

IX

АПИНО

ICAIT

9<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFOTELECOMMUNICATIONS ICAIT 2020

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»



# СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

26–27 ФЕВРАЛЯ 2020 ГОДА

[APINO.SPBGUT.RU](http://APINO.SPBGUT.RU)

АПИНО  
ICAIT9<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFOTELECOMMUNICATIONS ICAIT 2020IX МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»**Научные направления:**

- Радиотехнологии в связи
- Инфокоммуникационные сети и системы
- Информационные системы и технологии
- Теоретические основы радиоэлектроники
- Цифровая экономика и управление в связи
- Гуманитарные проблемы информационного пространства
- Сети связи специального назначения

**Генеральный партнёр:**

ООО «Т8»

**Партнёры:**

Ростелеком

ПАО «Ростелеком»



МЕГАФОН

ПАО «МегаФон»



ООО «Сертек»

АРГУС  
НТЦ

ООО «НТЦ АРГУС»

специальные  
СИСТЕМЫ  
ФОТОНИКА

ООО «Специальные Системы. Фотоника»

**Информационные партнёры:**журнал  
«Труды учебных заведений связи»НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
ИНФОРМАЦИЯ  
КОСМОСжурнал  
«Информация и космос»**Информационная поддержка:**электронный журнал «Информационные  
технологии и телекоммуникации»

26–27 ФЕВРАЛЯ 2020

APINO.SPBGUT.RU

УДК 001:061.3(082)  
ББК 72 А43

**Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании.** IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. / Под. ред. С. В. Бачевского; сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 4. 503 с.

#### ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

##### Председатель

*Бачевский С. В.*, доктор технических наук, профессор, ректор СПбГУТ (Россия)

##### Заместитель председателя

*Шестаков А. В.*, доктор технических наук, ст. науч. сотрудник, проректор по научной работе СПбГУТ (Россия)

##### Ответственный секретарь

*Владыко А. Г.*, кандидат технических наук, member IEEE, директор научно-исследовательского института технологий связи СПбГУТ (Россия)

##### Члены программного комитета

*Yevgeni Koucheryavy*, professor, Ph. D., Senior member IEEE, Department of Electronics and Communication Engineering Tampere University of Technology (Finland)

*Tina Tsou*, Liaison rapporteur Huawei Technologies, editor positions in ITU-T, IETF and ETSI, Huawei (China)

*Matthias Schnöll*, professor, Ph. D., Fachbereich Elektro-technik, Anhalt University of Applied Sciences (Germany)

*Hyeong Ho Lee*, Ph. D. in Electrical Engineering, Vice President of IEEK (Institute of Electronics Engineers of Korea), ETRI (Korea)

*Edison Pignaton de Freitas*, professor adjunto, Ph. D., Federal University of Rio Grande do Sul (Brasil)

*Andrej Kos*, professor, Ph. D., University of Ljubljana (Slovenia)

*Janusz Pieczerak*, M. Sc., Orange Labs (Poland)

*Сеилов Ш. Ж.*, доктор технических наук, президент Казахской Академии Инфокоммуникации (Казахстан)

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

*Бузюков Л. Б.*, кандидат технических наук, профессор, декан факультета инфокоммуникационных сетей и систем СПбГУТ

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

*Колгатин С. Н.*, доктор технических наук, профессор, декан факультета фундаментальной подготовки СПбГУТ

*Сотников А. Д.*, доктор технических наук, доцент, декан факультета цифровой экономики, управления и бизнес-информатики СПбГУТ

*Шутман Д. В.*, кандидат политических наук, доцент, декан гуманитарного факультета СПбГУТ

*Гири В. А.*, полковник, начальник военного учебного центра СПбГУТ

#### ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ СПБГУТ, Россия

##### Председатель

*Маишков Г. М.*, доктор технических наук, профессор, первый проректор–проректор по учебной работе

##### Сопредседатель

*Алексеев И. А.*, кандидат педагогических наук, проректор по воспитательной работе и связям с общественностью СПбГУТ (Россия)

##### Ответственный секретарь

*Аникевич Е. А.*, кандидат технических наук, начальник отдела организации научно-исследовательской работы и интеллектуальной собственности

##### Члены организационного комитета

*Ивасишин С. И.*, директор департамента организации и качества образовательной деятельности

*Петров Н. М.*, директор административно-хозяйственного департамента

*Чистова Н. А.*, директор финансово-правового департамента

*Елагин В. С.*, кандидат технических наук, начальник управления организации научной работы и подготовки научных кадров

*Казаков Д. Б.*, начальник управления информатизации – заместитель проректора по информатизации

*Григорян Г. Т.*, начальник управления маркетинга и рекламы

*Зыкова Н. В.*, начальник управления информационно-образовательных ресурсов

*Карташова Н. И.*, главный специалист отдела организации научно-исследовательской работы и интеллектуальной собственности

В научных статьях участников конференции исследуются состояние и перспективы развития мирового и отечественного уровня ИТ и телекоммуникаций. Предлагаются методы и модели совершенствования научно-методического обеспечения отрасли связи и массовых коммуникаций.

Предназначено научным работникам, аспирантам и студентам старших курсов телекоммуникационных и политехнических вузов, инженерно-техническому персоналу и специалистам отрасли связи.

##### Научное издание

Литературное редактирование,

корректур Е. А. Аникевич

Оформление Г. И. Юрьев

Верстка Е. М. Аникевич

Подписано в печать 02.11.2020.

Вышло в свет 30.11.2020. Формат 60×90 1/8.

Уст. печ. л. 31,44. Заказ № 068-ИТТ-2020.

пр. Большевиков, д. 22, корп. 1.

Россия, Санкт-Петербург, 193232

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Сети связи специального назначения	<b>5</b>	Special-Purpose Communication Networks
Проблемы образовательных процессов	<b>219</b>	Problems of Educational Processes
Результаты научных исследований	<b>422</b>	Results of Scientific Research
Аннотации	<b>460</b>	Annotations
Авторы статей	<b>484</b>	Authors of Articles
Авторский указатель	<b>502</b>	The Author's Index

## СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

УДК 47.61  
ГРНТИ 654.026

### ПРОБЛЕМА МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ СЕТЬЮ СВЯЗИ УСЛУГ ВНЕШНИМИ СПЕЦПОТРЕБИТЕЛЯМИ

**В. В. Алашеев, Е. В. Вершенник, А. Е. Глазов**

Военная академия связи им. Маршала Советского союза С. М. Буденного

*В статье излагаются предложения по обеспечению реализации внешнего, независимого и объективного контроля за качеством предоставляемых услуг потребителями услуг связи без остановки любого элемента сети, без применения специальных средств измерения, в условиях всех воздействующих факторов.*

*мониторинг, контроль качества, качество обслуживания.*

В настоящее время в развитии отрасли связи доминируют следующие тенденции, оказывающие влияние на ее правовое и технологическое регулирование:

1. Либерализация – снижение уровня государственного регулирования деятельности операторов связи в части постепенного отказа от регулирования тарифов, определения недискриминационного доступа к ресурсам сетей и приватизации инфраструктуры. Основная цель – поощрение развития конкурентной среды телекоммуникационных услуг.

2. Конвергенция – снижение роли технологии предоставления в определении услуги связи для конечного пользователя, что обусловлено, в основном, технологическим развитием оборудования отрасли.

3. Опережающее развитие сетей подвижной связи и Интернета – отражает рост роли информации в социуме в сочетании с бурным развитием инфокоммуникационных технологий. Эта тенденция приводит к резкому повышению коммуникативной доступности индивидуума и визуализации коммуникаций. Как следствие – рост нагрузки на транспортные сети из-за

увеличения ширины полосы пропускания, доступной абонентам (ежегодно полоса пропускания каналов доступа активных абонентов увеличивается не менее чем в 2 раза) [1].

Ускоренные темпы научно-технического прогресса, все увеличивающееся разнообразие услуг, технологий и средств связи, несомненно, актуализируют проблему контроля качества предоставляемых операторами связи услуг внешними спецпотребителями [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Современный подход к регулированию качества услуг связи в РФ изложен в серии государственных стандартов:

ГОСТ Р 53724-2009. Качество услуг связи. Общие положения;

ГОСТ Р 53632-2009. Показатели качества услуг доступа в Интернет. Общие требования;

ГОСТ Р 53725-2009. Качество услуги «Междугородная телефонная связь». Показатели качества;

ГОСТ Р 53726-2009. Качество услуги «Международная телефонная связь». Показатели качества;

ГОСТ Р 53727-2009. Качество услуги «Местная телефонная связь». Показатели качества;

ГОСТ Р 53728-2009. Качество услуги «Передача данных». Показатели качества;

ГОСТ Р 53729-2009. Качество услуги «Предоставление виртуальной частной сети (VPN)». Показатели качества;

ГОСТ Р 53730-2009. Качество услуги «Предоставление каналов связи в аренду». Показатели качества;

ГОСТ Р 53731-2009. Качество услуг связи. Термины и определения;

ГОСТ Р 53732-2009. Качество услуг сотовой связи. Показатели качества;

ГОСТ Р 55542-2013. Управление качеством услуг связи. Мониторинг качества услуг связи;

ГОСТ Р 55543-2013. Управление качеством услуг связи. Общие положения;

ГОСТ Р 56087.3-2014. Качество услуг связи. Нормативные значения показателей качества услуг связи на этапах взаимодействия с потребителем;

ГОСТ Р 56087.1-2014. Система национальных стандартов в области качества услуг связи. Методика проведения испытаний с помощью контрольных вызовов;

ГОСТ Р 56088-2014. Качество услуги. «Услуга по предоставлению местной телефонной связи с использованием таксофонов». Показатели качества;

ГОСТ Р 56089-2014. Качество услуг Внутрислоновая телефонная связь. Показатели качества;



Под объектом измерения будем понимать функционирующую сеть связи с множеством параметров, а именно: количество узлов, связность, качество линий связи, тип маршрутизации, параметры протоколов, требуемая вероятность битовой ошибки  $P_{\text{ош}}$ .

В непрерывно функционирующей сети, в реальных условиях эксплуатации передают и принимают тестовую последовательность между парой корреспондирующих абонентов при максимальной скорости передачи  $V_{\text{max пер}}$ . Тестовая последовательность содержит бинарную последовательность случайных чисел, с равномерным законом распределения.

Далее обнаруживают битовые ошибки и подсчитывают их количество.

Рассчитывают вероятность битовой ошибки  $P_{\text{ош}}$  тестовой последовательности на сети связи (рис. 2). Периодичность ( $T_{\text{изм}}$ ) проведения измерений вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош}}$  при максимальной скорости передачи  $V_{\text{max пер}}$  может быть выбрана в соответствии с [10, 11, 12, 13, 14].

Принятая с ошибкой  
тестовая  
последовательность,  
состоящая из  $K$  Бит

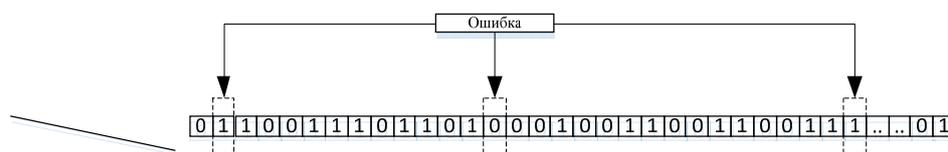


Рис. 2. Пример принятой тестовой последовательности с ошибкой

Далее запоминают в двумерную матрицу  $M$  значения вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош}}$  тестовой последовательности на информационном направлении.

Матрица есть совокупность данных, каждое значение которых зависит от его местоположения в строке и в столбце, каждый элемент матрицы описывается как  $A(i,j)$ , где:  $A(i,j)$  – значение элемента матрицы;  $A$  – имя матрицы;  $i$  – номер строки, характеризующий значение времени проведения измерений вероятности битовой ошибки;  $j$  – номер строки, характеризующий значение вероятности битовой ошибки.

Сравнивают значения требуемой вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош тр}}$  со значениями вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош}}$  тестовой последовательности, если значения вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош}}$  совпадают или меньше значения требуемой вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош тр}}$ , то сеть связи удовлетворяет требованиям заданного качества услуг для заданной пары корреспондентов и формируется сигнал, подтверждающий качество предоставляемых услуг связи, если значения вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош}}$  выше значения требуемой вероятности битовой ошибки  $P_{\text{ош тр}}$ , то формируется сигнал о несоответствии качества предоставляемых услуг связи.

Таким образом, в предлагаемом решении обеспечивается реализация потребителями услуг связи внешнего, независимого и объективного контроля за качеством предоставляемых услуг без остановки любого элемента

сети, без применения специальных средств измерения, в условиях всех воздействующих факторов.

#### Список используемых источников

1. Иванов О. А. Контроль качества услуг – новый ориентир развития сотовой связи России // Век качества. 2014. № 4. С. 8–12.
2. Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Закалкин П. В. Мониторинг корпоративных сетей // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2016. № 1 (13). С. 70–74.
3. Федоров В. Г., Вершенник А. В., Попова А. В., Стародубцев Ю. И. Обеспечение заданного качества обслуживания приоритетного трафика в многооператорных информационно-телекоммуникационных сетях // Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. 2017. С. 456–459.
4. Ахмадиев И. Р., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Закалкин П. В. Предложения по совершенствованию системы мониторинга информационно-телекоммуникационных сетей региона // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2019. № 2 (34). С. 145–148.
5. Шостак Р. К., Лепешкин О. М. Актуальность развития сетевого контроля защищенности информационных систем // Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 190–192.
6. Вершенник Е. В., Вершенник А. В., Львова Н. В., Стародубцев Ю. И. Предложения по повышению эффективности функционирования комплексов мониторинга // Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. 2017. С. 423–426.
7. Иванов Н. А., Иванов С. А., Краснов В. А., Стародубцев П. Ю., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В. Способ измерения разборчивости речи. Патент на изобретение RU 2620569, 26.05.2017. Заявка № 2016119183 от 17.05.2016.
8. Коцыняк М. А., Осадчий А. И., Коцыняк М. М., Лаута О. С., Дементьев В. Е., Васюков Д. Ю. Обеспечение устойчивости информационно-телекоммуникационных сетей в условиях информационного противоборства // Научно-исследовательский институт связи и автоматизации. Санкт-Петербург, 2014.
9. Алашеев В. В., Бегаев А. Н., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Давлятова М. А., Чеснаков М. Н., Стародубцев Ю. И. Способ внешнего контроля качества предоставляемых сетью связи услуг. Патент на изобретение RU 2669535, 11.10.2018. Заявка № 2017140025 от 16.11.2017.
10. Starodubcev U. I., Vershennik E. V., Balenko E. G. Method of monitoring the state of communication networks // 2019 International Science and Technology Conference "EastConf", EastConf 2019 2019. P. 8725400.
11. Стародубцев П. Ю., Стародубцев Ю. И., Вершенник Е. В., Чеснаков М. Н. Способ мониторинга состояния электрических сетей и сетей связи. Патент на изобретение RU 2646321, 02.03.2018. Заявка № 2017105612 от 20.02.2017.
12. Алашеев В. В., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Карпов А. В., Латушко Н. А., Чеснаков М. Н., Стародубцев Ю. И. Способ определения оптимальной периодичности контроля состояния технических средств и систем при минимальном времени получения результата. Патент на изобретение RU 2659374, 29.06.2018. Заявка № 2017137312 от 24.10.2017.

13. Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Стародубцев Ю. И. К вопросу об определении оптимальной периодичности контроля состояния объектов и процессов // Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях. Труды III Межвузовской научно-практической конференции. 2018. С. 206–209.

14. Синев С. Г., Сорокин М. А., Стародубцев П. Ю., Сухорукова Е. В. Способ определения оптимальной периодичности контроля состояния процессов // Патент на изобретение RU 2623791, 29.06.2017. Заявка № 2016102219 от 25.01.2016.

УДК 65.012.74  
ГРНТИ 49.01.85

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОСТРОЕНИЮ ПОДСИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА УЗЛА СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**В. А. Александров, Д. О. Алексеенко, А. В. Брыдченко, Д. С. Ванюгин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье сформулированы предложение по архитектуре подсистемы технической диагностики системы мониторинга узла связи специального назначения, которая состоит из множества независимых контроллеров мониторинга, каждый из которых взаимодействует с закрепленными за ним объектом мониторинга. Сформулированы предложение по организации сбора и хранения данных, а также предложения по построению программного модуля подсистемы технической диагностики системы мониторинга узла связи специального назначения.*

*узел связи, оперативное управление, оперативно-техническое управление, мониторинг.*

При построении подсистемы (ПТД) необходимо использовать ряд архитектур, позволяющих реализовать такую подсистему [1, 2].

Наиболее простым вариантом построения является непосредственного сбора данных (рис. 1). Она состоит из множества независимых КМ, каждый из которых взаимодействует с закрепленными за ним ОМ. КМ доставляет полученную информацию ПДМ. Такой подход требует настройки КМ

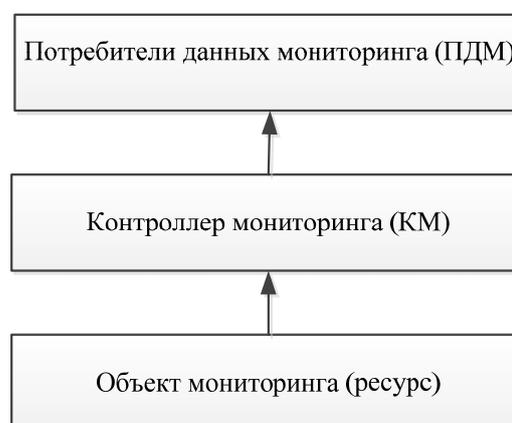


Рис. 1. Сбор данных мониторинга

на сбор данных мониторинга существенно затрудняет администрирование и согласованность работы отдельных элементов подсистемы.

Предлагаемый вариант предполагает построение ПТД как клиент-серверную, централизованную систему с выделенным сервером мониторинга обеспечивающем распределение заданий на сбор данных между КМ и доставку полученной информации ПДМ.

При таком подходе осуществляется централизованное управление КМ (рис. 2), обеспечивается их согласованная работа, а также формируется единая точка получения данных для ПДМ.

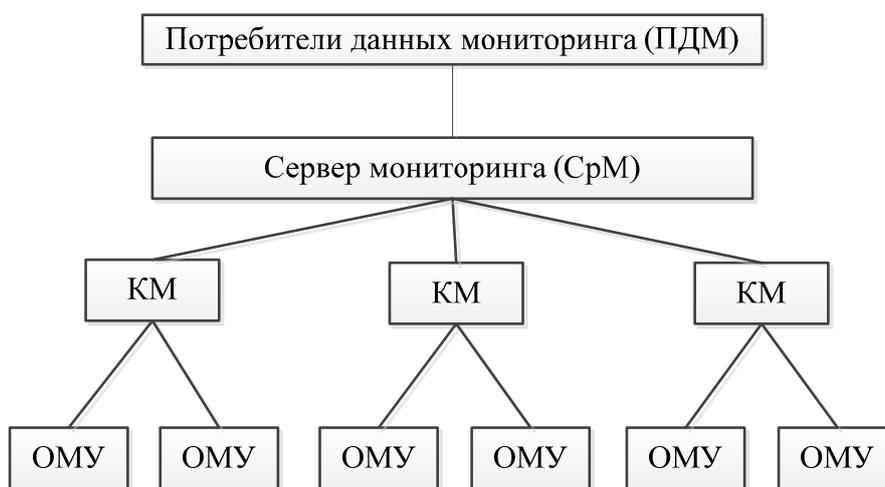


Рис. 2. Сбор данных мониторинга. Централизованный с выделенным сервером

С учетом особенностей построения УС СН, построение ПТД с единственным выделенным сервером создает излишнюю нагрузку на транспортную сеть, а также затрудняет предоставление данных мониторинга всем потенциальным потребителем (рис. 3).

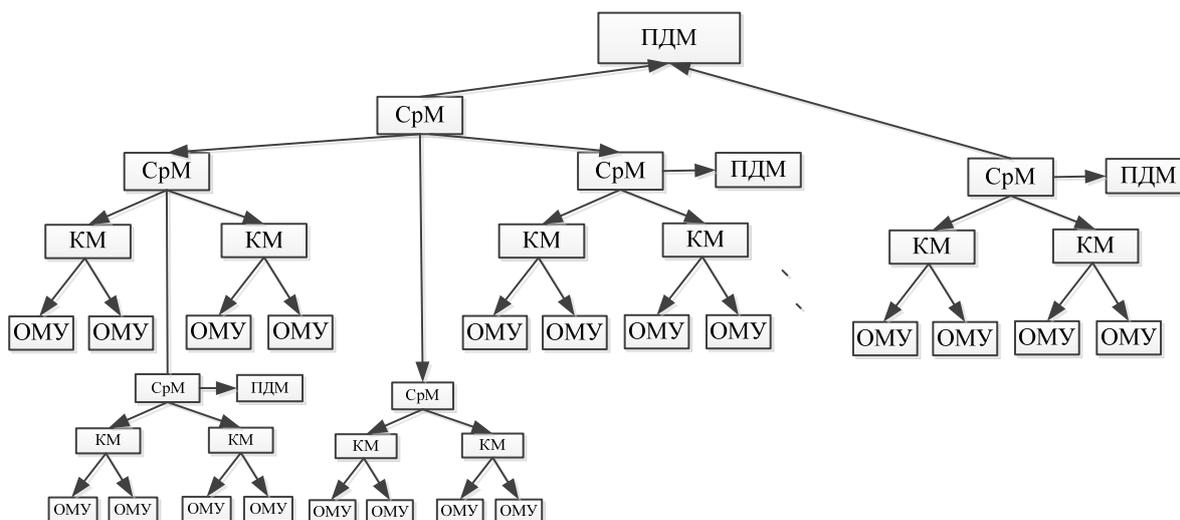


Рис. 3. Сбор данных мониторинга. Распределённая

Поэтому построение ПТД целесообразно осуществлять с учетом топологической структуры УССН, а именно для одного функционального элемента узла связи формировать одноранговую централизованную систему обеспечивая при этом взаимодействие с сервером мониторинга по принципу «старший-младший». Для унификации решения построения ПТД старшая система (старший СрМ) может рассматриваться как ПДМ, по отношению к младшей, тем самым сохраняя дисциплину обмена данными.

При построении ПТД достаточно важным является организация сбора данных, поступающих от различных источников данных из состава мониторируемых объектов (рис. 4).

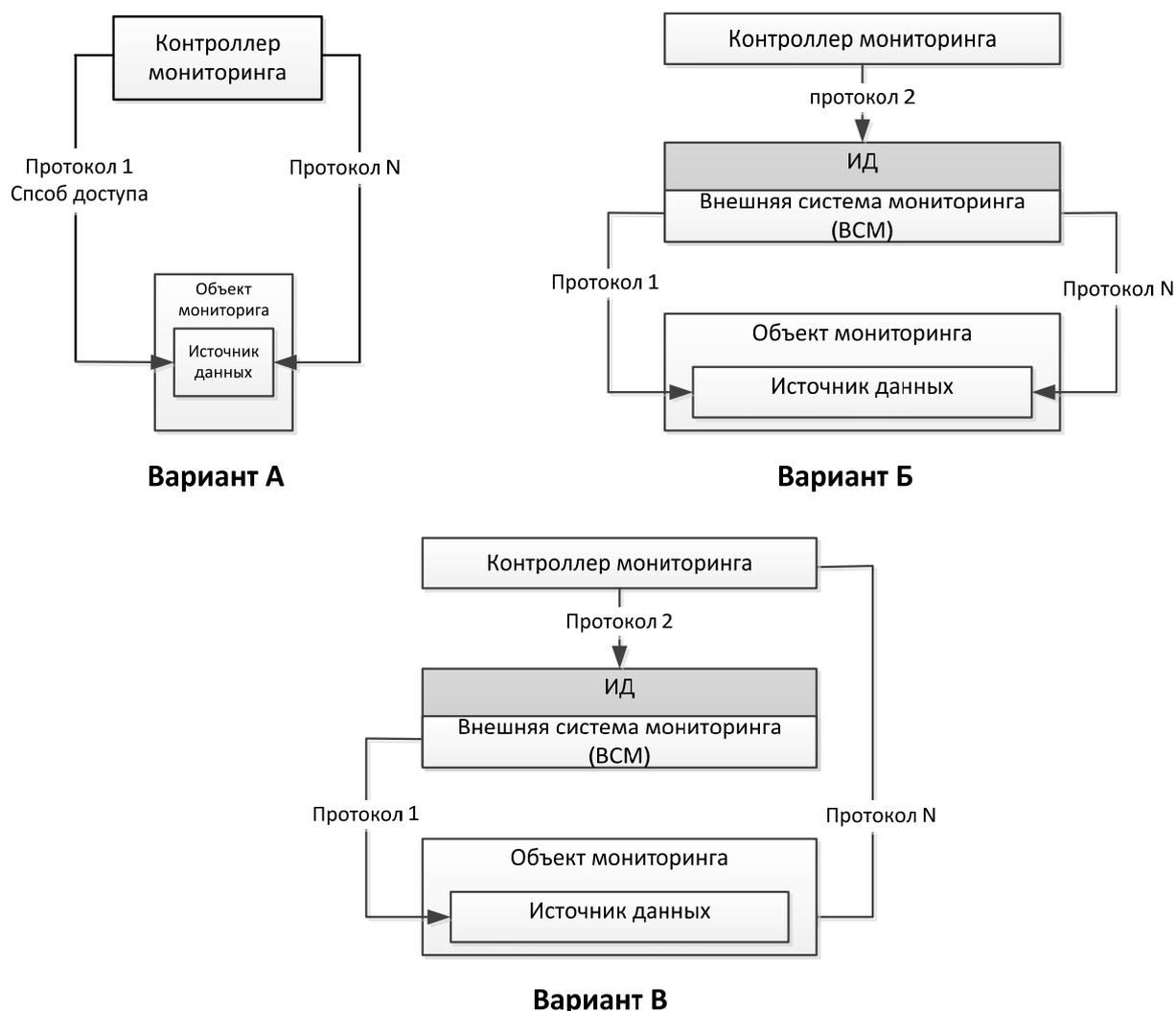


Рис. 4. Вариант сбора данных: а) от собственной системы мониторинга, б) от внешней системы мониторинга, в) комбинированный

При построении ПТД возможны следующие варианты организации сбора данных, учитывающие, что в качестве мониторируемых объектов могут выступать как непосредственно ОМ, так и внешние, по отношению

к подсистеме, системы мониторинга, осуществляющие сбор данных от закрепленных за ними телекоммуникационных и программных средств. Варианты организации сбора данных:

**Вариант А** – данные поступают на контроллеры мониторинга непосредственно от всех внутренних источников данных, относящихся к объекту мониторинга,

**Вариант Б** – данные поступают от внешней мониторирующей системы, которая ассоциируется с одним источником данным, предоставляющим всю информацию об одном или нескольких ОМ.

**Вариант В** – комбинированный вариант сбора данных при котором часть данных поступает от внешней мониторирующей системы, а часть от внутренних источников данных из состава ОМ.

На практике при построении ПТД могут использоваться все три варианта в зависимости от природы мониторируемых объектов и условий применения КМ (рис. 5).

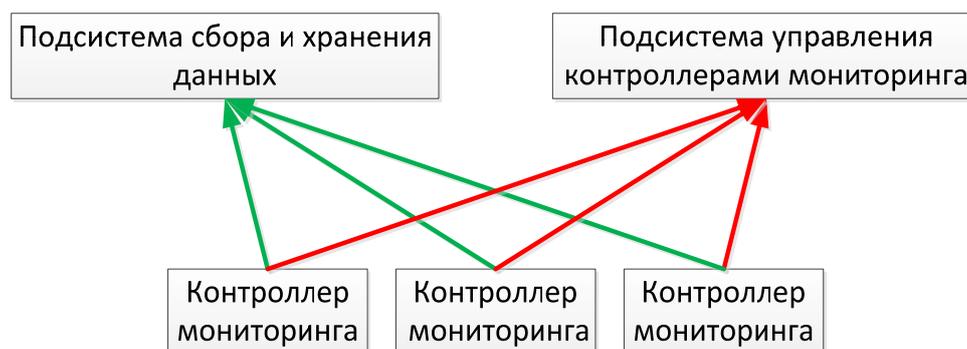


Рис. 5. Организации сбора и хранения данных ПТД

Системы сбора и хранения данных мониторинга должна создаваться как распределенная подсистема сбора данных от КМ и хранения этих данных, а также подсистема управления КМ. Схематично такая система сбора и хранения данных мониторинга представлена на слайде. В ней образуются два независимых информационных тракта – тракт сбора данных, поступающих от КМ, и тракт управления функционированием коллекторов данных.

Источники данных разных типов могут осуществлять информационный обмен по различным протоколам, использовать отличающиеся схемы аутентификации и дисциплины передачи данных – например, механизм получения данных по запросу или механизм извещений. Следовательно, невозможно создать универсальное решение по сбору данных от источников любого типа – для каждого типа источника должно существовать свое решение и его программная реализация, оформленная в виде отдельного модуля, собственно и учитывающая особенности источника конкретного типа.

КМ, осуществляющие информационный обмен с источниками первичных данных в интересах ПДМ, взаимодействуют с ИД строго определенных

типов, и изменение номенклатуры типов задается с помощью средств управления контроллерами. Соответственно, каждый КМ оперирует только теми программными модулями, которые необходимы для сбора данных от источников конкретного объекта, на котором он размещен. Такие модули – динамически подгружаемые модули сбора первичных данных (ДПМСПД) могут быть получены контроллером от средств управления совместно с необходимой для их использования конфигурацией.

На основании выше изложенного предлагается формировать ПТД на основе программного модуля ПТД.

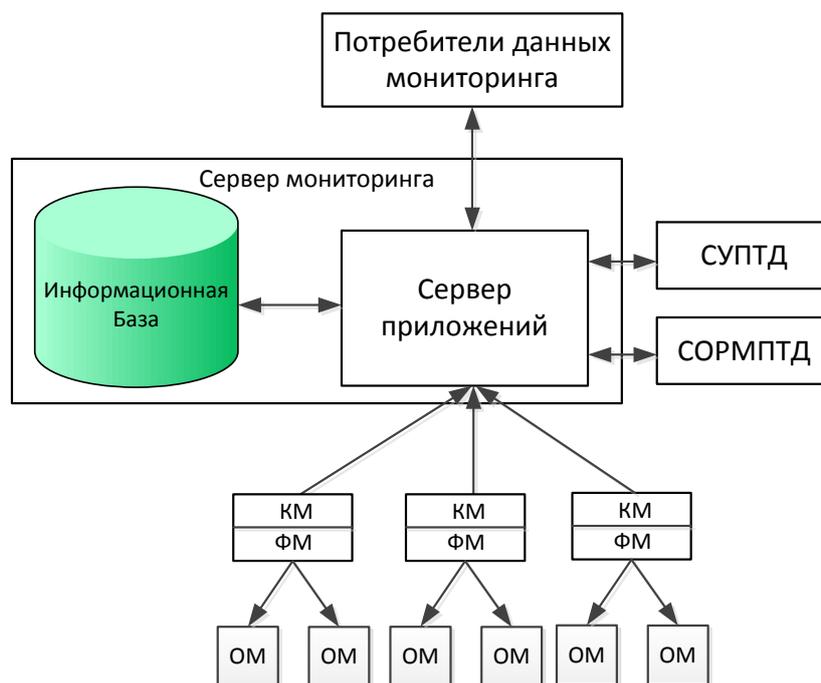


Рис. 6. Функциональная схема программного модуля ПТД

Функциональная схема ПМ подсистемы ТД представлена на рис. 6.

В его состав будут входить следующие программные компоненты:

- «Сервер мониторинга» (СрМ);
- «Контроллер мониторинга» (КМ);
- «Средство управления ПТД» (СУПТД);
- «Средство отображения результатов мониторинга ПТД» (СОРМ);
- «Наборы данных мониторинга» (НДМ).

База данных СрМ обеспечивает хранение и предоставление следующих сведений:

- учетные данные службы мониторинга (СлМ);
- первичные данные измерений от КМ;
- данные ретроспективного анализа.

СрМ обеспечивает передачу данных между элементами комплекса, хранение результатов мониторинга в БД и их ретроспективный анализ.

Для взаимодействия с СрМ используется набор функций, обеспечивающие возможность получения данных из ИХ, в том числе для взаимодействующих систем (потребителей).

Взаимодействующие системы могут получать ретроспективные результаты мониторинга, используя набор клиентских функций (используемый клиентским приложением комплекса), или в оперативном режиме, для чего при настройке ПК для отдельных вторичных параметров мониторинга указывается необходимость отправки их потребителям (подписчикам).

СрМ выполняет периодический опрос КМ и получает от них данные измерений. Если СрМ функционирует в открытом сегменте, он осуществляет передачу учетных сведений и данных мониторинга в закрытый сегмент согласно настройкам. СУПТД обеспечивает оператору возможность настройки СрМ – учетных сведений и заданий на сбор данных мониторинга. СОРМПТД предоставляет оператору возможность визуального контроля данных событийного и параметрического мониторинга (в том числе, данных ретроспективного анализа), получаемых от КМ.

КМ обеспечивает периодический опрос ОМ с целью получения первичных данных мониторинга для их дальнейшего преобразования во вторичные данные мониторинга и передачи СрМ.

Опрос ОМ осуществляется специализированными функциональными модулями (ФМ), входящими в состав КМ. В рамках КМ, исходя из задания сбора данных мониторинга, создаются экземпляры ФМ необходимых типов. ФМ назначаются задания сбора данных, полученные КМ от СрМ.

Процесс формирования заданий на основе НДМ и их передача ФМ показан на рис. 7.

