «предметным». Учитывая, что эти пучки получены из одного источника излучения, можно быть уверенным в том, что они когерентны. В таком случае интерференционная картина, образующаяся на пластинке, будет устойчива во времени, т. е. образуется изображение стоячей волны.

Полученная интерференционная картина является кодированным изображением, описывающим объект таким, каким он виден из всех точек фотопластинки. В этом изображении сохраняется информация, как об амплитуде, так и о фазе отраженных от объекта волн и, следовательно, заложена информация о трехмерном (объемном) объекте.

Фотографическая запись картины интерференции предметной волны и опорной волны обладает свойством восстанавливать изображение объекта, если на такую запись снова направить опорную волну. Т. е. при освещении записанной на пластине картины опорным пучком восстановится изображение объекта, которое зрительно невозможно отличить от реального. Если смотреть через пластинку под разными углами, можно наблюдать изображение объекта

в перспективе с разных сторон. Конечно, полученную таким способом фотопластинку нельзя назвать фотографией. Это — голограмма. Так создается оптическая копия визуально неотличимая от оригинала.

Чтобы понять, как создаются голограммы, необходимо рассмотреть схему создания голограммы. Объект помещается на подставку с магнитным основанием, которое прочно удерживает его на металлическом столе. Стол должен быть абсолютно неподвижным, т. к. интерференционный узор, проецируемый на экран, чрезвычайно чувствителен к малейшей вибрации. Если вибрация превысит 0,1 часть длины волны лазера, то голограмма будет испорчена.

Исследуемый объект освещается пучком света лазера, предварительно расширенным простым оптическим устройством. Затем перед объектом помещается стекло и через определенную точку проходит лазерный луч. Расширитель разделяет луч на два потока, направляет один из них за объект, а другой — за него. Поток, направленный на фронтальную часть объекта, — предметный поток. Опорный поток проходит через линзу фотообъектива, которая рассеивает свет, затем отражается параболическим зеркалом, которое не дает ему потерять интенсивность.

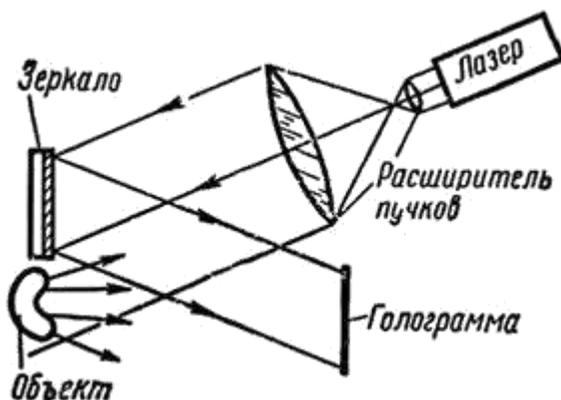


Рисунок 1

Мощность светового потока составляет 250 милливатт. Стандартное время выдержки для объекта — 1 секунда. Однако некоторые голограммы, сделанные при помощи импульсного лазера, подвергаются воздействию света всего 12 наносекунд — это бесконечно малый промежуток времени. Рассеянная объектом световая волна, а также исходная (опорная) волна, отраженная от зеркала попадает на фотопластинку, на которой регистрируется возникающая интерференционная картина. Пластинка проявляется обычным образом. Она содержит всю информацию об объекте. Эта пластина и называется — голограмма. Внешне она не отличается от равномерно засвеченной пластинки, лишь под микроскопом можно заметить упорядоченную микроструктуру, возникающую в результате интерференции световых волн.

В основе голографии лежит дифракция света. Голограмма в общем случае представляет собой сложную структуру пятен, расстояние между которыми порядка длины волны, в связи с этим для изготовления голограмм требуются специальные высококачественные фотоматериалы.

Кроме амплитудных голограмм, существуют фазовые основанные на преобразовании не амплитуды фронта волны, а фазы.

Сегодня есть хороший пример применения голограммы — это виртуальный работник. И некоторые компании уже могут предложить приобрести такого работника по цене 2000 евро за базовый комплект. «Виртуальный работник» запрограммирован выполнять заданные ему функции — продвигать товары и услуги компании, сообщать необходимую информацию, привлекать внимание потенциальных клиентов, в зависимости от поставленной задачи. У него может быть фигура человека, или любая другая (животное, мультипликационный, корпоративный герой или любые другие нестандартные силуэты). Видеоряд «Виртуального работника» может сопровождаться компьютерной графикой, а так же фото и видеоматериалами, гармонично дополняющими речь работника.

Первые в мире голографические «работники» появились в 2011 г. В парижском аэропорту Орли (Orly airport). Аэропорт Орли относят к одному из двух международных аэропортов Франции, которым пассажиры обычно пользуются для перелетов внутри самого государства. В зале ожидания № 40

- с сидячими местами и комнатой на 400 ожидающих произвели установку трех агентов (в виде голограмм), занимающихся встречей и посадкой пассажиров.

Им доверено управление процессом посадки пассажиров в самолет. Эти двухмерные голограммы являются намного более простыми в реализации, чем их трехмерные аналоги, к примеру, известная японская поп-звезда Хацуне Мику, но их использование вызывает у посетителей аэропорта немалый интерес. Эти виртуальные сотрудники создаются с помощью обычного проектора, отображающего изображение говорящего и двигающегося человека на экран из прозрачного органического стекла. Когда самолет готов принять на борт пассажиров сотруднику аэропорта стоит только нажать на соответствующую кнопку, и перед пассажирами появится привлекательный «виртуальный» сотрудник, который объявит о начале

посадки и даст пассажирам необходимые указания и рекомендации. Использование виртуальных сотрудников имеет преимущество перед использованием сотрудников-людей. Виртуальный голографический сотрудник никогда не будет недовольным, он не подвержен перепадам настроения, он никогда не болеет и не требует повышения заработной платы. Качественно записанное сообщение совместно

с локальной аудио — системой обеспечат то, что пассажиры расслышат сообщение ясно и четко, а не искаженно, как это иногда происходит при работе системы громкого оповещения аэропорта.

Шарль Телитсин, директор западного терминала Орли говорит: «Новая система информирует наших пассажиров вместо плазменного экрана. Понятно, что это производит на наших клиентов ошеломляющий эффект, привлекая детей и побуждая пассажиров подойти посмотреть. Иногда это помогает скоротать время в зале ожидания».

Конечно, еще более привлекательной для посетителей эта голографическая система станет, если добавить ей немного интерактивности. Способность системы прочитывать сообщение на различных языках по просьбе пассажиров, способность ответить на типовые задаваемые вопросы и другие функции станут дальнейшим этапом развития этой системы.

Интерес к голограммам активно используется в реальной постановочной деятельности. Голографическая проекция — уникальный продукт идеально подходящий для проведения презентаций, форумов, продвижения новых продуктов, визуализации брендов компании. Это инновационная проекционная система для создания свободно плавающего голографического изображения. Ее можно применять на сцене, подиуме, в павильонах магазинов и торговых центрах, при проведении различных мероприятий: выставки, презентации, конференции, шоу-программы и прочее. При помощи разработанного

оборудования можно моделировать движущиеся и статичные объекты. Для этих целей используется уникальный экран, практически незаметный для глаза. На него проецируется изображение, которое заранее создают

специалисты. Живые люди или анимированные персонажи появляются на сцене и взаимодействуют с другими голографическими объектами как в лучших фантастических фильмах.

Другим предложением для конференции является использование голографической комнаты, работающей под управлением Microsoft DVE Immersion Room, которую представила в январе 2014 г. компания Digital Video

Enterprises. Операционная система Windows теперь может находиться не на экранах компьютеров или планшетов, а прямо посреди комнаты

в воздухе. Люди могут взаимодействовать с различными объектами, вроде видео, изображениями или 3D-моделями. Кроме того, такие специальные приложения, как PowerPoint и Lync, способны работать в режиме дополненной реальности и показывать 3D-объекты для всех присутствующих в комнате.

Используя Microsoft Kinect, можно на удаленном расстоянии передать свое изображение и взаимодействовать с другими голографическими объектами в такой комнате. Уже сейчас существуют брифинг — центры нового поколения, залы заседаний и телестудии, которые сотрудничают с DVE по использованию Immersion Room.

Большой интерес вызывает любая возможность познакомиться с голограммами.

Голограмма, несомненно, одна из основных технологий будущего, на которой будет основана вся жизнь человека. Как утверждала Элеонора Рузвельт: «Будущее принадлежит тем, кто верит в красоту своей мечты». Я знаю, что голограмма — это красиво. А как думаете вы?

### **Список литературы:**

1. Библиографии. Анна Элеонора Рузвельт — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — <http://www.epwr.ru/quotauthor/211/txt1.php> (дата обращения 17.05.2014).
2. Большая советская энциклопедия — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [#sel](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/80157) (дата обращения 24.04.2014).
3. Век (новостной портал) Пианист из Японии сыграл в дуэте со своей голограммой— [Электронный ресурс] — Режим доступа. —

<http://wek.ru/pianist-iz-yaponii-sygral-v-duyete-so-svoej-gologrammoj>  
(дата обращения 23.05.2014).

4. Городской журнал Минск. Выставки. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — <http://whereminsk.by/minsk/event/weekend> (дата обращения 24.04.2014).
5. Новости высоких технологий. Голограммы в натуральную величину воплощаются в жизнь— [Электронный ресурс] — Режим доступа. — <http://hi-news.ru/technology/gologrammy-v-naturalnuyu-velichinu-voploshhayutsya-v-zhizn.html> (дата обращения 24.04.2014).

Тажқұран Айнұр Ерланқызы

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

## НАНОТЕХНОЛОГИЯ ЖӘНЕ ОНЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ

XX ғасыр соңы мен XXI ғасыр басында пәндераралық дүниежүзілік ғылым мен техника саласында пайда болған жаңа ғылыми бағыт ол нанотехнология, заттарға түрлі атомдық манипуляция әдісін қолдану барысында оның қасиетін бүтіндей өзгертіп жаңа материалдар алу арқылы, сол кіші бөлшегін терең үйренуге бағытталған.

Жаңа ғылыми бағыт түсінігі екі сөздің құрамынан келіп шығады: жалпыға түсінікті «технология» мен «нано» қосындысы ортасынан пайда болып, ұзындық өлшем бірлігінің кішіреюімен байланысты  $10^{-9}$  (миллиард есе), яғни 1 нанометр= $1\text{нм}=10^{-9}\text{м}$  аралығы 0,1-100 нм ұзындықтағы бөлшектерден алатын ақпаратты анықтаумен байланысты. Олай болса, заттың бөлшектері арасындағы процесті және өзара аралық қашықтығы 1-ден 100 нм дейінгі ұзындықты өлшеу мүмкіндігі бар, түрлі әдіс-тәсілді қолданып оның ішкі құрылымы мен қасиетін анық көрсете алатын жаңа ғылыми бағыт нанотехнологияның үлесіне тиеді. Осыдан келіп шығатын ұғым -нанотехнологияның жоғарғы өлшемі арқылы, қазіргі жартылай өткізгіштер мен компьютер техникасындағы интеграл схемалардың көлемін кішірейтуге бағытталған. Ал төменгі өлшем бірлігіне лайықты көптеген вирустардың және көміртегітүтікшелердің ұзындығы 10 нм аспайды, ал белок

молекуласінікі 1 нм (ДНҚ спиралінің радиусы 1 нм) тең екендігі дәлелденген.

Атом және молекулалар арасындағы түрлі орын алмасу құбылыстармен байланысты мәселені шешуде, барлық техникалық процестердің басын қосатын ғылым, нанотехнологияға негізделеді.

Олай болса, атом мен молекуланы еркін манипуляцияға айналдыру мәселесі, болашақ талапқа сай шешімін таппақ. Соған сәйкес заттың құрамын және құрылымын (1-10 нм) дәл басқару әдісін дұрыс шешу, жаңа техника-электрондық қолданбалар арқылы, жаңа мүмкіндіктерді іске қосу нәтижесінде, ғылымның түрлі саласында (химия, физика, механика т.б.) үлкен жаңалықтарға қол жеткізілмек. Фармацевтикалық дәрі-дәрмектерді синтездеу саласында жаңа ақпараттық технологиядағы аса ірі жетістік, болашақ ғылыми-техникалық революцияны жақындатпақ, осы айтылғандар жаңа әдістер мен жаңа материалдарды қолдану арқылы жаңалықтарға жақындаса түсу мүмкіндігін береді.