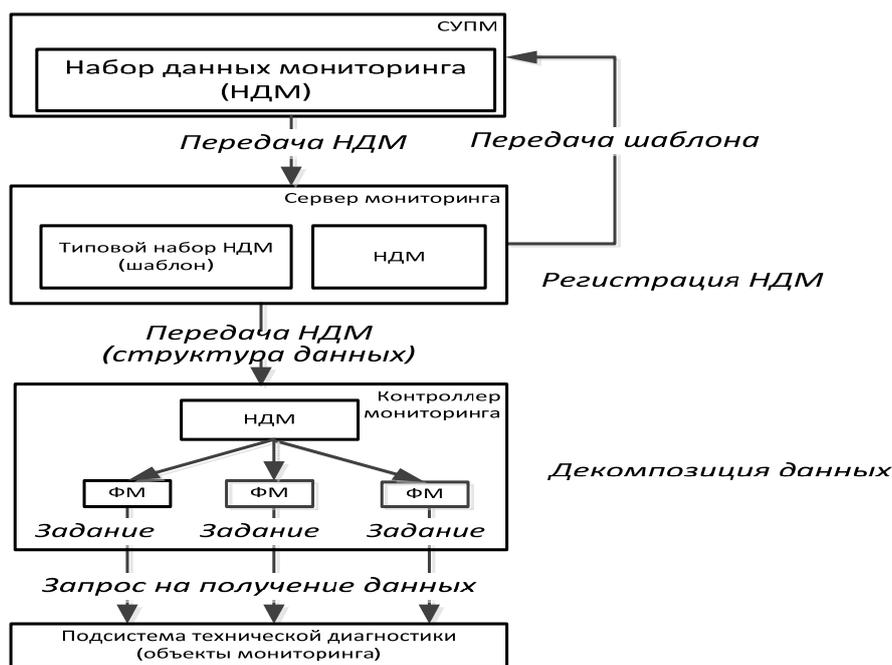


Рис. 7. Вариант построения программного модуля ПТД

Получаемые КМ задания на сбор данных состоят из структуры данных, описывающей множество параметров ОМ, которые должен собирать соответствующий ФМ, и набор функций, обеспечивающий преобразование первичных данных мониторинга.

После получения задания на сбор данных мониторинга, ФМ начинают выполнять периодический опрос ОМ, пересчет первичных данных мониторинга и передачу данных контроллеру.

С помощью СУПТД оператор обеспечивает занесение учетных сведений, настраивает задания на сбор данных для КМ после чего СрМ передает сформированные задания КМ. КМ проводят сбор первичных данных мониторинга, их преобразование во вторичные данные мониторинга и сохраняют результаты обработки в очередь, из которой СрМ забирает данные и помещает в БД. Из БД события могут передаваться, с использованием функций АРІ СрМ, получателям данных, в том числе – взаимодействующим системам (рис. 8).

СОСРМПТД производит периодический опрос СрМ и получает первичные и вторичные данные мониторинга, в отношении которых предоставляет возможность визуального контроля (отображения) в форме графиков и таблиц, также СОСРМ ПТД позволяет просматривать результаты ретроспективного анализа первичных и вторичных данных (данные ретроспективного анализа).

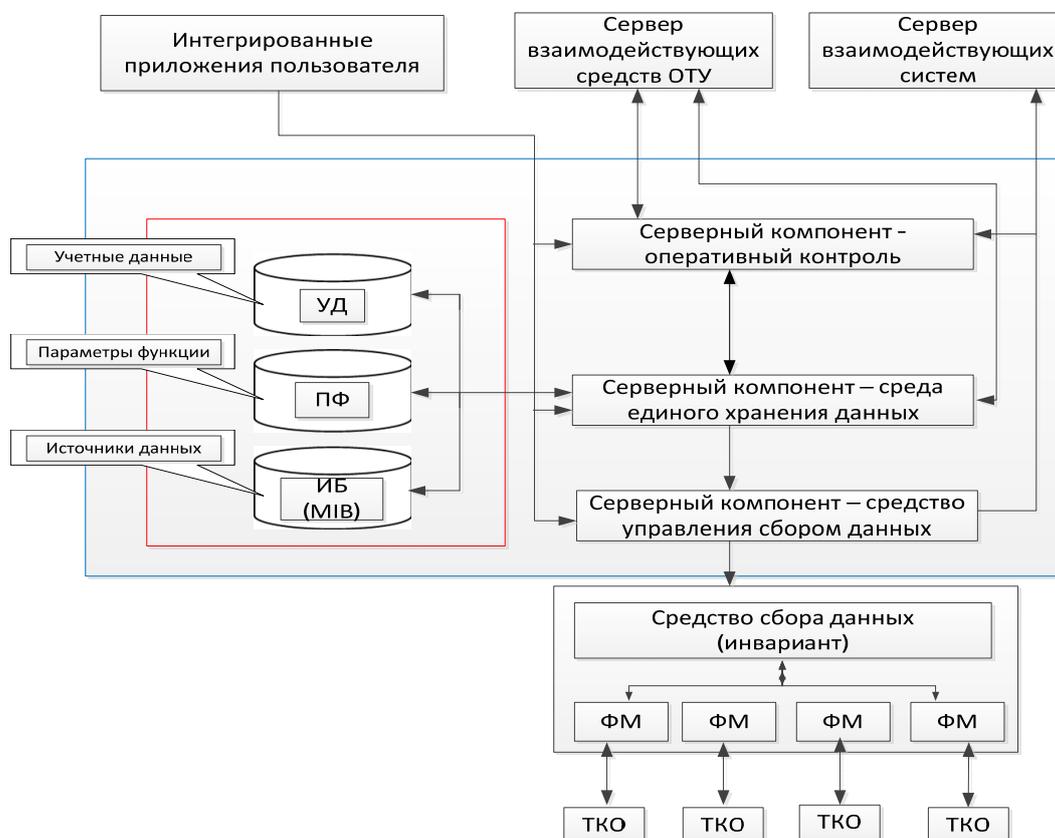


Рис. 8. Функциональное построение программного модуля ПТД

Таким образом, полученные результаты НИР «Эффективность» содержат методологические аспекты и программно-технические предложения, позволяющие проектировать СМ функционирования УССН на основе программно-аппаратных комплексов, логическая структура которых представлена слайде.

Предлагаемое решение характеризуется масштабируемость и гибкостью вычислительных мощностей, что позволяет унифицировать общий подход к построению СМ как УС так и систем связи в целом.

Введение аналитической подсистемы позволило возложить на СМ не только функции контроля, но и осуществлять прогнозирование поведения системы в том числе и до предотказного состояния.

Интеграция СМ и СППР позволит ДЛ УССН сократить цикл обнаружения отказа элемента УС и последующего принятия решения по реконфигурации ТКС.

#### Список используемых источников

1. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. 336 с.
2. Елманова Н., Федоров А. Введение в OLAP-технологии Microsoft. – М. : Диалог-МИФИ, 2002. 272 с.

УДК 654.739  
ГРНТИ 49.33.29

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ СВОЕВРЕМЕННОСТЬ ДЛЯ ПАРАМЕТРА КАЧЕСТВО СВЯЗИ

**В. А. Александров, Я. О. Малаев, М. А. Мирошник, О. В. Титова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье представлена математическая модель телекоммуникационной сети, которая представляет собой формализованное описание системы (или операции) на некотором абстрактном языке, например, в виде совокупности математических соотношений или схемы алгоритма, т.е. такое математическое описание, которое обеспечивает имитацию работы систем или устройств на уровне, достаточно близком к их реальному поведению, получаемому при натурных испытаниях систем или устройств. Предлагаемая математическая модель описывает телекоммуникационную сеть связи,*

*состоящую из абонентских пунктов, узлов коммутации, базовых станций и линий передачи. Позволяет рассчитывать параметры качества связи – надёжность, достоверность и своевременность.*

*узел связи, оперативное управление, оперативно-техническое управление, мониторинг.*

Математическая модель (ММ) представляет собой формализованное описание системы (или операции) на некотором абстрактном языке, например, в виде совокупности математических соотношений или схемы алгоритма, т. е. такое математическое описание, которое обеспечивает имитацию работы систем или устройств на уровне, достаточно близком к их реальному поведению, получаемому при натуральных испытаниях систем или устройств. Любая ММ описывает реальный объект, явление или процесс с некоторой степенью приближения к действительности. Вид ММ зависит как от природы реального объекта, так и от задач исследования [1, 2, 3].

Военная телекоммуникационная сеть путем соединения следующих топологических элементов: 1 – абонентские пункты (АП), 2 – узлы коммутации (УК), 3 – базовые станции (БС), 4 – линии передачи (ЛП), 5 – подвижные объекты (ПО).

Современные сети передачи данных, как правило, являются несимметричными с точки зрения скорости информации, передаваемой в сеть и получаемой от сети. Причин несимметричности Ethernet трафика может быть много: несимметричность промежуточных интерфейсов (например, xDSL), политика выделения полосы пропускания провайдера, настройки маршрутизаторов и т. д.

В современных сетях трафик, отправляемый и получаемый абонентом в точке подключения к оператору, как правило, содержит несколько потоков данных, которые формируются независимо друг от друга разными устройствами и программами абонента. Если рассмотреть для примера офисный центр, которому оператор предоставляет 10 Гбит по выделенному оптоволокну, то трафик такого абонента будет состоять из множества отдельных потоков данных, каждый из которых обеспечивает определённый сервис (передача данных, голосовая связь, просмотр видео и т. д.).

Некоторые виды сервисов очень чувствительны к потере или задержке пакетов, а также к неравномерности их прихода к получателю (джиттеру пакетов). К сервисам такого типа относятся: видеосвязь, голосовая связь, онлайн игры и другие подобные приложения реального времени. С другой стороны, есть множество сервисов, которые мало чувствительны к задержкам или потере пакетов. К ним относятся: загрузка файлов через интернет, просмотр web-сайтов, некоторые виды запросов к базам данных и т. д.

Методика ITU-T Y.1564 была специально разработана для того, чтобы операторы (провайдеры) могли измерить ключевые показатели предостав-

ляемого ими сервиса, имитируя реальную нагрузку сети одновременно несколькими потоками трафика разного типа. Измерения по методике ITU-T Y.1564 обычно проводят в местах подключения абонентов к оператору или в местах подключения операторов друг к другу.

При математическом моделировании параметров надёжности, достоверности и своевременности должны соблюдаться условия:

$$\begin{aligned} 1 &\leq N_{ТА.АП} \leq N_{ФАП}; \\ V_{ТА.min} &\leq V_{ТА} \leq V_{СТА}; \\ 1 &\leq N_{АЛ.ТА} \leq 4; \\ 0 &\leq N_{Тех.АЛ.ТА} \leq 7; \\ U_{ТСР.АЛ.ТА} &= "Yes" \text{ или } "No"; \\ U_{РРР.АЛ.ТА} &= "Yes" \text{ или } "No"; \\ 0 &\leq N_{Тех.МЛ.ТА} \leq 7; \\ U_{ТСР.МЛ.ТА} &= "Yes" \text{ или } "No". \end{aligned}$$

Параметры своевременности:

1. Время задержки на кодирование/декодирование информации:

$$T_{ТА.к} = \begin{cases} \left(\frac{8}{64}\right) \text{ мс, если } V_{ТА} = 64 \text{ кбит/с} \\ \frac{8}{V_{ТА}}, \text{ если } 16 \text{ кбит/с} \leq V_{ТА} < 64 \text{ кбит/с} \\ 20 \text{ мс, если } V_{ТА} < 16 \text{ кбит/с} \end{cases}$$

2. Время передачи одного бита:

$$T_{ТА.б} = 1 / V_{ТА}.$$

3. Среднее время передачи одного информационного сообщения:

$$T_{ТА.с} = W_c.$$

4. Интенсивность информационных сообщений:

$$\lambda_{ТА} = \lambda_{ТА.с}.$$

5. Исходящая нагрузка:

$$Z_{ТА} = T_{ТА.с} \cdot \lambda_{ТА}.$$

Параметры надёжности: вероятность отказа ТА  $P_{отк.ТА}$  однозначно соответствует заданному значению аналогичного фиксированного параметра  $P_{отк.ТА}$ .

Параметры стоимости: стоимость ТА:

$$S_{ТА} = S_{СТА} + S_{ки},$$

где  $S_{ки}$  – стоимость кодера источника, определяемая по формуле:

$$S_{КИ} = S_{ТА.к} \cdot 10 \cdot \log(V_{СТА}/V_{ТА}).$$

### Модель ВА (видеоаппаратуры)

ВА представляет собой тип абонентского устройства (АУ), который преобразует видео информацию в цифровой поток и обратно. Функционально каждая ВА представляет собой последовательное соединение стандартной ВА (СВА), преобразующей видеоизображение, состоящее из последовательности кадров размером  $600 \times 800$  цветных пикселей (кодируемых по  $3 \times 8$  бит), следующих со скоростью  $2/25$  кадр/с в цифровой поток с номинальной скоростью (144 Мбит/с), и кодера источника (КИ), реализующего процедуру сжатия и абонентского шифрования.

Все параметры ВА по составу аналогичны приведенным выше параметрам ТА и могут быть выбраны и рассчитаны по формулам выше.

$$T_{ВА.к} = \begin{cases} \left(\frac{24}{144}\right) \text{ мкс, если } V_{ВА} = 144 \text{ Мбит/с} \\ \left(\frac{600 \cdot 24}{144}\right) \text{ мкс, если } 1920 \frac{\text{кбит}}{\text{с}} \leq V_{ВА} < 144 \text{ Мбит/с} \\ \left(\frac{800 \cdot 600 \cdot 24}{144}\right) \text{ мкс, если } V_{ВА} < 1920 \text{ кбит/с} \end{cases}$$

### Модели центров коммутации (ЦК)

Центры коммутации представляют собой основные устройства в сети, которые управляют соединением АУ по правилам (протоколам), соответствующим поддерживаемым данными ЦК сетевым технологиям. Условно считается, что один ЦК может поддерживать только одну из технологий: 1-КК (ISDN); 2-Х.25; 3-Frame Relay (FR); 4-АТМ (с подвидами услуг 4-ААЛ1, 5- ААЛ2, 6-ААЛ3/4, 7-ААЛ5).

При необходимости поддержки в одном направлении связи нескольких технологий следует использовать несколько пар ЦК, соединяемых на узлах коммутации соединительными линиями (СЛ) напрямую (режим инкапсуляции/туннелирования, т. е. использование внутренней сети на базе одной технологии в качестве «туннеля» на физическом уровне для внешней сети на базе другой технологии) или через шлюз/маршрутизатор ТСП/ІР (режим шлюзования, т. е. создание из двух и более равноправных сетей некоторой общей ассоциированной сети, в которой отдельные сети, использующие различные технологии нижних трех уровней ЭМВОС, связываются друг с другом путем преобразования протоколов на транспортном уровне). Использование маршрутизаторов ТСП/ІР возможно и в АЛ (РК) при использовании ФЗК или КК, но при включенной поддержке в данных каналах протокола пакетной передачи РРР.

В основном ЦК используются в составе узлов коммутации (УК), соединяя абонентские и магистральные линии. Кроме этого допускается включение ЦК в состав АП, МТ и КБС. В линиях, соединяющих любые ЦК с АУ реализуется только технология 0-ФЗК (фиксированное закрепление каналов).

Центры коммутации, поддерживающие технологию 1-КК(*ISDN*) реализуются в виде центров коммутации каналов (ЦКК), а ЦК, поддерживающие технологии 2-Х.25; 3-Frame Relay (FR); 4-АТМ реализуются в виде центров коммутации пакетов (ЦКП).

В сети подвижной радиосвязи, использующей транкинговый принцип использования радиоканалов, перед установлением соединений подвижных абонентов друг с другом или с фиксированными абонентами реализуется режим коммутации радиоканалов. Т. е. условно можно считать, что в состав каждого КБС всегда входит хотя бы один ЦКК.

#### Список используемых источников

1. Васильев К. К., Служивый М. Н. Математическое моделирование систем связи : учебное пособие. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. 170 с. ISBN 978-5-9795-0100-0.
2. Попков Г. В., Попков В. К., Величко В. В. Математические основы моделирования сетей связи : учебное пособие для вузов. – М. : Горячая линия–Телеком, 2012. 183 с. : ил. ISBN 978-5-9912-0266-7.
3. Суздальев А. В. Сети передачи информации АСУ. – М. : Радио и связь, 1983. 152 с.

УДК 654.026  
ГРНТИ

## ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ ПО ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

**Н. Б. Ачкасов, А. В. Баранова, С. П. Кривцов, Е. Н. Чапурин**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*В научной статье приведены варианты методов принятия решения должностными лицами, на основе математических функций, у которых в качестве заданных параметров выступают критерии эффективности. Рассмотрены функции для определения оптимального варианта решения в сложных ситуациях в многокритериальных и оперативных условиях.*

*критерии эффективности, принятие решения, оптимальное управление, многокритериальность, должностное лицо, априорные условия.*

Оптимальное управление системой по эффективности является многокритериальным. При этом каждый из критериев зависит от вектора показателей качества. Показатели могут быть количественными, порядковыми и качественными. Критерий представляется, как правило, некоторым функционалом, область задания которого лежит в пространстве показателей. При выборе критерия всегда существует некоторый произвол. Однако можно сформулировать ряд требований, выполнение которых в какой-то мере устраняет этот произвол и облегчает выбор критерия. Основные из них следующие:

- поскольку критерий предназначен для сравнения, он должен определять некоторый порядок на множестве возможных ситуаций. Если критерий представляется функционалом, то это выполняется автоматически;
- каждый критерий должен иметь четкий физический смысл и отражать целевое предназначение системы;
- он должен быть чувствителен к изменению параметров и показателей, на множестве которых задан;
- если предоставляется возможность выбора, то нужно стараться, чтобы он был наиболее прост в употреблении. Желательно, чтобы критерий обладал, например, свойством выпуклости и допускал экспериментальную проверку.

При определении эффективности систем связи все показатели выбираются на основе требований к системе и формулируются на языке вероятностей или моментов соответствующих распределений [1, 2].

При наличии нескольких критериев эффективности отыскание стратегии управления, оптимального по всем критериям одновременно, является неразрешимой в общем случае задачей, так как критерии могут быть несогласованными и улучшение одного из них может быть связано с ухудшением другого. Однако в пространстве управляющих воздействий иногда можно выделить подпространство, в котором все критерии имеют не лучшие значения. Это подпространство в дальнейшем не рассматривается, как худшее по всем критериям. Если это удастся, то оставшееся пространство управлений будет характеризоваться тем, что улучшение управления по одному критерию всегда связано с ухудшением по каким-то другим. Такое множество управлений называют множеством согласия или множеством Парето. Выделение множества Парето – самостоятельная, не всегда простая задача [3].

Выбор оптимального управления на множестве Парето невозможен без использования дополнительной априорной информации. В зависимости от вида этой информации задача многокритериального оптимального управления различными способами сводится к однокритериальной.

Пусть  $\vec{r}(\vec{x}(t), t) = \{r_1(\vec{x}(t), t) \dots r_k(\vec{x}(t), t)\}^T$  – вектор критериев. И пусть априори известно, что для любого критерия  $r_i(\vec{x}(t), t)$ ,  $i \neq j$  достаточно выбрать такое управление  $\vec{x}(t)$ , чтобы значение критерия не превышало граничного:

$$r_i(\vec{x}(t), t) < r_{i\text{доп}} \text{ для } \forall i \neq j.$$

Таким образом, все критерии, кроме  $r_j(\vec{x}(t), t)$ , выведены в ограничения. Из множества допустимых решений  $X$ , выбранных по Парето, можно выделить подмножество  $G_x$ , на котором выполняются все ограничения, тогда оптимальное управление найдется условия:

$$\min_{\vec{x}(t) \in G_x} r_j(\vec{x}(t), t).$$

Это однокритериальная задача оптимизации, которая, в принципе, может быть решена.

Существуют и другие способы сведения многокритериальной задачи к однокритериальной. Так, если все критерии достаточно однородны по своему физическому смыслу, например, все они представляют собою потери, выражаемые в деньгах, то используют аддитивную свертку критериев в один:

$$R(\vec{x}(t)) = \sum_{i=1}^k \alpha_i r_i(\vec{x}(t), t),$$

здесь  $\alpha_i$ ,  $i = \overline{1, K}$  – весовые коэффициенты, устанавливаемые, как правило, с помощью экспертного опроса.

Если, например,  $r_i(\vec{x}(t), t)$  являются критериями, характеризующими некоторую надежность, то применяют мультипликативную свертку вида:

$$R(\vec{x}(t)) = \prod_{i=1}^k t_i^{\mu_i}(\vec{x}(t), t),$$

здесь  $\mu_i$ ,  $i = \overline{1, K}$  – коэффициенты, определяемые на основе эксперимента.

В некоторых случаях априори можно найти наилучшие значения частных критериев  $r_1^0, r_2^0, \dots, r_k^0$ , которые реально достижимы на множестве допустимых управлений. Тогда обобщенный критерий может быть введен как некоторая метрика в векторном пространстве частных критериев. Вид метрики выбирается исходя из физического смысла, опыта или экспертного опроса. Широко используются аддитивная метрика:

$$R(\vec{x}) = \sum_{i=1}^k \frac{|r_i^0 - r_i(\vec{x})|}{|r_i^0 - r_{i\min}(x)|}$$

или метрика Чебышева (Пафнутий Львович Чебышев, российский математик и механик, 1821–1894 гг.):

$$R(\vec{x}) = \max_i |r_i^0 - r_i(x)|$$

и другие.

Стремление оценить эффективность системы связи единым обобщающим критерием, который характеризовал бы эффективность ее функционирования при воздействиях всех видов и всеобъемлющем описании цели функционирования, привело к понятию устойчивости системы связи [4].

Такой обобщенный критерий эффективности можно вводить как некоторый Байесовский функционал (Томас Байес, британский математик, пресвитерианский священник, 1761–1742 гг.) вида

$$R(\vec{x}) = \int_X \int_S \int_V P(\vec{x}, \vec{y}, \vec{s}) W(\vec{x}, \vec{y}, \vec{s}) d\vec{x}, \vec{y} d\vec{s},$$

здесь  $P(\vec{x}, \vec{y}, \vec{s})$  есть некоторая функция потерь, заданная на всех вариантах поведения.

Человеку свойственно в любых ситуациях искать оптимальное поведение. Должностное лицо ДС НЦУО вынужден непрерывно искать оптимальные варианты решения. В подавляющем большинстве случаев это удается сделать на основе опыта и правдоподобного рассуждения. Но в наиболее сложных ситуациях, требующих оперативного решения, отыскать таким образом рациональное решение нельзя. Так, например, при движении колонны к пункту назначения возможно несколько маршрутов, причем на каждом участке своя скорость движения, свое расстояние, своя степень заражения. Как выбрать маршрут, чтобы личный состав получил минимальную степень облучения? Это задача динамического программирования, и неподготовленный человек не сможет ее решить. В то же время она допускает формализацию и даже на простейшем вычислительном комплексе решается практически мгновенно [6, 7].

Любая задача оптимизации сводится к отысканию минимума некоторого функционала и ставится в виде

$$\min_{x \in X} R(\vec{x}).$$

Это, как правило, сложные задачи, не имеющие единого метода решения. Можно указать несколько проблем, присущих всем методам.

Это, во-первых, выработка признаков, свидетельствующих о том, что  $\vec{x}_0$  есть оптимальное решение. Во-вторых, – выяснение количества возможных экстремальных точек в функционале  $R(\vec{x})$  и выработка метода отыскания глобального минимума (или максимума). В-третьих, – выбор метода формализации, который сводился бы к оптимальному решению с минимальными затратами машинного времени.

Существуют оптимизационные задачи, которые не удается решить даже с применением самых быстродействующих ЭВМ. К ним относятся не-

которые задачи принятия решения, распределения потоков сообщений в сетях, синтез оптимальных структур, а также оптимальное управление систем по эффективности функционирования. В этом случае стремятся получить такое решение, при котором отличие функционала  $R(\vec{x})$  от оптимального  $R_0(\vec{x})$  не превышает определенной величины  $\delta$ :

$$|R(\vec{x}) - R_0(\vec{x})| < \delta.$$

Такое решение называют эффективным. Найти его довольно трудно, а если это не удастся, то стараются получить рациональное решение, гарантирующее определенный результат, например

$$R(\vec{x}_p) < R_{гр}.$$

Принятие решения – это выработка оптимального поведения в некоторой ситуации. Оно должно быть оптимальным. В зависимости от того, насколько точно ситуация обусловлена априори, различают разные уровни априорной неопределенности. Прежде всего, априорная неопределенность проявляется при описании критерия оптимальности. Устранение ее является одной из самых важных и сложных проблем в принятии решения. Если критерий выработан, то далее задача формально сводится к оптимизационной задаче. Однако, как правило, задачи принятия решения подразумевают конечное множество альтернативных решений  $X$ , что выдвигает на передний план проблему их выделения и описания. Выделение альтернатив базируется на всем комплексе априорных сведений. Оно требует от лица, принимающего решение, не только умения анализировать априорную информацию, но и способности предвидеть изменение обстановки. Следует отметить, что процесс выделения множества допустимых решений практически не формализуем. Именно поэтому принятие решения в большей степени является искусством [5].

Автоматизация функциональных подсистем производится на основе общесистемных решений, являющихся базисом для разработки прикладных задач по автоматизации функционала дежурных смен центров и пунктов управлений. Однако, уровень автоматизации процессов управления по-прежнему не позволяет выполнение задач в полном объеме в заданные сроки с требуемым качеством.

Необходимо отметить, что качество разрабатываемых вариантов решений руководству должностными лицами дежурных смен существенно повысится при применении научно-обоснованных интегральных показателей и на их основе автоматизированной оценки состояния функциональных подсистем органов военного управления.

#### Список используемых источников

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года. Утверждена Указом Президента РФ от 12.05.2009 № 537.

2. Военная доктрина Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 05.02.2010.
3. Нигин В. Д. Сужение множества Парето. М. : Физматлит, 2016.
4. Ясинский С. А. Унифицированные математические для анализа и синтеза элементов телекоммуникационных сетей. – СПб. : ВУС, 2003. 184 с.
5. Информационные технологии в науке и образовании: учеб. пособие для вузов. Ч. 1 / Под ред. И. Б. Саенко. – СПб. : ВАС, 2007. 280 с.
6. Что такое «Центр управления Главного командования Военно-Морского Флота Российской Федерации и зачем он создан?» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kp.ru/daily/26302/3181011>
7. Национальный центр управления обороной Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [http://structure/mil/ru/structure/ministry\\_of\\_defence/details.htm?id=11206@egOrganization/](http://structure/mil/ru/structure/ministry_of_defence/details.htm?id=11206@egOrganization/)

УДК 004.046  
ГРНТИ 49.34.06

## РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО МОНИТОРИНГУ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Н. Б. Ачкасов, А. В. Мякотин, А. Ю. Плотникова, Е. Н. Чапурин**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*В работе рассматриваются предложения по мониторингу сети передачи данных специального назначения, современные инструменты мониторинга, их основные возможности, проводится анализ эффективности каждой из предложенных сетей передачи данных на основе функциональных возможностей, их достоинства и недостатки.*

*мониторинг, сеть передачи данных, производительность сети.*

Управление сетью передачи данных требует комплексного подхода и охватывает организацию доступа для управления сетевыми устройствами, мониторинг, замену оборудования и обновление программного обеспечения, резервное копирование, а также документирование сетевой инфраструктуры. Как правило, система управления работает в автоматизированном режиме, однако часть решений принимается оператором на основе сетевых журналов и сигналов оповещения.

Мониторингом сети передачи данных называют работу системы, которая выполняет постоянное наблюдение за сетью передачи данных в поисках

уязвимых или неисправных систем, и которая, при обнаружении сбоев, сообщает о них дежурному оператору [1].

Рассмотрим возможности средств мониторинга сетей связи.

Большинство современных инструментов для мониторинга производительности сети позволяют выполнять следующие функциональные возможности: мониторинг сети и приложений; обнаружение проблем с виртуализацией и операционными системами; анализ сетевых проблем; анализ захваченных данных приложений и потоков; поиск корневой причины инцидента или проблемы.

В настоящее время мониторинг сети подразделяется на несколько отдельных систем: система обнаружения вторжений; система мониторинга производительности сети; система мониторинга сети.

1. Система обнаружения вторжений (IDS) – это тип программного обеспечения безопасности, разработанное для автоматического оповещения дежурного оператора, в том случае, если кто-то или что-то пытается проникнуть в информационную систему для вредоносного воздействия или в целях нарушения политики безопасности. Система обнаружения вторжений работает, отслеживая активность системы, исследуя уязвимости в системе, целостность файлов и проводя анализ шаблонов, основанных на уже известных атаках [2].

2. Система мониторинга производительности сети – это процесс оценки, анализа, составления отчетов и отслеживания производительности компьютерной сети. Это позволяет дежурному оператору отслеживать общую производительность и качество предоставления сетевых услуг базовой сети [3].

3. Система мониторинга сети передачи данных – выполняет наблюдение за сетью в поисках проблем, вызванных отказавшими серверами, другими устройствами или сетевыми соединениями.

Любая сложная сеть передачи данных требует дополнительных специальных средств управления помимо тех, которые имеются в стандартных операционных системах. Распределенный характер сети передачи данных Вооруженных сил РФ делает невозможным поддержание ее работы без централизованной системы управления, которая позволит в автоматическом режиме произвести сбор информации о состоянии каждого концентратора, коммутатора, мультиплексора и маршрутизатора, чтобы затем предоставить эту информацию дежурному оператору. Однако при росте сети может возникнуть необходимость объединения разрозненных программ управления устройствами в единую систему управления, в связи с чем, необходимо заменить имеющиеся программы интегрированной системой управления.

Для поиска оптимальной системы управления проведем сравнение [4] систем мониторинга (табл., см. ниже) по следующим параметрам:

1. Распределенный мониторинг – возможность использовать более одного сервера для распределения нагрузки по мониторингу сети.
2. Контроль доступа – обеспечивает безопасность на уровне пользователя, позволяя администратору запретить доступ к определенным частям продукта для отдельных пользователей.
3. Формирование тренда – обеспечивает отслеживание сетевых данных с течением времени.
4. Прогноз тренда – использование программным обеспечением алгоритмов, предназначенных для прогнозирования будущей сетевой статистики.
5. Автоматическое обнаружение – автоматическое обнаружение программным обеспечением хостов или сетевых устройств, к которым оно подключено [5].
6. Оповещения – способность обнаруживать нарушения пороговых значений в сетевых данных и оповещать оператора в той или иной форме.
7. Работу как веб-приложения:
  - A. Нет. Веб-интерфейс для этого программного обеспечения отсутствует.
  - B. Просмотр: сетевые данные можно просматривать в графическом веб-интерфейсе.
  - C. Подтверждение: пользователи могут взаимодействовать с программным обеспечением через веб-интерфейс для подтверждения сигналов тревоги или манипулирования другими уведомлениями.
  - D. Отчетность. Конкретные отчеты о сетевых данных могут настраиваться пользователем и выполняться через веб-интерфейс.
  - E. Полный контроль: ВСЕ аспекты продукта могут контролироваться через веб-интерфейс, включая задачи низкоуровневого обслуживания, такие как настройка программного обеспечения и обновление.
8. IPv6 – поддержка мониторинга IPv6 хостов и/или устройства, прием данных IPv6, и работающие на IPv6 с поддержкой сервера. Поддерживает связь по протоколу IPv6 с агентом SNMP через адрес IPv6.

ТАБЛИЦА. Сравнение систем мониторинга

	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Argus</i>	+	+	+	–	–	+	BCD	+
<i>Icinga</i>	+	+	+	–	через плагин	+	E	+
<i>Munin</i>	через узлы	–	+	+	–	частично	B	+
<i>Xymon/ Hobbit</i>	+	<i>Apache ACL</i>	+	–	через плагин	+	BCD	–
<i>Zabbix</i>	+	+	+	+	+	+	E	+

Примечание: 1. Распределенный мониторинг. 2. Контроль доступа. 3. Формирование тренда. 4. Прогноз тренда. 5. Автоматическое обнаружение. 6. Оповещения. 7. Работает как веб-приложение. 8. IPv6.

Анализ показал, что системы мониторинга, предлагаемые на мировом рынке, схожи по выполняемым функциям. Все они предоставляют почти одинаковый минимальный набор возможностей, однако каждая из них характеризуется определенными недостатками. В большинстве систем вообще не реализованы возможности прогнозирования трендов, а в системах, где они реализованы, построение происходит на основе устаревшей статистической информации. Большая часть программ не обеспечивает полного контроля через веб-интерфейс, в том числе не возможна настройка программного обеспечения и обновление.

Следует добавить, что в состав системы мониторинга должны входить следующие компоненты: модуль формирования отчетов; модуль управления SNMP; архив; консоль управления.

1. Модуль формирования отчетов позволяет формировать из имеющихся данных информацию для принятия управленческих решений.

2. Модуль управления SNMP отвечает за сбор информации с агентов мониторинга и взаимодействие с системами управления.

3. Архив позволяет упорядочить хранение статистической информации и организовать последующую работу с ней.

4. Консоль управления реализует функции конфигурирования и управления системой.

Для решения поставленной задачи, и учитывая перечисленные выше требования, нами был сделан выбор в пользу системы мониторинга Zabbix [6]. Помимо представленных выше параметров, выбранная нами система мониторинга Zabbix [6] имеет ряд других преимуществ. В числе которых – высокая производительность, значительная емкость (возможность мониторинга сотен тысяч устройств), безопасная аутентификация пользователя, механизмы уведомления в реальном времени. Zabbix [6] визуализирует полученную информацию в виде графиков, следит за нагрузкой и производительностью оборудования с помощью собственных агентов, которые поддерживаются практически всеми операционными системами.

#### Список используемых источников

1. Системы мониторинга производительности сети [Электронный ресурс]. URL: <https://networkguru.ru/piat-cliuchevykh-funktcii-sistem-monitoringa-proizvoditelnosti-seti/>

2. Обеспечение защиты информации в локальных и вычислительных сетях. М. : ВАС, 2013.

3. Далле Вакке А. Zabbix. Практическое руководство: пер. с англ. А. Н. Киселева. М. : ДМК-Пресс, 2017.

4. Comparison of network monitoring systems [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_network\\_monitoring\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_network_monitoring_systems)

5. Система обнаружения вторжений [Электронный ресурс]. URL: <https://www.techopedia.com/definition/3988/intrusion-detection-system-ids>

6. Безукладенников И. И., Гаврилов А. В. Управление и мониторинг в беспроводных распределительных сетевых инфраструктурах // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 8.

УДК 338.984

ГРНТИ 06.03.07

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ АНАЛИТИКИ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА В ИНТЕРЕСАХ ВСКРЫТИЯ ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ДРУГИХ СТРАН**

**Н. Б. Ачкасов, Е. Н. Чапурин, В. Е. Чапурина,  
Д. А. Чепрасов, И. Ф. Шакотько**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Рассмотрены задачи оптимального распределения материальных и финансовых ресурсов в целях рационального и сбалансированного формирования облика Военно-морского флота.*

*экономический анализ, задача оптимизации, снижение риска.*

Экономический анализ – это совокупность методов выявления и обоснования рациональных решений, принимаемых в предметной области.

Методы экономического анализа базируются на использовании и сопоставлении количественных оценок достигаемого эффекта и необходимых для его достижения затрат [1].

Основным принципом экономического анализа при обосновании структуры морской пехоты является принцип системного подхода, сущность которого заключается в рассмотрении всех частных основных и второстепенных вопросов с единых позиций целостности, что позволяет рассматривать все внешние и внутренние связи и экономические отношения, учитывать их влияние на те факторы, изменения которых приводят к нахождению наилучших способов достижения цели.

Совместно с другими экономическими и техническими дисциплинами, экономический анализ решает задачу подготовки рекомендаций по объему

требуемых ассигнований на развитие тех или иных средств, а также по выбору наиболее целесообразных способов их распределения и использования при обосновании структуры военно-технической системы [2].

Главной целью экономического анализа является не достижение экономии средств любой ценой, а поиск таких путей организации мероприятий, которые приводят к повышению эффективности расходования материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

С этой точки зрения главной задачей экономического анализа является поиск, формирование и рассмотрение различных способов выполнения поставленных целевых задач (достижения поставленных целей), их всесторонний анализ, качественная и количественная оценка, нахождение и обоснование оптимального (наиболее предпочтительного, целесообразного и эффективного) варианта принимаемого решения. При этом в ряде случаев варианты достижения цели уже заданы, и остается лишь задача их оценки, сопоставления и выбора оптимального варианта [3].

Конкретное содержание системы показателей «эффект – затраты – время» может быть различным и определяется характером решаемой задачи. Постановка задачи оптимизации может быть различной (рис.).



Рис. Содержание задач оптимизации

Таким образом, задача определения показателей эффекта и эффективности в различных сферах деятельности весьма актуальна и сложна. Актуальность объясняется важностью выполняемых задач, высокой ответственностью за результаты принятых решений. Сложность задачи обусловлена своеобразием конечного результата деятельности, трудностью его соизмерения с затратами.

Основными особенностями показателей результатов деятельности в области разработки архитектуры военно-технической системы (с точки зрения использования их в качестве критерия в экономическом анализе) является невозможность их прямого сопоставления с показателями затрат (ресурсов) и, кроме того, несопоставимость показателей различных результатов между собой, что существенно затрудняет их сравнение и обуславливает специфику применения концепции «экономического выбора» в предметной области [4].

#### Список используемых источников

1. Баканов М. И., Мельник М. В., Шеремет А. Д. Теория экономического анализа. М. : Финансы и статистика, 2007.
2. Бернстайн Л. А. Анализ финансовой отчетности: теория, практика и интерпретация: пер. с англ. М. : Финансы и статистика, 2003.
3. Войтоловский Н. В. Экономический анализ: основы теории, комплексный анализ хозяйственной деятельности организации : учебник. – М. : Юрайт , 2010. 507 с.
4. Войтоловский Н. В., Калинина А. П., Мазурова И. И. Экономический анализ: Основы теории. Комплексный анализ. М.: Высшее образование, 2011.

УДК 654. 021  
ГРНТИ 49.33.29

## СЕТЕВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ДЛИН ВОЛН МЕТОДОМ РАСКРАСКИ ГРАФА

**А. В. Баранцев, И. И. Горай, О. В. Яровикова**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*В статье рассматривается задача квазиоптимального сетевого распределения оптических длин волн, составляющих канальный (волновой) ресурс оптических транспортных сетей связи с оптической транспортной иерархией.*

*оптическая транспортная сеть связи, оптимизация, распределение оптических длин волн, метод раскраски графа.*

При проектировании и строительстве оптической транспортной сети специального назначения (ОТС СН) возникает ряд дополнительных задач, обеспечивающих существенное улучшение ее параметров. Одной из них является рациональное (оптимальное) сетевое распределение волнового ресурса сети (числа длин волн) между требуемыми корреспондирующими парами узлов. При этом решаются и другие задачи, таких как минимизация числа оптических приемников и передатчиков, повышение шумовой защищенности формируемых спектральных каналов и др.

При оптимизации количества длин волн, задействованных для обеспечения передачи информации между корреспондирующими парами узлов ОТС СН с оптической транспортной иерархией минимизация общего количества спектральных каналов с одной стороны обеспечит требуемый набор соединений, а с другой – способствует существенному улучшению показателей ОТС СН.

Действительно, кроме минимального числа длин волн мы реализуем сеть WDM с минимальным числом оптических передатчиков и приемников. Кроме того, такое решение позволяет повысить шумовую защищенность спектральных каналов, что так же важно в сетях военной связи.

Задача распределения длин волн в сети WDM по своей сути относится к задачам распределения потоков в сетях (в том числе и в сетях связи) и, как известно [1, 2, 3], является NP-полной. Для ее решения не существует точных алгоритмов, что требует разработки приближенных алгоритмов и всякий раз искать новые решения, или оценивать существующие, если задачи имеют какие-либо отличия прежде всего в структуре сети или в задании нового распределения. Их эффективность, как правило, проверяется на множестве задач и заканчивается оценкой сложности алгоритма.

Перейдем к формулировке задачи.

В оптической сети на всех волоконных участках без конвертирования длин волн при прохождении пути от источника к пункту назначения, для каждого оптического соединения длины волн назначают одинаковыми. Таким образом, если существует ограничение непрерывности длины волны для каждого оптического соединения, то после применения алгоритма маршрутизации при конструировании сети применяются алгоритмы назначения длины волны.

Корректное решение задачи распределения волнового ресурса  $\lambda_n$  на имеющемся графе  $G_T(A, B)$ , отображающем топологическую структуру ОТС СН, а именно узлы доступа и соединяющие их линии связи, невозможно, так как согласно общей идеи решения задачи, в ней идет поиск, а затем оценка максимально не пересекающихся множеств вершин. При решении данной задачи на имеющемся графе  $G_T(A, B)$  мы не получим корректной оценки множества  $\Pi^r = \{\Pi_k^r\}$ ,  $\Pi_k^r = \{\pi_k^{r,t} : r(\pi_k^r) \leq r^{\text{доп}}(\pi)\}$  и соот-

ответственно дальнейшее распределение волнового ресурса  $\lambda_n$  становится невозможным. В целях решения данной задачи изначально необходимо построить граф  $G_{\Pi_k^r} = (A, B)$ , в котором,  $A \in \{II_k^r\}$ ,  $\Pi_k^r = \{\pi_k^{r,t} : r(\pi_k^t) \leq r^{\text{доп}}(\pi)\}$ , а ребрам присвоить вес по следующему правилу:

$$\begin{cases} b_{ij} = 1, \text{ если } \pi_k^{t_i} \cap \pi_k^{t_j} = \{x | x \in \pi_k^{t_i} \wedge x \in \pi_k^{t_j}\}, \\ b_{ij} = 0, \text{ если } \pi_k^{t_i} \cap \pi_k^{t_j} = \emptyset. \end{cases} \quad (1)$$

Условие  $b_{ij} = 1$ , если  $\pi_k^{t_i} \cap \pi_k^{t_j} = \{x | x \in \pi_k^{t_i} \wedge x \in \pi_k^{t_j}\}$  правила (1) означает, что пересекающимся по узлам и ребрам множествам путей нельзя присвоить одну и ту же длину волны, поскольку в узлах (назовем их точками транзита) требуется переходить с одной волны на другую. Условие  $b_{ij} = 0$ , если  $\pi_k^{t_i} \cap \pi_k^{t_j} = \emptyset$  правила (1) означает, что данные пути проходят по разным узлам и ребрам, и соответственно им может быть присвоена одна общая длина волны.

Для решения задачи распределения длин волн перейдем от графа  $G_{\Gamma}(A, B)$  к графу путей  $G_{\Pi_k^r} = (A, B)$ . При этом размерность сформированного графа увеличивается с  $n$  до  $(n(n-1))k/2$ , где  $k$  – число путей. К сожалению, это существенно увеличивает размерность решаемой задачи, что приводит, однако к ее разрешимости с использованием известных приближенных алгоритмов, например, «раскраска графа» или «задача коммивояжера».

Оценим возможности использования алгоритма «раскраски графа». Суть решения задачи раскраски построенного графа  $G_{\Pi_k^r} = (A, B)$  будет заключаться в нахождении максимально независимых подграфов  $\langle S_r[G_{\Pi_k^r}] \rangle$ , где  $\langle S_r[G_{\Pi_k^r}] \rangle \subseteq A$  – подграф, состоящий из независимых вершин. Порожденный подграф  $S_r[G_{\Pi_k^r}] \subseteq A$ , называется  $r$ -подграфом, если он  $r$ -хроматический по раскраске [1, 3]. Если не существует такого множества  $H$ , что  $H \supset S_r(G_{\Pi_k^r})$  подграф  $\langle H \rangle$  является  $r$ -хроматическим, то подграф  $\langle S_r[G_{\Pi_k^r}] \rangle$  называется максимальным  $r$ -подграфом графа  $G_{\Pi_k^r} = (A, B)$ , очевидно, что для фиксированного значения  $r$ , существует много различных максимальных  $r$ -подграфов, у которых множества вершин совпадает с максимально независимым множеством, и эти множества не пересекаются между собой, т. е. в нашем случае множество путей разбивается на максимально независимые множества и количества этих множеств соответствует

количеству  $\langle S_r [G_{\Pi_k^r}] \rangle$ , где  $\langle S_r [G_{\Pi_k^r}] \rangle \subseteq A$ . Данное решение позволяет каждому максимально независимому множеству присвоить свою длину волны  $\lambda$ . При этом если  $r$  найдено точно, то мы получим наименьшее число распределенных длин волн  $\lambda_n$ .

Таким образом, в данной статье предложен подход для решения задачи квазиоптимального распределения волнового ресурса ОТС СН со статическим распределением трафика между корреспондирующими парами узлов, но с невозможностью корректного решения данной задачи на графе отображающим топологическую структуру сети  $G_T$ . При этом было обосновано построение графа маршрутов  $G_{\Pi_k^r}$  и оценена сложность этого перехода.

Численные значения могут быть получены на основе использования приближенных алгоритмов и оценке их вычислительной сложности.

Решение по минимизации количества длин волн уменьшает влияние переходных помех между оптическими каналами, что позволит применять оптические коммутаторы с меньшим числом оптических портов.

#### Список использованных источников

1. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход : пер. с англ. М. : Мир, 1978. 432 с.
2. Сергиенко И. В., Каспшицкая М. Ф. Модели и методы решения на ЭВМ комбинаторных задач оптимизации. Киев. : Наук.думка, 1981. 288 с.
3. Филипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей. М. : Мир, 1984. 496 с.

УДК 621.391.63  
ГРНТИ 49.46

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ НА РАЗРАБОТКУ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВОДНЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОБСТАНОВКИ

**А. П. Бойко, Н. А. Захаров**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В настоящее время в Вооруженных Силах Российской Федерации происходит модернизация вооружения, в том числе и в области связи. Передача больших потоков информации и использование современной аппаратуры создает все большую необходи-*

*мость применения волоконно-оптических линий связи в полевых условиях. Для их эффективного использования в условиях боевой обстановки, когда время на принятие решения играет важную роль, необходима полноценная методика оценки эффективности применения данных средств, которая в настоящее время отсутствует.*

*оценка эффективности, ВОЛС, методика оценки.*

В современных условиях использования военно-технических систем существует необходимость повышения объемов и скорости передачи информации в максимально короткие сроки. Для этих целей в Вооружённых Силах РФ строятся полевые линии связи на основе проводных средств, исходя из параметров, которых все большую популярность находят ВОЛС, которые значительно повышают пропускную способность средств связи. Планирование боевого применения проводных средств связи и скорость принятия решения играют ключевую роль в выполнении поставленной задачи. Для их эффективного использования необходима полноценная методика оценки применения проводных средств связи, задача которой, при известных параметрах проводных средств связи на существующих ВОЛС, сводится к оценке эффективности линии, учитывающая различные случайные факторы, которые могут возникнуть в условиях боевой обстановки.

В настоящее время существуют методики оценки эффективности применения проводных средств связи, но они сильно упрощены. Проведя анализ существующих методик, указанных в рекомендациях [1, 2], а также в учебных пособиях [3, 4], хочется отметить, что данные методики не обладают гибкостью и возможностью их эффективного использования в различных условиях. Оценка эффективности производится на основе исключительно оценочного расчёта основных характеристик оптических каналов и секций, выбора наилучшего средства связи относительно имеющихся альтернатив и его сравнительной оценки с другими, но не включает в себя случайные факторы и наложенные ограничения, которые могут быть заданы лицом, принимающим решение. К данным ограничениям могут относиться документов к оборудованию сетей связи специального требования руководящих назначения, тактико-технические характеристики телекоммуникационного оборудования, боевое применение средств проводной связи, штатная численность имеющихся в распоряжении подразделений связи средств проводной связи, а также условия обстановки в которых они применяются. Исходя из этого, существующие методики не рассчитаны для применения в сложных военно-технических системах и не могут быть использованы при планировании боевого применения проводных средств связи.

Для начала хочется отметить, что понятие «эффективность» [5] широко используется в различных областях науки, следовательно, существуют различные подходы к пониманию данного термина, характеристиках и спосо-

бах его отражения в показателях и критериях. Эффективность можно трактовать, как степень приспособленности системы к выполнению своих задач или степень соответствия результатов функционирования заданным целям. Не редко оценка эффективности ограничивается соотношением предполагаемого или полученного результата (эффекта) к затратам при его получении.

Составляющими комплексного свойства «эффективность» являются:

результативность  $Y_{\text{Э}}$ , под которой понимается способность средства проводной связи функционировать по назначению в условиях, заданных ЛПР. К одним из основных показателей качества могут относиться: показатель ошибок BER (*Bit Error Ratio* – коэффициент ошибок по битам), оптическое отношение сигнал/шум (OSNR) (включающее затухания всех элементов ВОЛС) и многие другие.

ресурсоемкость  $Y_{\text{Р}}$ , под которой понимается отношение целевого эффекта к затраченным на его достижение ресурсам всех видов, то есть суммарные затраты (цена на оборудование, волоконно-оптический кабель, временные затраты на прокладку ВОЛС) и множество различных видов затрат на передачу информации от источника к получателю.

Таким образом, обобщенный показатель эффективности имеет вид:

$$Y_{\text{ЭФ}} = \langle Y_{\text{Э}}, Y_{\text{Р}} \rangle, \quad (1)$$

По сути,  $Y_{\text{ЭФ}}$  есть комплексное свойство, отражающее эффективность процесса функционирования проводного средства связи – степень его приспособленности к достижению цели. Это свойство, присущее только операциям, проявляется при функционировании системы (проводного средства связи) и зависит как от свойств самой системы, так и от внешней среды.

Для сложных военно-технических систем, типичной является ситуация, когда на их эксплуатационно-технические характеристики, параметры, условия функционирования и применения воздействует целый ряд априори неизвестных, а потому случайных факторов. Поэтому до проведения операции – развертывания системы передачи с применением проводных средств связи и организации каналов передачи и групповых трактов, значения частных показателей вектора  $Y_{\text{ЭФ}}$  оказываются случайными. Следовательно, характеристикой качества функционирования проводного средства связи, т. е. степени его приспособленности к достижению цели в условиях реального воздействия случайных факторов, может служить только вероятность события  $P_{\text{ДЦ}}$ , характеризующая возможность его наступления при заданном комплексе условий:

$$P_{\text{ДЦ}} = P\left(Y_{\text{ЭФ}} \in \{Y_{\text{ЭФ}}^{\text{Д}}\}\right),$$

где  $\{Y_{\text{ЭФ}}^D\}$  – множество допустимых значений результатов операции,  $P_{\text{ДЦ}}$  – вероятность достижения цели операции (или вероятность выполнения задачи системой).  $P_{\text{ДЦ}}$  является показателем эффективности функционирования проводного средства связи, т. е. мерой степени достижения его целей.

При постановке задачи на оценку эффективности проводного средства связи критерий оценивания может выглядеть следующим образом:

$$P_{\text{ДЦ}} \geq P_{\text{ДЦ}}^{\text{ТР}},$$

где  $P_{\text{ДЦ}}^{\text{ТР}}$  – требуемая вероятность достижения цели операции, заданная лицом принимающим решение.

Методика оценки эффективности проводных средств связи по комплексному показателю состоит из двух этапов:

На первом этапе оценивается прогнозируемое качество результатов функционирования проводных средств связи по показателям результативность  $Y_3$  и ресурсоемкость  $Y_p$ , на основании которых формируется обобщенный показатель (1). Данная оценка включает выполнение следующих мероприятий:

1) определение системы показателей качества результатов функционирования средства проводной связи, отражающей все ее основные свойства при использовании по назначению;

2) определение оперативно-технических требований к каждому из показателей качества;

3) нормализация компонентов пространства показателей качества, введение меры в пространство критериев и выбор метода свертки векторного показателя эффективности в обобщенный скалярный показатель эффективности;

4) формулировка критерия оценивания качества результатов функционирования средства проводной связи.

На втором этапе оценивается качество функционирования проводного средства связи – ресурсоемкость. Алгоритм оценки эффективности средств проводной связи на втором этапе включает:

1) определение показателя эффективности средства проводной связи;

2) определение требований к эффективности операции;

3) формулировка критерия оценки эффективности средства проводной связи.

4) оценивание эффективности средства проводной связи и формулировка выводов об эффективности (техничко-экономической целесообразности) принятых решений, определение выигрыша в технико-экономических показателях сети при использовании разработанных решений.

Положительным моментом такого последовательного анализа средства проводной связи является то, что методика позволяет определять степень

близости системы связи к ее предельным возможностям по передаче информации и может быть использована для сравнения эффективности средства связи в разных условиях функционирования. Еще одним достоинством такого поэтапного подхода является использование универсального показателя для оценки эффективности системы связи с определением степени близости к ее предельным возможностям по передаче информации на основе однозначной сравнительной оценки различных средств связи.

Таким образом, методика, предложенная в данной работе, позволяет не только решать задачу многокритериального выбора средства проводной связи, но и оценивать эффективность его возможного применения в конкретных условиях и заданных ограничениях и, как следствие, обладает необходимой гибкостью и повышает скорость принятия решения при применении данных средств.

#### Список используемых источников

1. Дополнение 39 «Рассмотрение вопросов расчета и проектирования оптических систем» к Рекомендациям МСЭ-Т серии G: системы и среда передачи, цифровые системы и сети. 2016.
2. Рекомендации МСЭ-Т G.680 «Physical transfer functions of optical network elements». 2007.
3. Фокин В. Когерентные оптические сети : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2016. 440 с.
4. Листвин В. Н., Трещиков В. Н. DWDM системы. М. : Наука, 2013. 300 с.
5. Петухов Г. Б. Основы теории эффективности целенаправленных процессов. Ч. 1. Методология, методы, модели. – Л. : Министерство обороны СССР, 1989. 635 с.

УДК 654.026  
ГРНТИ 49.13.01

## МОДЕЛЬ УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОЛЕВЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**А. П. Бойко, М. А. Таранов**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В настоящее время транспортная сеть связи ВС РФ представлена двумя компонентами, для взаимодействия которых необходима привязка комплексных аппаратных*

*связи к узлам связи доверенных операторов. Однако, для обеспечения отбора цифровых каналов и групповых трактов в точках приема в настоящее время не предусмотрено оборудование, обеспечивающее совместимость интерфейсов полевых и стационарных компонентов транспортной сети, и повышающее оперативность предоставления услуг.*

*транспортная сеть связи ВС РФ, сопряжение, физические интерфейсы, оперативность предоставления услуг.*

В настоящее время транспортная сеть связи ВС РФ представлена двумя компонентами: стационарным и полевым. Физическую основу стационарной компоненты транспортной сети связи составляют волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Однако, строительство собственных ВОЛС является экономически сверх затратным, и в этих условиях единственным выходом является аренда телекоммуникационного ресурса у доверенных операторов связи. В свою очередь полевая часть транспортной сети связи развёртывается по мере необходимости для наращивания, усиления и резервирования стационарной части, а также для обеспечения управления войсками при отсутствии стационарной части или ее разрушении, а также в ходе операции.

Для взаимодействия полевого и стационарного компонентов транспортной сети комплексные аппаратные связи привязываются к стационарным узлам связи доверенных операторов. Однако, при проведении отбора цифровых каналов и групповых трактов в точках приема возникают проблемы, связанные с разнородностью интерфейсов физического уровня и видами применяемых технологий.

Не редко на разработку и поиск технических решений по согласованию оборудования полевой и стационарной транспортных сетей затрачивается существенный временный ресурс. Возникающие проблемы сопряжения интерфейсов способствуют снижению оперативности предоставления услуг должностным лицам пунктов управления. Поэтому задача по созданию устройства, позволяющего согласовывать типы физических интерфейсов полевой и стационарной компонентов транспортной сети связи специального назначения, является весьма актуальной.

Решение подобной задачи нашло своё отражение в вооруженных силах стран НАТО. Применение волоконно-оптических кабельных сборок значительно сокращает временные показатели по прокладке кабельных линий между оконечными пунктами стационарных и полевых узлов связи, путем согласования используемых разнородных типов интерфейсов, а вместе с тем способствует оперативности выполнения поставленных задач по предоставлению различных видов услуг.

В современных условиях в ВС РФ не предусмотрено оборудование, обеспечивающее совместимость технических средств связи стационарных узлов связи с оборудованием, входящим в состав комплексных аппаратных

связи. Так при использовании базовых узлов транспортной сети (узлов устранения цифрового неравенства, УУЦН), обеспечивающих подключение к транспортной пакетной сети и базовых узлов оптической сети (шкафов энергетиков, ШЭ), обеспечивающих подключение к магистральной ВОЛС в процессе проведения мероприятий по отбору цифровых каналов и групповых трактов возникают проблемы подключения, вызванные отличительными особенностями интерфейсов, применяемых, приоритетно, в стационарной компоненте транспортной сети связи.

В то время как в составе комплексных аппаратных связи предусмотрено наличие лишь внутриузлового, распределительного кабеля П-269М, а также полевого одномодового оптического кабеля ОК-ВМ-4Т, линзовый соединитель которого не позволяет подключиться к оборудованию доверенного оператора.

В настоящей статье представлена модель устройства, предназначенного для решения возникающих проблем по сопряжению типов интерфейсов различных компонентов транспортной сети связи, которая наиболее полно соответствует решению данной задачи.

Основными элементами представленного устройства являются: оптическая патч-панель, оптический Ethernet-конвертер, фотонный коммутатор, а также различные типы разъёмов для подключения коннекторов, непосредственно использующихся в стационарной компоненте транспортной сети связи.

Проблемы, связанные со сложностью подключения оптического кабеля с линзовым соединителем из состава КАС в предлагаемом устройстве решаются с использованием однотипной полумуфты, применяемой на стыке телекоммуникационного оборудования транспортной сети связи доверенного оператора. При согласовании направляющих систем два оптических волокна используются для приема/передачи клиентского сигнала, в то время как два других волокна задействованы для приема/передачи управляющего Ethernet-сигнала. С помощью фотонного коммутатора осуществляется распределение клиентского сигнала на различные типы оптических и электрических интерфейсов. Для передачи оптического излучения в сторону электрических интерфейсов, клиентский сигнал дополнительно претерпевает преобразование в электрический вид. Управление работой данного устройства предусмотрено не только по Ethernet сигналу, передаваемому вместе с клиентским сигналом по одной направляющей системе, но, а также сигналом, поступающим к устройству с ПЭВМ, располагающегося в непосредственной близости. На рис. (см. ниже) представлен вариант применения предлагаемого устройства по сопряжению физических интерфейсов телекоммуникационного оборудования при взаимодействии полевой и стационарной компонентой транспортной сети связи.

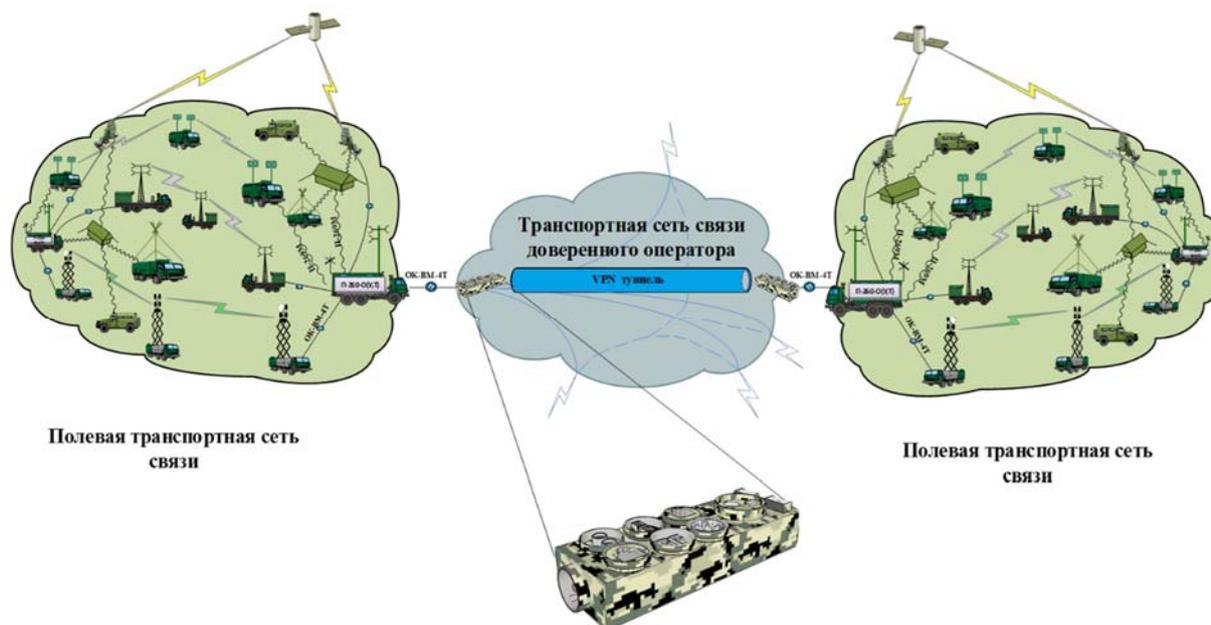


Рис. Вариант применения устройства сопряжения физических интерфейсов телекоммуникационного оборудования полевых и стационарных компонентов транспортной сети связи

Управление распределением клиентского сигнала по различным типам физических интерфейсов, присущим оборудованию, применяемому в узлах связи доверенного оператора может осуществляться с помощью оборудования, размещенного в КАС.

Возможность использования множества различных физических интерфейсов, а также дистанционное управление работой устройства способствует повышению оперативности предоставления услуг должностным лицам.

#### Список используемых источников

1. Макаренко С. И. Перспективы и проблемные вопросы развития сетей связи специального назначения // Системы управления, связи и безопасности. 2017. № 2. С. 18–68.
2. Буренин А. Н., Легков К. Е. Особенности архитектур, функционирования, мониторинга и управления полевыми компонентами современных инфокоммуникационных сетей специального назначения // Научные технологии в космических исследованиях земли. 2013. Т. 5. № 3. С. 12–17.

УДК 47.59  
ГРНТИ 654.16

## НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ РАДИОМОНИТОРИНГА

**А. А. Бречко, А. В. Вершенник, В. В. Никитин**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В статье излагается решение, которое может использоваться при проектировании и создании усилителей сигналов сверхрегенеративных приемников комплексов радиомониторинга с повышенными требованиями к устойчивости их работы.*

*мониторинг, радиомониторинг, сверхрегенератор.*

Важнейшим компонентом современной концепции защиты информации является радиомониторинг: поиск, идентификация и изучение зарегистрированных и нелегальных (незарегистрированных) радиопередатчиков и других источников радиоизлучений в районе объекта.

Активное развитие элементной базы, применяемой в современных комплексах радиомониторинга, а также стремительный рост производительности вычислительных систем, используемых в них, выдвигают ряд непрерывно ужесточающихся требований к их возможностям. Задача проектирования современного качественного аппаратного обеспечения комплексов радиомониторинга, несомненно, является крайне важной, так как от результата этой работы будут зависеть эксплуатационные характеристики всего комплекса в целом, определяя его конкурентноспособность по отношению к продукции ведущих отечественных и зарубежных производителей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

Наиболее важные технические характеристики, производительность, а также функциональность комплекса радиомониторинга напрямую зависят от характеристик радиоприемного устройства, которое используется в качестве ядра комплекса [6, 7, 11].

Авторами статьи предлагается решение, которое может использоваться при проектировании и создании усилителей сигналов сверхрегенеративных приемников комплексов радиомониторинга с повышенными требованиями к устойчивости их работы.

В общем случае задача усиления радиосигналов может быть решена двумя принципиально разными способами [14].

Наиболее широко распространенным способом является последовательное соединение усилительных элементов (каскадов) [15].

К основным недостаткам данного способа относятся: возрастание склонности к самовозбуждению усилительного тракта по мере увеличения усилительных каскадов; собственные шумы каждого каскада усиливаются всеми последующими каскадами; сложность реализации одновременной перестройки всех каскадов для усиления в широкой полосе частот; снижение надежности усилительного тракта по мере увеличения числа усилительных каскадов; конструктивное усложнение усилительного тракта, приводящее к росту масс габаритов, энергопотребления и стоимости.

Вторым направлением в решении задачи усиления радиосигналов является включение в схему усилителя цепей обратной связи. Обратной связью называется передача части (или всей) энергии сигнала с выхода на вход устройства. Сниматься сигнал обратной связи может с выхода всего устройства или с какого-либо промежуточного каскада. При этом усилительное устройство может быть и однокаскадным [15].

Усилители сигналов, обладающие обратной связью, называют регенераторами. Регенератор представляет собой невозбужденный генератор на транзисторе, лампе или другом активном элементе. Благодаря наличию положительной обратной связи между входом и выходом схемы в контур вносится отрицательное сопротивление, частично компенсирующее его потери, что и определяет регенеративный эффект [16].

Основным недостатком регенеративных усилителей является их склонность к неконтролируемому переходу из режима усиления в режим генерации. Описанный недостаток частично устраняется в сверхрегенеративном способе усиления сигналов, где в схему регенератора дополнительно включается генератор принудительного срыва, который генерирует гасящие колебания постоянной частоты, поступающие на вход усилителя и мешающие перейти регенератору в режим генерации. Устройства, реализующие такой способ называют сверхрегенераторами [16].

Сверхрегенеративный способ усиления позволяет повысить стабильность усиления сигналов, однако обладает существенным недостатком, заключающимся в том, что генератор принудительного срыва постоянно, с неизменной частотой генерирует гасящие колебания, которые прерывают работу усилителя вне зависимости, работает ли он в режиме усиления или перешел в режим генерации.

Такое принудительное прерывание работы (с фиксированной частотой прерывания) усилителя лишь снижает порог перехода усилителя в режим генерации, но никак не устраняет такую возможность. Более того, прерывание работы усилителя, работающего в нормальном режиме (режиме усиления) снижает коэффициент усиления.

Предлагаемое решение обеспечивает повышение устойчивости работы сверхрегенеративного приемника за счет динамического изменения частоты гасящих колебаний.

Его суть заключается в следующем [17]:

Сигнал, принятый антенной, подают на резонансный контур (рис.). Резонансный (колебательный) контур – электрическая цепь, содержащая катушку индуктивности, конденсатор и источник энергии. Резонансная частота определяется формулой Томпсона и зависит от емкости и индуктивности соответствующих элементов. Резонансный контур предназначен для настройки усилителя на определенную частоту (фильтрация входного сигнала) [18].



Рис. Обобщенная структурная схема, поясняющая принцип работы способа

С выхода резонансного контура сигнал подают на вход усилителя.

Усилителем электрических сигналов называется устройство, увеличивающее мощность слабого входного сигнала при сохранении его информационных параметров, то есть без изменения формы сигнала [18]. Усилители, как правило изготавливаются на основе активных элементов (лампы, транзисторы и др.)

С выхода усилителя посредством положительной обратной связи подают сигнал на вход усилителя. При использования обратной связи появляется регенеративный эффект, за счет многократного усиления входного сигнала.

От генератора принудительного срыва (ГПС) на вход усилителя подают гасящие колебания. ГПС формирует последовательность прямоугольных импульсов (гасящие колебания) с номинальной частотой  $f_n$ . В традиционных сверхрегенераторах длительность генерируемых импульсов и частота их появления фиксированы, а сигнал, как правило, имеет скважность равную единице.

Постоянно контролируют наличие генерации. Проверка факта перехода усилителя в режим генерации осуществляется детектором генерации (ДГ). ДГ может быть выполнен различными способами. Например, сигнал с выхода усилителя поступает на вход ДГ, где его уровень сравнивается с уровнем сигнала, соответствующем уровню сигнала на выходе усилителя при работе усилителя в режиме генерации. Если уровни сравниваемых сигналов равны, то ДГ принимает решение, что усилитель перешел в режим генерации.

В случае обнаружения факта генерации от ДГ на вход ГПС поступает управляющий сигнал. ГПС увеличивает частоту следования генерируемых импульсов (при фиксированной длительности импульса).

В случае, если факт генерации не обнаружен от ДГ на вход ГПС поступает управляющий сигнал. ГПС уменьшает частоту следования генерируемых импульсов (при фиксированной длительности импульса).

Генерируемые импульсы (гасящие колебания) поступают на вход усилителя. Усилитель устроен так, что при поступлении импульса (логической единицы), его работа прекращается.

Пределы изменения частоты находятся от  $f_{\min} = 0$ , что означает отсутствие гасящих колебаний на входе, до  $f_{\max} = 1/T$ , где  $T$  – период следования импульсов ( $T = \tau + \Delta t$ , где  $\tau$  – фиксированная длительность импульса, а  $\Delta t$  – время между срезом и фронтом соседних импульсов). При максимальной частоте следования импульсов, их скважность стремится к единице, что означает практически постоянную единицу на входе усилителя.

Таким образом, динамическое изменение частоты гасящих колебаний, означающее динамическое управление режимом работы усилителя, позволяющее компенсировать самопроизвольные переходы усилителя в режим генерации, повышает устойчивость работы свержегенеративного приемника, что обуславливает достижение технического результата.