Сканирлеуші туннельді микроскоп (СТМ) істеп шығу – нанотехнологияның классикалық мысалдағы жетістігі деуге болады. Бұл микроскоп заттың беттік қабатындағы біртектес емес атомдардың кристалдарындағы орналасуын бақылайтын құрал ретінде пайдаланылады. Тексеруге қойылған үлгі мен зондтан түсірілген бір атомның ара қашықтық 1микрон  $10^{-6}$ м ортасында электр тоғы пайда болып, квант-механикалық туннельдің күшті әсерін құрайды, оның өзгеру дәрежесі беттік құрылымның көрінісімен байланысты болады. Туннельді тоқты өлшеу нәтижесінде, яғни оны тұрақты күйде, мүмкін сканирлеумен беттік көріністі электрон нұрыарқылы бақылау - теледидардағы беттік көріністі сканирлеуге электрондарды пайдалану сияқты. Осы әдісті қолдану нәтижесінде заттың бет қабатындағы атомдар құрылымын толық анықтау және бағалы физикалық эксперимент (теориялық есептеу) жүргізу мүмкіндіктері мол.

Экспериментші сканирлеуші микроскопты пайдалана отырып, кейбір технологиялық операцияларды атомдық деңгейде орындау мүмкіндіктеріне қол жеткізіледі. СТМ-дегі зондқа магнұм дәрежедегі кернеу беру арқылы, оны қандайда атом әсерінде «кесетін» инструментке өткізу мүмкіндігі туындайды.

Түрлі интегралды схемалардың көлемінің кішіреюіне байланысты жартылай өткізгіштер дәуірі гүлденіп, 1947 ж. транзистор ойлап табылды, Көлемнің кішіреюіне керісінше, бір уақытта магниттік және оптикалық есте сақтаушы құрылыстар жылдамдығы жеделдікпен өркендей түсті.

Қазіргі жазу тығыздығы, қатты магниттік және оптикалық дискілерде, 1 гигабит/кв. дюйм дәрежесіне жетті.

Жарты ғасыр ішінде, жартылай өткізгіштік технологиясында (кремний), қоспалар саласында тынымсыз жаңалықтар ендіру Революциялық өзгерістер деңгейінде болмақ.

Өлшем көрінісі қанша кішірейген сайын (1 микронға) жартылай өткізгіштердің квант-механикалық қасиеттері өзгеріп, ерекше физикалық құбылыс пайда бола бастайды. Осындай қарқынмен өркендеу нәтижесінде біраз уақыт өтуімен ЭЕМ (Электрондық есептеу машинасындағы) интеграциялау дәрежесі кейбір «принципальды» шекарасына жетеді. Болашақ ғылыми прогресс пен техникадағы зерттеушілер алдындағы мәселе - жаңа принциптегі жұмыс және жаңа технологиялық қолданбаларды пайдалану. Ендігі алдағы аса үлкен жаңалық, яғни Революциялық жетістіктер нәтижесі, тек нанотехнологияны пайдаланумен байланысты көптеген өндірістік процестердің принциптерін толық шешуі мүмкін. Есептеу нәтижесінде нанотехнологияны толық пайдалану арқылы, есте сақтауды үш есеге өсіру нәтижесінде, жартылай өткізгішті қолданумен байланысты жаңа экономикалық және әлеуметтік қоғамның өркендеуіне әсерін тигізеді.

Қазіргі нанотехнологияны қолдану нәтижесі - үлкен ғылыми жетістіктерге жеткендік және техникадағы өркендеу прогресі, оның барлық ғылым саласына тікелей әсерін тигізе бастады деуге жетерліктей нәтижелер баршылық.

Жаңа табылған материалдар негізінде жаңа қасиеттерін пайдаланып, жаңа типтегі күн батареясын қолдану - экологиялық тұрғыдан қауіпсіз өнім болатындығын байқатты. Нанотехнологияны ендіру өндірісте тиімді, әрі қолайлы, экологиялық зиянсыз материал болып, қоғамға әлеуметтік жағымды жақтарымен көрінбек. Өте жоғары сезгіштік қасиетке ие болған биологиялық датчиктер (сенсорлар), күні бүгін тәжірибеде нанотехнологияның жетістігі мен келешегінің айқын екендігін көрсетіп отыр. Болашақ әлеуметтік өмірге және экономиканың өрлеуіне революциялық әсерін тигізуі нәтижесінде, нанотехнологияның рөлін ерекше деп қарауға болады.

Бельгибаев Б.А. <sup>1</sup>, Умаров А.А. <sup>1</sup>, Никулин В.В. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>ҚР, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ,

<sup>2</sup>АҚШ, Нью-Йорк штатының мемлекеттік университеті

## **ЖЫЛЫЖАЙДАҒЫ МИКРОКЛИМАТ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ МОДЕЛЬДЕРІ: ҚАЗІРГІ КҮЙНЕ ШОЛУ ЖӘНЕ ДАМУ БАҒЫТТАРЫН ТАЛДАУ**

*Ауыл шаруашылығында қолданылатын автоматтандырыған жылыжай жүйелерінің қазіргі күйіне шолу жасалған. Жылыжай микроклиматын бақылау жүйелерінің өзекті мәселелері, артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Басты назар өзіміздің еліміздегі жағдайға аударылған.*

*Микроклимат жүйе модельдері екі бағыт бойынша зерттеледі: жұмыс тәртібін зерттеу модельдері және қолданылатын әдістер. Жылыжайдағы технологиялық процестердің бес жұмыс тәртібі бар: жылу, суару (ылғал), жарық, желдету және қоректену. Екінші бағыт бойынша дифференциалдық теңдеулер, PID-реттеу, анық емес логика, көпагенттік модельдер, жасанды нейронды желілер, генетикалық алгоритмдер қарастырылған. Соңғы кезеңде қоршаған ортаға өз бетінше бейімделгіш модельдер (ақылды жылыжай) сұранысқа ие болып жатыр.*

*Биологиялық модельдер ерекше қарастырылған, әсересе шектелген факторлар ұстанымына негізделген жапырақ фотосинтезінің моделі. Мақалада отандық және шетелдік модельдерге талдау жасалып, зерттеу тақырыбы бойынша кеңейтілген библиография қаралған.*

### **Кілттік сөздер:**

*Микроклимат, ақылды жылыжай, агротехникалық талаптар, энергияны үнемдеу, жылу тәртібі, суару (ылғал) тәртібі, жарық тәртібі, ауа алмасу тәртібі, қоректену тәртібі, бейімделгіш жүйе, анық емес логика, жасанды нейронды желі, PID-реттеу, жапырақ фотосинтезінің моделі, шектелген факторлар ұстанымы, қазіргі күйі, шолу.*

## **МОДЕЛИ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦ: ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ**

*Приведен обзор современного состояния автоматизированных систем управления теплицами, применяемых в сельском хозяйстве. Рассмотрены актуальные вопросы систем контроля систем микроклимата теплиц, их достоинства и недостатки. Основное внимание уделено состоянию теплиц в нашей стране.*

*Модели микроклимата исследуются в двух направлениях: модели рабочих режимов и применяемые методы исследований. Технологические процессы теплиц имеют пять рабочих режимов: тепловой, водный, световой, воздушный и питательный. Второе направление рассматривает применяемые методы: дифференциальные уравнения, PID-регулирование, нечеткая логика, искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы мультиагентные системы. В последнее время имеют спрос модели, адаптивные к условиям окружающей среды (умные теплицы).*

*Особое внимание уделяется биологическим моделям, в частности, модели фотосинтеза листа, основанной на принципе лимитирующих факторов.*

*В статье дается сравнительный анализ отечественных и зарубежных моделей, приводится широкая библиография по теме исследования.*

### **Ключевые слова:**

*Микроклимат, умная теплица, агротехнические требования, энергосбережение, тепловой режим, водный режим, световой режим, воздушный режим, режим питания, адаптивная система, нечеткая логика, искусственные нейронные сети, модель фотосинтеза листа, принцип лимитирующих факторов, современное состояние, обзор.*

### **1. Кіріспе**

Әрбір мемлекеттің ауыл шаруашылығының басты мәселелерінің бірі - тұрғылықты халықты көкөністермен жыл бойы қамтамасыз ету. Осы мәселені мемлекеттік деңгейде шешу маңыздылығы Қазақстан

Республикасында келесі Үкіметтік құжаттармен расталады: ҚР «жасыл экономикаға» көшуі жөніндегі тұжырымдамасымен, ҚР-ның Агроөнеркәсіптік кешенінің 2017-2021 жж. дамудың Мемлекеттік бағдарламасымен, «Жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы» ҚР Заңымен.

Тамақтану - адам ағзасының толыққанды өсу негізі. Әрбір адамның жылдық тамақтану мөлшері - 80-100 кг жаңа піскен көкөністер қажет (картопты есептемегенде). Бес мүшеден тұратын отбасы үшін ұсынылған көкөністер мөлшері: қызанақ (50 кг), қырыққабат (50 кг), пияз (50 кг), сәбіз (50 кг), қияр (25 кг), бұршақ (25 кг), т.б. Бес мүшеден тұратын отбасын жаңа піскен көкөністермен бір жылдық қамтамасыз ету үшін 6 кг/ш.м. өнім беретін 12 ш.м. егіс ауданы қажет [13].

Қазақстанның көптеген аумақтарының климаттық жағдайының әсерінде ашық түрде (ашық далада) өнім алу мүмкін емес. Мысалы, Оңтүстік аумақтарда судың тапшылығы, Солтүстік аумақтарда жылу энергиясының тапшылығы, далалық/таулы аумақтарда қатты жел/боран болуы. Сондықтан біздің еліміздің жағдайына есептелген шағын, арзан тұратын жылыжайдың микроклиматын бақылауға арналған технологиялық процесін зияткерлік басқару жүйесін құру және өндіріске ендіру - біздің елімізде өте маңызды және өзекті тақырып болып саналады [5].

Жылыжайда өсімдіктердің өсуіне ықпал ететін жағдай, яғни, микроклиматтық жағдайды бірқалыпты деңгейде ұстап тұру - шектелген энергия мөлшерінде жылыжай микроклиматына әсер ететін барлық әсерлердің тиімді мәндерін талап ететін күрделі техникалық есеп болып саналады.

ҚР тұрғылықты халықты көкөністермен жыл бойы қамтамасыз ету үшін елімізде бірқатар жұмыстар атқарылып жатыр. Оған келесі ұжымдарды жатқызуға болады:

- ҚР Инженерлік ғылымдар академиясы;
- Агроинновация және экология ҒЗИ;
- Энергетика және Ауыл шаруашылық Министрлігінің ҒЗИ;
- Агроинженерлік мәселелер және жаңа технологиялар ҒЗИ;
- Шоқин атындағы Энергетика ҒЗИ;
- Су мәселелері және жер мелиорациясы ҒЗИ;
- Байсерке-Агро ЖШС;
- Қазақстан жылыжайлары АҚ [2].

Қазіргі уақытта отандық әдебиеттерде жалпы микроклиматты басқарудың жеке модельдері туралы еңбектер бар болғанымен,

аталған модельдердің артықшылығы мен кемшілігін салыстыруға негізделген шолу мақалалары кемде кем. Сонымен қатар, шет елдерде шолулар саны көбейіп жатқаны байқалады, себебі, біріншіден, осындай жүйелерге деген сұраныстың өсуі, екіншіден, есептеуіш техниканың дамуы әсер етеді.

Бұл мақалада жылыжайдағы микроклимат параметрлерін бақылау және басқару жүйелерінің ағымдық күйіне ауқымды шолу еңбектерінен [16, 21, 23, 27] алынып, біздің ел үшін ыңғайлы және тиімді, қолжетімді жоба параметрлері таңдалған.

## 2. Жылыжай микроклиматын зерттеу ерекшелігі

Академик Бородин И.Ф. [6] айтқандай, жылыжайдағы технологиялық процестердің (ТП) ерекшелігі - техника мен биологиялық объектілердің (өсімдіктер мен шыбын-шіркейлер) жақын қарым-қатынасы, өнім шығару *үзіліссіздігі* мен циклдығы, өндірісті ұлғайту арқылы өнімді *арттыру мүмкін еместігі*. Дәл осындай жағдайларда автоматика сенімді жұмыс атқару керек, себебі осындай процесті тоқтатып, өтіп кеткен технологиялық тізбекті өндіріс көлемін ұлғайту арқылы өтеу мүмкін емес.