#### Список используемых источников

1. Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Закалкин П. В. Мониторинг корпоративных сетей // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2016. № 1 (13). С. 70–74.
2. Виноградов А. Н., Терешонок М. В. Особенности проектирования программного обеспечения современного комплекса мониторинга радиозфира // Т-Comm – Телекоммуникации и транспорт. 2014. № 9. С. 36 – 38.
3. Закалкин П. В., Савченко Ю. Е., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Панкова Н. В. Способ определения местоположения несанкционированно установленных на объекте электронных устройств. Патент на изобретение RU 2558333 C1, 27.07.2015. Заявка № 2014112381/07 от 31.03.2014.
4. Закалкин П. В., Куприянов Н. А., Стародубцев П. Ю., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В. Способ обнаружения несанкционированно установленных радиоэлектронных средств на абонентских линиях связи. Патент на изобретение RU 2621455, 06.06.2017. Заявка № 2016119180 от 17.05.2016.

5. Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Корсунский А. С., Масленникова Т. Н., Вершенник А. В. Задача обнаружения несанкционированно установленных радиоэлектронных устройств и способ ее решения // Автоматизация процессов управления. 2017. № 2 (48). С. 4–9.
6. Вершенник Е. В., Вершенник А. В., Львова Н. В., Стародубцев Ю. И. Предложение по повышению эффективности функционирования комплексов мониторинга // Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. 2017. С. 423–426.
7. Рембовский А. М., Ашихмин А. В., Сергиенко А. Р. Построение многофункциональных систем радиомониторинга на основе семейства малогабаритных цифровых радиоприемных устройств и модулей [Электронный ресурс]. URL://<http://www.vrsystems.ru/> (дата обращения 07.10.2017).
8. Стародубцев Ю. И., Вершенник Е. В., Вершенник А. В., Ахмадиев И. Р. Способ мониторинга состояния информационно-телекоммуникационных сетей // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. 2019. № 2. С. 149–157.
9. Репников А. Ю., Худайназаров Ю. К., Карпов А. В. Современные задачи радиомониторинга // Инновационная деятельность в Вооруженных Силах Российской Федерации. Труды всеармейской научно-практической конференции. 2016. С. 266–270.
10. Starodubcev U. I., Vershennik E. V., Balenko E. G. Method of monitoring the state of communication networks // 2019 International Science and Technology Conference "EastConf", EastConf 2019 2019. P. 8725400.
11. Ахмадиев И. Р., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Закалкин П. В. Предложение по совершенствованию системы мониторинга информационно-телекоммуникационных сетей региона // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2019. № 2 (34). С. 145–148.
12. Стародубцев П. Ю., Стародубцев Ю. И., Вершенник Е. В., Чеснаков М. Н. Способ мониторинга состояния электрических сетей и сетей связи // Патент на изобретение RU 2646321, 02.03.2018. Заявка № 2017105612 от 20.02.2017.
13. Вершенник А. В., Закалкин П. В., Куприянов Н. А. Обнаружение закладных устройств на абонентских линиях связи на основе применения специализированного тестового сигнала // Современные информационные технологии. Теория и практика. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Отв. ред. Т. О. Петрова. 2018. С. 147–150.
14. Алисевич Е. А., Закалкин П. В., Стародубцев Г. Ю., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В. Способ усиления радиосигналов путем управляемой регенерации // Патент на изобретение RU 2595921 С1, 27.08.2016. Заявка № 2015108734/08 от 12.03.2015.
15. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. – М. : Высшая школа, 1991. – 622 с.
16. Белкин М. К., Кравченко Г. И., Скоробутов Ю. Г., Стрюков Б. А. Сверхрегенераторы / Под ред. М. К. Белкина. – М. : Радио и связь, 1989. – 248 с.
17. Акишин А. В., Бречко А. А., Вершенник Е. В., Латушко Н. А., Львова Н. В., Стародубцев Ю. И. Способ повышения устойчивости работы сверхрегенеративного приемника // Патент на изобретение RU 2678166, 23.01.2019. Заявка № 2017145223 от 21.12.2017.
18. Редкова Н. А., Грецев В. П., Белов А. В., Андреев А. В. Схемотехника телекоммуникационных устройств / Под общ. ред. Н. А. Редковой. – СПб. : Военная академия связи, 2014. – 162 с.

УДК 004.94  
ГРНТИ 50.07.03

## СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

**А. А. Бречко, А. В. Вершенник, В. В. Никитин**

Военная академия связи им. Маршала Советского союза С. М. Буденного

*В статье излагается способ моделирования, учитывающий взаимную зависимость элементов сети связи при распространении реализаций угроз безопасности, что повышает адекватность и достоверность моделирования.*

*моделирование, адекватность модели, угрозы безопасности.*

Современные информационно-телекоммуникационные сети функционируют в интересах множества разнородных потребителей, в том числе и антагонистических [1].

Антагонистичность систем управления обусловлена конфликтом целей систем. Цели могут не только не совпадать, но и достижение своих целей одной системой управления, может быть следствием затруднения или невозможности достижения целей другой системой управления. Конфликт целей является ключом к возникновению преднамеренных повреждений элементов сети связи как технологической основы систем управления [2].

В настоящее время известен ряд способов и устройств для моделирования сетей связи [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Основным их недостатком является то, что выбор элемента сети связи для имитации преднамеренных повреждений осуществляется либо случайным образом, либо с учетом их структурной значимости. При этом структурная значимость элемента определяется только на основе показателя живучести всей сети связи, без учета функционирования заданных информационных направлений между элементами множеств разнородных, в том числе антагонистических, систем управления и используемых протоколов маршрутизации, что снижает адекватность моделирования. При функционировании заданных информационных направлений между элементами множеств разнородных, в том числе антагонистических, систем управления, использующих единый телекоммуникационный ресурс, могут быть задействованы одни и те же элементы

сети. В отношении таких элементов имитация преднамеренного повреждения не адекватна реальности, поскольку система управления не будет выводить из строя элемент сети, который использует сама.

Авторами статьи предлагается способ, позволяющий устранить указанный недостаток.

Предлагаемый способ может быть реализован следующим образом [10]:

На первом этапе задают следующие исходные данные:

- а) интервал моделирования  $T_m$ ;
- б) длительность шага модельного времени  $\Delta t$ . Способы задания длительности шага модельного времени известны и описаны в [11, 12].
- в) обслуживаемые сетью связи системы управления, а именно:  $k = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$  элементов исследуемой системы управления,  $R$  информационных направлений между ее элементами, а также  $l = \{l_1, l_2, \dots, l_m\}$  элементов антагонистических систем управления,  $P$  информационных направлений между их элементами.
- г) протокол маршрутизации — протокол, в соответствии с которым будут строиться маршруты по заданным информационным направлениям.
- д) среднее время восстановления каждого элемента сети связи и его среднеквадратическое отклонение. Среднее время восстановления элемента и среднеквадратическое отклонение должно быть кратно длительности шага модельного времени  $\Delta t$ .
- е) пороговое значение вероятности повреждения для отнесения элементов сети связи к множеству поврежденных.

Далее определяют показатель относительной структурной значимости каждого элемента сети связи [13, 14]:

$$Z_i = 1 - \frac{G_i^{\text{поврежд}}}{G_i^{\text{функ}}},$$

где  $G_i^{\text{поврежд}}$  — показатель живучести сети связи при поврежденном  $i$ -м элементе сети связи,  $G_i^{\text{функ}}$  — показатель живучести сети связи при функционирующем  $i$ -м элементе сети связи.

В качестве показателя живучести сети связи может быть выбран суммарный объем передаваемого трафика при функционирующем  $i$ -м элементе и объем трафика при поврежденном  $i$ -м элементе.

Генерируют время возникновения повреждений элементов сети связи. Генерируют моменты времени возникновения преднамеренных повреждений, время генерации кратно длительности шага модельного времени  $\Delta t$ . Сгенерированные моменты времени запоминают.

Размещают элементы систем управления по элементам сети связи. Каждый элемент каждой системы управления размещается на одном из элементов сети связи.

Строят маршруты для обслуживания информационных направлений систем управления. Маршруты строятся по каждому заданному информационному направлению в соответствии с заданным протоколом маршрутизации [15].

Определяют элементы сети связи, используемые исследуемой системой управления и антагонистическими системами управления.

Поскольку системы управления используют единый телекоммуникационный ресурс, после построения маршрутов по заданным информационным направлениям, некоторые элементы сети связи могут участвовать в обслуживании как исследуемой системы управления, так и антагонистических систем управления.

Запоминают элементы сети связи, используемые для обеспечения связи по каждому информационному направлению исследуемой системы управления.

Переопределяют структурную значимость хранящихся в памяти элементов сети связи с учетом их использования антагонистическими системами управления.

Элементам сети связи, которые используются как исследуемой системой, так и антагонистическими системами управления, структурную значимость приравнивают к нулю.

Ставят в соответствие структурную значимость элементов сети связи и вероятность их преднамеренного повреждения. При этом вероятность преднамеренного повреждения элементов сети связи, используемых и исследуемой, и антагонистическими системами будет равна нулю.

Генерируют преднамеренные повреждения, реализуемые антагонистическими системами управления.

Иницируют начало процесса восстановления неработоспособных элементов сети связи. Восстановление каждого неработоспособного элемента осуществляется за заданное среднее время восстановления, с учетом среднеквадратического отклонения.

Проверяют, все ли элементы информационного направления работоспособны. Информационное направление состоит из последовательно соединенных элементов сети связи, поэтому оно считается работоспособным только в том случае, когда работоспособны все его элементы.

Рассчитывают коэффициент готовности для  $N$ -го информационного направления.

Коэффициент готовности – это вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени и рассчитывается в соответствии с выражением:

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^M t_i}{\sum_{i=1}^M t_i + \sum_{i=1}^M \tau_i},$$

где  $t_i$  – суммарная наработка  $i$ -го объекта в заданном интервале эксплуатации;  $\tau_i$  – суммарное время восстановления  $i$ -го объекта за тот же период эксплуатации;  $M$  – число наблюдаемых объектов в заданном интервале эксплуатации [16].

Поскольку наблюдается один объект – одно информационное направление, тогда  $N = I$  и, следовательно, выражение примет вид:

$$K_r = \frac{t_i}{t_i + \tau_i},$$

Нарботка – это продолжительность или объем работы объекта [16].

Продолжительность работы информационного направления равнозначна времени работоспособного состояния  $t_p$ , значит:

$$t_i = t_p,$$

Интервал эксплуатации равнозначен интервалу моделирования  $T_m$ , а поскольку информационное направление было только в работоспособном и неработоспособном состоянии, то:

$$t_i + \tau_i = T_m,$$

Тогда, учитывая выражения 3, 4, 5, коэффициент готовности информационного направления:

$$K_r = \frac{t_p}{T_m},$$

где  $t_p$  – суммарное время работоспособного состояния  $N$ -го информационного направления,  $T_m$  – интервал моделирования, равный общему времени функционирования (наблюдения) информационного направления.

После расчета коэффициента готовности выводят перечень неработоспособных элементов сети связи на каждом шаге модельного времени.

Рассчитывают коэффициент готовности для всех информационных направлений и выводят перечень неработоспособных элементов.

Таким образом, за счет исключения возможности преднамеренных повреждений элементов сети связи, использующихся антагонистическими системами управления одновременно, достигается повышение адекватности моделирования.

#### Список используемых источников

1. Анисимов В. В., Бегаев А. Н., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Федоров В. Г., Чукариков А. Г. Способ целенаправленной трансформации параметров модели реального фрагмента сети связи. Патент на изобретение RUS 2620200, 23.05.2016.

2. Боговик А. В., Игнатов В. В. Теория управления в системах военного назначения: учебн. СПб. :ВАС, 2008. С. 35.

3. Алисевич Е. А., Синев С. Г., Стародубцев П. Ю., Сухорукова Е. В., Чукариков А. Г., Шаронов А. Н. Способ моделирования сетей связи. Патент на изобретение RU 2546318 С1, 10.04.2015. Заявка № 2014103873/08 от 04.02.2014.
4. Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Закалкин П. В., Стекольников Г. А. Способ адаптивного повышения адекватности модели информационно-телекоммуникационной системы // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 2 (10). С. 94–100.
5. Беликова И. С., Закалкин П. В., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В. Моделирование сетей связи с учетом топологических и структурных неоднородностей // Информационные системы и технологии. 2017. № 2 (100). С. 93–101.
6. Алисевич Е. А., Закалкин П. В., Кириллова Т. В., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Чукариков А. Г. Способ адаптивного повышения адекватности модели системы связи. Патент на изобретение RU 2562767 С1, 10.09.2015. Заявка № 2014111876/08 от 27.03.2014.
7. Баленко О. А., Бречко А. А., Вершенник Е. В., Львова Н. В., Стародубцев Ю. И. Способ максимизации степени адекватности модели системы связи. Патент на изобретение RU 2675762, 24.12.2018. Заявка № 2017145427 от 22.12.2017.
8. Бречко А. А., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Львова Н. В., Первов М. С., Стародубцев Ю. И. Способ моделирования двусторонних воздействий при использовании конфликтующими системами управления общего технологического ресурса. Патент на изобретение RU 2692423, 24.06.2019. Заявка № 2018122181 от 15.06.2018.
9. Бречко А. А., Вершенник Е. В., Латушко Н. А., Львова Н. В., Стародубцев Ю. И. Способ динамического моделирования сетей связи с учетом взаимной зависимости их элементов. Патент RU 2665506, 30.08.2018. Заявка № 2017142055 от 01.12.2017.
10. Бречко А. А., Бухарин В. В., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Львова Н. В., Стародубцев Ю. И. Способ моделирования преднамеренных повреждений элементов сети связи, функционирующей в интересах разнородных, в том числе антагонистических, систем управления. Патент на изобретение RU 2655466, 28.05.2018. Заявка № 2017127332 от 31.07.2017.
11. Сухорукова Е. В., Закалкин П. В., Андреев С. Н. Моделирование торговых бизнес-процессов: способы задания модельного времени // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 1. С. 104–109.
12. Алисевич Е. А., Евграфов А. А., Нижегородов А. В., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В. Система моделирования динамических процессов. Патент на изобретение RU 2541169, 26.02.2013.
13. Стекольников Ю. И. Живучесть систем. – СПб. : Политехника, 2002. – 155 с. ISBN 5-7325-0652-7.
14. Войцеховский А. И., Белов А. С., Киселев А. А., Иванов В. А., Кривенцов О. Б., Мельнов А. И. Способ моделирования преднамеренных повреждений элементов сети связи. Патент Российской Федерации № 2449366, G06N 5/00, опублик. 27.04.2012.
15. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов. 5-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 992 с. : ил.
16. Федотов А. В., Скабкин Н. Г. Основы теории надежности и технической диагностики: конспект лекций. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. – 64 с.

УДК 004.94  
ГРНТИ 50.07.03

## СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКИ ВОЗНИКАЮЩИХ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ

А. А. Бречко, Е. В. Вершенник, Д. М. Черных

Военная академия связи им. Маршала Советского союза С. М. Буденного

*В статье излагается способ моделирования, учитывающий взаимную зависимость элементов сети связи при распространении реализаций угроз безопасности, что повышает адекватность и достоверность моделирования.*

*моделирование, адекватность модели, угрозы безопасности.*

Информационно-телекоммуникационные системы относятся к классу больших систем. Именно поэтому при их проектировании, внедрении и дальнейшей эксплуатации широко используют различные виды моделирования [1].

В настоящее время разработано достаточно большое количество устройств, систем и способов моделирования сетей связи [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Однако ни один из них не позволяет оперативно вносить изменения в реальном масштабе времени в моделируемую информационно-телекоммуникационную систему относительно реально функционирующей, а также не учитывает взаимную зависимость элементов сети связи при распространении угроз безопасности. Это приводит к снижению таких требований к свойствам модели, как достоверность и адекватность.

Авторами статьи разработан способ, который позволяет устранить указанные недостатки.

Основными этапами реализации предлагаемого способа являются следующие [13]:

1. Подготовка исходных данных для моделирования.

Исходными данными для моделирования являются: состав и структура сети связи, число статистических экспериментов  $E$ , длительность шага моделирования  $\Delta t$ , время моделирования  $T$ , перечень угроз безопасности  $W$ , время распространения реализаций угрозы безопасности  $t_p$ , матрица связности сети связи, матрица информационных направлений, вероятность возникновения угрозы безопасности в точке входа  $P_{уб}$ , точки входа угроз безопасности; время восстановления элементов сети  $t_{в}$ .

2. Формирование графа моделируемой сети связи. При этом вершины графа  $N$  будут соответствовать узлам сети (например, серверы, маршрутизаторы и т. д.), а ветви графа  $M$  – линиям связи, соединяющим узлы сети.

3. Построение маршрутов по заданным информационным направлениям.

В предлагаемом способе критерием для построения маршрутов является минимальное количество транзитных узлов [14].

Запоминают построенные маршруты для каждого информационного направления. Таким образом, для каждого информационного направления формируют множество  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$ , состоящее из  $K$  последовательно соединенных узлов сети данного информационного направления.

4. Имитация функционирования моделируемой информационно-телекоммуникационной сети в условиях возникновения и реализации угроз безопасности.

В этих целях производят моделирование возникновения угрозы безопасности в точке входа. Точка входа угрозы безопасности – пограничный элемент сети, который соединен с элементом/элементами другой сети/сетей.

Моделирование процесса возникновения угрозы безопасности производят следующим образом: в точке входа генерируют случайное число  $\theta$  в интервале  $[0,1]$  и сравнивают с заданной вероятностью возникновения угрозы безопасности в точке входа  $P_{уб}$ . Если вероятность возникновения угрозы безопасности в точке входа меньше сгенерированного случайного числа  $P_{уб} < \theta$ , то переходят к следующему шагу моделирования  $t_{тек} = t_{тек} + \Delta t$  и повторяют действия до тех пор, пока не выполнится условие  $P_{уб} > \theta$ , что будет соответствовать моменту возникновения угрозы безопасности в точке входа [13].

При этом считают, что после возникновения угрозы безопасности в точке входа ее распространение осуществляется в отношении всех непосредственно связанных с ней элементов.

Время распространения реализаций угрозы безопасности  $t_p$  должно быть кратно длительности шага модельного времени.

Длительность шага модельного времени  $\Delta t$  выбирается исходя из минимального времени нахождения сети в неизменном состоянии [13, 15, 16].

После имитации возникновения угрозы безопасности в точке входа, исключают данный элемент из топологии сети и запоминают его как поврежденный, формируя множество поврежденных элементов  $D$ . Далее имитируют возникновение угрозы безопасности для всех элементов, связанных напрямую с поврежденными элементами. Блок-схема алгоритма процесса возникновения угрозы безопасности для этого случая представлена на рис. 1.

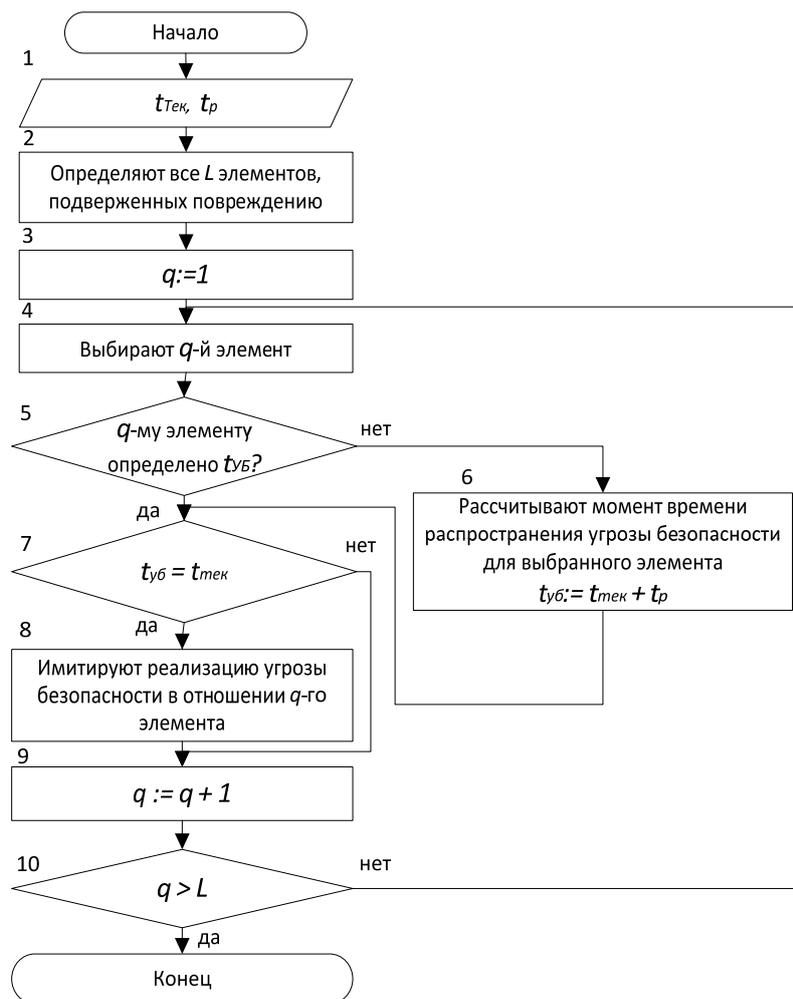


Рис. 1. Блок-схема алгоритма процесса возникновения угрозы безопасности

Далее моделируют процессы восстановления поврежденных элементов в соответствии с заданным временем восстановления. Блок-схема алгоритма восстановления поврежденных элементов представлена на рис. 2 (см. ниже).

1. Проверка работоспособности всех информационных направлений.

Для проверки работоспособности каждого информационного направления извлекают из памяти данные обо всех транзитных элементах проверяемого информационного направления.

Далее производят сравнение множества транзитных элементов  $G$  проверяемого информационного направления с множеством поврежденных элементов  $D$ . Если в множестве транзитных элементов  $G$  находят один и более элементов из множества поврежденных элементов  $D$ , то информационное направление считают неработоспособным, в противном случае информационное направление считают работоспособным.

2. Расчет вероятности работоспособного состояния и среднего времени работоспособного состояния каждого информационного направления.

Вероятность работоспособного состояния  $i$ -го информационного направления на  $j$ -м шаге моделирования представляет собой отношение количества экспериментов, на которых  $i$ -е информационное было работоспособно на  $j$ -м шаге моделирования к общему количеству экспериментов:

$$P_{PC} = \frac{X}{E},$$

где  $P_{PC}$  – вероятность работоспособного состояния  $i$ -го информационного направления на  $j$ -м шаге моделирования;  $X$  – количество экспериментов, в которых  $i$ -е информационное направление было работоспособно на  $j$ -м шаге моделирования;  $E$  – общее количество экспериментов [13].

Среднее время работоспособного состояния  $i$ -го информационного направления на  $j$ -м шаге моделирования представляет собой среднее арифметическое от времени работоспособного состояния с момента начала процесса моделирования до  $j$ -го шага моделирования, на всех экспериментах:

$$\overline{t_{PCi}} = \frac{\sum_{n=1}^E t_{PCn}}{E},$$

где  $\overline{t_{PCi}}$  – среднее время работоспособного состояния  $i$ -го информационного направления на  $j$ -м шаге моделирования;  $t_{PCn}$  – суммарное время работоспособного состояния на период до  $j$ -го шага моделирования при  $n$ -м эксперименте;  $E$  – общее количество экспериментов [13].

Таким образом, за счет учета возникновения угроз безопасности, а также учета взаимной зависимости ресурсов, используемых абонентами, достигается повышение адекватности и достоверности моделирования.

#### Список используемых источников

1. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. – М. : Высшая школа, 2009. – 343 с.
2. Шелухин О. И., Тенякшев А. М., Осин А. В. Моделирование информационных систем : учебное пособие. – М. : Радиотехника, 2005. – 368 с.: ил.
3. Алисевич Е.А., Синев С. Г., Стародубцев П. Ю., Сухорукова Е. В., Чукариков А. Г., Шаронов А. Н. Способ моделирования сетей связи. Патент на изобретение RU 2546318 С1, 10.04.2015. Заявка № 2014103873/08 от 04.02.2014.

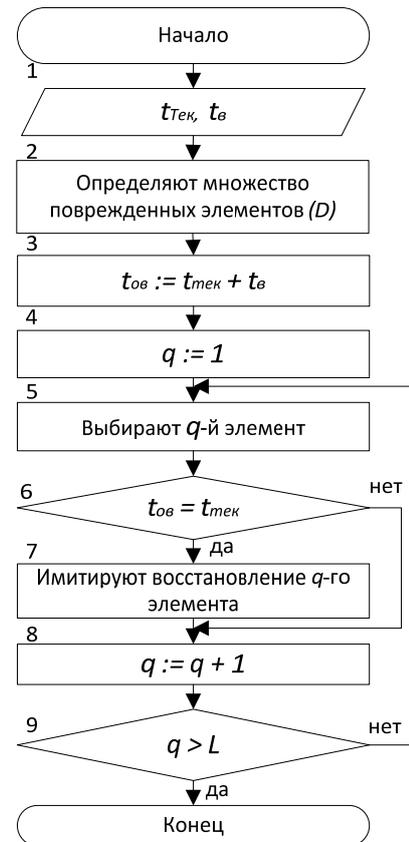


Рис. 2. Блок-схема алгоритма восстановления поврежденных элементов

4. Гречишников Е. В., Любимов В. А., Клименко И. В. Устройство для моделирования системы связи. Патент 2251150 RU, 27.04.2005.
5. Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Закалкин П. В., Стеколыщикова Г. А. Способ адаптивного повышения адекватности модели информационно-телекоммуникационной системы // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2015. № 2 (10). С. 94–100.
6. Гречишников Е. В., Любимов В. А., Поминчук О. В., Белов А. С., Шапошников Д. К. Анализатор сетей связи. Патент RU 2311675, 27.11.2007; Заявка № 2006107095/09 от 03.06.2006.
7. Беликова И. С., Закалкин П. В., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В. Моделирование сетей связи с учетом топологических и структурных неоднородностей // Информационные системы и технологии. 2017. № 2 (100). С. 93–101.
8. Гречишников Е. В., Иванов В. А., Белов А. С., Панасенко А. Н. Устройство для моделирования системы связи. Патент RU 2286597, 27.10.2006; Заявка № 2005111458/09 от 18.04.2005.
9. Анисимов В. В., Бегаев А. Н., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Федоров В. Г., Чукариков А. Г. Способ целенаправленной трансформации параметров модели реального фрагмента сети связи. Патент на изобретение RU 2620200, 23.05.2017. Заявка № 2016119980 от 23.05.2016.
10. Агеев Д. А., Баленко О. А., Бухарин В. В., Жилков Е. А., Кирьянов А. В., Сагдеев А. К., Стародубцев Ю. И. Способ моделирования сетей связи. Патент 2488165 RU, 20.07.2013. Заявка 2012130787/08 от 18.07.2012.
11. Алисевич Е. А., Закалкин П. В., Кириллова Т. В., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В., Чукариков А. Г. Способ адаптивного повышения адекватности модели системы связи. Патент на изобретение RU 2562767 С1, 10.09.2015. Заявка № 2014111876/08 от 27.03.2014.
12. Баленко О. А., Бречко А. А., Вершенник Е. В., Львова Н. В., Стародубцев Ю. И. Способ максимизации степени адекватности модели системы связи. Патент на изобретение RU 2675762, 24.12.2018. Заявка № 2017145427 от 22.12.2017.
13. Бречко А. А., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Львова Н. В., Первов М. С., Стародубцев Ю. И. Способ моделирования двусторонних воздействий при использовании конфликтующими системами управления общего технологического ресурса. Патент на изобретение RU 2692423, 24.06.2019. Заявка № 2018122181 от 15.06.2018.
14. Бречко А. А., Вершенник Е. В., Латушко Н. А., Львова Н. В., Стародубцев Ю. И. Способ динамического моделирования сетей связи с учетом взаимной зависимости их элементов. Патент RU 2665506, 30.08.2018. Заявка № 2017142055 от 01.12.2017.
15. Олифер В., Олифер Н., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов. 5-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 992 с.: ил.
16. Алисевич Е. А., Евграфов А. А., Нижегородов А. В., Стародубцев Ю. И., Сухорукова Е. В. Система моделирования динамических процессов. Патент на изобретение RU 2541169 С2, 10.02.2015. Заявка № 2013108784/08 от 26.02.2013.
17. Сухорукова Е. В., Закалкин П. В., Андреянов С. Н. Моделирование торговых бизнес-процессов: способы задания модельного времени // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2013. № 1. С. 104–109.

УДК 681.78  
ГРНТИ 49.46.33

## ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, ЗАПИСИ И АНАЛИЗА СЛЕДА ИЗМЕРЕННОГО ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА ПОСРЕДСТВОМ РЕФЛЕКТОМЕТРА ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

**А. В. Брыдченко, М. Д. Гевель, М. А. Михайлова, Н. А. Тельнов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Оптический рефлектометр – это прибор, применяемый для измерения параметров волоконно-оптических линий передачи. Измеренные данные используются для создания изображения, называемого рефлектограммой, которое имеет ценную информацию для специалиста. Изображение, формирующееся рефлектометром, показывает информацию о исследуемом волокне.*

*оптический рефлектометр временной области, OTDR, трассировка, след, сращивание, волокно, обратное рассеяние.*

Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) – оптический рефлектометр временной области, предназначен для проверки целостности волоконно-оптических кабелей. С помощью прибора можно проверить потери в соединении, длину линии передачи и найти возможные точки неоднородностей. OTDR используется для создания рефлектограммы волоконно-оптического кабеля, для выявления недостатков при прокладке кабеля. Рефлектометр наиболее эффективен при испытании длинных кабелей (более 250 метров) или кабельных установок с соединениями. Данные, которые производит OTDR, могут быть сохранены для последующего обращения или для проверки схемы элементов, когда возникает проблема сети. OTDR не следует использовать для измерения вносимых потерь в волоконно – оптическом кабеле – эту задачу лучше оставить на волоконно-оптический тестовый источник и измеритель мощности. Оптический рефлектометр тестирует и анализирует, и выводит на экран результаты измерения. Используя OTDR, можно выявить нахождение разрывов в волокне, сравнивая полученную информацию с документацией.

OTDR измеряет количество импульсов света, которые возвращаются вследствие многократного отражения и затухания в проводящей среде. Количество отраженного света определяется фотодетектором, преобразующим импульсы в электрический сигнал, на основании разницы в показателе

преломления в волокне вследствие воздушного зазора между волокнами и различными видами механических соединений.

Изображение OTDR, след или «рефлектограмма» показывает всю информацию исследуемого волокна. Трассировка OTDR представляет собой диаграмму, в которой ось X показывает расстояние, ось Y – уровень мощности сигнала. В общем случае график убывает, так как волоконно-оптическая линия вносит затухание в передаваемый сигнал: все виды соединений, неоднородностей в проводящей среде, а также отражений. Характеристика формируется следующим образом: рефлектометр посылает короткий импульс света с длиной волны 1,55 мкм [1] в линию, а затем детектирует то, что отражается обратно. Это происходит ввиду существования такого явления, как обратное рассеяние: часть света отражается обратно и измеряется время, за которое импульс вернулся к источнику. Анализируя поступающие данные, рефлектометр отражает их с помощью графика, например, если в линии есть сращивание или перегиб, то уровень отраженного сигнала перед неисправностью будет выше, чем после нее. При обрыве волоконно-оптического кабеля, прибор покажет резкий скачок уровня отражения, нежели от обратного рассеяния.

Рефлектограмма состоит из зоны нечувствительности в начале, и рабочей зоны и зоны шума в конце волокна. Наиболее типичные данные, полученные от прибора показаны на рис.

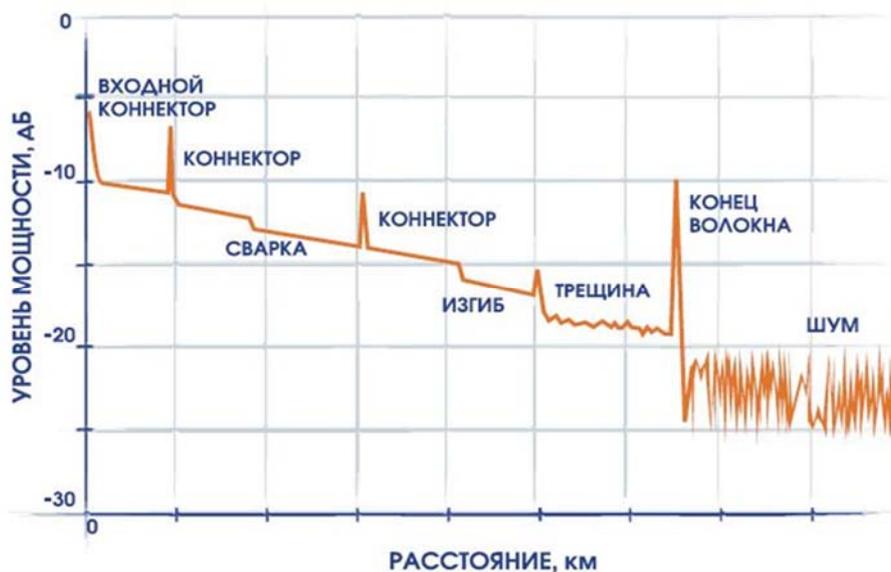


Рис. Пример рефлектограммы

На рисунке видно, что в начале присутствует резкое падение уровня мощности обратного отражения от выходного разъема и пик после него – это так называемая «мертвая зона». Длина канала начинается с начала шкалы считывания, тем самым, участок «мертвой зоны» является частью

канала, в котором происходит измерение. Эта зона не позволяет достаточно точно определить, что происходит в самом начале канала.

Полностью избавиться от этой мертвой зоны невозможно, но можно принять несколько мер для ее уменьшения или обхода: можно уменьшить длительность импульса, использовать более чувствительный OTDR или использовать компенсационную катушку. По состоянию мертвой зоны можно уже многое сказать, например, чем чище механические соединения и чем короче длительность импульса, тем короче и точнее будет мертвая зона. В норме мертвая зона должна быть максимально узкой и с плавным падением мощности сигнала в канале. Если мертвая зона слишком широкая, это означает, что длительность импульса установлена не верно для данного канала. Другой случай, если рефлектограмма в самом начале канала образует форму гиперболы или параболы, это означает, что присутствует неполадка: физическое загрязнение коннекторов, либо поломка самого прибора. В конце канала, после окончательного пика, находится шумовая зона. Область шума может выглядеть по-разному, это зависит от алгоритма обработки и визуализации прибора. Между мертвой зоной и зоной шума находится исследуемая рабочая зона. В идеализированном случае: без сваривания оптического волокна, без применения соединений – график в рабочей области должен быть в виде простой прямой. Однако, на практике она представляет постепенно убывающую с ростом расстояния линию, то есть, затухание в проводящей среде оптоволокна. Обычно, затухание составляет не более 0,22 дБ на один километр при длине волны 1550 нм и не более 0,36 дБ на километр при длине волны, равной 1310 нм [2]. При прохождении по оптоволокну других длин волн, включая видимый свет, затухание становится более сильным.

Далее рассмотрим, что можно увидеть на рабочем участке реальной рефлектограммы, между рабочей зоной и концом оптоволокна.

1. *Сварка оптического кабеля.* В большинстве случаев сваривание отражается как резкий спад уровня мощности сигнала. Чем больше падение, тем больше затухание в этой точке и тем хуже произведено сварка волокон.

2. *Механическое соединение.* След OTDR показывает пик, обычно довольно сильный, возникающий вследствие обратного рассеяния. Причиной этого явления служат различного рода коннекторы и соединители.

3. *Изгиб волокон.* Рефлектограмма оптического кабеля, содержащего изгибы, будет несколько отличаться от следа волокна со сваркой. В случае изгиба измерение на длине волны 1310 нм не покажет его вообще или делает его плохо видимым, а на 1550 нм уровень мощности снизится на несколько децибел. Данные наблюдения помогают сделать вывод о том, что в исследуемом волокне присутствует изгиб, а некачественная сварка.

4. *Трещины.* Наличие трещин приводит к колебаниям уровня сигнала, которые отображаются на трассировке малыми и более сильными пиками.

5. *Обрыв, конец волокна.* Конец рабочей зоны будет соответствовать концу оптического волокна, на следе OTDR зафиксирован уровень сигнала, идентичный исходному, после чего наступает зона шума.

Следует также учитывать при проведении исследований погрешность измерения OTDR. Самым большим источником неопределенности измерений, возникающей при тестировании с помощью OTDR, является функция коэффициента обратного рассеяния, характеризующаяся количеством света от исходящего тестового импульса, рассеянного обратно к OTDR. Рефлектометр временной области фиксирует возвращающийся сигнал и вычисляет потерю, основанную на уменьшающемся количестве возвращенного света. Главным источником ошибки является не излученный свет, а собственное затухание волокна и диаметр сердцевины.

Приведенный оптический рефлектометр – это прибор, используемый для измерения параметров волоконно-оптических линий передачи. Кроме того, он служит для обнаружения проблем в оптическом волокне и их местонахождения в линии. OTDR широко применяется при строительстве и эксплуатации любых волоконно-оптических сетей передачи данных.

#### Список используемых источников

1. FOA Reference Guide to Fiber Optics, Chapter 8. Справочное руководство FOA по волоконной оптике. Глава 8 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.thefoa.org/tech/ref/contents.html>
2. Портал Fiber Optics Association. URL: <https://www.thefoa.org/tech/ref/testing/OTDR/OTDR.html>

УДК 654.026  
ГРНТИ 49.43.31

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОМЕХ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ПО ВХОДУ СТВОЛА РЕТРАНСЛЯТОРА

**А. В. Брыдченко, В. А. Гриднев, Д. А. Груздев, М. А. Мирошник**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Военные сети спутниковой связи функционируют в условиях воздействия комплексов радиоподавления противника. Для подавления сети необходимо поставить преднамеренную помеху либо по входу ствола ретранслятора связи, либо по входу станций спутниковой связи, работающих в этой сети. Учитывая особенности построения сети*

*спутниковой связи, наиболее вероятным представляется воздействие комплекса радиоэлектронного подавления по входу ствола ретранслятора. В статье приведена методика определения параметров помех, воздействующих по входу ствола ретранслятора.*

*земная станция спутниковой связи, радиоразведка, радиоэлектронное подавление*

В настоящее время системы спутниковой связи имеют важное значение для устойчивого управления силовыми и государственными структурами РФ, что обусловлено следующими факторами:

высокой оперативностью развертывания устойчивых направлений связи;

возможностью размещения станций спутниковой связи непосредственно на мобильных пунктах управления и объектах ВС РФ;

возможностью создания высококачественных линий связи большой протяженности между регионами, не имеющими общих границ, а также через территории, не контролируемые ВС РФ, другими войсками и войсковыми формированиями, включая моря и океаны.

Одной из основных особенностей функционирования военной системы спутниковой связи (ВССС) является воздействие средств радиоразведки (РР) радиоэлектронного подавления (РЭП) противника на линии спутниковой связи (ЛСС).

Воздействие противника на ЛСС может осуществляться в двух направлениях:

на участке земная станция (ЗС) – ретранслятор связи (РС);

на участке РС – ЗС.

Наиболее вероятно воздействие комплекса РР и РЭП по входу ствола ретранслятора, так как воздействие по входу ЗС вызывает ряд существенных трудностей:

сложность постановки помехи, попадающей в диаграмму направленности ЗС, вызванная узкой ее характеристикой;

подавление одной ЗС не вызовет подавление сети в целом.

Таким образом, необходимо разработать методику определения параметров помех, воздействующих по входу ствола ретранслятора, для исключения или компенсации ее воздействия.

В статье предлагается методика определения параметров помех, состоящая из следующих этапов:

1. Определение соотношения полос частот сигнала  $\Delta f_c$  и помехи  $\Delta f_n$ ;
2. Определение совпадения полос частот сигнала и помехи;
3. Определение интенсивности помехи  $\tilde{P}_n$ ;
4. Определение степени подавления сигнала помехой  $h^2$ .

Рассмотрим подробнее каждый из этапов.

### 1. Определение соотношения частотных полос помехи и информационного сигнала

По соотношению ширины частотных полос помехи  $\Delta f_{\text{п}}$  и информационного сигнала  $\Delta f_{\text{с}}$  различают:

- заградительные (широкополосные) помехи;
- прицельные (узкополосные) помехи.

Заградительные (широкополосные) помехи [1] имеют ширину частотной полосы, превышающую удвоенную частотную полосу сигнала ( $\Delta f_{\text{п}} > 2\Delta f_{\text{с}}$ ). Это позволяет подавлять одновременно несколько радиоэлектронных средств (РЭС) без точного наведения передатчика помех по частоте.

Прицельные (узкополосные) помехи [1] имеют ширину частотной полосы, равную или превышающую до двух раз ширину частотной полосы сигнала, подавляемого РЭС ( $\Delta f_{\text{п}} < 2\Delta f_{\text{с}}$ ). Эффективность их воздействия зависит от точности совмещения частотных полос помехи и сигнала.

### 2. Определение совпадения частотных полос сигнала и помехи

По совпадению частотных полос сигнала и помехи выделяются три класса помех:

- несовпадающие с сигналом;
- частично совпадающие с сигналом;
- совпадающие с сигналом.

Полосы частот сигнала и несовпадающих с ним помех не пересекаются ( $\Delta f_{\text{п}} \cap \Delta f_{\text{с}} = \emptyset$ ), а именно:

нижняя частота спектра сигнала  $f_{\text{нс}}$  больше верхней частоты спектра помехи  $f_{\text{вп}}$  ( $f_{\text{нс}} > f_{\text{вп}}$ ), если помеха расположена на частотной оси ниже сигнала (рис. 1).

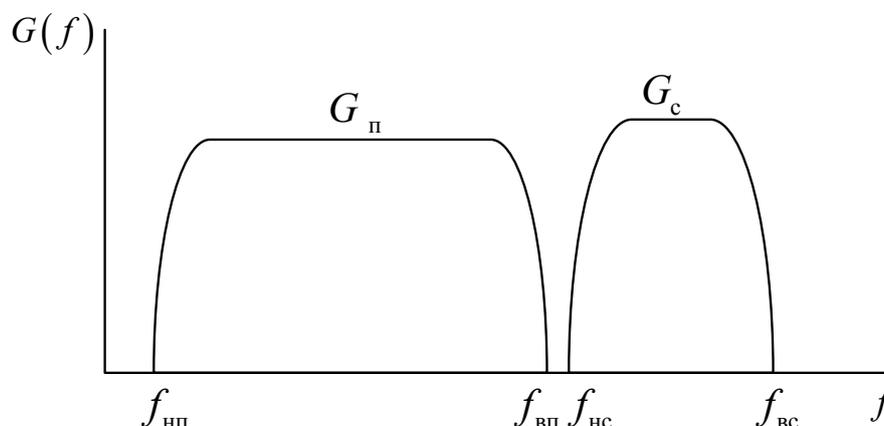


Рис. 1. Спектры сигнала и несовпадающей с сигналом помехи нижняя частота спектра помехи  $f_{\text{нп}}$  больше верхней частоты спектра сигнала

$f_{bc} (f_{np} > f_{bc})$ , если помеха расположена на частотной оси выше сигнала.

Полоса частот помехи, частично совпадающей с сигналом, будет перекрывать часть полосы частот сигнала ( $\Delta f_{\pi} \cap \Delta f_c \neq \emptyset$ ), а именно:

$f_{bc} > f_{вп} > f_{hc} > f_{np}$ , если полосы частот сигнала и помехи пересекаются в нижней области частот сигнала;

$f_{вп} > f_{bc} > f_{np} > f_{hc}$ , если полосы частот сигнала и помехи пересекаются в верхней области частот сигнала.

Под помехами, совпадающими с сигналом, понимаются помехи, полосы частот которых полностью попадают в полосу частот сигнала или полностью перекрывают ее ( $\Delta f_{\pi} \cap \Delta f_c = \Delta f_{\pi}$  или  $\Delta f_{\pi} \cap \Delta f_c = \Delta f_c$ ), а именно:

$(f_{hc} > f_{np}) \& (f_{вп} > f_{bc})$ , если полоса частот помехи перекрывает полосу частот сигнала;

$(f_{np} \geq f_{hc}) \& (f_{вп} \leq f_{bc})$ , если полоса частот помехи полностью попадает в полосу частот сигнала.

### 3. Определение интенсивности помехи

По интенсивности различают три класса помех [1]: сильные, средние, слабые.

Очевидно, что критерий классификации помехи по ее интенсивности должен отражать отношение мощностей сигнала и помехи с учетом избирательности приемника.

Можно дать следующее определение: «Класс помехи по интенсивности отражает степень ухудшения качества канала связи в случае, если помеха совпадет с сигналом по частоте наихудшим образом, а именно, если в полосу частот сигнала попадет максимальная мощность помехи».

Предположим, что приемник выделяет только полосу частот, занимаемую сигналом  $\Delta f_c$ . Тогда мощность помехи, определяющая ее классификацию по интенсивности, вычисляется через спектральную плотность мощности помехи  $G_{\pi}$  [2]

$$\tilde{P}_{\pi} = \max_{f_1, f_2} \int_{f_1}^{f_2} G_{\pi}(f) df, \text{ где } f_2 - f_1 = \Delta f_c. \quad (1)$$

Иллюстрация выражения (1) представлена на рис. 2 (см. ниже). Таким образом, классификация по интенсивности отражает потенциальное свойство помехи подавлять информационный сигнал.

Мощность сигнала определяется выражением

$$P_c = \int_{f_{hc}}^{f_{bc}} G_c(f) df. \quad (2)$$

Исходя из приведенного определения, для классификации помехи по интенсивности необходимо:

а) задать шкалу для оценки вероятности битовой ошибки  $p_{\text{ош}}$  в канале;

б) зная вид модуляции сигнала и шкалу для оценки  $p_{\text{ош}}$ , определить шкалу для оценки отношения сигнал-шум на входе демодулятора  $h^2$ ;

в) зная шкалу  $h^2$  и мощность сигнала  $P_c$ , определить шкалу для оценки помехи по интенсивности.

В качестве примера рассмотрим классификацию помехи по интенсивности для сети спутниковой связи ТЗУ.

Исходя из требований к качеству канала связи, задается шкала для оценки вероятности битовой ошибки  $p_{\text{ош}}$ :

«отлично», если  $p_{\text{ош}} \leq 10^{-5}$ ;

«удовлетворительно», если  $10^{-5} < p_{\text{ош}} \leq 10^{-3}$ ;

«неудовлетворительно», если  $p_{\text{ош}} > 10^{-3}$ .

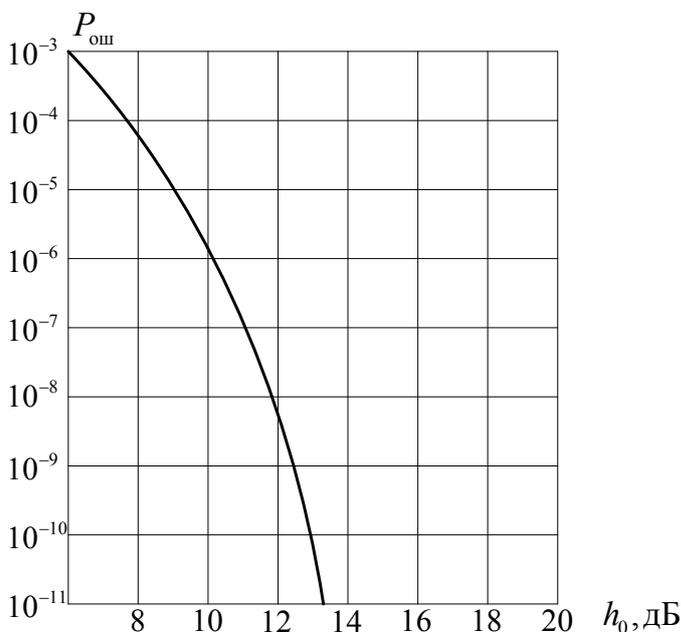


Рис. 3. График для определения вероятности ошибки по известному отношению сигнал-шум для ОФМ

$h_{\text{уд}}^2 \leq h^2 < h_{\text{отл}}^2$ , где  $h_{\text{уд}}^2 = 4,0$ ;

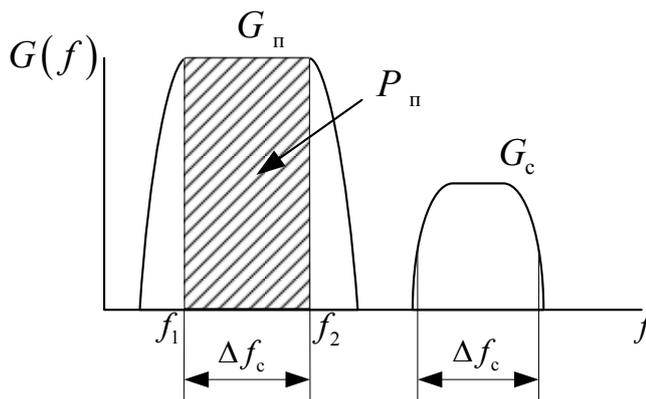


Рис. 2. Иллюстрация к вычислению классификационной мощности помехи

В сети ТЗУ на участке ЗС – РС используется сигнал ОФМ. Поэтому, зная шкалу для  $p_{\text{ош}}$  и воспользовавшись графиком рис. 3 [2], определим шкалу для  $h^2$ . На рис. 3 показана расчетная зависимость  $p_{\text{ош}}(h_0)$  для сигнала ОФМ, где  $h_0 = 10 \lg h^2$ . Определив по графику  $h_0$ , вычислим соответствующие значения  $h^2 = 10^{0,1h_0}$ :

«отлично», если  $h^2 \geq h_{\text{отл}}^2$ , где  $h_{\text{отл}}^2 = 7,9$ ;

«удовлетворительно», если  $h^2 < h_{\text{отл}}^2$ ;

«неудовлетворительно», если  $h^2 < h_{уд}^2$ .

Зная шкалу для  $h^2$ , определим шкалу для оценки помехи по интенсивности:

«сильная помеха», если  $\tilde{P}_п > P_c / h_{уд}^2$ , где  $h_{уд}^2 = 4,0$ ;

«средняя помеха», если  $P_c / h_{отл}^2 < \tilde{P}_п \leq P_c / h_{уд}^2$ , где  $h_{отл}^2 = 7,9$ ;

«слабая помеха», если  $\tilde{P}_п \leq P_c / h_{отл}^2$ .

#### 4. Определение степени подавления сигнала помехой

По степени подавления сигнала помехи целесообразно разделить на три класса: подавляющие, частично подавляющие, неподавляющие.

Рассмотрим подавления сигнала помехой в пространстве «частота – мощность». Как и ранее, предположим, что приемник выделяет только полосу частот, занимаемую сигналом  $\Delta f_c$ . Увяжем классификацию помехи с величиной  $h^2$ , которая в данном случае (рис. 4) определяется как

$$h^2 = \frac{\int_{f_{нс}}^{f_{вс}} G_c(f) df}{\int_{f_{нс}}^{f_{вс}} G_п(f) df}. \quad (1)$$

Знаменатель выражения (1) есть мощность помехи, попавшая в полосу частот полезного сигнала и, следовательно, в полосу пропускания приемника.

По аналогии с методикой классификации помехи по ее интенсивности изложим методику классификации помехи по степени подавления сигнала:

1. Задать шкалу для оценки вероятности битовой ошибки  $p_{ош}$  в канале.

2. Зная вид модуляции сигнала и шкалу для оценки  $p_{ош}$ , определить шкалу для оценки отношения сигнал-шум на входе демодулятора  $h^2$ .

3. Зная шкалу  $h^2$  и мощность сигнала  $P_c$ , определить шкалу для оценки помехи по степени подавления сигнала:

«подавляющая помеха», если  $\int_{f_{нс}}^{f_{вс}} G_п(f) df > P_c / h_{уд}^2$ ;

«частично подавляющая помеха», если  $P_c / h_{отл}^2 < \int_{f_{нс}}^{f_{вс}} G_п(f) df \leq P_c / h_{уд}^2$ ;

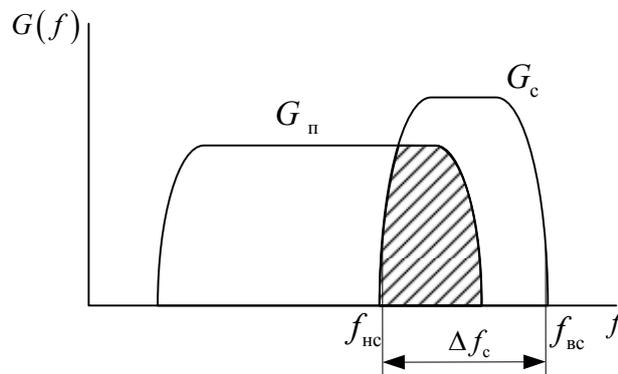


Рис. 4. Иллюстрация к вычислению  $h^2$

«неподавляющая помеха», если  $\int_{f_{нс}}^{f_{вс}} G_{п}(f) df \leq P_c / h_{отл}^2$ .

### Заключение

Таким образом, результатами работы методики являются параметры помехи, воздействующей по входу ствола ретранслятора. Знание параметров помехи позволит сформировать эффективное противодействие.

### Список используемых источников

1. Палий А. И. Радио-электронная борьба. – М. : Военное издательство, 1989. – 127 с.
2. Спутниковая связь и вещание: справочник. 2-е изд. / Под ред. Л. Я. Кантора. – М. : Радио и связь, 1988. – 344 с.

УДК 621.396  
ГРНТИ 49.27.33

## ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

**С. Ф. Буцев, Р. В. Веденькин, Д. А. Журавлёв**

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Достоинства атмосферной оптической линии связи позволяют рассматривать различные варианты их применения на сетях связи, при требуемом коэффициенте готовности, что во многом определяется возможностями и технико-эксплуатационными данными аппаратуры. В статье представлена оценка коэффициента готовности АОЛС на основе расчета энергетического потенциала в различных погодных условиях, характерных для Приволжского федерального округа.*

*атмосферная оптическая линия связи, атмосферная оптическая система передачи, энергетический потенциал, атмосферные осадки.*

В настоящее время атмосферные оптические системы передачи (АОСП) широко применяются для организации беспроводных соединений по схеме «точка – точка» при условии прямой видимости между приемным и передающим устройствами с высокой скоростью передачи до 1 Гбит/с. Достоинства АОЛС позволяют рассматривать следующие варианты их применения: резервирование кабельных оптических линий связи, восстановление кабельных оптических линий связи в случае их выхода

из строя, совместное применение АОЛС и высокоскоростных радиорелейных мостов, использование АОЛС в качестве линии привязки полевых аппаратных связи к стационарным объектам [1]. Кроме того, АОЛС могут использоваться для связи в горной местности, на аэродромах; при создании разнесенных в пространстве локальных компьютерных сетей; при организации связи между центрами коммутации и базовыми станциями сотовых сетей и т. д.

Во всех вариантах целесообразным является вопрос обеспечения заявленной дальности АОЛС при требуемом коэффициенте готовности, что во многом определяется возможностями и ТЭД аппаратуры. В данной статье в качестве аппаратуры АОЛС выбрана отечественная аппаратура Artolink M1-GE-L [2]. Во всех вариантах применения АОЛС необходимо учитывать влияние на нее следующих явлений: погодные условия (дождь, туман, снег), турбулентность атмосферы и протяженность линии. Все эти явления влияют на ключевой параметр – энергетический потенциал линии  $M_{link}$ , который рассчитывается по формуле:

$$M_{link} = P_e - S_r - A_g - A_a - A_{sc}, \quad (1)$$

где  $P_e$  (дБм) – общая мощность излучателя;  $S_r$  (дБм) – чувствительность приемника;  $A_g$  (дБ) – геометрическое ослабление линии из-за рассеивания передаваемого луча с увеличением расстояния,  $A_a$  (дБ) – ослабление в атмосфере из-за поглощения и рассеивания,  $A_{sc}$  (дБ) – ослабление из-за турбулентности атмосферы [3].

Геометрическое ослабление вычисляется по формуле:

$$A_g = 10 \log_{10} \left( \frac{S_d}{S_c} \right), \quad (2)$$

где  $S_c$  – поверхность захвата приемника ( $m^2$ ),  $S_d$  – площадь поверхности луча передачи на расстояние  $d$ .

Ослабления в атмосфере из-за поглощения и рассеивания  $A_a$  вызваны погодными условиями и, в частности, местным климатом в окрестностях выбранной трассы линии (снег, дождь, изморозь, туман и т. д.). Исходя из этого  $A_a$  можно представить как:

$$A_a = \gamma_{clear\_air} \cdot d \text{ или } \gamma_{fog} \cdot d \text{ или } \gamma_{rain} \cdot d \text{ или } \gamma_{snow} \cdot d, \quad (3)$$

где  $\gamma_{clear\_air}$  – ослабления в условиях чистого воздуха,  $\gamma_{fog}$  – ослабление в тумане,  $\gamma_{rain}$  – ослабление в дожде;  $\gamma_{snow}$  – ослабление в снеге. Данные ослабления учитываются для характерных времен года.

Расчет энергетического потенциала линии осуществляется для различных времен года, учитывая при этом характерное ослабление.

Ослабление в тумане вычисляется как:

$$\gamma_{fog}(\lambda) = \frac{3,91}{V} \left( \frac{\lambda}{550 \text{ нм}} \right)^{-q} \text{ [дБ / км]},$$

где  $V$  – видимость (км),  $\lambda$  – длина волны (нм),  $q$  – коэффициент, зависящий от распределения размеров рассеивающих частиц, его значения определены в [3].

Ослабление в дожде определяются соотношением  $\gamma_{rain} = k \cdot R^a$  [дБ / км], где  $R^a$  – значения интенсивности дождя (мм/ч), превышаемые в течении любого данного процента времени, либо это ослабление определяется согласно данных приведенных в [4].

Ослабление в снеге описывается соотношением  $\gamma_{snow} = a \cdot S^b$  [дБ / км], где  $S^b$  – интенсивность снегопада (мм/ч) и  $a$  и  $b$  функции от длины волны [3]. Ослабление из-за турбулентности атмосферы выражается соотношением  $A_{sc} = 23,17 \cdot k^{7/6} \cdot C_n^2 \cdot L^{11/6}$ , где  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  (м<sup>-1</sup>) номер волны,  $L$  (м) – протяженность линии связи,  $C_n^2$  (м<sup>-2/3</sup>). Для расчета энергетического потенциала линии при использовании аппаратуры в зимний период в первую очередь будем учитывать ослабления для наихудшего варианта – в мокром снеге.

Характеристика погоды в Приволжском федеральном округе, в частности в республике Марий-Эл за 2019 год представлена на рис. 1 и 2 (см. ниже), соответственно [5].

Для различных вариантов применения АОЛС одним из важных параметров является коэффициент ее готовности при максимальной заявленной дальности связи. Дальность связи аппаратуры Artolink M1-GE-L составляет 4,4 км. Энергетический потенциал линии  $M_{link}$  для каждого месяца рассчитывается по формуле (1) с учетом формул (2) и (3), причем формула (3) учитывается для погодных факторов конкретного месяца (рис. 3, см. ниже). Рассчитанный коэффициент готовности на такой дальности, исходя из количества и интенсивности осадков, представлен в табл. и на рис. 4 (см. ниже).

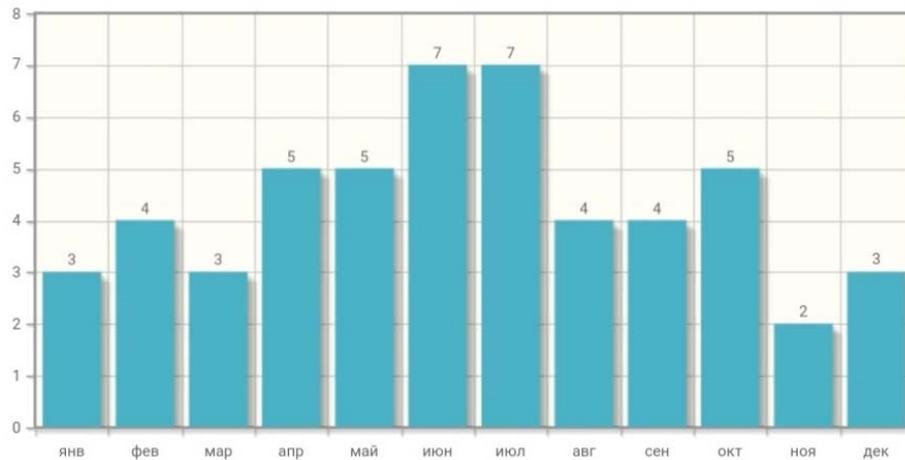


Рис. 1. Количество дней с осадками

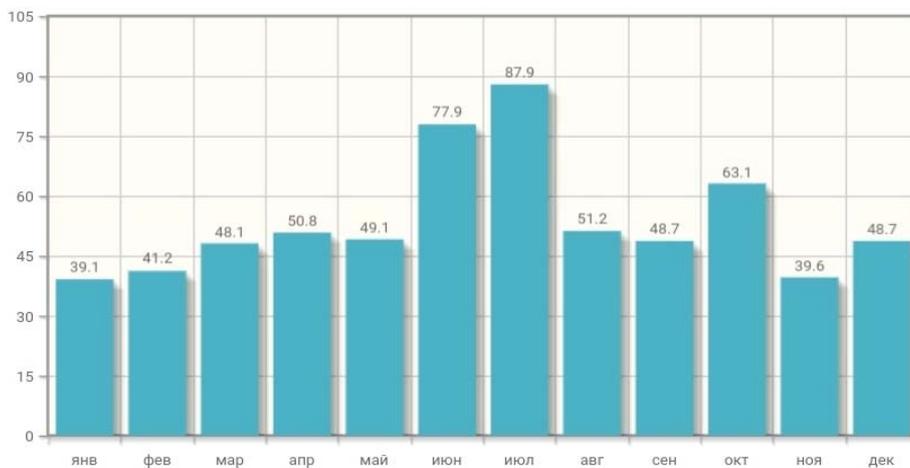


Рис. 2. Количество осадков, мм

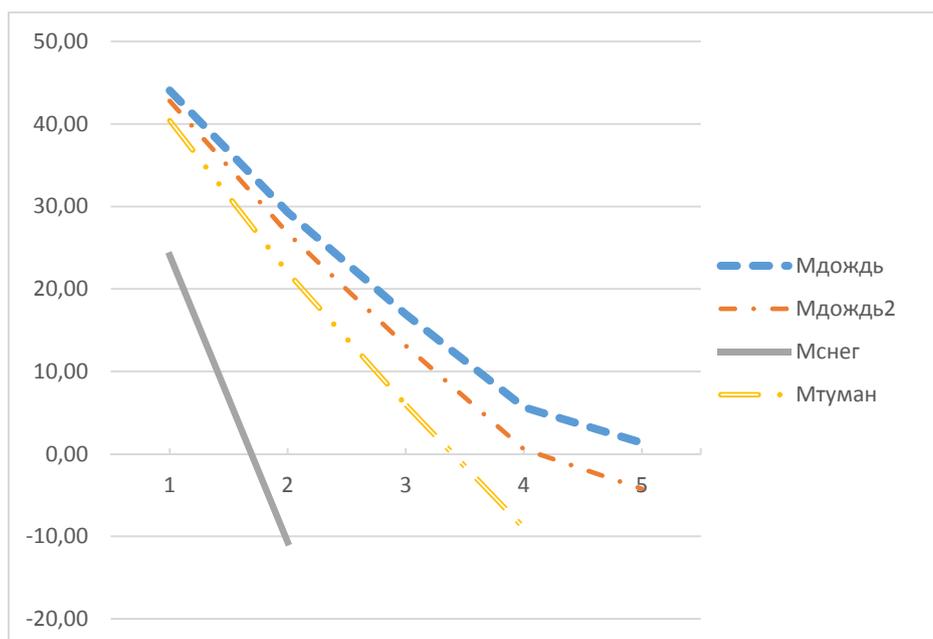


Рис. 3. Значения энергетического потенциала в условиях дождя, снега и тумана

ТАБЛИЦА. Коэффициент готовности АОЛС

Месяц	Количество дней с $M_{link}$ меньше требуемого	$K_r$ , % АОЛС за месяц
Январь	3	90,4
Февраль	4	86,2
Март	3	90,4
Апрель	5	83,4
Май	5	83,9
Июнь	7	76,7
Июль	7	77,4
Август	4	87,1
Сентябрь	4	86,7
Октябрь	5	83,9
Ноябрь	2	93,4
Декабрь	3	90,4

Таким образом, в году коэффициент готовности АОЛС составит всего лишь  $K_r = 0,857$  %. Полученное значение позволяет сделать вывод, что для возможных вариантов применения АОЛС максимальную заявленную дальность связи необходимо уменьшать с целью обеспечения требуемого коэффициента готовности, либо применять АОЛС на непродолжительное время, например, как временную вставку при восстановлении ВОЛС.

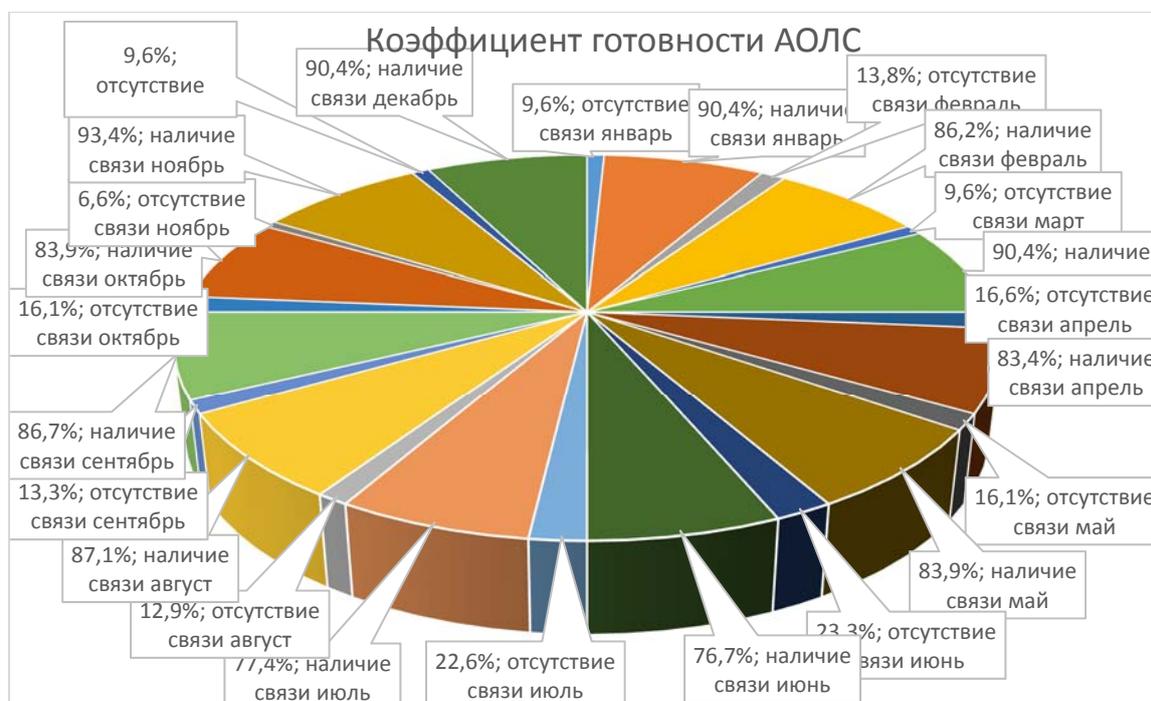


Рис. 4. Коэффициент готовности АОЛС в условиях дождя, снега и тумана для каждого месяца

**Список используемых источников**

1. Журавлёв Д. А., Соколов А. С., Дунаев К. В. Разработка вариантов применения атмосферных оптических линий связи в транспортных сетях специального назначения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании/ VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 227–230.
2. Аппаратура атмосферной оптической линии передачи данных Artolink M1-GE-L. Руководство по эксплуатации. ЗАО «МОСТКОМ».
3. Рекомендация МСЭ-R P.1814. Методы прогнозирования, требуемые для разработки наземных оптических линий для связи в свободном пространстве, 2007 г.
4. Рекомендация МСЭ-R P.837-6. Характеристики осадков, используемые при моделировании распространения радиоволн, 02/2012.
5. Статистика по осадкам за 2019. Портал [www. atlas-yakutia.ru](http://www.atlas-yakutia.ru)

УДК 654.739  
ГРНТИ 49.33.29

## ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ В СЕТИ ПАКЕТНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Д. С. Ванюгин<sup>1</sup>, В. Г. Картун<sup>2</sup>, И. Н. Репьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

<sup>2</sup>Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В данной статье рассмотрено более эффективное использование пропускной способности каналов радиосвязи в пакетной сети за счет учета не только пропускная способность, но и интенсивность нагрузки, передаваемой по каналам радиосвязи от других сетевых радиостанций.*

*сети пакетной радиосвязи, сети связи, распределение потоков.*

Данная методика распределения потоков отличается от известных тем, что в ходе распределения потока учитывается не только пропускная способность, но и интенсивность нагрузки, передаваемой по каналам радиосвязи от других сетевых радиостанций. Это позволяет более эффективно использовать пропускную способность каналов радиосвязи сети пакетной радиосвязи за счет равномерной загрузки используемых радиоканалов.