Сонымен қатар, микроклиматты бақылау параметрлері *болжам жасалмаған шулармен, ақпараттық анықсыздықпен және анықталмағандықпен* сипатталады [4,6, 7,8]. Аталған анықсыздық нақты емес, өрнектелуге келмейтін мәліметтерді өңдеуге байланысты болады. Әдетте жылыжай ауасының ылғалдығын сипаттайтын шығыс сигналының кіріс сигналға тәуелділігін идентификациялау (анықтау) өте күрделі. Аталған жағдай дәстүрлі математикалық модельдерге (ММ) негізделген бақылау жүйелерінде ауа ылғалдылығы арқылы ауа температурасын түзетуді есепке алуды қиындыққа соқтырады [7,14].

Сондықтан, осы түрдегі есептерді шешуде анық емес логикаға және нейронды желілерге негізделген зияткерлік жүйелер алгоритмдерін құру - тиімді шешім болып табылады. Аталған анық емес логикаға және нейронды желілер аясында жасалған ММ-ге өзіндік бейімделу, өзін-өзі оқыту секілді техникалық интеллект қасиеттері тән [19].

Агротехникалық талаптарға сәйкес жылыжайдың ішкі ауа температурасының ауытқуы  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  аспау керек [10]. Осындай дәлдік мәні микроклиматтың басқа да параметрлерге тиісті. Сөйтіп, өсімдік дамуына және энергия ресурстарын тиімді пайдалану үшін аса қажетті

агротехникалық талаптарды ұстану үшін микроклимат параметрлерін *үзілссіз автоматты бақылау* қажетті.

3. Жылыжай микроклиматын бақылау және басқарудың математикалық модельдеріне және оларды іске асыратын автоматтандырылған басқару жүйелеріне шолу жасау және талдау Жылыжайдың тиімді жағдайы агротехникалық және энергияны үнемдеу қамтамасыз ету талаптарымен сипатталады.

*Агротехникалық қамсыздандыруға* тәулік уақытына және күн радиация мөлшеріне байланысты жылыжайдағы микроклимат параметрлерін бақылау және реттеу жатады. Сөйтіп, микроклиматты бақылау өсімдіктердің дамуына аса қажетті болып табылатын фотосинтездік радиацияны игеруді қамтамасыз ететін жылыжайдың тиімді параметрлерін бірқалыпты ұстап тұру үшін керек [4,5,7,8,19,26,28].

*Энергияны үнемдеу* мәселесі жылыжай микроклимат параметрлерін автоматты бақылау дәлдігінің маңызын арттырады [18,22,24,25].

Аталған талаптарды іске асыру үшін жылыжай микроклимат параметрлерін бақылау және басқару технологиялық процесі орындалады. Микроклиматтың маңызды параметрлеріне *температура, суару (ылғал), ауа қысымы* (желдету), *жарық, қорек* (рН, CO<sub>2</sub> деңгейі) жатады. Осыған орай жылыжайдың сәйкес бес жұмыс тәртібі бар: 1) жылу (температуралық), 2) суару, 3) желдету, 4) жарық, 5) қоректену тәртібі [5,6,8].

Төменде микроклимат жүйелеріне шолу жасау нәтижесіндегі сараптамалық талдау келтірілген. Сараптамалық талдау келесі бағыттар бойынша жасалды:

- а) жұмыс тәртібі бойынша (кесте 1);
- ә) қолданылатын зерттеу әдісі бойынша (кесте 2);
- б) микроклимат жүйесін іске асыру схемалары бойынша (кесте 3);
- 4) іске асыру схемалардың артықшылығы мен кемшілігі (кесте 4).

Кесте 1. Микроклимат жүйе модельдерінің жұмыс тәртібі бойынша ерекшеліктері

Модельдер	Өлшенетін шамалар	Іске асыру технологиялар мен қондырғылар
Жылу тәртібі [5,7,8,19,26,28]	- ауа температурасы (°C) - ауа ылғалдылығы (%)	- электр қыздырғыштар (ТЭН, ауа калориферлері) - кәдімгі жылу жүйесі

		- чиллер-фанкойл жүйесі
Суару тәртібі [5,11,12,13]	- ылғал деңгейі (мм) - топырақ температурасы (°C)	- тамшылай суару - гидропоника
Қоректену тәртібі [5,13,16]	- CO <sub>2</sub> мөлшері (%) - pH деңгейі (%)	- CO <sub>2</sub> генераторын қолдану - гидропоника
Жарық тәртібі [5,13,21]	- жарық қарқындылығы (лк)	- күн энергиясын қолдану - фитошамдар қолдану
Желдету тәртібі [5,18]	- жел бағыты (бұрыш) - жел жылдамдығы (м/сек) - жаңбырдың бар/жоқ екенін бақылау (+/-)	- терезерлерді ашып-жабу (табиғи желдету) - желдеткіш арқылы (жасанды желдету)
Энергияны үнемдеу тәртібі [15,17,18]	- электр энергия шығыны (кВт/сағ)	- жаңартылатын энергия көздерін (күн/су/жел/биогаз) пайдалану - жергілікті әдіс

Кесте 2. Микроклимат жүйе модельдерінің зерттеу әдісі бойынша ерекшеліктері

Модельдер	Артықшылығы	Кемшілігі
Классикалық дифференциалды тендеулер	Анық есептеу схемасы, Жоғары дәлдігі	Есептеу күрделілігі, көптеген параметрлерді идентификациялау
Фотосинтез моделі	Параметрлер саны көп, метаболикалық әсер есепке алынады	Бірнеше айнымалы өзгерген жағдайда қолданылмайды
Бейімделгіш модель	Сыртқы орта параметрлерін ескереді. Орнықтылығы жоғары	Іске асыру күрделілігі
PID реттеу	Тездігі, дәлдігі жоғары	Модель коэффициенттерін таңдау қиындығы, дәлдігі төмен,

		орнықтылығы төмен
Анық емес логика	Дәлдігі, тездігі, орнықтылығы жоғары. Динамикалық бейсызықты жүйелер	Анық емес ережелер қорын баптау қиындығы. Кіріс айнымалылар саны өскен сайын есептеу қиын
Жасанды нейронды желілер	Үлкен көлемді берілгендерді өңдеу, бастапқы шарттар берілмейді.	Үлкен көлемді ықсперименталды берілгендер қажет, оқу процесінің ұзақтығы
Мультиагенттік модель	Бейімделгіштік. Орнықтылығы жоғары	Агенттер саны өскен сайын, жүйе орынқсыз болады
Генетикалық алгоритмдер	Үлкен көлемді оңтайландыру есептерін шешу мүмкіндігі	Дәл глобалды оптимум табу қиындығы, есептеу күрделілігі

Кесте 3. Жылжай микроклимат жүйелерін іске асыру схема түрлері

Аналогты схема	Сандық схема	Микропроцессорлық схема		Микроконтроллерная схема	
		Жеке	ДК-ге кірістірілетін	Микро-автоматтандыру	Кешенді автоматтандыру
КТ-1, УТ12У3 (КСРО)	TRM138, TSM-50 (КСРО)	Овен ПЛК-150, Ремиконт Р-130 (Ресей)	-	Siemens LOGO! (Германия), Arduino Uno (Италия) [31]	Siemens Simatic S7 (Германия) [30]

Кесте 4. Іске асыру схемалардың артықшылығы мен кемшілігі

Критерий	Аналогты схема	Сандық схема	Микропроцессорлық схема		Микроконтроллерлік схема	
			Жеке	ДК-ге кірістірілетін	Микро-Автоматтандыру	Кешенді Автоматтандыру
Дәлдік	төмен	төмен	жоғары	жоғары	жоғары	жоғары
Пайдалану қарапайымдылығы мен сенімділігі	төмен	төмен	орташа	жоғары	жоғары	жоғары
Энергияны үнемдеу	жоғары	орташа	төмен	төмен	төмен	төмен
Бағасы	төмен	төмен	орташа	орташа	орташа	жоғары
Байланыс пен тасымалдау	жоқ	жоқ	бар	бар	бар	бар
Тездік және мөлшерлерді сақтау (SCADA)	жоқ	жоқ	бар	жоғары	жоғары	жоғары
Қайта бағдарламалау	жоқ	жоқ	бар	бар	бар	бар
Әмбебап	жоқ	жоқ	төмен	орташа	орташа	жоғары

Биологиялық модельдерді (фотосинтез моделі) ерекше атап өту қажет. Бұл модельдерде қоршаған ортаның өсімдіктің өсуіне әсері зерттеледі. Мысалы, өсімдіктің өсу жылдамдығы *фотосинтез* және *тыныс алу* қарқындылығымен анықталады [5]:

$$\Phi(t) = f(E, C, T, \varphi, m, x, t) \quad (1)$$

мұндағы  $E$  - фотосинтез қарқындылығы, яғни, жапыраққа түсетін фотосинтетикалық белсенді радиация (ФБР),  $C$  - ауадағы көмірқышқыл газының үлесі,  $T$  - ауа температурасы,  $\varphi$  - ауаның салыстырмалы ылғалдығы,  $m$  – минералды тыңайтқыштар деңгейі,  $x$  – биологиялық факторлар (өсімдік түрі, жапырақ жасы, т.б.),  $t$  – уақыт.

Қазіргі уақытта сапалық сипаттамалар да, сандық сипаттамалар да, сыртқы ортаның түрлі параметрлеріне байланысты фотосинтез қарқындылығының тәуелділігі де зерттелген. Бір тәулік аралығында жапырақ пен оның сабағының ауданы қатты өзгермейтіндігі дәлелденген, сондықтан тәулік аралығында жылыжай микроклиматын бақылау мен басқаруда *жапырақ фотосинтезінің моделін* қолдануға болады.

Тәжірибелік мақсатта *шектелген факторлар ұстанымына* (ШФҰ) негізделген жапырақ фотосинтезінің моделі жиі қолданылады [9,14], оның идеясы - бір шектеу факторының (ең баяу) жылдамдығы сыртқы ортаның басқа факторлардың жылдамдығын шектейтіндігінде. осы модельді құру үшін фотосинтез қарқындылығын сыртқы ортаның жеке факторларына тәуелділігін білу қажет.

Жылыжай микроклиматын бақылау/басқару жүйелері бойынша отандық және шетелдік өнертабыстар мен патенттер екі бағытқа бөлінеді:

- жылыжайды жинау/құрастыру технологиясы бойынша (конструкциясы, формасы, жасау материалдары) [1,3];
- жылыжайда қолданылатын техникалық құралдар, жұмыс атқару принципі бойынша (гелиожылыжай, геотермиялық жылыжай) [15,20].

Жылыжайды толыққанды техникалық-экономикалық талдау нәтижесінде жылыжай жүйесін жобалау көпкритериалды, қарама-қайшы есеп болып саналады [21,23].

## **Қорытынды**

Отандық және шетелдік әдебиеттерге шолу жасау нәтижесінде:

1) *Модельдеу мәселесі (теориялық мәселесі)* жылыжайда орын алатын технологиялық процестерді бірінғай бірмәнді толық сипаттайтын математикалық модель осы күнге дейін әлі жасалмаған.

2) *Автоматтандыру мәселесі (тәжірибелік мәселе)* жылыжайларға қойылған барлық талаптарды қанағаттандыратын жүйе осы күнге дейін әлі құрылмаған. Мысалы, көптеген техникалық талаптарды (сенімділік, дәлдік, тездік, т.б.) қанағаттандыратын жүйе өте қымбат болып, төмен баға критеріне сай келмейді.

Екінші мәселеден біз Қазақстан нарығында пайдалануға қарапайым, энергияны үнемдейтін, бейімделгіш, бағасы арзан отандық автоматтандырылған жылыжай жүйесі әлі жоқ екендігіне көз жеткіземіз.

Шолуда қарастырылған жапырақ фотосинтезі моделі жылыжай микроклиматын бақылау мен басқарудың автоматтандырылған жүйелерін құруға негіз болып табылады.

ШФҰ ұстанымын пайдалану артықшылығы - бес фактор (жылу, жарық, ылғалдылық, желдету, көрек) орнына екі фактор (жылу мен ылғалдылық) қолданып, модельді ықшамдау.