Для оптимального распределения потоков информации различных приоритетов предполагает знание матрицы, элементами которой являются производные  $\frac{\partial \Lambda}{\partial Y}$ . Для ее нахождения решим следующую задачу. Дана сеть пакетной радиосвязи, в которой между некоторой парой радиостанций  $i$  и  $j$

имеется  $K_{ij}$  маршрутов доставки для передачи в данном информационном направлении потока сообщений суммарной интенсивностью  $Y_{ij} = \sum_{p=1}^P Y_p$ . Поток считается стационарным. Требуется оптимально распределить нагрузку  $Y$  по маршрутам доставки, т. е. найти такой вектор, который доставляет экстремум:

$$Y_{k_{\text{марш}}} = |y_1, y_2 \dots y_{k_{\text{марш}}}|$$

выбранной целевой функции. Для решения данной задачи методом девиации потока воспользуемся методикой, изложенной в [1, 2].

При этом возникает две подзадачи: определение состояния направлений радиосвязи, при котором необходимо начать перераспределение потоков и определение размера доли потока, которая будет направлена по новым путям. Для их решения каждое направление радиосвязи в сети пакетной радиосвязи можно представить как подсеть, состоящую из двух радиостанций и двух каналов радиосвязи: первый, обладающий пропускной способностью  $C_1$ , по которому передаются пакеты и второй, с пропускной способностью  $C_2$ , по которому необходимо направить часть пакетов с первого канала радиосвязи. В этом случае постановка задачи определения состояния направлений радиосвязи, при котором необходимо перераспределение потоков, может быть сформулирована следующим образом: входной поток  $Y$  необходимо разделить на два потока  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  так, чтобы минимизировать целевую функцию вида [1, 2]:

$$g(\lambda) = g_1(\lambda_1) + g_2(\lambda_2),$$

где  $g_i(\lambda_i) = \frac{\lambda_i}{(C_i - \lambda_i)}$ ,  $C_i$  – пропускная способность первого или второго канала радиосвязи. Ограничения задачи:  $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$  и  $\lambda \leq C_1 + C_2$ .

Пропускная способность  $C_1 \geq C_2$ , так как первоначально весь поток направляется по первому каналу радиосвязи, следовательно,  $\lambda_1$  должна быть больше, чем  $\lambda_2$ . В этом случае возможны следующие варианты распределения потоков [1, 2]:

1.  $\lambda_1 = \lambda$ ,  $\lambda_2 = 0$ .

Эта ситуация имеет место до начала перераспределения потоков, когда

$$\frac{\partial g_1(\lambda)}{\partial \lambda_1} \leq \frac{\partial g_2(0)}{\partial \lambda_2}$$

так как  $\frac{\partial g_1(\lambda)}{\partial \lambda_1} = \frac{C_1}{(C_1 - \lambda)^2}$  и  $\frac{\partial g_2(0)}{\partial \lambda_2} = \frac{1}{C_2}$ . Тогда  $\frac{C_1}{(C_1 - \lambda)^2} \leq \frac{1}{C_2}$ ,

отсюда  $\lambda \leq C_1 - \sqrt{C_1 \cdot C_2}$ .

2.  $\lambda_1 > 0$  и  $\lambda_2 > 0$ .

В этом случае условные длины каналов радиосвязи одинаковы и

$$\frac{\partial g_1(\lambda_1)}{\partial \lambda_1} = \frac{\partial g_2(\lambda_2)}{\partial \lambda_2}, \text{ или, что аналогично } \frac{C_1}{(C_1 - \lambda_1)^2} = \frac{C_2}{(C_2 - \lambda_2)^2}.$$

Из этого равенства и ограничений определяются  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ :

$$\lambda_1 = \frac{\sqrt{C_1}[\lambda - (C_2 - \sqrt{C_1 \cdot C_2})]}{\sqrt{C_1} + \sqrt{C_2}}, \lambda_2 = \frac{\sqrt{C_2}[\lambda - (C_1 - \sqrt{C_1 \cdot C_2})]}{\sqrt{C_1} + \sqrt{C_2}}.$$

Таким образом, при достаточно малых  $\lambda$  используется только один первый канал радиосвязи [1], а при превышении  $\lambda$  порогового значения  $C_1 - \sqrt{C_1 \cdot C_2}$ , при котором условные длины каналов радиосвязи становятся равными, начинает использоваться второй канал радиосвязи. С увеличением интенсивности поступающей нагрузки потоки в обоих каналах радиосвязи увеличиваются так, чтобы условные длины оставались равными.

Данный вариант разделения поступающего потока применим для идеализированного случая, когда по обоим каналам радиосвязи передается нагрузка только от сетевых радиостанций. В случае рассмотрения работы сети пакетной радиосвязи, когда по каждому каналу радиосвязи передается нагрузка различных пар сетевых радиостанций, необходимо учитывать какая часть пропускной способности сети пакетной радиосвязи будет занята для передачи пакетов сетевых радиостанций, отличных от рассматриваемых.

Учесть занятость каналов радиосвязи можно при помощи коэффициентов использования каналов радиосвязи  $\rho_i = \frac{\lambda_i}{C_i}$ , где  $\lambda_i$  – интенсивность поступления пакетов в  $i$ -й канал радиосвязи от других пар сетевых радиостанций. В этом случае правило распределения потоков примет вид:

1.  $\lambda_1 = \lambda$ ,  $\lambda_2 = 0$ , если  $\lambda \leq (1 - \rho_1)C_1 - \sqrt{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)C_1 \cdot C_2}$

$$2. \lambda_1 = \frac{\sqrt{(1 - \rho_1)C_1}[\lambda - ((1 - \rho_2)C_2 - \sqrt{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)C_1 C_2})]}{\sqrt{(1 - \rho_1)C_1} + \sqrt{(1 - \rho_2)C_2}},$$

$$\lambda_2 = \frac{\sqrt{(1 - \rho_2)C_2}[\lambda - ((1 - \rho_1)C_1 - \sqrt{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)C_1 \cdot C_2})]}{\sqrt{(1 - \rho_1)C_1} + \sqrt{(1 - \rho_2)C_2}},$$

если  $\lambda > (1 - \rho_1)C_1 - \sqrt{(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)C_1 \cdot C_2}$ .

Как видно, использование второго канала радиосвязи и доля передаваемых по нему пакетов зависит от его пропускной способности. Значительное влияние оказывает и степень его использования нагрузкой других сетевых радиостанций. При высоком коэффициенте использования обоих каналов радиосвязи с ростом объемов поступающей нагрузки отклонение части потока ко второму каналу радиосвязи происходит раньше, а насыщение обоих каналов радиосвязи наступает быстрее.

#### Список используемых источников

1. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных. – М. : Мир.1989. – 544 с.
2. Коршун В. Г., Макаров В. И. Математическое обеспечение автоматизированной системы экспресс-анализа и синтеза сетей передачи данных. – СПб. : ВАС 2007. – 128 с.

УДК 654.739  
ГРНТИ 49.33.29

## СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СЕТИ РАДИОСВЯЗИ

Д. С. Ванюгин<sup>1</sup>, Р. Ф. Лялин<sup>2</sup>, И. Н. Репьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

<sup>2</sup>Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В статье представлен краткий структурный анализ сети радиосвязи на существующих средствах и комплексах связи.*

*сеть радиосвязи, сети связи, структурный анализ.*

Отход от изжившей себя иерархической структуры сети радиосвязи, базирующихся на линиях прямой связи и создание пространственно распределенной автоматизированной сети радиосвязи «решетчатой» структуры позволит кардинально решить задачу повышения устойчивости, мобильности, защиты от систем радиомониторинга, повысив тем самым эффективность системы управления организацией в целом.

С позиции системного подхода структурный анализ сети радиосвязи позволяет[1]:

- получить данные о значимости элементов связи;
- получить информацию о «слабых местах» структуры сети радиосвязи, что дает возможность своевременно произвести ее доработку;
- сравнить между собой различные структуры.

Для проведения структурного анализа сети радиосвязи целесообразно представить ее в виде неопределенного графа  $G = \{A, B\}$ , где  $A = \{a_1, \dots, a_n\}$  – совокупность вершин графа, соответствующих « $n$ » пунктам управлений организаций;  $B = \{B_{ij}\}$  – множество ребер графа между вершинами  $a_i$  и  $a_j$  определяющих собой линии связи между пунктами управлений.

Граф упрощенной структуры сети радиосвязи приведен на рис. в виде узловой сети с иерархическим построением и соподчинением узлов.

Одной из важнейших структурных характеристик сети радиосвязи является ее связность. Связанной называется сеть, любые узлы которой связаны хотя бы одним путем. Сеть называется  $h$ -связной, если любые два узла связаны независимыми путями, число которых не менее  $h$ . Из теории графов известно, что в ненаправленной сети необходимым и достаточным условием  $h$ -связности сети является то, что ранг всех сечений этой сети должен быть не менее  $h$ :  $h = \min r(\sigma^e)$  [3].

Совокупность сечений  $S = \{\sigma^e\}$  графа сети радиосвязи по отношению к произвольной паре узлов связи  $a_i$  и  $a_j$  показывает, что все сечения имеет ранг равный единице. Очевидно, что такая структура обладает низкой структурной живучестью.

Увеличение числа ребер в сети увеличивает ее структурную живучесть, поскольку увеличивается возможность установлении связи по нескольким независимым путям.

Для косвенной оценки экономичности и надежности (живучести) анализируемой сети радиосвязи используется такая характеристика как структурная избыточность –  $R$ . Данный структурный параметр отражает превышение общего числа связей над минимально необходимым и определяется соотношением:

$$R = \frac{1}{2} \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \right] \frac{1}{n-1} - 1,$$

где  $a_{ij}$  – вхождения матрицы смежности  $\|A\|$ ;  $n$  – число узлов связи в сети.

Очевидно, что структурная избыточность графа, представленного на рис., значительно меньше чем у полносвязного графа, построенный на тех же вершинах [2, 4].

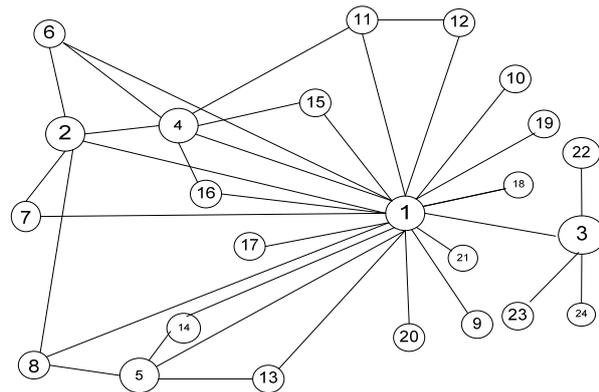


Рис. Граф упрощенной структуры сети радиосвязи

Таким образом, система с большой избыточностью  $R$  потенциально более живуча, однако в ряде задач анализа структурной живучести, как показано [3], целесообразно дополнить другим параметром, учитывающим неравномерность распределения связей  $\varepsilon^2$ .

Равномерное распределение связей в структуре неориентированного графа, имеющего « $m$ »-ребер и « $n$ »-вершин, характеризуется средней степенью вершины  $p = 2m/n$ . Тогда, введя понятие отклонения  $p_i - p$ , где  $p_i$  действительная степень  $i$ -й вершины заданного графа, можно определить квадратическое отклонение заданного распределения степеней вершин от равномерного:

$$E^2 = \sum_{i=1}^n (p_i - p)^2 - \sum_{i=1}^n p_i^2 - 4m^2/n.$$

Показатель  $E^2$  характеризует неравномерность распределения связей между вершинами графа. Так, если для полносвязной структуры  $E^2 = 0$  то для графа представленного на рис.,  $E^2 = 354$ , что свидетельствует о высокой степени централизации связей от 1–2 узлов системы связи. Поэтому, для повышения однородности структуры сети радиосвязи необходимо стремиться к выравниванию степеней вершин графа.

Важной структурной характеристикой сети радиосвязи являются ранги узлов связи. Ранги узлов определяют степень значимости данных элементов в системе. Данная характеристика позволяет распределить элементы сети радиосвязи в порядке их значимости. При этом значимость элемента определяется только числом связей данного элемента с другими с рассматриваемыми в сети.

Характеризуя значимость элемента ранга можно сказать, что чем выше ранг элемента тем более он сильно связан с другими элементами системы и тем более тяжелыми будут последствия при изменении качества его функционирования или при выходе его из строя.

Согласно [2, 4] на этапе структурного анализа можно ограничиться приближенным способом определения ранга по формуле:

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}},$$

где  $a_{ij}$  – элементы матрицы  $\|A\|$ .

Самым высоким рангом обладает узел связи № 1, это означает что он является наиболее «слабым местом» в сети радиосвязи и при выходе его из строя общее количество связей сокращается на 70 % и около 60 % направлений связи полностью прерывается [3].

Таким образом проведенный структурный анализ показал, что сеть радиосвязи, построенная на существующих средствах и комплексах связи, обладает низкой структурной живучестью, а, следовательно, и сама система управления организацией также обладает низкой структурной живучестью.

Устранить данный недостаток можно увеличением числа обходных путей на направлениях связи, создав при этом дополнительные узлы связи, а также осуществить выравнивание рангов узлов связи.

Выполнению современных требований к связи служит реализация принципа построения сетей любого ранга путем организационно-технического объединения радиолиний при сохранении их функциональной принадлежности и специфических особенностей построения и эксплуатации в единую систему и обеспечить пользователей высокоскоростными радиолиниями передачи речевой информации и данных.

#### Список используемых источников

1. Комарович В. Ф., Липатников В. А. Многоуровневая защита радиолиний декаметровой связи : учебное пособие. – СПб. : ВУС, 2003. – 248 с.
2. Коршун В. Г., Макаров М. И. Математическое обеспечение автоматизированной системы экспресс-анализа сетей передачи данных : учебное пособие. – СПб. : ВАС, 2007. – 128 с.
3. Боговик А. В., Игнатов В. В. Эффективность систем военной связи и методы их оценки. – СПб. : ВАС, 2006. – 184 с.
4. Денисов А. А. Теория больших систем управления : учебное пособие для вузов. – Л. : Энергоиздат, 1982. – 288 с.

УДК 004.772

ГРНТИ 20.53.23

## МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ К ФАЙЛОВЫМ РЕСУРСАМ В ГЕТЕРОГЕННОЙ СЕТИ

**Д. А. Васинев, В. И. Ивко**

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

*В данной статье рассматривается необходимость организации доступа к файловым ресурсам в гетерогенной сети. Для анализа представлена сравнительная характеристика различных технологий для организации сетевой инфраструктуры. Более подробно рассматривается программное обеспечение Samba DC, его возможности при конфигурировании, приведены примеры конфигурационных файлов и параметры в них.*

*домен, контроллер домена, гибридная сеть, Samba DC, сетевые ресурсы.*

*Сетевое взаимодействие*

В 2017 году Минкомсвязи России утвердило План-график перехода Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации на использование отечественного офисного программного обеспечения [1]. Как известно, ведомственные подразделения осуществляют данный переход с Windows на Linux системы электронных вычислительных машин (ЭВМ), а именно Astra Linux SE, имеющую широкий спектр функционала и позволяющий реализовать защищенную корпоративную сеть для передачи мультимедийных сервисов. Процесс перехода приведет к появлению гибридных сетей с конечным оборудованием на основе разных операционных систем (*Windows* и *Linux*), обладающими разными файловыми системами, что приводит к проблеме совместимости файловых систем при взаимодействии пользователей, поскольку переход осуществляется плавно и сразу отказаться от всего функционала Windows-систем будет невозможно.

Необходимость предоставления сетевых ресурсов для пользователей в рамках корпоративной гибридной сети открывает администратору данной сети большой выбор технологии сетевого взаимодействия. Каждая из технологий обладает рядом преимуществ и недостатков и выбирается администратором исходя из его квалификации, количества пользователей (ЭВМ) в сети и стоимости программного обеспечения (ПО).

Отметим основные возможности известных технологий для решения проблемы сетевого взаимодействия:

– **Calculate Directory Server** является свободным дистрибутивом, представляющим собой LDAP-сервер для централизованного хранения настроек пользователей, приложений и прав доступа в едином сетевом хранилище. Данный продукт является операционной системой и потребует отдельной ЭВМ, что приводит к дополнительным затратам.

– **Univention Corporate Server** – серверная ОС на основе Debian GNU/Linux, обладающая интегрированной системой управления для межплатформенного и централизованного управления служб, серверов, клиентов, рабочих столов пользователей и компьютеров. Также есть возможность работы в облачных средах. Данный продукт является операционной системой и потребует отдельной ЭВМ, что приводит к дополнительным затратам.

– **Nextcloud** – облачное хранилище, обладающее функциями контроля и защиты данных. Обеспечение безопасности основано на сквозном шифровании, доступны опции видео-, аудио- и обычного чата, тегирования контактов в комментариях. Ключевой особенностью является возможность интеграции с различными платформами: iOS, Mac, Android, Windows, Linux, Thunderbird, Outlook. Сервер Nextcloud представляет собой облачное хранилище, что требует решения вопросов информационной безопасности.

– **Samba DC** – свободное ПО, обладающее совместимостью с Windows и Linux системами. Samba может выступать как в качестве самостоятельного файлового сервера с использованием протокола SMB/CIFS, так и входить в структуру домена как член домена или как контроллер домена.

В данной работе рассматриваются возможности контроллера домена на основе пакета программ Samba DC. Программное обеспечение Samba позволяет организовать аналог контроллера домена Windows Server на Linux системах. Главным достоинством Samba для решения поставленной задачи является возможность предоставления открытых и частных информационных ресурсов в гибридной сети с ЭВМ на базе ОС Linux и Windows. С выходом Samba4, появилась возможность использовать групповые политики и другие функции, которые являются стандартными для Microsoft Windows Server.

Для доступа пользователей к информационным ресурсам, необходимо, помимо самих ресурсов, еще и наличие учетной записи пользователя, который будет аутентифицироваться и получать доступ к этим ресурсам. Помимо этого, возможен доступ для ряда лиц, состоящих в одной группе (для каждого пользователя в группе так же необходима учетная запись и регистрация в *Samba* – задание *Samba*-пароля).

Добавление пользователю *userx* Samba – пароля (можно задать в графическом инструменте): *smbpasswd -a userx*.

Существует два варианта конфигурирования Samba сервера: в графическом виде (грубая настройка), через файл конфигурации (тонкая настройка) [2]. В графическом виде невозможно задать права доступа на директорию для группы.

#### *«Тонкая» настройка через файл конфигурации*

Возможности графической оболочки программы ограничены по сравнению с возможностями работы с файлом конфигурации программы, вследствие этого «грубая» настройка в данной работе не рассматривается. Сам файл *smb.cfg* находится в каталоге *etc/Samba/*. Файл содержит англоязычное описание настраиваемых параметров, некоторые из которых уже включены в рабочий процесс программы. На случай возможной неудачной настройки, рекомендуется предварительно сохранить копию *smb.cfg*. Стоит также отметить, что файл конфигурации не чувствителен к регистру, перечисление значений задается через пробел и каждый параметр пишется с новой строки в секции, которой он принадлежит. Все, что записано в строке после знака «*#*» является комментарием и не считается рабочей командой в файле конфигурации.

Файл конфигурации содержит следующие секции:

– *Global* (основная секция для настройки сервера)

– Share Definitions (описывается ресурс, предоставленный пользователям). Для каждого каталога необходима своя секция.

При создании общего информационного ресурса (*/srv/samba/share*), необходимо настроить его для анонимного доступа. Для этого следует назначить пользователя и группу nobody владельцем данного ресурса. Также необходимо указать права на директорию (разрешается для пользователя и группы чтение и запись).

Рассмотрим пример файла конфигурации для анонимного доступа к информационным ресурсам.

```
[global]
workgroup = WORKGROUP
server string = Samba server %v
netbios name = Folder for anyone
security = user
map to guest = bad user
[Shared folder]
path = /srv/samba/share
comment = Shared folder
guest ok = yes
browseable = yes
writable = yes
```

Для каждой секции существуют обязательные и необязательные параметры, представленные в таблицах 1 и 2 (см. ниже). Обязательные параметры нужны для корректной работы программ при данном файле конфигурации, а необязательные для добавления некоторых особенностей в рабочий процесс Samba.

ТАБЛИЦА 1. Необходимые параметры секции Share Definitions

Параметр	Описание	Пример
<b>path</b>	путь к директории	<i>/srv/samba/share</i>
<b>comment</b>	описание ресурса	Share
<b>browseable</b>	определяет видна или скрыта директория	yes / no
<b>writable</b>	определяет можно ли перезаписывать данные	yes / no
<b>guest ok</b>	разрешено ли подключение анонимных пользователей	yes / no

Для организации частного доступа, необходимо создать на сервере пользователей и задать им пароли, также возможен и групповой доступ к ресурсам. Воспользуемся ранее созданным пользователем *userx*, группой *groupx* и администратором *root* (его каталогом будет «*/srv/samba/admin*»).

Пусть пользователь, его группа и администратор имеют доступ к каталогу пользователя, а к каталогу администратора имеет доступ лишь сам root.

ТАБЛИЦА 2. Необходимые параметры секции Global

Параметр	Описание	Пример
<b>workgroup</b>	имя рабочей группы, к которой принадлежит сервер	WORKGROUP
<b>server string</b>	название сервера	Samba-server %v
<b>netbios name</b>	netbios – имя сервера (Это имя будет видеть windows пользователь в сетевом окружении, иначе используется имя сервера «hostname»)	Share
<b>security</b>	выбор метода проверки подлинности пользователей (в актуальной версии используется только опция «user»)	user
<b>map to guest</b>	предложение для аутентификации при невозможности прозрачной аутентификации. При использовании параметра « <b>bad user</b> » гостевой доступ к данным будет предоставлен от имени <b>nobody</b> . При необходимости ассоциации гостевого доступа с другим аккаунтом (например, root) необходимо добавить параметр: <b>guest account = root</b>	bad user/no

Рассмотрим пример файла конфигурации для доступа с аутентификацией к информационным ресурсам.

```
[global]
workgroup = WORKGROUP
server string = Samba server %v
netbios name = Shared folders
security = user
map to guest = no           #отключаем гостевой доступ полностью
[Userx]   #персональный каталог для пользователя
path = /srv/samba/userx
comment = Userx`s folder
guest ok = no
browseable = yes
writable = yes
valid users = userx root @groupx
#доступ для пользователя, администратора и группы «groupx»
[Admin]   #каталог для администратора
path = /srv/samba/admin
comment = Admin`s folder
```

```
guest ok = no  
browseable = yes  
writable = yes  
valid users = root           #доступ только администратору
```

Для каждого каталога необходима секция «Share Definitions» (для каждого пользователя и администратора отдельная), в которой помимо отключения гостевого доступа к каталогу, необходимо задать еще один параметр:

*valid users*

определяет пользователей, у которых есть доступ к этому ресурсу, где идет перечисление групп и зарегистрированных пользователей, которым доступен этот каталог при аутентификации.

Основным недостатком представленной конфигурации является возможность совершить ошибку или опечатку, несмотря на то, что конфигурация не чувствительна к регистру, лишним пробелам и строкам. Однако в Unix системах существует возможность проверки корректности конфигурации. Проверку можно осуществить с помощью утилиты «testparm» с помощью fly-терминала.

Управление сервера во fly-терминале осуществляется командой «*Service samba*» с переменным параметром.

### *Заключение*

Программное обеспечение Samba DC предназначено для решения задачи организации «файл-сервера» для различных групп: от микрорабочих, до групп, сравнимых со структурными ведомственными подразделениями. Возможности Samba DC позволяют настроить сетевое взаимодействие с аутентификацией к каталогам, а также создать открытые общедоступные каталоги, доступные всем пользователям в гетерогенной сети. Направлением дальнейшей работы является автоматизация процесса настройки программного средства Samba DC в гетерогенной сети с сохранением всех административных возможностей.

### **Список используемых источников**

1. «Об утверждении Плана-графика перехода Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации на использование отечественного офисного программного обеспечения на период 2017–2018 годов и на плановый период до 2020 года» [Текст]: Приказ Минкомсвязи России от 29.09.2017 № 520.

2. Операционная система специального назначения «Astra Linux Special edition» Руководство администратора часть 1 [Текст] // РУСБ.10015-01 95 01-1. – Ст. 319.

УДК 651.012.12  
ГРНТИ 10.19.61

## АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

**А. Ю. Викулова, В. А. Волостных, П. А. Кононов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В настоящее время многие организации, в том числе образовательные организации, внедряют системы электронного документооборота. На сегодняшний день на рынке представлено большое количество средств ЭДО. Все средства ЭДО имеют свои достоинства и недостатки. Каждая система ЭДО в той или иной мере отвечает потребностям пользователей. В статье проведен анализ и сравнение систем ЭДО по ряду определенных показателей. Поскольку каждая система ЭДО характеризуется значительным числом параметров, то сравнение предлагается проводить по наиболее существенным параметрам методом экспертных оценок. Статья может быть полезна специалистам подразделений информатизации и технической защиты информации.*

*документооборот, электронный документооборот, образовательная организация.*

На сегодняшний день эффективность работы любой организации зависит от своевременной обработки документов, скорости распределения информации среди структурных подразделений и контрагентами, кроме того от надежности всей информационной составляющей в целом [1].

Во многих организациях системы электронного документооборота (СЭД) становятся неотъемлемой технической составляющей управленческого процесса. При переходе к электронному документообороту (ЭДО) повышается эффективность управленческой деятельности работников за счет сокращения времени движения документов и улучшения удобства работы с ними. Однако преимущества перехода к электронному документообороту реализуются только при выполнении ряда условий, одним из которых является правильный выбор и настройка систем ЭДО.

Под электронным документооборотом принято понимать документооборот с использованием автоматизированной информационной системы [2].

Под системой электронного документооборота понимается – организационно-техническая система, обеспечивающая процесс создания, управления доступом и распространения электронных документов в компьютерных

сетях, а также обеспечивающая контроль над потоками документов в организации. Однако в данной статье рассматривается только специализированное программное обеспечение, реализующее функции документооборота.

На сегодняшний день рынок СЭД довольно разнообразен, что вызывает у специалистов организаций затруднения при выборе СЭД.

Существует большое количество систем электронного документооборота, из которых можно выделить следующие наиболее распространенные: «ИВК Бюрократ», «СЭД Дело», «СЭД Е1 Ефрат», «1С.Документооборот», «СЭД Кодекс» и др.

В настоящее время часть организаций уже внедрила и используют системы электронного документооборота. Тем не менее существенная часть организаций сохраняют документооборот в традиционной форме, но рассматривают пути перехода к электронному документообороту [3].

У СЭД существует ряд значимых преимуществ относительно бумажного документооборота:

Перед службами, осуществляющими внедрение систем ЭДО, часто возникает задача выбора конкретной системы ЭДО для организации. Поскольку параметров выбора достаточно много, то эта задача является многокритериальной. Известно, что одним из методов оценки объектов по трудно измеряемым параметрам является метод экспертных оценок.

Предлагается методика выбора СЭД, основанная на методе экспертных оценок [4]. В качестве одного из распространенных методов будем использовать метод ранжирования. При данном методе группа из  $n$ -экспертов, специалистов в области документооборота, высказывается относительно важности  $m$  – критериев по шкале от 1 до 10.

При выборе СЭД необходимо определить какие критерии являются наиболее значимыми для организации.

Выделим несколько критериев выбора СЭД:

- поддержка полного жизненного цикла документа [3];
- учет законодательной базы РФ;
- техническая поддержка;
- стоимость приобретения и владения;
- возможность применения средств ЭП [1, 5].

В качестве экспертов предлагается использовать специалистов в области информационной безопасности, в области информационных технологий и специалистов в области делопроизводства. Будем полагать, что эксперты имеют равную компетентность в данном вопросе.

Обозначим через  $S_{nm}$  – балл  $n$  – эксперта для  $m$  – критерия, тогда:

$$P_{nm} = \frac{S_{nm}}{\sum_{n=1}^k S_{nm}},$$

где  $\sum_{n=1}^k S_{nm}$  – сумма баллов  $n$ -эксперта.

$P_{nm}$  – вес, подсчитанный для  $m$  – критерия  $n$ -экспертом.

Учитывая, что

$$P_i = \sum_{j=1}^L p_{ij},$$

получим:

$$\lambda_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^k P_i},$$

где  $\lambda_i$  – весовой коэффициент.

Результаты опроса экспертов сведем в таблицу 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты опроса экспертов

Критерии ранжирования	Эксперты		
	Эксперт № 1	Эксперт № 2	Эксперт № 3
Поддержка полного жизненного цикла документа	10	9	10
Учет законодательной базы РФ	8	10	6
Техническая поддержка	7	5	7
Стоимость приобретения и владения	7	9	5
Возможность применения средств ЭП	5	4	8

Найдем сумму значений каждого критерия и представим их в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2. Суммарные значения каждого критерия

Критерии ранжирования	Эксперты		
	Эксперт № 1	Эксперт № 2	Эксперт № 3
Поддержка полного жизненного цикла документа	10	9	10
Учет законодательной базы РФ	8	10	6
Техническая поддержка	7	5	7
Стоимость приобретения и владения	7	9	5
Возможность применения средств ЭП	5	5	8
Сумма $S_{mn}$	37	38	36

Вычислим веса  $P_{nm}$ :

$$P_{11} = \frac{S_{11}}{37} = \frac{10}{37} = 0,277 \quad P_{21} = \frac{S_{21}}{38} = \frac{9}{38} = 0,236 \quad P_{31} = \frac{S_{31}}{36} = \frac{10}{36} = 0,277$$

$$P_{12} = \frac{S_{12}}{37} = \frac{8}{37} = 0,216 \quad P_{22} = \frac{S_{22}}{38} = \frac{10}{38} = 0,263 \quad P_{32} = \frac{S_{32}}{36} = \frac{6}{36} = 0,166$$

$$P_{13} = \frac{S_{13}}{37} = \frac{7}{37} = 0,189 \quad P_{23} = \frac{S_{23}}{38} = \frac{5}{38} = 0,131 \quad P_{33} = \frac{S_{33}}{36} = \frac{7}{36} = 0,194$$

$$P_{14} = \frac{S_{14}}{37} = \frac{7}{37} = 0,189 \quad P_{24} = \frac{S_{24}}{38} = \frac{9}{38} = 0,236 \quad P_{34} = \frac{S_{34}}{36} = \frac{5}{36} = 0,138$$

$$P_{15} = \frac{S_{15}}{37} = \frac{5}{37} = 0,135 \quad P_{25} = \frac{S_{25}}{38} = \frac{5}{38} = 0,131 \quad P_{35} = \frac{S_{35}}{36} = \frac{8}{36} = 0,222$$

Посмотрим матрицу весов, найдем сумму значений каждой строки и представим их в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Матрица весов

Критерии ранжирования	Эксперты			Сумма $P_i$
	Эксперт № 1	Эксперт № 2	Эксперт № 3	
Поддержка полного жизненного цикла документа	0,277	0,236	0,277	0,79
Учет законодательной базы РФ	0,216	0,263	0,166	0,645
Техническая поддержка	0,189	0,131	0,194	0,514
Стоимость приобретения и владения	0,189	0,236	0,138	0,563
Возможность применения средств ЭП	0,135	0,131	0,222	0,488

$$P_i = 0,79 + 0,645 + 0,514 + 0,563 + 0,488 = 3,0,$$

Вычислим весовые коэффициенты:

$$\lambda_1 = \frac{0,79}{3} = 0,263$$

$$\lambda_2 = \frac{0,645}{3} = 0,215$$

$$\lambda_3 = \frac{0,514}{3} = 0,171$$

$$\lambda_4 = \frac{0,563}{3} = 0,187$$

$$\lambda_5 = \frac{0,488}{3} = 0,162$$

Таким образом,  $\lambda_1 > \lambda_{2,3,4,5}$ , что говорит о том, что такой критерий как поддержка полного жизненного цикла документа при выборе СЭД является самым важным из перечисленных критериев.

### Выводы

1. Внедрение систем электронного документооборота в организациях является весьма актуальной задачей на сегодняшний день.

2. Задача выбора СЭД относится к многокритериальным задачам, основная идея которых состоит в том, чтобы множество важных параметров (критериев) свести к единому показателю или вывести в ограничения.

3. Одним из наиболее эффективных методов при выборе СЭД может являться метод экспертных оценок, который позволяет учесть специфику работы с документами в конкретной организации.

4. Данная статья будет актуальна для специалистов информационных технологий и специалистов в области документооборота.

#### Список используемых источников

1. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

2. ГОСТ Р 7.0.8-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения.

3. Волостных В. А., Карганов В. В. Проблемы организации защищенного электронного документооборота // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 143–147.

4. Блюмберг В. А., Глущенко В. Ф. Какое решение лучше: Метод расстановки приоритетов. – Л. : Лениздат, 1982. – 160 с. : ил.

5. Федеральный закон от 6 апреля 2011 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи».

УДК 654.026

ГРНТИ 49.13.13

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ КАНАЛОВ (НАПРАВЛЕНИЙ) СВЯЗИ ПРИ ОБМЕНЕ ДОКУМЕНТАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ В СЕТЯХ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**В. А. Волостных, В. Э. Гель, В. А. Парфиров, А. В. Петров**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*Рассматривается возможность применения технологии глубокого машинного обучения при создании перспективной системы обмена документальной информацией в сетях связи специального назначения. Дается определение и пояснения по технологиям нейронных сетей и машинного обучения. Проведен анализ математического аппарата*

существующих методов построения, обучения и оптимизации структуры нейронных сетей и реализованных проектов применения искусственного интеллекта для оценки и прогнозирования состояния каналов на сетях связи. Проведен анализ имеющихся технологических (программных) платформ для реализации приложений Deep Machine Learning для решения задач оценки и прогнозирования состояния каналов (направлений) связи при обмене документальной информацией в сетях связи специального назначения.