Сөйтіп, жоғарыда көрсетілген мәселелерді шешу үшін, біріншіден, біздің елдің агротехникалық жағдайын есепке алатын, екіншіден, төмендегі талаптарға сай жүйесін құру қажет:

- а) *пайдалану қарапайымдылығы және сенімділігі жоғары,*
- б) *көлемі шағын,*
- в) *өлішеу дәлдігі жоғары,*
- г) *бейімделгіш,*
- д) *энергияны үнемдейтін,*
- е) *бағасы арзан.*

#### Әдебиет

1. Абакумов С.А., Жилкашина А.М. Теплица. Патент на полезную модель 18.08.2015. Бюл. №12, 2016.
2. Ассоциации теплиц Казахстана. <http://greenhouses.kz/>
3. Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Бейсембекова Р.Н., Тохторбаева Н.А. Гелиотепловая энергосистема. Инновационный патент KZ №27346, опубл. 16.09.2013, бюлл. №9.
4. Барбар Ю.А. Измерительный комплекс контроля параметров микроклимата: Автореф. дис. канд. техн. наук. С.П.6.: Санкт-Петербургский Государственный Технологический Университет, 2004. - 22 с.
5. Бельгибаев Б.А., Умаров А.А., Сарман Е.Б. Исследование температурного режима минитеплицы для условий Казахстана // Вестник Национальной инженерной академии наук Республики Казахстан. - Алматы. 2018. – № 2(67).
6. Бородин И.Ф, Недилько Н.М. Автоматизация технологических процессов. -М.: Агропромиздат, 1986.- 386 с.
7. Войнова Н.Ф. Методы и системы адаптивного управления температурным режимом теплиц: Автореф. дис. канд. техн. наук. — М.: РГАЗУ, 2007. 22 с.
8. Иванченко О.И. Автоматическая система непрерывного дистанционного контроля влажности и температуры воздуха: Автореф.

- дис. канд. техн. наук. — С.П.б.: Санкт-Петербургский Государственный Технологический Университет, 2007. 20 с.
9. Кайтмазов Т.В. Обеспечение параметров микроклимата в теплице в теплый период года: Автореф. дис. канд. техн. наук. — Нижний Новгород: Нижегородский Государственный Строительный Университет, 2007. 24 с.
  10. ҚР ҚНЖЕ 3.02-33-2014. Теплицы и парники. - Алматы.: «КазНИИСА» АҚ, 2014. – 121с.
  11. Мелихова Е.В. Моделирование контура увлажнения при капельном орошении с использованием дифференциальных уравнений в частных производных // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №9. – С. 282-285.
  12. Маркуц В.М. Расчёт влажности грунтов активной зоны // Журнал "Современные наукоемкие технологии" - 2013. - №11, С.99-106.
  13. Лещич Р., Павлек П., Борошич Ж. Приусадебное овощеводство. Пер. с сербского. - Алма-Ата: Кайнар, 1989. - 160 с.
  14. Савосин С.И., Солдатов В.В. Система автоматического контроля влажности и температуры воздуха в теплицах на основе нечеткой логики // Тракторы и сельхозмашины. 2009. — №11. - 7С.
  15. Харитонов П.Т., Айтжанов Н.М., Умаров А.А., и др. / Патент на полезную модель №2015/0092.2 от 27.04.2015 РК. Гелиотеплица с фазопереходным теплоносителем / Заявка № Бюл. №10, 2016.
  16. Ahmad M.W., Mourched M, Yuce B., Rezgui Y. Computational intelligence techniques for HVAC systems: // A review, Build SIMUL (2016) 9: P.359-398, DOI 10.1007/s12273-016-0285-4.
  17. Bakker, J.C. Model Applications for Energy Efficient Greenhouses in the Netherlands: Greenhouse Design, Operation Control and Design Support Systems. International Society for Horticultural Science. Retrieved October 8, 2012.
  18. Bilgen E., Bakeka B. Solar collector systems to provide hot air in rural applications Renewable Energy. – Elsevier, 2008. - Vol. 33, issue 7. - P. 1461-1468.
  19. Campen, J.B. Greenhose Design: Applying CFD for Indonesian Conditions. International Society for Horticultural Science. Retrieved October 8, 2012.

20. Casey Houweling G.R. Greenhouse and forced greenhouse climate control system and method US9730397B2 US Grant 2009-12-11.
21. Dounis E., Caraiscos C. Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment: // A review, Renewable and Sustainable Energy Review. - 2009. - №13. - P.1246-1261.
22. Jain D., Jain R. Performance evaluation of an inclined multi-pass solar air heater with in-built thermal storage on deep-bed drying application // Journal of Food Engineering. – 2004. - Vol. 65. - P. 497-597.
23. Zhunussova Zh.Kh., Umarov A.A., Iksanov S.Sh.. Systems for monitoring and controlling the parameters of the microclimate of greenhouses: a review of the current state and analysis of the directions of development // Abstracts of the International Conference "The 11th Dynamical systems, Mathematical, Physical Sciences and It's Engineering Applications", March 28-30, 2018, Bali, Indonesia, <http://at.yorku.ca/cgi-bin/abstract/cbon-09>.
24. Kempkes F.L.K., a.c. Calculation of NIR Effect on Greenhouse Climate in Various Conditions // International Symposium on Greenhouse and Soilless Cultivation. – Lisbon; Portugal:Acta Horticulturae, 2012.- P. 543-550. // <http://www.webofknowledge.com>.
25. Lamnatou C, Chemisana D. Solar radiation manipulations and their role in greenhouse claddings: Fluorescent solarconcentrators, photoselective and other materials //Journal Citation Reports®.–2013. –P.175-190.
26. Paraschiv et al. Experimental and theoretical analyses on thermal performance of a solar air collector / Environmental Engineering and Management Journal **13** (2014), 8, 1965-1970 <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>
27. Soufiane M., Belkacem D., Fatah B. // A review of control systems for energy and comfort management in buildings. 8th International Conference on Modelling, Identification and Control (ICMIC-2016) Algiers, Algeria- November 15-17, 2016
28. Sethi V.P., Sumathy K., Lee C., Pal D.S. Thermal modeling aspects of solar greenhouse microclimate control: A review on heating technologies // Journal Citation Reports®. – 2013, october. – P. 56-82.

29. Valera, D.L.; Belmonte, L.J.; Molina, F.D.; López, A. (2016). Greenhouse agriculture in Almeria. A comprehensive techno-economic analyze. Ed. Cajamar Caja Rural. 408 pp.
30. [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
31. [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

Умаров А.А. <sup>1</sup>, Иксанов С.Ш. <sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ҚР, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ,

## **МИКРОКЛИМАТ ЖҮЙЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Бұл мақалада микроклимат жүйелерін жобалаудың заманауи ерекшеліктері қарастырылып, салыстырмалы талдау келтіріледі. Микроклимат жүйелеріне қойылатын талаптар мен ережелер, микроклиматқа әсер ететін қоздырғыш факторлар мен оларды реттейтін параметрлер қаралады. Сонымен қатар, энергия шығынын 8-12% үнемдеуге мүмкіндік беретін “ақылды” ғимарат жүйесін жобалау ережесі келтіріледі.*

*Микроклимат жүйелерін іске асыру схемалары қаралып, микроконтроллерлік схема (МКС) негізіндегі жүйенің артықшылығы көрсетіледі. МКС аясындағы жобалаудың екі әдісі (аппараттық және бағдарламалық) сипатталып, артықшылығы мен кемшілігі айтылады. ТИА портал жүйесі негізінде жобалау алгоритмі келтіріліп, аталған жүйенің басқа жобалау жүйелерінен ерекшелігі қаралады.*

### **Кілттік сөздер:**

*Микроклимат, технологиялық процестерді автоматтандырылған басқару жүйесі (ТП АБЖ), “ақылды” ғимарат, энергияны үнемдеу, жылу/ ылғал/ ауа тәртібі, микроавтоматтандыру, микроконтроллерлік схема (МКС), микропроцессорлық схема (МПС), бағдарламаланатын логикалық контроллер (БЛК), SCADA, Құрылыстық нормалар және ережелер (ҚНЖЕ), ТИА портал.*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА**

*В настоящей статье рассматриваются особенности проектирования современных систем микроклимата и приводится их*

*сравнительный анализ. Рассматриваются требования и правила относительно систем микроклимата, воздействующие и регулирующие воздействия. Кроме того, приводятся правила проектирования систем “умных” корпусов, позволяющие экономить энергию на 8-12%.*

*Приводятся схемы реализации систем микроклимата и описывается достоинство микроконтроллерной схемы (МКС). Рассматриваются два метода проектирования МКС (аппаратный и программный), и приводятся их достоинства и недостатки. Описывается алгоритм проектирования системы в среде TIA портал и приводится особенность этой среды по сравнению с другими средами проектирования.*

**Ключевые слова:**

*Микроклимат, автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП), “умный” корпус, энергосбережение, температурный/ гидравлический/ воздушный режим, микроавтоматизация, микроконтроллерная схема (МКС), микропроцессорная схема (МПС), программируемый логический контроллер (ПЛК), SCADA, Строительные нормы и правила (СНиП), TIA портал.*

**1.Кіріспе**

Қазақстан Республикасында индустриалды-инновациялық дамудың маңызды бағыты - электр энергиясын үнемдеуге бағытталған «жасыл экономикаға» көшу саясаты [1]. Бұның себебі келесі фактілермен түсіндіріледі: әлемдік энергия шығынының 40% және көмірқышқыл газды қоршаған ортаға тастаудың 30% ғимараттарды жылумен қамтамасыз етуге кетеді екен. Сондықтан ғимараттарда энергияны үнемдеу және парниктік газ тасталуын азайту мемлекеттік деңгейдегі өзекті мәселе болып табылады [1-4].

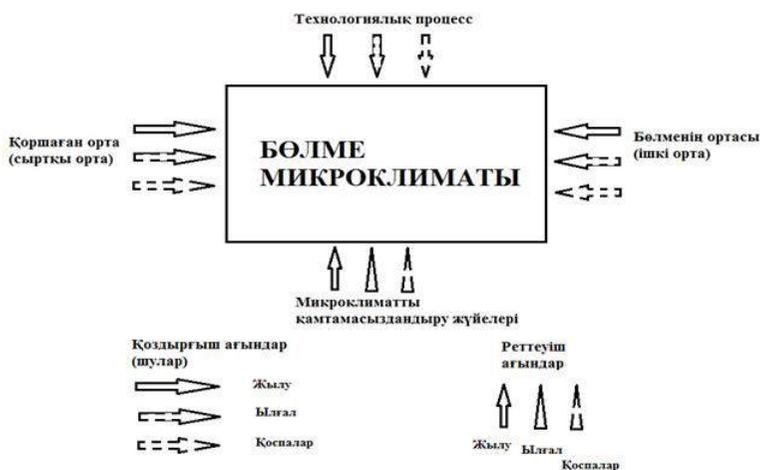
Ұй, ғимарат - адам тіршілігі өтетін шектелген көлемі бар, бірнеше бөлмелерден тұратын құрылыстық кешен. Тіршілік процесі адам мен оны қоршаған бөлме ортасымен тығыз байланысты. Ғимараттарды дұрыс ұйымдастыру олардың ішінде өмір сүретін адам үшін қауіпсіз және тиімді жағдай тудырады. *Микроклимат* деп көптеген факторлар арқылы адамға әсер ететін ғимараттың ішкі ортасын айтамыз [5, 8].

Ішкі орта факторларының ішінен ең қатты адамға әсер ететін физикалық әсерлерге жылулық жағдай мен ауа құрамы жатады. Адам

әлемді сезімдер, әсерлер арқылы таниды. Қоршаған орта туралы үзіліссіз келіп жатқан ақпарат мидағы алғашқы тәжірибе барысында жиналған мәліметпен сәйкестендіріледі. Осы жағдай бір бөлме микроклиматы әр адамға әртүрлі әсер ететінін көрсетеді (жеке дара). Адамның физикалық және ой еңбегі кедергі жасамайтын, тітіркену және қоздыру факторлары жоқ қоршаған орта *ыңғайлы* болып есептеледі [6, 9].

*Жылулық жағдайларға* бөлмедегі ауа температурасы, бөлменің радиациялық температурасы, салыстырмалы ылғалдылық, ауа қозғалысы параметрлерінің жиынтығы, ал *ауа құрамына* бөлмедегі CO<sub>2</sub>, зиян газдар, бу, шаң параметрлерінің жиынтығы жатады. Ауаның әсері оның озон-иондық құрамы мен иістермен анықталады. Аталған параметрлер ғимаратты/үйді жобалауда микроклимат жүйелерінің кірістік параметрлеріне жатады (1-сурет).

Микроклимат параметрлері сыртқы ортаның, ішкі технологиялық процестің және жылу жүйелері (ЖЖ), салқындату (СЖ), желдету (ЖелЖ) жүйелерінің әсері негізінде құрылады. “Ақылды” деп аталатын ғимараттарда ең тиімді микроклимат жағдайын қалыптастыру арқылы 8-12% энергия шығындарын үнемдеуге болады [7, 14, 15].



1-сурет. Микроклимат қалыптастырудың құрылымдық схемасы

Сыртқы орта микроклиматтың жылулық параметрлеріне оқшауланған конструкциялар (жылу/ылғал алмасу және ауа өткізгіштігі) және бөлме аралық жолдар (ауа ағындарының алмасуы, жылу алмасуы) арқылы әсер етеді. сондықтан ғимараттың жылулық қорғанысы мен композициясы микроклиматтың пассив факторларына жатады.

Микроклиматты реттеудің технологиялық процесі (ТП) барысында жылу, ылғал, газ, шаң бөлініп, жылулық жағдай мен ауа құрамына тікелей әсер етеді. ЖЖ, СЖ, ЖелЖ сыртқы орта мен технологиялық процестің теріс әсерін жою арқылы ішкі микроклиматқа белсенді әсер етеді. Сөйтіп, бөлме микроклимат параметрлер кешенімен сипатталады: жылу, ылғал, газ қоспалары. Осыған орай ғимаратты басқаруда а) жылу, ә) ылғал, б) ауа/газ тәртібі орын алады (1-сурет). Бұл схемада жүйе кедергі жасайтын факторларды *қоздырғыш әсерлер*, ал нормаға келтіретін факторларды - *реттегіш әсерлер* д.а.

## **2. “Ақылды” ғимарат жүйелерін жобалау ережесі**

Микроклимат жүйелерін жобалау келесі қадамдардан тұрады [8, 9]:

1. Объект (оқу ғимараты) туралы мәлімет алу;
2. Микроклимат жағдайына әсер ететін факторларды анықтау;
3. Техникалық шешімдерді таңдау;
4. Қондырғыларды таңдау.

Жобаланатын объект (оқу ғимараты) туралы кіріс мәліметтерге оның қызметі, архитектуралық-жоспарлық ерекшеліктері, ҚР ҚНЖЕ стандарттары мен ережелері [5], ресурс көздері мен сапа көрсеткіштері туралы ақпарат жатады. 1,2-кестелерде Астана қ. үшін ҚР ҚНЖЕ 3.02-33-2014 сәйкес техникалық жағдайлар келтірілген.

1-кесте. Ішкі ауа параметрлері

Мерзім	Ауа температурасы	Ауа ылғалдылығы	Жел жылдамдығы
Жазғы	$t_{\text{ішкі}} = 23-28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (ең тиімді) $t_{\text{ішкі}} = 18-28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (рұқсат етіледі)	$\phi_{\text{ішкі}} = 30-60 \%$ (ең тиімді) $\phi_{\text{ішкі}} = 65 \%$ (рұқсат етіледі)	$V_{\text{ішкі}} = 0,3 \text{ м/сек}$ (ең тиімді) $V_{\text{ішкі}} = 0,5 \text{ м/сек}$ (рұқсат етіледі)
Қысқы	$t_{\text{ішкі}} = 19-23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (ең тиімді) $t_{\text{ішкі}} = 18-23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (рұқсат етіледі)	$\phi_{\text{ішкі}} = 30-45 \%$ (ең тиімді) $\phi_{\text{ішкі}} = 60 \%$ (рұқсат етіледі)	$V_{\text{ішкі}} = 0,2 \text{ м/сек}$ (ең тиімді) $V_{\text{ішкі}} = 0,3 \text{ м/сек}$ (рұқсат етіледі)

2-кесте. Сыртқы ауа (қоршаған орта) параметрлері

Мерзім	Ауа температурасы (орташа)	Ауа ылғалдылығы (орташа)	Тәуліктік амплитуда өзгерісі
Жазғы	$t_{\text{сыртқы}} = 38,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\phi_{\text{сыртқы}} = 34 \%$	$\Delta t_{\text{сыртқы}} = 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Қысқы	$t_{\text{сыртқы}} = -17,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\phi_{\text{сыртқы}} = 38 \%$	$\Delta t_{\text{сыртқы}} = 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ҚР ҚНЖЕ 3.02-33-2014 бойынша әр адам үшін ауа нормасы  $L=60$  куб.м/сағ құрайды.

Микроклимат жағдайына әсер ететін факторларға ішкі және сыртқы көздерден келетін адам ағзасына кедергі жасайтын *қоздырғыш әсерлер*: жылу/ ылғал/ зиянкес заттар (қоспалар) және осы факторларды *реттеуіш әсерлер* жатады (1-сурет).

Техникалық шешімдерге реттеуіш әсер туғызатын жүйелердің (жылу/ суыту (кондиционер)/ желдету) принципіал және технологиялық схемалары жатады. Өндірісте жиі қолданылатын техникалық шешімдерге *орталықтандырылған/ жергілікті/* және аралас схемалар кездеседі (3-кесте).

3-кесте. Микроклимат жүйелерінің схемалары

Схема түрі	Критерийлер	Артықшылығы	Кемшілігі
Орталықтандырылған	Басқару схемасы күрделі Шығындары көп Іске асыру күрделілігі	(+)	(+) (+)
Жергілікті	Басқару схемасы күрделі Шығындары көп Іске асыру күрделілігі	(+) (+)	(+)
Аралас	Басқару схемасы күрделі Шығындары көп Іске асыру күрделілігі	(+) (+)	(+)

Таңдалған техникалық шешімдерді іске асыратын қондырғыларға бағдарламаланатын логикалық контроллерлер (БЛК), датчиктер, атқарушы механизмдер, басқару тетіктер, т.б. жатады. 4,5-кестелерде микроклимат жүйелерін басқарудың техникалық құралдары және оларды іске асыратын схемалардың артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген [10-13].

4-кесте. Микроклимат жүйелерін басқарудың техникалық құралдары

Аналогты схема	Сандық/релелік схема	Микропроцессорлық схема		Микроконтроллерная схема	
		Жеке	ЭЕМ-ге кірістірілетін	Микро-автоматтандыру	Кешенді автоматтандыру
КТ-1, УТ12У3 (КСРО)	ТРМ138, ТСМ-50 (КСРО)	Овен ПЛК-150, Ремиконт Р-130 (Ресей)	-	Siemens LOGO! (Германия), Arduino Uno (Италия)	Siemens Simatic S7 (Германия), Honeywell, ABB, Schneider electric

5-кесте. Басқару схемаларының артықшылығы мен кемшілігі

Критерий	Аналогты схема	Сандық/релелік схема	Микропроцессорлық схема (МПС)		Микроконтроллерлік схема (МКС)	
			Жеке	ДК-ге кірістірілетін	Микро-Автоматтандыру	Кешенді Автоматтандыру
Дәлдік	төмен	төмен	жоғары	жоғары	жоғары	жоғары
Пайдалану қарапайымдылығы мен сенімділігі	төмен	төмен	орташа	жоғары	жоғары	жоғары
Энергияны үнемдеу	жоғары	орташа	төмен	төмен	төмен	төмен
Бағасы	төмен	төмен	орташа	орташа	орташа	жоғары
Байланыс пен тасымалдау	жоқ	жоқ	бар	бар	бар	бар
Тездік және мәліметтерді сақтау (SCADA)	жоқ	жоқ	бар	жоғары	жоғары	жоғары
Қайта бағдарламалау вание	жоқ	жоқ	бар	бар	бар	бар
Әмбебаптық	жоқ	жоқ	төмен	орташа	орташа	жоғары

### 3.Жобалау әдістері мен құралдары

МКС негізінде жобалау әдістері екі топқа бөлінеді:

- Аппараттық жобалау;
- Бағдарламалық жобалау (симулятор арқылы).

Бірінші әдістің артықшылығы – жоба нақты физикалық қондырғы арқылы іске асырылады. Жобалау үшін нақты БЛК, датчиктер, іске асыру механизмдер сатып алу қажет, шығыны көп. Толыққанды сынақ, тәжірибе жасау мүмкіндігі бар.

Екінші әдістің артықшылығы – симуляторда имитациялық модельдеу жеткілікті. Шығыны аз, экономикалық тиімді. Тек бағдарламалық кешені болса жеткілікті. Толыққанды сынақ, тәжірибе жасау мүмкіндігі жоқ.

Жобалау құралы ретінде ТІА портал бағдарламалық кешенін қолданамыз. Ол Siemens Simatic S7 БЛК аясында іске асырылады [13]:

- 1 – Жоба құру;
- 2 – Жүйе конфигурациясын таңдау:
  - 2.1 Қорек көзін таңдау;

- 2.2 Орталық процессор модулін таңдау;
  - 2.3 Сигнал (кіріс/шығыс) модульдерін таңдау;
  - 2.4 Байланыс модульдерін таңдау;
  - 2.5 Функционалды модульдерін таңдау.
- 3 – Бағдарламалау:
    - 3.1 Функционалды блоктар арқылы;
    - 3.2 Бағдарламалау тілдері арқылы;
  - 4 – Бағдарламаны жадқа жүктеу;
  - 5 – Имитациялық модельдеу;
  - 6 – Жобаны сақтау.

**Қорытынды.** Бұл мақалада микроклимат жүйелерін жобалаудың заманауи әдістері мен ерекшеліктері қарастырылып, микроклимат жүйелеріне қойылатын талаптар мен ережелер қаралды.

ТІА портал жүйесі арқылы жобалау алгоритмі келтірілді, бұл жүйенің басқа жобалау жүйелерінен ерекшелігі – барлық процестерді *кешенді автоматтандыруда*, ол төмендегі ереже бойынша іске асырылады:

- 1 - Siemens ТІА-PRO1 бірыңғай жалпы бағдарламалық платформасы;
- 2 - бірыңғай платформа барлық жеке есептер мен компоненттерді біртұтас қарапайым формаға біріктіреді (бірыңғай жобалау ортасы);
- 3 - берілгендерді бір жерден (орталықтандырылған) басқару;
- 4 - жүйенің жеке компоненттері арасында жалпы бірыңғай қарым-қатынас жасау.

### Пайдаланылған әдебиеттер

- 1. ҚР президенті Н.Ә.Назарбаевтың 2050-стратегиясы. <http://www.adilet.zan.kz>.
- 2. ҚР «жасыл экономикаға» көшуі жөніндегі тұжырымдама. <http://www.adilet.zan.kz>
- 3. «Жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы» ҚР Заңы, 2008. <http://www.adilet.zan.kz>.
- 4. ҚР 2015-2019 жж. индустриалды-инновациялық дамудың Мемлекеттік бағдарламасы. <http://www.adilet.zan.kz>.

5. КР ҚНЖЕ 3.02-33-2014 «Жылу, желдету, кондиционер жүйелері». – Астана, 2014.
6. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях: Учеб. пособие. – М.: Стройиздат, 1982.
7. Карпенко А.В., Петрова И.Ю. Модели управления микроклиматом в помещении // Фундаментальные исследования. – 2016. – №7. – С.224-228.
8. Кувшинников Ю.Я., Самарин О.Д. Основы обеспечения микроклимата зданий: учебник для вузов. – М.: Изд. Ассоциации строительных вузов, 2012. – 200 с.
9. Лысев В.И. Расчет и проектирование машин, аппаратов и систем жизнеобеспечения: уч.-метод. Пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 28 с.
10. Петин В. Проекты с использованием контроллера Arduino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2014.- 400 с.: ил. (Электроника).
11. Пономарев О.П. Наладка и эксплуатация средств автоматизации. SCADA-СИСТЕМЫ.
12. Промышленные шины и интерфейсы. Общие сведения о программируемых логических контроллерах и одноплатных компьютерах. Уч. пособие: Калининград. 2006. 78 с.
13. Рыбалев, А.Н. Программируемые логические контроллеры и аппаратура управления: лабораторный практикум: учеб. пособие/ А. Н. Рыбалев. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010 - Ч. 2 : Siemens S7 - 200. - 2010. - 99 с.
14. Zh.Kh. Zhunussova, A.A. Umarov, S.Sh. Iksanov. Systems for monitoring and controlling the parameters of the microclimate of greenhouses: a review of the current state and analysis of the directions of development // Abstracts of the International Conference "The 11th Dynamical systems, Mathematical, Physical Sciences and It's Engineering Applications", March 28-30, 2018, Bali, Indonesia, <http://at.yorku.ca/cgi-bin/abstract/cbon-09>.
15. Zh.Kh. Zhunussova, S.Sh. Iksanov, A.A. Umarov. Smart Campuses: a review of the current state and analysis of the directions of development // Abstracts of the International Conference "Mathematics, Physical science, Engineering applications", May 9-12, 2018, Davao, Philippine.