сети связи специального назначения, обмен документальной информацией, машинное обучение.

Система связи специального назначения предназначена для обеспечения обмена информацией для нужд обороны страны, органов государственной власти, обеспечения правопорядка и безопасности государства [1]. Сеть документального обмена (СДО) это элемент системы связи специального назначения, который предназначен для обмена документальными сообщениями и включает в себя службы передачи телеграмм, электронной почты и телематические службы, с помощью которых абоненты получают доступ к различным информационным ресурсам [2].

Постоянный рост объемов информации, необходимой для принятия управленческих решений приводит к необходимости получать, обрабатывать и хранить все большее количество документированной информации, что требуют совершенствования алгоритмов маршрутизации, предназначенных для работы в сетях с переменной топологией.

Определение маршрута – это сложный процесс, который базируется на различных показателях или на их комбинациях. Учитывая, что маршрутизация происходит в динамическом режиме, в условиях, когда путь, по которому передаётся информация, рассчитывается не на начальном этапе передачи документального сообщения, а по мере передачи его по сети, то сложность расчёта маршрута растёт.

Маршрут доведения сообщения выбирается также в зависимости от заданного варианта (режима) передачи документального сообщения, с учетом необходимости коммутации, агрегации и концентрации документальной нагрузки на узле коммутации в процессе обмена телеграфными и электронными сообщениями.

Описание топологии СДО можно представить в виде ациклического направленного графа, представленного на рис. 1.

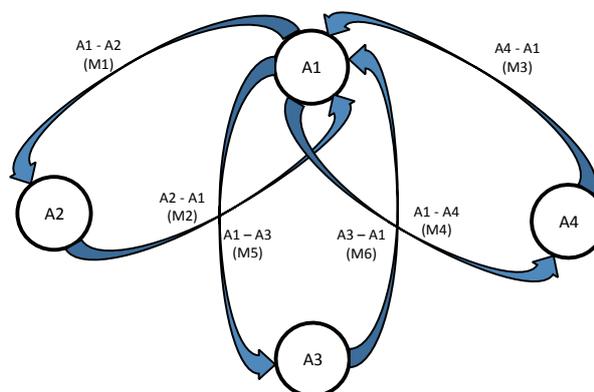


Рис. 1. Пример описания топологии СДО в виде направленного графа

Описание топологии включает в себя информацию о ребрах этого графа. Каждое ребро графа (в общем случае направленное) описывается адресом начала, адресом конца, идентификатором и набором метрик.

Топология, изображенная на рис. 1, может быть описана следующим набором записей, приведенных в таблице.

ТАБЛИЦА. Табличное описание ребер графа

Адрес начала	Адрес конца	Идентификатор	Метрика
A1	A2	A1 – A2	M1
A1	A3	A1 – A3	M5
A1	A4	A1 – A4	M4
A2	A1	A2 – A1	M2
A3	A1	A3 – A1	M6
A4	A1	A4 – A1	M3

Исходя из того, что основной принцип маршрутизации сообщений в СДО – доведение сообщений по наилучшему маршруту, алгоритм маршрутизации СДО строится на основе нахождения оптимального маршрута передачи сообщения от узла-отправителя до узла-получателя.

Для каждого адреса сервера-получателя производится поиск кратчайшего пути с наименьшей метрикой  $M$  в графе, например, по алгоритму кратчайшего пути (*Shortest Path First algorithm*, SPF). Алгоритм SFP решает задачу быстрого нахождения кратчайшего пути между любыми двумя вершинами в графе с произвольными связями. Для решения этой задачи алгоритм SPF преобразует исходный граф в дерево кратчайших путей (*Shortest Path Tree*, SPT). Корнем дерева назначается вершина графа, для которой производится расчет кратчайших путей. Результатом поиска будет адрес следующего сервера для каждого из адресов списка.

Для оптимизации выбора маршрута доведения документальных сообщений в СДО и обеспечения эффективной коммутации документальной нагрузки при различных режимах передачи документального сообщения, необходимо динамически управлять метриками графовой модели описания системной топологии СДО в зависимости от текущего состояния СДО, в том числе от степени текущей загрузки трактов документального и информационного обмена. Для решения данной задачи интерес представляет использование нейронных сетей для управления метриками.

Способности к выделению и обобщению зависимостей между входными и выходными данными определяют возможности нейросетевых технологий к прогнозированию. После того, как нейронная сеть прошла обучение, она способна предсказать значение некоторой последовательности на основе нескольких предыдущих значений, либо на основе существующих в настоящий момент факторов.

Управление метриками целесообразно построить на основе технологий «глубокого» машинного обучения (*deep machine learning – DML*) которые строятся с применением математической модели «многослойный персептрон» (*multilayered perceptron – MLP*).

Математическая модель «многослойный персептрон» предполагает, что каждый элемент вычисляет взвешенную сумму своих входов с поправкой в виде порога активации нейрона. После чего происходит преобразование этой величины с помощью передаточной функции. Результатом данного преобразования является выходное значение этого элемента [3].

Организация послойной топологии представлена на рис. 2.

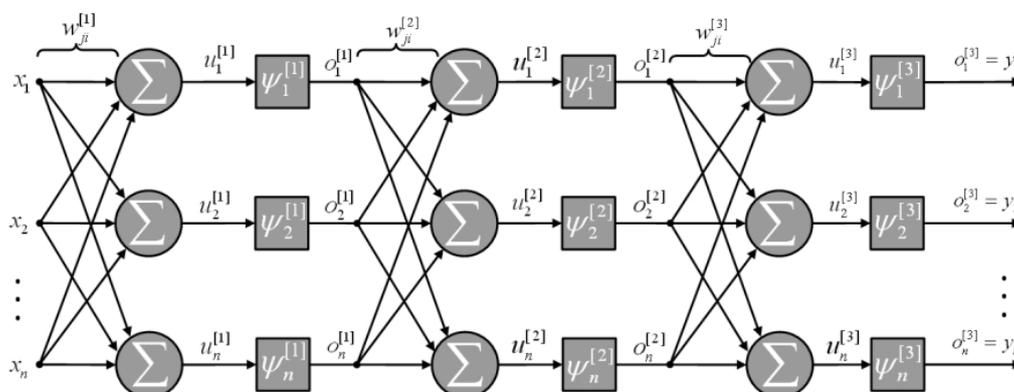


Рис. 2. Трёхслойный персептрон

Где  $w_{ij}^{[a]}$  – весовой коэффициент, соединяющего  $i$ -й и  $j$ -й нейроны,  $u$  – взвешенная сумма входных сигналов,  $o$  – значение выходного сигнала,  $\psi$  – функция активации нейрона,  $a$  – номер слоя.

Вышеуказанную сеть можно представить, как модель вход-выход, в которой веса и пороговые значения являются настраиваемыми параметрами модели.

Данная сеть может моделировать функцию практически любой степени сложности [4]. При этом число слоев и число элементов в каждом слое определяют сложность функции.

В качестве «активационных функций»  $\psi$  целесообразно использовать функции, графики которых приведены на рис. 3.

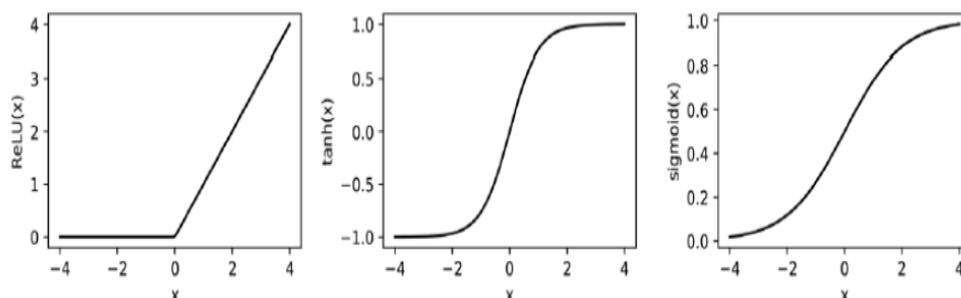


Рис. 3. Активационные функции MLP

Гистерезис или линейный порог это кусочно-линейную функция. Она имеет два линейных участка, где функция активации тождественно равна максимально допустимому и минимально допустимому значению и есть участок, на котором функция строго монотонно возрастает.

Примером сигмоидальной функции активации может служить логистическая функция :

$$OUT = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha Y)},$$

где  $\alpha$  – параметр наклона сигмоидальной функции активации.

Другим примером является гиперболический тангенс, который можно задать выражением:

$$OUT = th\left(\frac{Y}{\alpha}\right),$$

где  $\alpha$  – параметр, влияющий на наклона сигмоидальной функции активации.

«Глубина» MLP определяется количеством уровней и обеспечивает возможность более качественной функциональной аппроксимации, необходимой для эффективного управления метриками модели топологии СДО.

Далее согласно принципам машинного обучения [5] необходима «тренировка» MLP, применяемого для управления метриками.

Для тренировки используются наборы статистической информации мониторинга СДО, а также описывается математическая модель «тренировки» MLP, обеспечивающая сходимость MLP по результатам тренировки.

Процедура создания нейронной сети требует значительных расчетов, довольно сложная и требует проведения численных вычислительных экспериментов. Поэтому синтез и анализ моделей нейронных сетей целесообразно осуществлять с помощью современных пакетов программ, реализующих соответствующие технологии. В настоящее время на рынке инструментальных средств создания нейронных сетей представлены такие программные продукты, как Statistica Neural Networks (*StatSoft Inc.*), NeuroSolutions (*NeuroDimension Inc.*) и другие.

В результате применения MLP для динамического управления метриками обеспечивается «интеллектуализация» модели сетевой топологии СДО, следовательно, улучшается качество выбора оптимальных маршрутов доведения сообщений в СДО.

Таким образом, технология глубокого машинного обучения может быть использована для обеспечения динамического управления метриками для оптимизации выбора маршрута доведения сообщения и обеспечения эффективной коммутации документальной нагрузки при различных режимах передачи документальных сообщения в сетях связи специального назначения.

**Список используемых источников**

1. Федеральный закон от 07 июля 2003 г. № 126-ФЗ «О связи».
2. Концепция развития документальной электросвязи от 6 июля 1995 года № 13-1.
3. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечёткие модели и сети. 2-е изд., стереотип. – М. : Горячая линия–Телеком, 2012. – 284 с.
4. Назаров А. В., Лоскутов А. И. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем – СПб. : Наука и Техника, 2003. – 384 с.
5. Петер Флах. Машинное обучение. Наука и искусство по построению алгоритмов, которые извлекают из данных. М., 2015.

УДК 621.396.4  
ГРНТИ 49.33.29

**ОЦЕНКА КОМБИНИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ  
СЕТИ СВЯЗИ ПО КРИТЕРИЮ  
ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ В УСЛОВИЯХ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ**

**И. И. Говорова, А. М. Дмитриев, Д. А. Журавлёв**

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Динамика функционирования современных сетей связи характеризуется высокой вероятностью выхода из строя линий и узлов связи. В статье оценивается отказоустойчивость транспортной сети связи комбинированной структуры с использованием метода Монте-Карло. Рассматриваются различные варианты воздействия дестабилизирующих факторов на сеть.*

*сеть связи, линия, отказоустойчивость, узел связи.*

Современные транспортные сети чаще всего имеют смешанную структуру и представляют собой совокупность стационарных и полевых узлов связи и линий их соединяющих. В этих условиях вызывает интерес оценки отказоустойчивости смешанной структуры транспортной сети связи специального назначения. Оценить отказоустойчивость транспортной сети связи в динамике ее функционирования возможно использованием различных алгоритмов и программ, например, Монте-Карло. В качестве примера сформулированной задачи использована топология сети, представленная на рис. 1 (см. ниже).

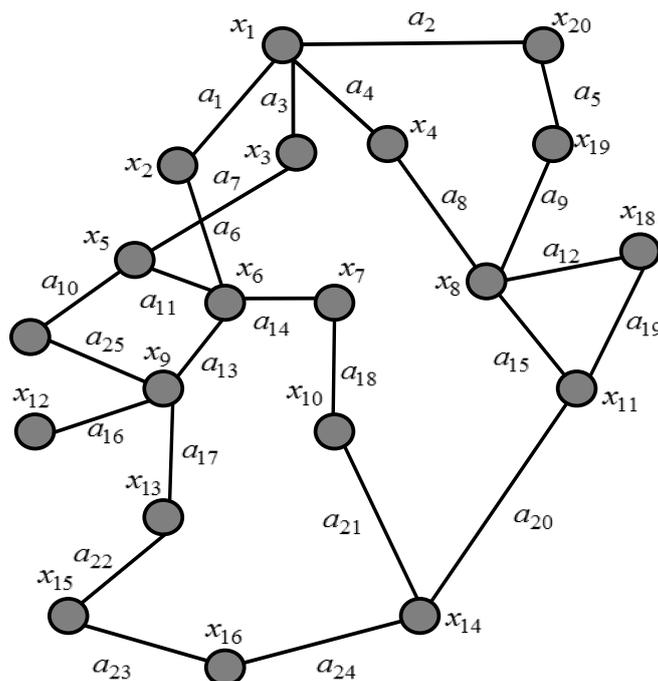


Рис. 1. Структура сети связи специального назначения

Исследуем сеть, представленную на рис. 1, на отказоустойчивость при последовательном выходе из строя линий, вызванном техническим отказом оборудования на узлах связи или выходом из строя линий между узлами.

Исходные данные: 20 узлов и 25 линий связи. Вероятность выхода из строя линии и узла  $p = 0,05$ . Выход из строя – случайная выборка.

Как показали результаты исследования, представленные в таблице 1 (см. ниже) и на рис. 2, отказоустойчивость сети сильно снижается при выходе из строя уже 4 линий.

Рассчитаем отказоустойчивость сети (рис. 1) при последовательных однонаправленных дестабилизирующих воздействиях. Будем считать, что дестабилизирующие воздействия оказываются по фронту от узлов  $x_1$  и  $x_{20}$  в глубину к узлу  $x_{16}$ . Вышедшие из строя узлы и линии не восстанавливаются.

Первый этап – уничтожены линии между узлами  $x_1 - x_2$ ,  $x_1 - x_3$ ,  $x_1 - x_4$ ,  $x_1 - x_{20}$ ,  $x_{19} - x_{20}$ .

Второй этап – уничтожены линии между узлами  $x_2 - x_6$ ,  $x_3 - x_5$ ,  $x_4 - x_8$ ,  $x_8 - x_{19}$ .

Третий этап – уничтожены линии между узлами  $x_5 - x_{17}$ ,  $x_5 - x_6$ ,  $x_6 - x_7$ ,  $x_8 - x_{18}$ ,  $x_9 - x_{17}$ ,  $x_6 - x_9$ ,  $x_7 - x_{10}$ ,  $x_8 - x_{11}$ ,  $x_{11} - x_{18}$ ,  $x_8 - x_{18}$ .

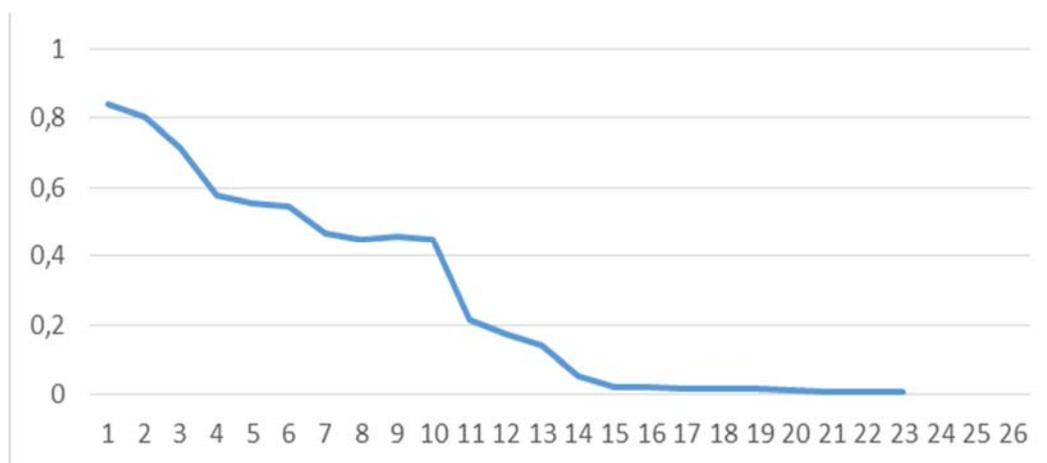
Четвертый этап – уничтожены линии между узлами  $x_9 - x_{12}$ ,  $x_9 - x_{13}$ ,  $x_{10} - x_{14}$ ,  $x_{11} - x_{14}$ .

Пятый этап – уничтожены линии между узлами  $x_{13} - x_{15}$ .

Шестой этап – уничтожены линии между узлами  $x_{15} - x_{16}$ ,  $x_{14} - x_{16}$ .

ТАБЛИЦА 1. Показатели отказоустойчивости сети  
при последовательных однонаправленных дестабилизирующих воздействиях

Удаленные линии	Значения отказоустойчивости и количество испытаний					
	1	2	3	4	5	Ср. зн.
1	0,807	0,796	0,8004	0,8056	0,7992	0,8016
2	0,706	0,7201	0,7188	0,7087	0,7198	0,714
3	0,5686	0,578	0,5814	0,583	0,5832	0,5788
4	0,5536	0,5476	0,5604	0,556	0,5446	0,5524
5	0,544	0,54	0,5618	0,5372	0,5522	0,547
6	0,4606	0,4678	0,4892	0,494	0,4251	0,4673
7	0,4576	0,4432	0,4786	0,434	0,4398	0,4506
8	0,399	0,4869	0,4857	0,45623	0,476	0,46
9	0,39	0,4701	0,4665	0,456	0,472	0,4509
10	0,2145	0,2563	0,2017	0,2008	0,2031	0,2152
11	0,1396	0,1498	0,1404	0,1456	0,1259	0,14
12	0,0599	0,0498	0,0547	0,0511	0,057	0,0545
13	0,0237	0,0235	0,0205	0,0215	0,0216	0,02216
14	0,0213	0,021	0,02	0,0211	0,0212	0,02092
15	0,0178	0,018	0,0175	0,0184	0,0187	0,01808
16	0,0167	0,0171	0,0169	0,017	0,0197	0,01748
17	0,01501	0,0145	0,0152	0,0159	0,0147	0,01506
18	0,0109	0,0096	0,0104	0,0137	0,011	0,01112
19	0,009	0,0085	0,0099	0,0089	0,0107	0,0094
20	0,0081	0,0094	0,0083	0,0087	0,0082	0,0085
21	0,0071	0,0079	0,007	0,0067	0,0073	0,0072

Рис. 2. График расчета отказоустойчивости  
транспортной сети связи специального назначения

Результаты исследования отказоустойчивости представлены в таблице 2 и на графике рис. 3.

Рассчитаем отказоустойчивость сети (рис. 1) при точечных дестабилизирующих воздействиях.

Будем считать, что дестабилизирующее воздействие оказывается в различных местах сети.

Первый вариант – уничтожены линии между узлами  $x_1 - x_2$ ,  $x_1 - x_3$ ,  $x_1 - x_4$ ,  $x_1 - x_{20}$ ,  $x_3 - x_5$ ,  $x_8 - x_{19}$ ,  $x_{19} - x_{20}$ .

Второй вариант – уничтожены узлы  $x_2$ ,  $x_4$ ,  $x_{18}$  и линии связи между узлами  $x_1 - x_2$ ,  $x_2 - x_6$ ,  $x_1 - x_4$ ,  $x_4 - x_8$ ,  $x_8 - x_{18}$ ,  $x_{11} - x_{18}$ .

Третий вариант – уничтожении узлов  $x_5$ ,  $x_6$ ,  $x_7$  и линии связи между узлами  $x_3 - x_5$ ,  $x_5 - x_{17}$ ,  $x_5 - x_6$ ,  $x_2 - x_6$ ,  $x_6 - x_7$ ,  $x_6 - x_9$ ,  $x_9 - x_{17}$ .

ТАБЛИЦА 2. Показатели отказоустойчивости сети при последовательных однонаправленных дестабилизирующих воздействиях

Номер этапа	Значения вероятностей для номеров испытаний					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
Первый	0,773	0,766	0,763	0,771	0,768	0,7682
Второй	0,675	0,689	0,679	0,677	0,683	0,6806
Третий	0,413	0,406	0,41	0,402	0,4	0,4062
Четвертый	0,209	0,211	0,215	0,205	0,200	0,208
Пятый	0,078	0,054	0,062	0,072	0,07	0,0672
Шестой	0	0	0	0	0	0

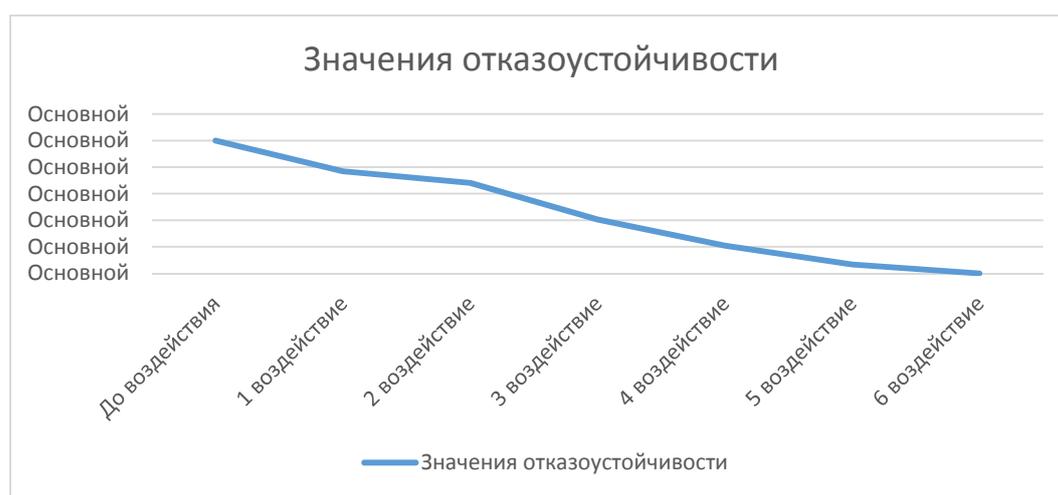


Рис. 3. Расчет отказоустойчивости транспортной сети связи специального назначения при последовательных однонаправленных воздействиях

Результаты исследований представлены в таблице 3, рис. 4.

ТАБЛИЦА 3. Результаты исследований

Номер варианта	Значения вероятностей для номеров испытаний					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
Первый	0,773	0,766	0,763	0,771	0,768	0,7682
Второй	0,766	0,762	0,761	0,766	0,767	0,7644
Третий	0,737	0,721	0,716	0,73	0,721	0,725

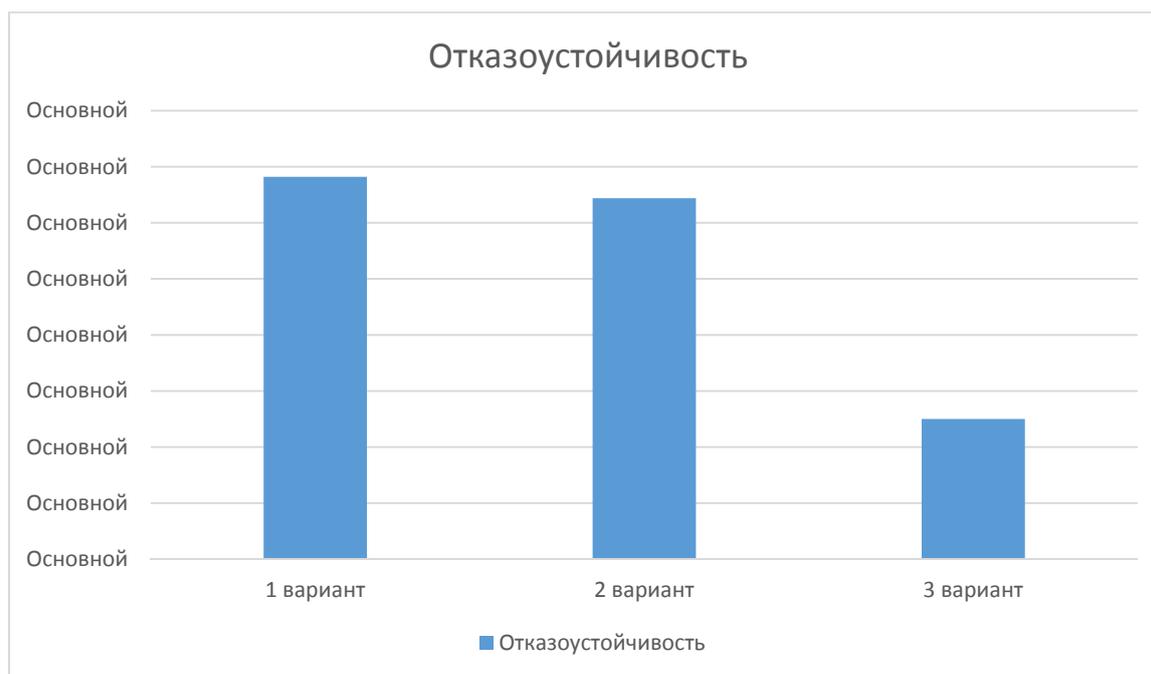


Рис. 4. Расчет отказоустойчивости полевой транспортной сети связи при точечных дестабилизирующих воздействиях

Представленный в статье способ позволяет оценить отказоустойчивость транспортной сети связи комбинированной топологии в динамике ее функционирования. Для достижения заданной точности в определении отказоустойчивости сети, например, в пределах 7 %, необходимо осуществить не менее 900 прогонов модели.

#### Список используемых источников

1. Журавлёв Д. А., Семуков Ю. А., Савушкин Н. А. Способ построения структуры полевой транспортной сети требуемой отказоустойчивости // Студенческая весна – 2018. 72-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых : сб. науч. ст. в 2-х т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 1. С. 393–397.
2. Лейбсон К. Л. Курс лекций по высшей математике. – СПб. : ВАС, 1978. 323 с.
3. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход: пер. с англ. Э. В. Вершкова и И. И. Коновальцева // Под ред. Г. П. Гаврилова. М. : Мир, 1978.

УДК 621.396.4  
ГРНТИ 49.33.29

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДОСТАВКИ ТРАФИКА В СЕТИ СВЯЗИ СМЕШАННОЙ СТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

**И. И. Горай, Д. А. Журавлёв, Н. Д. Смотрицкий**

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Динамика функционирования современных транспортных сетей связи характеризуется высокой вероятностью перегрузки отдельных направлений в случае выхода из строя оборудования или линий связи, входящих в пути доставки информации. Проблема может быть решена путем оценки качества обслуживания трафика для заданной структуры сети с учетом воздействия дестабилизирующих факторов и формирования на их основе комплекса организационно-технических решений по построению и восстановлению структуры сети.*

*сеть связи, линия, маршрутизатор, трафик.*

Структура сети связи влияет на многие характеристики как самой сети, так и на параметры, характеризующие качество доставки трафика в ней.

В практике построения сетей связи, в том числе и специального назначения, широко используются типовые (элементарные) структуры сетей – кольцевая, радиально-узловая, линейная или комбинация их, что позволяет на этапе проектирования сети рассчитать качество обслуживания трафика [1]. Однако динамика функционирования сетей связи приводит к тому, что на определенном этапе их функционирования структура сети, будет смешанной и качество доставки трафика может меняться в зависимости от выхода из строя оборудования и линий связи. В первую очередь это характерно для сетей связи с коммутацией пакетов. Первоначально план распределения информации (ПРИ) формируется при проектировании или модификации сети связи и корректируется в зависимости от факторов: использование статических или динамических методов маршрутизации, набора статистики о состоянии элементов сети связи, степени централизации устройств управления сетью связи, возможности администрации влиять на процесс управления сетью связи, наличие постоянных соединений между пользователями сети [2]. Существует достаточно большое количество методов формирования ПРИ на сети связи (таблиц маршрутизации), каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Одним из распространенных

методов маршрутизации является локально-волновой. Однако, при нахождении оптимального маршрута в сети между парой узлов при волновом поиске ширина и зона поиска может быть ограничена незначительным приоритетом абонента, что в конечном итоге в условиях воздействия дестабилизирующих факторов и выхода из строя отдельных линий в сети приведет к снижению качества доставки трафика.

В данной статье рассматривается влияние структуры сети связи на качество доставки трафика в условиях воздействия дестабилизирующих факторов. В общем виде задачу можно сформулировать в следующем виде: требуется оценить влияние структуры сети связи на качество доставки трафика при частичном выходе из строя линий связи после воздействия дестабилизирующих факторов.

Заданы: количество и места расположения узлов коммутации (абонентских центров) и ширина и зона поиска.

В качестве примера сформулированной задачи использована структура сети, представленная на рис. 1, на узлах коммутации которых, установлены маршрутизаторы МПМ.

Оценка качества доставки трафика осуществляется на нескольких этапах: до воздействия дестабилизирующих факторов (все линии и узлы коммутации находятся в работоспособном состоянии) и после воздействия дестабилизирующих факторов с последовательным выходом из строя отдельных направлений, находящихся в зоне волнового поиска.

Имитационная модель сети связи в терминах системы массового обслуживания разработана в программной среде *AnyLogic*. Корреспондирующие узлы  $x_1$  и  $x_{16}$ . Вместимость маршрутизатора 2 миллиона заявок и вероятность их обслуживания 0,95. Порядок поступления в очереди – FIFO. Технология GMPLS. Время обработки согласно экспоненциальному закону. Узлы связи взаимно корреспондирующие. На рис. 2 (см. ниже) представлена модель с учетом объединения нагрузки в отдельных направлениях.

Оценка качества обслуживания производится для следующих видов сообщений: речь, видео и мультитрафик. До воздействия дестабилизирующих факторов трафик распределялся согласно ПРИ и перегрузки в направлениях не возникает (табл.).

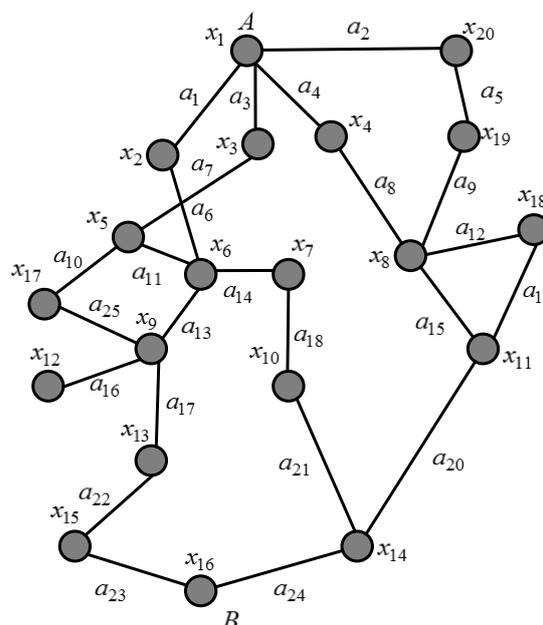


Рис. 1. Структура полевой транспортной сети связи

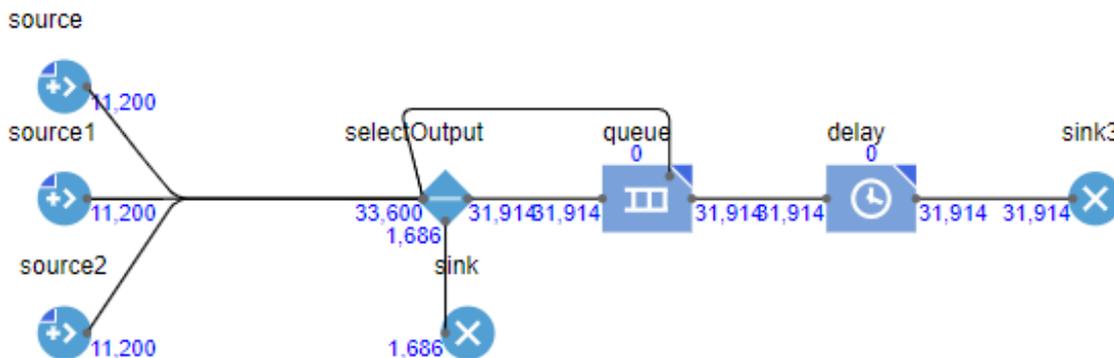


Рис. 2. Модель сети связи в программной среде AnyLogic

ТАБЛИЦА. Вероятность обслуживания трафика

Количество заявок	Вероятность обслуживания трафика		
	Речь	Видео	Мультитрафик
100	0,9219	0,9223	0,9135
400	0,8957	0,3562	0,4715
500	0,7166	0,2853	0,3767
1000	0,3562	0,1423	0,1875
2000	0,1782	0,0712	0,0938
3000	0,1187	0,000013	0,0627
4000	0,0890	0,000007	0,0469
5000	0,0712	0,0000033	0,0375

Однако при последовательном выходе из строя отдельных линий:  $a_2$ , затем  $a_1$  и далее  $a_6$  приводят согласно локально-волновому методу маршрутизации к изменению ПРИ и увеличению нагрузки в оставшихся направлениях, в частности на узле  $x_3$ .