Баяхов А.Н. <sup>1</sup>, Садыков Р.С. <sup>1</sup>, Максотова А.М. <sup>1</sup>, Мусина Ж.А. <sup>1</sup>  
<sup>1</sup> РК, Казахстанский университет инновационных и  
телекоммуникационных систем

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ТОКСИЧЕСКИХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЦИОНЕ И СТЕПЕНЬЮ НАКОПЛЕНИЯ ИХ В МЯСЕ ЖИВОТНЫХ**

*В данной статье рассматриваются взаимосвязь между содержанием токсических микроэлементов в рационе и степенью накопления их в мясе и внутренних органах животных К.Х. «Арыстанов», а также влияние токсических элементов на безопасность получаемого мясного сырья.*

*This article discusses the relationship between the content of toxic trace elements in the diet and the degree of their accumulation in meat and internal organs Of animals Kh "Arystanov", the effect of toxic elements on the safety of meat raw materials*

Мясное сырьё необходимого качества может быть получено при выращивании животных мясного направления с использованием экологически чистых кормов. Для Западного Казахстана она особенно велика, так как область является крупнейшим в масштабе Казахстана производителем сельскохозяйственной продукции и одновременно регионом, насыщенным крупными промышленными предприятиями, в связи, с чем было исследовано взаимосвязь между содержанием токсических микроэлементов в рационе и степенью накопления их в мясе и внутренних органах животных К.Х. «Арыстанов»

Поиск условий выращивания, при которых производство продукции говядины будет наиболее эффективным, а продукция - экологически чистой, сегодня особенно актуален. Необходимость решения этих вопросов, имеющих важное народнохозяйственное значение, определила выбор темы, цель и задачи исследования.

Целью исследования явилась установление взаимосвязи между содержанием токсических микроэлементов в рационе и степенью накопления их в мясе животных, впервые проведены исследования качества и безопасности мяса, при выращивании и откорме мясных пород крупного рогатого скота, установлена зависимость между

содержанием токсичных микроэлементов и степенью их накопления в мясе мясного скота.

На основе результатов исследований безопасности окружающей среды, кормов, мяса, полученного при выращивании и откорме мясных пород крупного рогатого скота, сформированы практические требования к технологии производства говядины в зоне деятельности хозяйств-поставщиков мяса для выработки продуктов питания в Западном Казахстане.

Исследование является составной частью научно-исследовательской работы кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности» (договор №5 от 5 января 2017 года), которые проводились в 2017-2018 гг. в к/х «Арыстанов» Зеленовского района, Западно-Казахстанской области. Во всех экспериментах животные содержались по технологии, принятой в мясном скотоводстве. Для этого подбирали бычков по возрасту, живой массе. Учет роста, развития, потребления кормов проводили по общепринятым методикам. Мясную продуктивность изучали по результатам контрольных убоев. В кормах, питьевой воде определяли содержание пестицидов в соответствии с методическими указаниями, утвержденными Му 2142-80, токсичных элементов (свинца, кадмия) – по СТ РК ГОСТ 51301-2005, мышьяка – по ГОСТ 31628-2012, ртути – по ГОСТ 26927-86. Убойный выход мяса, костей, жира, соединительной ткани определяли по действующему государственному стандарту. Мясо для анализа отбирали в соответствии с ГОСТ 7269-79. В мясных продуктах определяли содержание пестицидов в соответствии с методическими указаниями, утвержденными Му 2142-80, токсичных элементов (свинца, кадмия) – по СТ РК ГОСТ 51301-2005, мышьяка – по ГОСТ 31628-2012, ртути – по ГОСТ 26927-86.

В процессе исследований применялись стандартные и общепринятые методы анализов, лабораторные приборы и оборудование.

Экологические показатели - наличие мышьяка, ртути, цинка, свинца, кадмия, радионуклидов и пестицидов во всех биологических объектах определяли в испытательной лаборатории Западно-Казахстанского филиала РГП на ПХВ «Республиканская ветеринарная лаборатория» Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК аккредитованной ТОО «Национальный центр аккредитации».

Содержание токсических элементов таких как свинец, кадмий, мышьяк, ртути и пестицидов в ячмене и грубых кормах не

обнаружены, содержание радионуклеотидов, цезий 137, стронций 90 не превышали норм и составили соответственно 3,8, 5,5 при норме 180, 100. При исследовании артезианской воды содержание хлоридов, сульфатов и нитратов не превышали нормируемых значений. Вместе с тем общая жесткость воды составила 42 моль/м<sup>3</sup> при норме 7 моль/м<sup>3</sup>, содержание железа 450 мг/дм<sup>3</sup>, при норме 0,3 мг/дм<sup>3</sup>.

По результатам анализа содержание токсических элементов таких как свинец, кадмий, мышьяк, ртути и пестицидов в мясном сырье не обнаружено, содержание радионуклеотидов, цезий 137 не превышали норм и составили 7,1 Бк/кг, при норме 200 Бк/кг, т.е. влияние токсических элементов, радионуклеотидов и пестицидов на безопасность получаемого мясного сырья не обнаружено.

Садыков Р.С.<sup>1</sup>, Мосина В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> РК, Казахский университет инновационных и телекоммуникационных систем

## **УСТАНОВЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧЕСКИХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЦИОНЕ И В МЯСЕ ЖИВОТНЫХ К.Х. «АРЫСТАНОВ», ЗАПАДНО КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*В данной статье рассматриваются взаимосвязь между содержанием токсических микроэлементов в рационе и степенью накопления их в мясе и внутренних органах животных К.Х. «Арыстанов», а также их влияние на безопасность получаемого мясного сырья.*

Получение мяса высокого качества невозможно без обеспечения полноценного питания сельскохозяйственных животных в сочетании с соблюдением условий их содержания, как снижающих воздействие неблагоприятных внешних факторов, так и позволяющих обходиться без кормовых антибиотиков и других медикаментозных средств.

Загрязнение продуктов питания тяжелыми металлами из выбросов промышленных предприятий, транспорта в результате использования ядохимикатов и удобрений, а также применения нитратов, антибиотиков в животноводстве и ветеринарии при выращивании и откорме животных представляет реальную опасность для здоровья

человека. Мясное сырьё необходимого качества может быть получено при выращивании животных мясного направления с использованием экологически чистых кормов.

Согласно выполнению мероприятий по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по теме: «Производство экологически чистой безопасной говядины» было исследовано взаимосвязь между содержанием токсических микроэлементов в рационе и степенью накопления их в мясе и внутренних органах животных К.Х. «Арыстанов» Актуальность темы исследования При производстве продуктов предъявляются более жесткие требования к контролю сырья, а проблема обеспечения экологически чистым и высококачественным сырьем производства продуктов в настоящее время особенно актуальна. Для Западного Казахстана она особенно велика, так как область является крупнейшим в масштабе Казахстана производителем сельскохозяйственной продукции и одновременно регионом, насыщенным крупными промышленными предприятиями. Однако вопросам получения экологически чистых продуктов до настоящего времени должного внимания не уделялось. Получение мяса высокого качества невозможно без обеспечения полноценного питания сельскохозяйственных животных в сочетании с соблюдением условий их содержания, как снижающих воздействие неблагоприятных внешних факторов, так и позволяющих обходиться без кормовых антибиотиков и других медикаментозных средств. Загрязнение продуктов питания тяжелыми металлами из выбросов промышленных предприятий, транспорта в результате использования ядохимикатов и удобрений, а также применения нитратов, антибиотиков в животноводстве и ветеринарии при выращивании и откорме животных представляет реальную опасность для здоровья человека. Мясное сырьё необходимого качества может быть получено при выращивании животных мясного направления с использованием экологически чистых кормов.

Поэтому поиск условий выращивания, при которых производство продукции говядины будет наиболее эффективным, а продукция - экологически чистой, сегодня особенно актуален.

Необходимость решения этих вопросов, имеющих важное народнохозяйственное значение, определила выбор темы, цель и задачи исследования.

Целью исследования явилась установление содержания токсических микроэлементов в рационе и в мясе животных.

Научная новизна впервые проведены исследования качества и безопасности мяса, при выращивании и откорме мясных пород крупного рогатого скота, установлена зависимость между содержанием токсичных микроэлементов и степенью их накопления в мясе мясного скота.

Теоретическая и практическая значимость на основе результатов исследований безопасности окружающей среды, кормов, мяса, полученного при выращивании и откорме мясных пород крупного рогатого скота, будут сформированы практические требования к технологии производства говядины в зоне деятельности хозяйств-поставщиков мяса для выработки продуктов питания в Западном Казахстане.

### **Методология и методы исследования.**

Исследование является составной частью научно-исследовательской работы кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности» (договор №5 от 5 января 2017 года), которые проводились в 2017-2018 гг. в к/х «Арыстанов» Зеленовского района, Западно Казахстанской области. Крестьянское хозяйство «Арыстанов» расположено от районного центра пос.Переметное в 30 км, от областного центра г.Уральска 20 км, организовано в 2002 году. Руководитель хозяйства Арыстанов Азелхан. В данное время хозяйство имеет 3679 га земли, в том числе пашни-1088 га, сенокосы-400 га, пастбища- 2191га. Крупно рогатого скота насчитывается 329 голов в т.ч. коров 207голов. В текущем году заготовлено 1400 тонн сена, 300 тонн соломы, 500 тонн зернофуража

Во всех экспериментах животные содержались по технологии, принятой в мясном скотоводстве. Для этого подбирали бычков по возрасту, живой массе. Учет роста, развития, потребления кормов

проводили по общепринятым методикам. Мясную продуктивность изучали по результатам контрольных убоев.

В кормах, питьевой воде определяли содержание пестицидов в соответствии с методическими указаниями, утвержденными Му 2142-80, токсичных элементов (свинца, кадмия) – по СТ РК ГОСТ 51301-2005, мышьяка – по ГОСТ 31628-2012, ртути – по ГОСТ 26927-86.

Убойный выход мяса, костей, жира, соединительной ткани определяли по действующему государственному стандарту.

Мясо для анализа отбирали в соответствии с ГОСТ 7269-79. В мясных продуктах определяли содержание пестицидов в соответствии с методическими указаниями, утвержденными Му 2142-80, токсичных элементов (свинца, кадмия) – по СТ РК ГОСТ 51301-2005, мышьяка – по ГОСТ 31628-2012, ртути – по ГОСТ 26927-86.

Объектами исследований явились: корма, кормовые добавки, питьевая вода, мясной скот мясного направления продуктивности, мясное сырьё для выработки продуктов питания.

Результаты исследования: В процессе исследований применялись стандартные и общепринятые методы анализов, лабораторные приборы и оборудование.

Экологические показатели - наличие мышьяка, ртути, цинка, свинца, кадмия, радионуклидов и пестицидов во всех биологических объектах определяли в испытательной лаборатории Западно-Казахстанского филиала РГП на ПХВ «Республиканская ветеринарная лаборатория» Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК аккредитованной ТОО «Национальный центр аккредитации».

Нами определено содержание пестицидов, нитратов, нитритов и солей тяжёлых металлов в кормах хозяйств, поставляющих мясное сырьё на рынок города. Содержание токсических элементов таких как свинец, кадмий, мышьяк, ртути и пестицидов в ячмене и грубых кормах не обнаружены, содержание радионуклеотидов, цезий 137, стронций 90 не превышали норм и составили соответственно 3.8, 5.5 при норме 180, 100. При исследовании артезианской воды содержание хлоридов, сульфатов и нитратов не превышали нормируемых значений. Вместе с

тем общая жесткость воды составила 42 моль/м<sup>3</sup> при норме 7 моль/м<sup>3</sup>, содержание железа 450 мг/дм<sup>3</sup>, при норме 0.3 мг/дм<sup>3</sup>

### **Заключение**

По результатам анализа содержание токсических элементов таких как свинец, кадмий, мышьяк, ртути и пестицидов в мясном сырье не обнаружено, содержание радионуклеотидов, цезий 137 не превышали норм и составили 7.1 Бк/кг, при норме 200 Бк/кг, т.е. влияние токсических элементов, радионуклеотидов и пестицидов на безопасность получаемого мясного сырья не обнаружено.

#### **Список использованной литературы**

1. Экология и экономика природопользования./ Э.В. Гирусов, С.Н. Бабылов, А.А. Новоселов, Н.В. Чепурных. – М. 2000
2. Производство экологически чистой продукции: сегодня и завтра // Голошевская И. С., Агафонова О. В. Молодой ученый. — 2011. — №4.

О.В. Осипов<sup>1</sup>, И.Ю. Бучнев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СРЕДЫ КАК СТРУКТУРЫ ДЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СВЕТОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Одним из приоритетных направлений развития инновационных научных технологий в РФ является разработка энергосберегающих систем нового поколения. Одной из возможностей реализации подобных систем является создание устройств для захвата (концентрации) электромагнитной энергии с целью её дальнейшего преобразования в постоянный электрический ток. Такое устройство позволит осуществлять подзарядку аккумуляторных батарей различных устройств бытового и специального назначения.

В работе рассматриваются возможности захвата оптической энергии планарными оптически активными средами (кристалла). Для решения задачи использовались методы, применяемые в [1] для анализа отражения плоских электромагнитных волн СВЧ диапазона от

киральных метаматериалов. При падении оптической волны инфракрасного диапазона на оптически активную среду, обладающую свойством киральности, возможно преобразование радиально падающего излучения в азимутальное рассеяние вдоль поверхности планарной структуры.

Для доказательства возможности захвата оптической энергии была рассмотрена задача наклонного падения электромагнитной волны на оптически активный кристалл (ОАК). В работе показано, что тензорные материальные уравнения для ОАК могут быть сведены к материальным уравнениям скалярного типа при введении относительного параметра киральности кристалла. Задача падения электромагнитной волны на ОАК решалась методом частичных областей. На первом этапе было определено электромагнитное поле в оптически активной среде и в окружающих её областях. На втором этапе после применения граничных условий была получена система линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов отражения и прохождения. В работе были рассмотрены два варианта структуры — ОАК, расположенный на диэлектрической подложке и ОАК, расположенный на идеально проводящей подложке. При решении задачи учитывалась дисперсия показателя преломления и параметра киральности ОАК. Основной целью работы являлась минимизация модулей коэффициентов отражения и прохождения путем подбора геометрических параметров ОАК. В результате были подобраны параметры изучаемых структур, при которых эффект азимутального рассеяния падающего ИК-излучения является преобладающим над классическим френелевским рассеянием. В этом случае исследуемые оптические структуры на основе ОАК могут выполнять функцию захвата оптического излучения ИК-диапазона.

При численном расчете отражательных характеристик оптически активных кристаллов использовались значения параметров, приведенные в таблице 1.

На рис. 1 приведены зависимости квадрата модуля коэффициента отражения основной компоненты поля при нормальном падении волны с перпендикулярной поляризацией. Расчеты производились на длинах волн от 0,3 до 1,8 мкм. Рисунок соответствует толщине оптически активного слоя в 1,5 мм.

Таблица 1

№	Название, формула	Показатель преломления	Параметр оптической активности
1	$\text{LiNbO}_3$ (ниобат лития)	2,29	$1,23 \cdot 10^{-4}$
2	$\text{SrS}_4\text{O}_6$ (диптионат стронция)	2,34	$3,4 \cdot 10^{-3}$
3	$\text{CaS}_4\text{O}_6$ (диптионат кальция)	2,17	$2,27 \cdot 10^{-3}$
4	$\text{CaCO}_3$ (исландский шпат)	1,65	$1,4 \cdot 10^{-2}$

На рис. 2 приведены зависимости квадрата модуля коэффициента отражения основной компоненты поля при нормальном падении волны с перпендикулярной поляризацией. Расчеты производились на длинах волн от 0,3 до 1,8 мкм. Рисунок соответствует толщине оптически активного слоя в 1 мм.

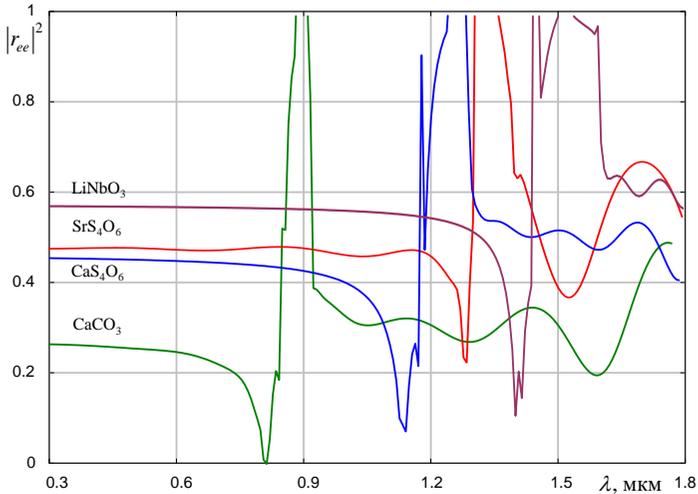


Рис. 1

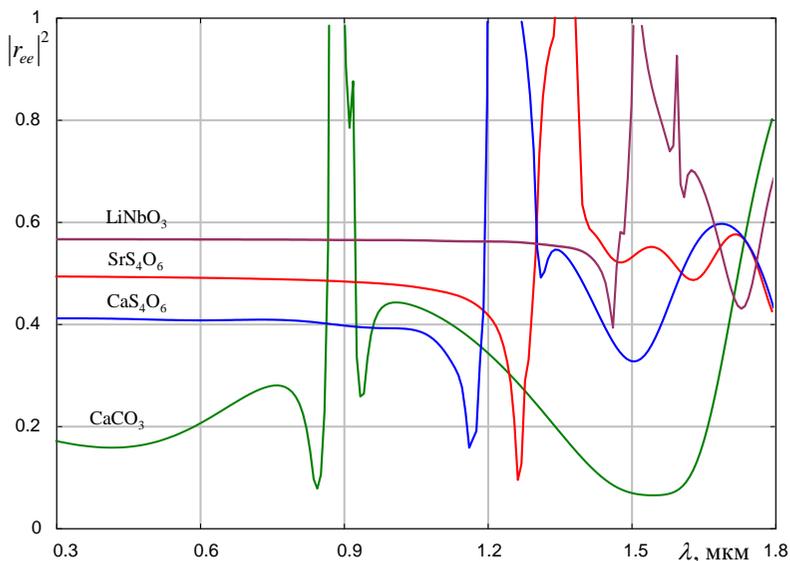


Рис. 2

Как видно из приведенных выше графиков, для каждого из рассматриваемых ОАК характерно наличие определенных зон или областей. При толщине ОАК в 1мм, зона концентрации энергии в видимой части диапазона:

- для исландского шпата 0,3-0,85 мкм;
- для дитионата кальция 0,3-1,15 мкм;
- для дитионата стронция 0,3-1,28 мкм;
- для ниобата лития 0,3-1,36 мкм.

Причем доля отраженной и сохраненной энергии различна для каждого кристалла. Резонансная область или нерабочий режим:

- для исландского шпата 0,85 – 1,3 мкм;
- для дитионата кальция 1,15-1,7 мкм;
- для дитионата стронция 1,28-1,7 мкм;
- для ниобата лития 1,36-1,8 мкм.

Из приведенных графиков и числовых значений видно, что наибольшая концентрация падающей энергии характерна для исландского шпата в диапазоне длин волн 0,3-0,85 мкм, доля отраженной энергии около 22%, а доля сохраненной энергии внутри объема кристалла около 78%.

1. Клюев Д.С. Матричные методы расчета характеристик многослойных планарных метаматериалов при наличии киральности и пространственной дисперсии [Текст] / Д.С. Клюев, О.В. Осипов, А.О. Почепцов, Е.С. Резепова //Инфокоммуникационные технологии. – 2017. – Т. 15, № 3. – Р. 217-225.

О.В. Осипов<sup>1</sup>, И.Ю. Бучнев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

### **ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ ОТ СТРУКТУРЫ «КИРАЛЬНЫЙ СЛОЙ-СВЕРХПРОВОДЯЩИЙ СЛОЙ»**

Современный этап развития метатехнологий связан с теоретическим и экспериментальным исследованием новых искусственных композиционных структур, обладающих уникальными свойствами взаимодействия с электромагнитным излучением.

В данной работе построена приближенная электродинамическая модель многослойной структуры с киральным и сверхпроводящим слоем. На основе указанной структуры могут создаваться высокоточные частотно-селективные поляризационные датчики СВЧ. Предлагаемая электродинамическая модель базируется на использовании математического аппарата приближенных граничных условий импедансного типа для композиционной структуры. Ранее подобные условия применялись для анализа киральных [1] и сверхпроводящих структур [2] в отдельности. В данной работе впервые получены односторонние приближенные граничные условия (ОПГУ) для тонкой структуры «киральные слой-сверхпроводящий слой», которые связывают между собой векторы электромагнитного поля в области над композиционной структурой через геометрические и электрофизические параметры кирального и сверхпроводящего слоев. Полученные ОПГУ справедливы в случае, когда толщины кирального и сверхпроводящего слоев гораздо меньше длины волны, что практически всегда реализуется на практике.

С использованием полученных граничных условий в аналитическом виде решена задача об отражении плоской электромагнитной волны линейной поляризации от двухслойной структуры «киральные слой-сверхпроводящий слой». В работе получены формулы для коэффициентов отражения основной и кросс-поляризованной компонент электромагнитного поля и рассчитаны их зависимости от геометрических и электрофизических параметров двухслойной структуры. В результате анализа численных результатов были определены режимы работы структуры, соответствующие максимальному отражению основной и кросс-поляризованной компонент поля падающей волны.

1. Неганов В.А., Осипов О.В. Отражающие, волноведущие и излучающие структуры с киральными элементами — М.: Радио и связь, 2006. — 280 с.

2. Кравченко В.Ф. Электродинамика сверхпроводящих структур — М.: Физматлит, 2006. — 280 с.

Н.Т. Сейфуллаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТА ОТРАСЛИ СВЯЗИ**

Данная работа посвящена анализу пожарной безопасности с целью раннего обнаружения возгорания на объекте отрасли связи.

Показана эффективность обнаружения пожара различными извещателями. Очевидно, что аспирационный дымовой пожарный извещатель превосходит свои аналоги, так как позволяет обнаружить возгорание на более ранней стадии [1].

Приводится пример аспирационной системы пожарной сигнализации.

При проектировании по обычной схеме возможно использование нормативных требований, предъявляемых к обычным дымовым пожарным извещателям. При этом один аспирационный датчик способен контролировать возникновение пожара на площади до 2000 м<sup>2</sup>. Наибольший эффект от применения аспирационных извещателей достигается в первую очередь в помещениях, в которых обнаружение зарождающегося пожара может нанести непоправимый вред дорогостоящему оборудованию и хранимой информации —

серверные помещения, комнаты размещения активного кроссового оборудования, АТС [2]. Во-вторых, это помещения сложной пространственной конфигурации — склады, аккумуляторные, пространство за фальшполом при прокладке в нем различных кабельных трасс.

Приводится блок-схема системы извещателя, отражается конструкция аспирационного дымового извещателя.

Проектируемая система на базе дымового аспирационного извещателя состоит из электронного блока анализа воздушного потока и сети всасывающих трубок. Установленный в электронном блоке высокоскоростной вентилятор (аспиратор) обеспечивает непрерывную подачу контролируемого воздуха в датчик.

Предложен вариант плана трасс структурированной кабельной сети. Структурированная кабельная сеть (СКС) предназначена для обмена информацией между пользователями и связи различного офисного оборудования, а также для обеспечения сотрудников внутренней связью с выходом на городскую телефонную сеть. Для сети связи проложена линейная часть кабелем UTP категории 5е.

В качестве аппаратуры сети пожарной сигнализации предусмотрены прибор приёмно-контрольный "ВЭРС-ПК-2" и прибор приёмно-контрольный (ПКП) «Контакт GSM-5». Передача оповещений о событиях, данных и команд осуществляется по каналу сотовой связи стандарта GSM с помощью «службы коротких сообщений» (SMS) на пульт централизованного наблюдения.

1. Рекомендации по проектированию систем пожарной сигнализации с использованием аспирационных дымовых пожарных извещателей серий LASD и ASD [Текст] / ФГУ ВНИИПО МЧС России – 2006.

2. Терещнев В.В., Промышленные здания и сооружения. Противопожарная защита [Текст] / В.В. Терещнев, Н.С. Артемьев, Д.Н. Корольченко и др. // М.: «Пожнаука» – 2006. – 410 с.

Н.Т. Сейфуллаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

## РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

Предметом проведения расчета пожарного риска является центр торговли. Исходные данные для проведения расчета приняты по данным технического паспорта БТИ и по фактическим обмерам.

Здание II степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности — С0, класс функциональной пожарной опасности — Ф3.1 (торговые помещения), Ф 4.3 (офисные помещения).

Здание 4-х этажное с подвальным (техническим этажом) и крышной котельной над перекрытием 4-го этажа. Размеры здания в осях 30,0 х 42,0 м. Высота подвала — 3,00 м, высота 1-го этажа — 3,60 м, 2-го этажа — 4,20 м, 3-го и 4-го — 3,60 м. Здание каркасное с монолитными железобетонными колоннами и перекрытиями.

Эвакуация из подвального этажа осуществляется через четыре эвакуационных выхода непосредственно наружу. Эвакуация с надземных этажей возможна по трем лестницам типа Л1.

Величина индивидуального пожарного риска  $Q_v$  определяется по методике:

$$Q_v = Q_n \cdot (1 - K_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_э) \cdot (1 - K_{п.з})$$

где  $Q_n$  — частота реализации пожароопасных ситуаций ( $Q_n = 4,00 \times 10^{-2}$  определена ранее);  $K_{ап}$  — вероятность срабатывания системы пожаротушения ( $K_{ап} = 0,9$  определена ранее);  $P_{пр}$  — вероятность присутствия людей на объекте в течении суток,  $P_{пр} = t_{функц}/24$ , где  $t_{функц}$  — время нахождения людей в здании в часах, следовательно  $P_{пр} = 12/24 = 0,5$  принято время работы 12 часов в сутки.

$P_э$  — вероятность эвакуации, в соответствии с методикой,  $P_э = 0,999$ , если выполняется условие  $t_p + t_{пэ} \leq 0,8 * t_{бл.}$ , и  $t_{ск}$  не превышает 6 минут.

1. Федеральный закон № 184 от 27 декабря 2002г. [Текст] / "О техническом регулировании"

2. Федеральный закон № 123 от 22 июля 2008г. [Текст] / "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

### Авторский указатель - Author's index

Абдрахманова А.О.....	325	Брянцева К.П.....	302
Абдрахманова Г.И. 60, 128, 134		Бузов А.Л.....	219, 231
Абрамов В.А. ....	261	Бузова М.А. ....	220, 227
Абухадма Л.Т.К. ....	197	Буранова М.А.....	53
Аверьянова А.Н. ....	203	Бурдин А.В.....	160, 181
Аدرانова А.Б. ....	234	Бурдин В.А.....	20, 160, 181
Азарникова Т.А.....	35	Бучнев И.Ю.....	423, 427
Айтимов А.С. ....	29	Васин Н.Н.....	50, 256, 272
Аккужин Р. Р.....	60, 128	Вержаковская М.А.....	72, 257
Акпер Т.Д. ....	301	Виноградова И.Л. ....	179
Аксенова Д.К.....	380	Волков К.А. ....	160, 186
Алексеев А.П.....	238	Воронков А.А.....	183, 254
Алексеев В.Н.....	169, 171, 173	Воронков Г.С. ....	132
Алиев А.М.....	385	Воронкова А.В. ....	132
Аманбаев Н.Ж.....	283	Габдулхаков И.М. 162, 164, 167	
Аминова Р.Р. ....	122	Гайдук А.Е. ....	263
Андреев В.А. ....	183, 254	Галеев Р.Ф. ....	83
Аронов В.Ю. ....	72, 257	Герасимов И.А. ....	219
Аронов С.Ю. ....	219	Гилязов И.И.....	199
Архипов П.А. ....	66, 140	Гладких А.А. ....	32
Архипова О.Н.....	66, 142	Глушак Е.В.....	144, 148
Аршинов Н.С. ....	176	Грахова Е.П.....	134
Асаад Я.И. ....	118	Гребешков А.Ю. ....	74
Афонин Ю.А. ....	252	Григоров И.В.....	184
Ахметов Б.С. ....	234	Губарева О.Ю. ....	237
Ахтямов Ш.Р. ....	60, 128	Гусманова М.С.....	371
Ашикпаева С.И. ....	351	Дашков М.В. 186, 188, 190, 265	
Бадалов В.В. ....	225	Дедиков Н.И.....	188
Баяхов А.Н.....	417	Денисенко П.Е. ....	171, 173
Баяхов А.Н.....	29	Денискова А.О. ....	82
Бектилезов А.Ю.....	320	Диденко И.Л.....	330
Белов А.С.....	126	Димов Э.М.....	302, 314
Белый Н.В.....	44	Донсков Д.П. ....	256
Бельгибаев Б.А.....	396	Дорощенко И.В.....	220
Бельская Н.М. ....	112	Дусталиева С. М. ....	336
Беспалов А.Н.....	225	Ерофеева Н.А. ....	86
Бондаренко А.И. ....	70	Есенбекова А.Э.....	358
Брагин А.В.....	68	Жамангарин Д.С. ....	368

Жданов Р.Р. ....	61, 129	Куликов В.Е. ....	173
Журкин А.В. ....	144	Куляс О.Л. ....	86, 88
Заболотов В.А. ....	37	Курмакаев П.А. ....	272
Зайдуллин Ш. В. ....	58	Курсакова М.С. ....	48
Захарова О.И. ....	301	Кыдыралина Л.М. ....	234
Зуев А.В. ....	146	Лабжинов А.Н. ....	190
Иваненко В.А. ....	169, 171, 173	Лаврушев В.Н. ....	199
Иванченко А.Я. ....	56	Лахно В.А. ....	234
Иксанов С.Ш. ....	408	Лосева Е.Л. ....	304
Иманбаева Г.Х. ....	330	Лукина М.В. ....	90
Имангалиева А.Н. ....	377	Майоров А.Г. ....	208
Исмагилова А.Р. ....	40, 42	Максотова А.М. ....	417
Кабасова А.К. ....	285	Маслов О.Н. 203, 209, 245, 259, 261, 312, 314	
Казаров В.А. ....	169, 171	Махамбетова А.М. ....	294
Караулова О.А. ....	76, 241	Медведев Е.В. ....	50
Каримов Р.Р. ....	132	Мешков И.К. ... 35, 48, 136, 138, 176	
Карманов А.С. ....	193	Минкин М.А. ....	231
Карташевский В.Г. ....	114	Мисбахов Р.Ш. ....	169, 171, 173
Кваде Е.А. ....	299	Мифтахова А.А. ....	92, 310
Киреева Н.В. ....	76, 95, 241	Мишин Д.В. ....	32, 184
Кириянцев А.С. ....	78, 81	Мишутина П.Г. ....	95
Кириянцева Н.А. ....	78, 81	Моисеева С.В. ....	250
Киселев А.А. ....	108	Моисеева Т.В. ....	269
Клещев А.А. ....	148	Морозов Г.А. ....	277
Клюев Д.С. ....	206	Морозов О.Г. 22, 160, 162, 164, 167, 169, 171, 173	
Козлов С.В. ....	126	Морозов С.В. ....	211
Козлова О.С. ....	82	Мосина В.В. ....	419
Коньжева Н.В. ....	267	Мочалов В.В. ....	201
Копылов Д.А. ....	223, 229	Мусина Ж.А. ....	417
Коршунов С.А. ....	206	Мусина Н.М. ....	328
Красильников А.Д. ....	220	Надеев А.Ф. ....	56
Крюкова А.А. ....	318	Назин В.Ю. ....	225
Кубанов В.П. ....	152	Ндреманиназафу Р.У.А. ....	120
Кудряшов А.А. ....	281	Нешерет А.М. ....	206, 225
Кузнецов А.А. ....	160, 169, 171, 173	Николаева А.Н. ....	134
Кузнецов М.В. ....	44, 83, 243	Никулин В.В. ....	396
Кузнецов Я.М. ....	47		
Кузьмин Е.В. ....	316		

Нурсев И.И. ....	169, 171, 173	Степанова Н.В. ....	154, 156
Нурманалиева А.С. ....	296	Стефанова И.А. ....	37, 68, 78
Оренбургова О.Е. ....	96	Султанов А.Х. ....	24, 61
Осипов О.В. 217, 237, 250, 423, 427		Сутягин К.А. ....	106, 108
Панин Д.Н. ....	215	Сутягина Л.Н. ....	70, 96
Парамонов А.А. ....	271	Сухова Е.А. ....	110
Пестовский К.И. ....	229	Табаков Д.П. ....	208
Петрухин А.А. ....	98	Табылдиев С.К. ....	320
Писарев М.А. ....	243	Тажжұран Айнұр Ерланкызы .....	393
Платонова О.О. ....	100	Тарасов В.В. ....	88
Поминов М.А. ....	188	Телегин С.С. ....	223
Попов Б.В. .... 101, 192, 193		Тимофеев А.Л. ....	24
Попов В.Б. .... 101, 192, 193		Тлявлин А.З. ....	40, 42
Прошечкина Н. В. ....	158	Топоркова Л.В. ....	213
Пугин В.В. ....	237	Травин Р.И. ....	51
Пуртов В.В. .... 169, 171		Троицкая М.К. ....	217
Рахимов Д.Р. ....	56	Тухватуллов И.Р. ....	124
Рахметов Т. Х. ....	334	Умаров А.А. ....	396, 408
Росляков А.В. ....	150	Усенко Ю.О. ....	61, 129
Ротенштейн И.В. ....	47	Уточкина Д.А. ....	112
Рубис А.А. .... 229, 231		Уточкина М.А. ....	112
Ружников В.А. ....	152	Фазылов Л. И. ....	333
Рыжкова Е.А. ....	308	Фазылов Л.И. ....	126
Савичев В.Д. ....	103	Фасхутдинов Л.М. ....	171, 173
Садыков Р.С. .... 417, 419		Фёдоров И.В. ....	103
Садыков Р.С. ....	320	Федорова А.А. ....	61, 129
Салдаев С.В. ....	227	Феофилактов С.В. 169, 171, 173	
Салейкина Ж.Е. ....	104	Филимонов А.А. ....	104, 114
Сарекенова А.С. ....	387	Фролова М.А. ....	245
Сахабутдинов А.Ж. .... 22, 169, 171, 173		Хаджиева С.В. ....	116
Сейфуллаев Н.Т. .... 428, 430		Хазиев И.Л. ....	247
Сэбиткызы А. ....	296	Хайруллин Т. Н. ....	158
Сивков В.С. ....	275	Хасаншин И.А. ....	279
Слипенчук К.С. ....	104	Хибатова Г.Я. ....	134
Смирнов С.В. ....	277	Хисамова Г.И. ....	138
Соколова Ю.В. ....	206	Чингаева А.М. ....	51
Спирина Е.А. ....	122	Чони Ю.И. ....	197, 201
		Шаталов И.С. ....	203, 209, 261

Шилкина М.В.....	272	Юдаков А.М.....	160, 195
Шкитин Н.А. ....	136	Юкласов К.А. ....	261
Щербакова К.А. ....	190	Яблочкин К.А.....	160, 195
Эргашева Д.Р.....	53	Янтилина Л.З.....	179

**«Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» ПТиТТ-2018. Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» (Республика Казахстан, г. Уральск: КазИИТУ, 16-18 мая 2018 года). — Уральск: КазИИТУ, 2018 — 434 с.**

Верстка – Морозов С.В.

Издательство НОК «КазИИТУ». Адрес редакции: 090006, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. М.Маметовой, д.81, НОК «КазИИТУ». Тел./факс: 8 (7112) 54-58-84. Подписано в печать: 04.06.2018. Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 23,24. Тираж 100 экз.