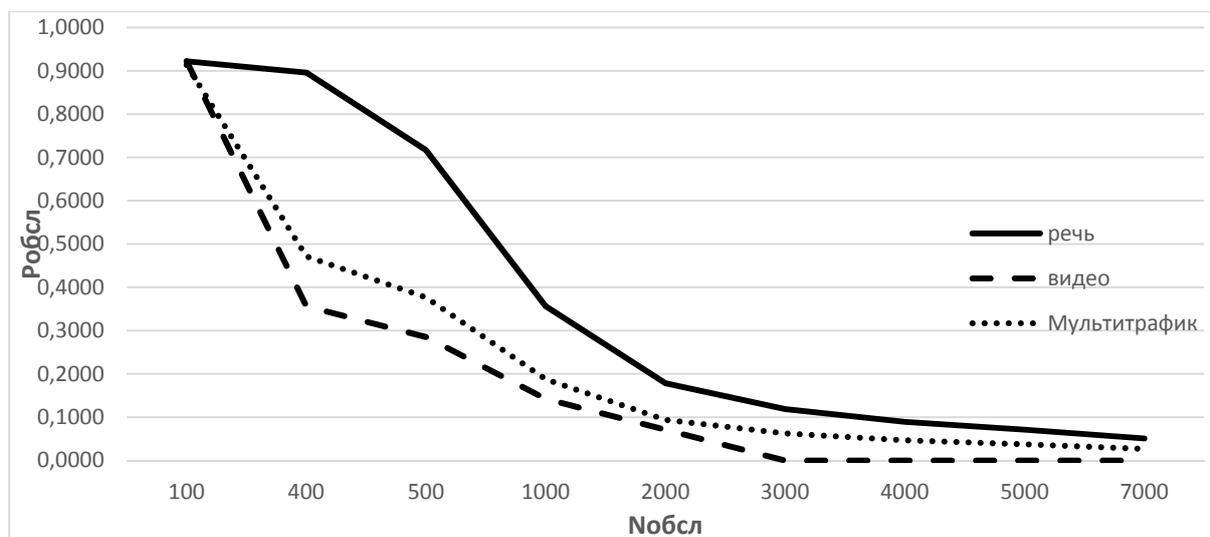


Рис. 3. Вероятность обслуживания трафика

На графике рис. 3 представлена вероятность обслуживания указанного трафика между корреспондирующими узлами при последовательном выходе линий связи  $a_2$ ,  $a_1$  и  $a_6$ .

Полученные результаты позволяют на этапе проектирования сети связи оптимально подобрать структуру сети либо обеспечить резервирование отдельных направлений между важными корреспондирующими узлами, а также определить ширину и зону волнового поиска для заданных приоритетов.

#### Список используемых источников

1. Журавлёв Д. А., Семуков Ю. А., Савушкин Н. А. Способ построения структуры полевой транспортной сети требуемой отказоустойчивости // Студенческая весна – 2018. 72-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых : сб. науч. ст. в 2-х т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 1. С. 393–397.

2. Крук Б. И., Попантонопуло В. Н., Шувалов В. П. Телекоммуникационные системы и сети : учебное пособие. В 3 т. Том 1 – Современные технологии / Под ред. профессора В. П. Шувалова. – Изд. 4-е, испр. и доп. – М. : Горячая линия – Телеком, 2013. С. 163–177.

УДК 621.396.4  
ГРНТИ 49.33.29

## ОПТИМАЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СЕТЕЙ СВЯЗИ КОЛЬЦЕВОЙ И РАДИАЛЬНО-УЗЛОВОЙ СТРУКТУРЫ

**И. И. Горай, Д. А. Журавлёв, О. В. Щекутьева**

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В статье рассматривается последовательность оптимального расчета параметров типовых структур сетей связи: кольцевой и радиально-узловой. Приведены алгоритмы расчета структур, оценена их сложность и указаны сведения о возможности их использования. Примеры, приведенные в статье, свидетельствуют о возможности экономии кабеля при оптимальном расчете самих структур и их оптимальном выборе из множества разрешенных.*

*алгоритм, сложность алгоритма, граф, медиана графа, коммивояжер, типовая структура, матрица расстояний.*

В практике построения сетей связи, в том числе и специального назначения, широко используются типовые (элементарные) структуры сетей –

кольцевая и радиально-узловая. С одной стороны, использование типовых структур при строительстве сетей требует наличия разработанных для этих целей сетевых технологий, а с другой стороны, поскольку структура сетей не изменяется, важно иметь алгоритмы и программы их оптимального расчета по требуемым характеристикам, например, по минимальному расходу кабеля.

Постановка задачи. Требуется определить лучшую структуру из двух заданных – кольцевой и радиально-узловой при строительстве сети связи по критерию  $\sum_{i=1}^N R_{ij} = \min$ , где  $R_i$  – длины отдельных линий,  $j$  – номер структуры сети, разрешенной к развертыванию.

Заданы: количество и места расположения узлов связи (рис. 1), измерены расстояния между этими объектами и составлена матрица расстояний  $|R|$  (табл., см. ниже). Кроме того, учтены варианты размещения объектов, между которыми не могут быть проложены линии связи (водные преграды, сооружения и др.). Если такие линии существуют, то в матрице расстояний значения их длин должны быть много больше максимального значения расстояния.

Решение задачи расчета сетей на основе радиально-узловой структуры сводится к определению узла сети, от которого суммарное расстояние до всех других узлов является минимальным (минисумная задача). В этом случае расположение этого узла является оптимальным и называется медианой графа [1, 2]. Очевидно, что при использовании данной структуры расход кабеля при строительстве сети будет минимальным.

Минисумная задача в общем виде [2] формулируется следующим образом: для каждой вершины  $n_i \in N$  графа  $G = (N, M)$  определить два числа, которые называют передаточными числами:

$$\begin{cases} \sigma_0(x_i) = \sum_{x_j \in N} v_j d(x_i, x_j), \\ \sigma_t(x_i) = \sum_{x_j \in N} v_j d(x_j, x_i), \end{cases}$$

где,  $d(x_i, x_j)$  – кратчайшее расстояние от вершины  $x_i$  до вершины  $x_j$ .

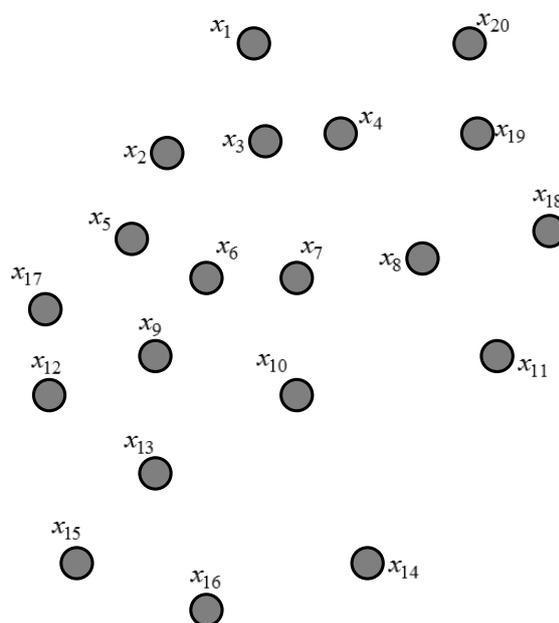


Рис. 1. Вариант расположения узлов связи в сети

ТАБЛИЦА. Матрица расстояний

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
X1	0	60	35	50	105	120	120	115	155	145	175	175	180	225	245	225	130	165	125	90
X2	60	0	35	65	35	60	70	90	80	120	140	105	145	190	160	200	80	160	105	110
X3	35	35	0	30	70	60	60	80	90	100	125	100	145	190	210	210	145	140	90	80
X4	50	65	30	0	100	80	70	65	105	110	125	160	140	170	195	200	130	90	50	65
X5	105	35	70	100	0	30	65	105	45	80	140	70	90	180	120	140	40	165	160	160
X6	120	60	60	80	30	0	35	75	35	60	150	75	85	130	150	130	60	135	130	120
X7	120	70	60	70	65	35	0	40	70	50	80	115	85	130	155	135	85	100	90	125
X8	115	90	80	65	105	75	40	0	120	75	60	145	110	130	210	170	135	60	60	95
X9	155	80	90	105	45	35	70	120	0	65	120	45	50	120	115	110	95	150	155	140
X10	145	120	100	110	80	60	50	75	65	0	80	95	50	80	115	95	95	135	140	165
X11	175	140	125	125	140	150	80	60	120	80	0	170	150	120	185	190	155	65	125	125
X12	175	105	100	160	70	75	115	145	45	95	170	0	50	140	70	110	35	210	210	210
X13	180	145	145	140	90	85	85	110	50	50	150	50	0	95	65	70	80	190	190	145
X14	225	190	190	170	180	130	130	130	120	80	120	140	95	0	135	70	180	185	210	315
X15	245	160	210	195	120	150	155	210	115	115	185	70	65	135	0	65	100	280	295	290
X16	225	200	210	200	140	130	135	170	110	95	190	110	70	70	65	0	150	255	280	2600
X17	130	80	145	130	40	60	95	135	95	95	155	35	80	180	100	150	0	195	195	200
X18	165	160	140	90	165	135	100	60	150	135	65	210	190	185	280	255	195	0	50	90
X19	125	105	90	50	160	130	90	60	155	140	125	210	190	210	295	280	195	50	0	35
X20	90	110	80	65	160	120	125	95	140	165	125	210	145	215	290	260	200	90	35	0

Числа  $\sigma_0(x_i)$  и  $\sigma_i(x_i)$  называются соответственно внешними и внутренними передаточными числами вершины  $x_i$ . Число  $\sigma_0(x_i)$  есть сумма элементов строки  $x_i$  матрицы, полученной после умножения каждого столбца матрицы расстояний  $R(G) = [d(x_i, x_j)]$  на вес соответствующий этому столбцу вершины, т. е.  $j$ -й столбец умножается на  $v_j$ ; число  $\sigma_i(x_i)$  есть сумма элементов столбца  $x_i$  матрицы, полученной в результате умножения каждой строки матрицы расстояний  $R(G)$  на соответствующий этой строке вес ( $j$ -я строка умножается на  $v_j$ ). С помощью весовых коэффициентов  $v_j$  можно вводить дополнительные требования к структуре и сети в целом, например, выделить наиболее важное ребро структуры (направление связи).

Вершина  $\bar{x}_0$ , для которой  $\sigma_0(\bar{x}_0) = \min_{x_j \in N} [\sigma_0(x_j)]$ , называется внешней медианой графа  $G$ , а вершина  $\bar{x}_i$ , для которой  $\sigma_i(\bar{x}_i) = \min_{x_j \in N} [\sigma_i(x_j)]$  называется внутренней медианой графа  $G$ .

Следует заметить, что данное решение приведено для ориентированных графов. Поскольку рассматриваемые сети моделируются неориентированными графами, то используется одна (внешняя) медиана, причем для этого случая  $\sigma_0(\bar{x}_0) = \sigma_i(\bar{x}_i)$ . Алгоритм минисуммной задачи относится к классу полиномиальных со сложностью  $O(\alpha N^2)$ , что обеспечивает точное решение и малое время расчета.

Результаты расчета, показывают, что 8-ой узел является минимальной медианой графа (центральный узел графа) (рис. 2).

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	$\sigma_0(x_i)$	Медиана
x1	0	60	35	50	105	120	120	115	155	145	175	175	180	225	245	225	130	165	125	90	2640	-
x2	60	0	35	65	35	60	70	90	80	120	140	105	145	190	160	200	80	160	105	110	2010	-
x3	35	35	0	30	70	60	60	80	90	100	125	100	145	190	210	210	145	140	90	80	1995	-
x4	50	65	30	0	100	80	70	65	105	110	125	160	140	170	195	200	130	90	50	65	2000	-
x5	105	35	70	100	0	30	65	105	45	80	140	70	90	180	120	140	40	165	160	160	1900	-
x6	120	60	60	80	30	0	35	75	35	60	150	75	85	130	150	130	60	135	130	120	1720	-
x7	120	70	60	70	65	35	0	40	70	50	80	115	85	130	155	135	85	100	90	125	1680	x7
x8	115	90	80	65	105	75	40	0	120	75	60	145	110	130	210	170	135	60	60	95	1940	-
x9	155	80	90	105	45	35	70	120	0	65	120	45	50	120	115	110	95	150	155	140	1865	-
x10	145	120	100	110	80	60	50	75	65	0	80	95	50	80	115	95	95	135	140	165	1855	-
x11	175	140	125	125	140	150	80	60	120	80	0	170	150	120	185	190	155	65	125	125	2480	-
x12	175	105	100	160	70	75	115	145	45	95	170	0	50	140	70	110	35	210	210	210	2290	-
x13	180	145	145	140	90	85	85	110	50	50	150	50	0	95	65	70	80	190	190	145	2115	-
x14	225	190	190	170	180	130	130	120	80	120	140	95	0	135	70	180	185	210	215	2895	-	
x15	245	160	210	195	120	150	155	210	115	115	185	70	65	135	0	65	100	280	295	290	3160	-
x16	225	200	210	200	140	130	135	170	110	95	190	110	70	70	65	0	150	255	280	260	3065	-
x17	130	80	145	130	40	60	95	135	95	95	155	35	80	180	100	150	0	195	195	200	2295	-
x18	165	160	140	90	165	135	100	60	150	135	65	210	190	185	280	255	195	0	50	90	2820	-
x19	125	105	90	50	160	130	90	60	155	140	125	210	190	210	295	280	195	50	0	35	2660	-
x20	90	110	80	65	160	120	125	95	140	165	125	210	145	215	290	260	200	90	35	0	2720	-

Рис. 2. Определение медианы графа

Для рассматриваемого примера, развертывание сети с использованием радиально-узловой структуры будет обеспечена минимальной суммарной длиной кабеля  $\sum_{i=1}^N R_i = 1680$  км. Размещение линий в радиально-узловой структуре представлено на рис. 3 (см. ниже).

Решение задачи расчета сетей на основе кольцевой структуры осуществляется с использованием алгоритма Коммивояжер [3]. Требуется определить минимальный замкнутый маршрут (цикл) из множества возмож-

ных маршрутов и проходящий через все узлы связи. Если такой цикл находится (Гамильтонов цикл), то линия, развертываемая по его следу, будет построена с минимальным расходом кабеля.

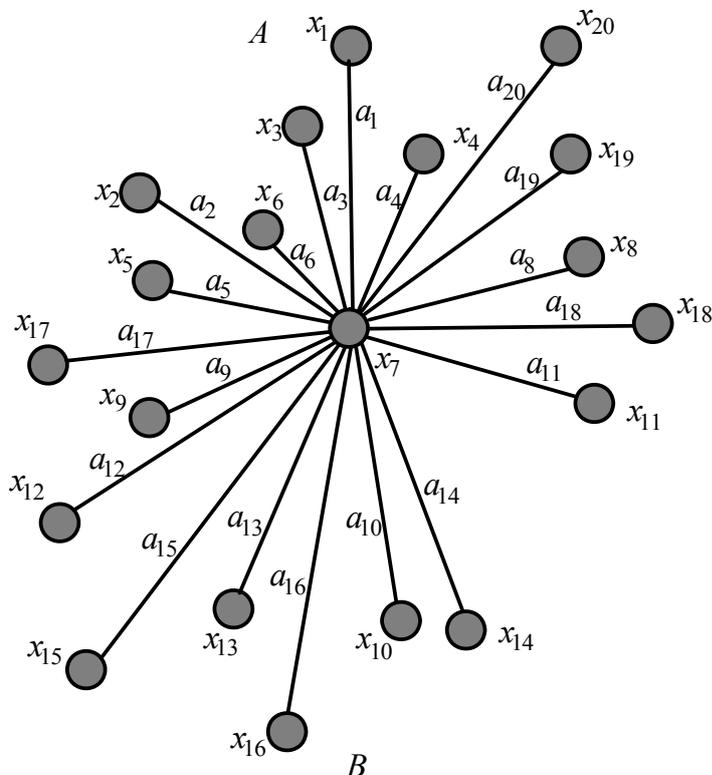


Рис. 3. Размещение линий в радиально-узловой структуре сети

любыми двумя узлами связи больше чем расстояния между ними по отдельности (правило треугольника), что соответствует существованию решаемой задачи. Алгоритмы, решающие задачу Коммивояжер по методу ветвей и границ с исходными данными, формируемыми по правилу треугольника [5]. Он хорошо адаптирован к условию задачи, проверен на множестве примеров, протестирован и имеет сложность  $O(\alpha N^3)$ , где  $\alpha$  – коэффициент больше единицы.

Результаты расчета, показывают, что для рассматриваемого примера, развертывание сети с использованием кольцевой структуры будет обеспечена минимальной суммарной длиной кабеля  $\sum_{i=1}^N R_i = 1000$  км. Размещение линий в радиально-узловой структуре представлено на рис. 4 (см. ниже).

Произведённый расчет двух различных топологических структур с одинаковыми исходными данными, показал, что:

минимальная суммарная длина кабеля при построении «кольцевой» топологической структуры равна 1000 км;

минимальная суммарная длина кабеля при построении «радиально-узловой» топологической структуры равна 1680 км;

Задача Коммивояжер относится к классу «трудно решаемых» (NP-классу) и может иметь только приближенное решение [4]. Следует указать, что существует множество алгоритмов приближенного решения задачи Коммивояжер (построения Гамильтонова цикла). Причем не существует универсальных алгоритмов, и каждый из них лучшим образом решает одну или несколько конкретных задач. В нашем случае использован алгоритм учитывающий формирование исходных данных на плоскости Эвклида.

Это означает, что суммарное расстояния между

с точки зрения минимального расхода кабеля, необходимого при построении сетей, «кольцевая» структура лучше, чем «радиально-узловая» более чем в полтора раза.

### Выводы

1. В качестве критерия оптимальности структур типовых сетей связи в статье предлагается использовать минимальный расход кабеля.

2. Для расчета структур сетей использованы алгоритмы и программы, обеспечивающие получение оптимальных решений.

3. Выигрыш по длине расходуемого кабеля в каждом из приведенных примеров может достигать до 10 % по сравнению с любыми другими (не оптимальными) решениями.

4. При построении более сложных схем, как показывает предварительные расчеты, можно добиваться нужных показателей структурной живучести сетей при большом увеличении длины кабеля.

Сети строятся с использованием указанных алгоритмов и программ по квазиоптимальным критериям.

### Список используемых источников

1. Алексеев В. Е., Таланов А. В. Графы и алгоритмы. – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 154 с.
2. Кристофидис Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М. : Мир, 1978. – 432 с.
3. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. – М. : Мир 1981. – 326 с.
4. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи : пер. с англ. – М. : Мир, 1982. – 416 с.
5. <https://www.pcgrate.com>

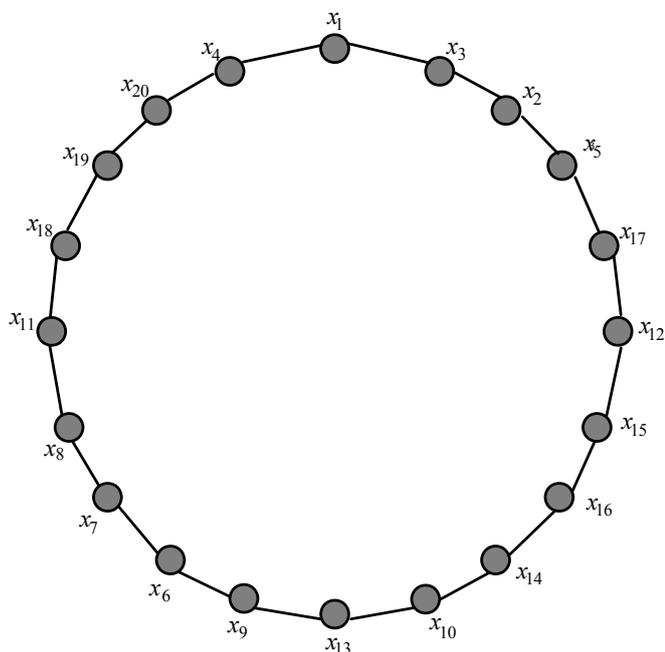


Рис. 4. Прохождение линий в кольцевой структуре сети

УДК 623.618.5  
ГРНТИ 78.25.33

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ НА ИТКС ВН

**Р. В. Гордийчук, А. А. Ракоед, А. К. Сагдеев, Е. Н. Сидоренко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рассмотрены условия защищенного функционирования сетей связи в условиях влияния современных и перспективных технологий их построения. Обоснован метод построения динамической защиты ИТКС, определены ее основные принципы. Для ее реализации был выведен алгоритм построения функциональных подсистем. Найден подход к реализации принципов построения динамической защиты путем создания специального программного обеспечения для управления Softswitch.*

*информационно-телекоммуникационные сети связи, динамическая защита, функциональная подсистема, специальное программное обеспечение.*

Существующий подход к защите информационно-телекоммуникационных сетей связи (ИТКС) определяет несколько возможных состояний узла связи, которые соответствовали определенной угрозе, и переход в определенное состояние (одно в интервале времени) осуществлялся по управляющим воздействиям администратором с центрального узла управления. При этом установившееся состояние «защищенности» ИТКС в большинстве случаев не соответствовало уже изменившимся воздействиям злоумышленника, что не обеспечивало достижения гибкости защиты ИТКС.

Необходимость создания динамической защиты ИТКС обусловлена тем, что транспортной основой преимущественно являются арендованные тракты в ЕСЭ РФ в условиях ведения технической компьютерной разведки (ТКР) (учитываются особенности управления разворачиваемых сетей NGN связанные с использованием Web-технологии, т.е. на основе стека протоколов TCP/IP) и современной тенденции образования Общемирового единого телекоммуникационного пространства (ОМЕТП). В настоящее время основным способом ведения программного подавления является компьютерная атака, под которой понимают целенаправленное воздействие на компьютерные системы и сети с целью организации доступа к информационным ресурсам или их блокирования, модификации, уничтожения. Организация программного подавления осуществляется на основе данных добытых ТКР [1, 2, 3].

Сложившаяся ситуация позволяет рассматривать возможность ведения техносферной войны [4], определяемой как систему согласованных по цели, месту и времени информационных действий, направленных на захват управления (частичный, полный) выбранных систем автоматизированного (автоматического) управления, либо перевод их в деструктивный режим функционирования. Принцип воздействия будет заключаться в поиске доступа к управляемым параметрам и их изменение, которое может привести к критической ситуации (подавление (блокирование) информационного обмена в ИТКС). Результат такой ситуации будет характеризоваться временем неработоспособности сети  $T_{\text{блок}}$ , которое зависит от времени восстановления системы связи  $T_{\text{восс}}$  (если это возможно) и соответственно будет приводить к потерям вызовов (понижение качества обслуживания QoS пользователей).

Таким образом, получить защищенную ИТКС в стационарных (относительно времени) условиях невозможно, т. к. в быстро меняющихся условиях (используемые технологии построения ИТКС, возможности средств разведки, усиление тенденции образования ОМЕТП) достигнутый уровень (состояние) защиты не будет соответствовать требуемому. Учитывая выше сказанное, целесообразнее построение динамической защиты ИТКС, основным принципом которой является изменения состояния (параметров) узлов ИТКС с учетом воздействий (проведения разведки) по динамически изменяемой стратегии управления в минимальном временном интервале.

Для реализации динамической защиты ИТКС, необходимы следующие функциональные подсистемы [5]:

1. Подсистема мониторинга и реагирования на программные воздействия (специальное программное обеспечение на узлах управления Softswitch и в центре управления связью).
2. Подсистема резервирования основных узлов (узлы ЕСЭ РФ) используемых ИТКС.
3. Подсистема восстановления функционирования ИТКС.

Для построения подсистемы резервирования, во-первых, необходимо решить задачу выбора ее структуры, которая позволит реализовывать управление сетью связи в условиях информационного противоборства. Учитывая особенность построения сети NGN, возникают задачи определения физической и логической структуры.

Задача построения физической структуры подсистемы резервирования защищенной системы управления ИТКС ВН будет определяться структурой сети дополнительных (защищенных) узлов системы управления ИТКС (находящихся в постоянной готовности к применению и не используемых в ЕСЭ РФ) и формальной постановке имеет следующий вид [2]:

$$G_{\text{защ}} = \{D, \Phi, P\},$$

где  $D = \{d_i\}$  – множество элементов графа сети защищенных узлов такое, что  $D = N_{\text{защ}} U L_{\text{защ}}$ ;  $N_{\text{защ}} = \{n_k\}$  – множество защищенных устройств управления (*Softswitch*) сети NGN;  $L_{\text{защ}} = \{l_k\}$  – множество защищенных линий управления сети NGN;  $\Phi = \{l_{k,y}\}$  – отображение инцидентности (для  $l_k$ ) и смежности (для  $n_k$ ) элементов графа;  $P = \{p_k, p_{k,y}\}$  – множество вероятностей исправного состояния,  $p_k$  – вероятности исправного состояния устройств управления,  $p_{k,y}$  – вероятности исправного состояния линий управления сети NGN.

Таким образом, задача построения физической структуры защищенной системы управления ИТКС ВН можно свести к определению  $N_{\text{защ}}$  и  $L_{\text{защ}}$ , а  $\Phi = \{l_{k,y}\}$  можно не учитывать, так как оборудование в резерве (фактически не имеющее наработки на отказ) будет иметь высокую надежность  $p_k = 0,99999$ . При этом необходимое количество дополнительных (защищенных) узлов и линий управления, а также соответствующая топология будет определяться динамической моделью функционирования системы управления ИТКС ВН в условиях техносферной войны (программных воздействий).

Основной параметр защищенной системы управления ИТКС ВН  $N_{\text{защ}}$  имеет следующий вид:

$$N_{\text{защ}} = F(\lambda, VT, I_{\text{ВН}}),$$

где  $\lambda$  – количество заявок на установление сеанса связи в ИТКС ВН;  $T$  – время восстановления ИТКС;  $VT = T_1 + T_2$ ,  $T_1$  – время реакции защищенной системы управления ИТКС ВН на определение программного воздействия,  $T_2$  – время перехода защищенной системы управления ИТКС ВН на резервные узлы управления;  $I_{\text{ВН}}$  – критерий контрастности – интегральный критерий отражающий концентрацию и важность объектов военного и оборонного значения обслуживаемых ИТКС ВН.

При определении логической структуры защищенной системы управления ИТКС ВН необходимо задание:

- маршрутизации, т. е. маршрутов передачи сигналов управления и сигнализации (изменение маршрутных таблиц, способов маршрутизации);
- маскировки атрибутов адресов *Softswitch* (IP-адреса, MAC-адреса, масок сети);
- протоколов и алгоритмов передачи сигналов управления.

В защищенной системе управления ИТКС ВН должен быть определен способ защиты ИТКС ВН с резервными устройствами управления (*Softswitch*). Кроме того, в защищенной системе управления ИТКС ВН должен быть принят способ определения безопасного маршрута передачи пакетов сигналов управления и сигнализации в ИТКС ВН, учитывающий

резервные устройства управления (*Softswitch*), в условиях воздействия на каналы связи и узлы ИТКС программных воздействий, путем учета значений критерия контрастности и комплексных показателей безопасности узлов связи [2, 4, 5].

Основными функциями защищенной системы управления ИТКС ВН будет являться [1, 2]:

- постоянный мониторинг функционирования устройств управления (*Softswitch*) на соответствие установленным правилам;
- выявление программных воздействий на устройствах управления и уведомление о совершенной атаке системы управления ИТКС ВН;
- перехват управления в автоматическом или по сигналу управления режимах для своевременного восстановления ИТКС ВН.

Реализация данных принципов возможна путем создания специального программного обеспечения (СПО) для управления *Softswitch* (т. к. данное устройство является программно-аппаратным и выполняемые функции в основном реализуются именно комплексом ПО), которое в критической обстановке должно осуществить перехват удаленного управления для осуществления своевременного восстановления ИТКС ВН.

Возможно применение двух стратегий защиты: первая заключается в построении полностью автоматической системы, которая, используя априорно заданные варианты возможных программных воздействий, самостоятельно определяет наиболее оптимальный вариант восстановления ИТКС ВН (используя интеллектуальную систему защиты).

Вторая стратегия защиты заключается в том, что система управления определяет программное воздействие и выдает соответствующее уведомление. По соответствующей команде (возможно несколько уровней перехвата управления от полного до управления только частью пропускной способности) СПО, во-первых, блокирует полностью или частично (в зависимости от уровня) работу стандартного ПО, работающего по командам ЕСЭ РФ, и, во-вторых, переходит в защищенный режим работы по командам (алгоритмам в случае автономного режима) единого центра управления защищенной системы управления ИТКС ВН. При этом в качестве сигнала перехвата возможно использование IP-пакета с определенной структурой, управляющей информацией, который имеет два маршрута передачи: основной по проводной сети (IP-сеть) и резервный по радиосети (WiMAX).

Таким образом, необходима разработка СПО для построения защищенной системы управления ИТКС ВН. Для этого необходимо решения следующих задач:

- сформировать требования к СПО;
- определить структуру и функции, выполняемые СПО;
- определить порядок разработки СПО;

определить способы проверки СПО на отсутствие не декларированных возможностей и ошибок.

При этом целесообразна организация отдельной службы (возможно федерального уровня), которая позволит осуществлять управления частью телекоммуникационной сети (ЕСЭ России) или полностью информационного пространства России в интересах различных ведомств (МО, МВД, ФСБ, ФСО) в чрезвычайных ситуациях по указанию Президента России.

Динамика защиты ИТКС будет заключаться: во-первых, в определении требуемого состояния ИТКС, при ограничении времени принятия решения, в двух плоскостях: плоскость управления состоянием резервных узлов управления (изменение демаскирующих признаков и связанных с этим вопросов маскировки и организации ложных объектов); плоскость управления состоянием ИТКС в условиях техносферной войны (формирование необходимых зон информационного обмена из имеющихся узлов управления) и, во-вторых, в наличии нескольких (максимально возможное число) решений (управляющих воздействий) по формированию состояния этих плоскостей [5].

Таким образом, основными принципами динамической защиты ИТКС будет являться: адаптивное резервирование устройств управления под сложившиеся условия обстановки; динамическое изменение параметров устройств управления, учитывающее вредоносное воздействие; непересекаемость множеств основных и резервных устройств управления; универсальность используемой платформы управления (специального программного обеспечения); прогнозируемость воздействий и формирование возможных стратегий управления для своевременного восстановления ИТКС.

#### Список используемых источников

1. Конахович Г. Защита информации в телекоммуникационных системах. – М. : МК-Пресс, 2005. 288 с, ил. ISBN 966-8806-03-4.
2. Стародубцев Ю. И., Бухарин В. В., Семенов С. С. Техносферная война // Информационные системы и технологии. 2011. № 1. С. 80–85.
3. Шерстобитов Р. С., Шарифуллин С. Р., Максимов Р. В. Маскирование интегрированных сетей связи ведомственного назначения // Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С.136–175.
4. Сагдеев А. К., Фролова Ю. А. Требования к структуре Вооруженных Сил в условиях ведения сетцентрических войн // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. Часть I. – Ростов-на-Дону : ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2015. 552 с.
5. Сагдеев А. К., Чукариков А. Г. Обоснование оперативно-технических требований к информационно-телекоммуникационным сетям специального назначения, функционирующих с использованием ресурсов ЕСЭ РФ, в условиях конфликта в киберпространстве // Труды учебных заведений связи. 2016. Т. 2. № 4. С. 99–103.

УДК 654.026  
ГРНТИ 49.34.01

## ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТОТНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОЕННЫХ РАДИОЛИНИЙ ПРИ ЗАМЕНЕ В НИХ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ НА ЦИФРОВЫЕ СИГНАЛЫ

**А. В. Григорьева, О. А. Губская, С. А. Корягин, П. В. Чекалкина**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*В статье рассматриваются количественные оценки дополнительных потерь в частотных и энергетических ресурсах военных радиолиний при замене в них аналоговых сигналов электросвязи на цифровые сигналы. В работе показаны темпы роста энергетических, частотных и иных затрат, рассчитанных на передачу цифровых сигналов электросвязи на уровне всех типов радиолиний.*

*частотный ресурс, энергетический ресурс, цифровые сигналы, аппаратура цифровых каналов, аналоговые сигналы, канал передачи.*

За последние годы в военной науке и практике широкое распространение получила такая точка зрения, при которой замена в военных системах связи аналоговых сигналов радиосвязи на цифровые сигналы дает существенные преимущества. Так может быть обеспечено одновременное и значительное расширение канального ресурса (пропускной способности) для всех типов радиолиний, что способствует дальнейшему повышению устойчивости самой военной связи (высокая помехоустойчивость).

По своей сути такие планы явились пролонгацией прошлых взглядов и подходов, предпринятых в национальной военной связи еще в середине 70-х годов прошлого века, в создание так и не состоявшейся цифровой аппаратуры связи нового поколения типа «Импульс», – с цифровыми каналами и сигналами электросвязи.

Известно, что именно тогда же было остановлено и промышленное производство АСП. Однако, как показала последующая практика, – подобное замещение так и не состоялось, поскольку данный тип аппаратуры так и не подтвердил какой-либо реальной военной эксплуатационной и иной эффективности. Сравнение проводилось с поныне состоящими на вооружении аналоговыми системами передачи (АСП, типа «Азур», «Топаз» и прочие) и достаточно успешно применяемым сейчас на всех уровнях военного управления.

Следует особо отметить, что некие значения якобы возможной канальной емкости могут относиться только к классу стационарных, а не мобильных ЦСП. Обусловлено это тем, что спланированные каналы связи с ТЧ окончаниями ( $C_{ТЧ}$ ) из состава ЦСП (Ш.ЦСИО, ОАЦСС) по своим эксплуатационным свойствам радикальным образом отличаются от каналов связи на основе АСП. Основу таких свойств составляет не только многократное расширение полосы частот у таких каналов на предканальном уровне (в рамках ЦСП) по сравнению с каналами АСП (в десятки, сотни, тысячи и более раз), но и появление в рамках ЦСП особо уязвимых ко всем видам противодействий каналов синхронизации [1, 2, 3, 4, 5, 6].

В связи с этим, количественные данные по якобы возможному наращиванию канальной емкости военных средств и комплексов связи в сравнении с линиями и сетями связи на основе АСП по своей сути носят некорректный (ошибочный и фатальный по неизбежным негативным последствиям) характер. Поэтому, при должной (объективной) сопоставительной оценке потенциально достижимых значений канальной емкости ВСКС в условиях их военного применения, – все преимущества здесь остаются за системами передачи на основе АСП.

Более того, здесь же следует ожидать и возможного дальнейшего многократного роста преимуществ применения именно АСП в части устойчивости связи. А именно за счет специальной (с применением современных аппаратно-программных средств) реализации каналов ТЧ АСП с многократно уменьшенными полосами частот в сравнении с ныне принятыми их значениями: т. е. за счет применения каналов АСП с полосами частот:  $\Delta F \ll 3,1$  кГц.

Подобного рода возможности обусловлены содержанием фундаментальной из общей теории связи формулы Шеннона, на что, по-видимому, «авторы» приведенной выше таблицы не обратили должного на то внимания.

Известно, что данная формула служила и служит исходным соотношением, связывающим между собой в строгих математических, физических и количественных пропорциях значения скоростей передачи информации ( $C_T$  бит/сек) с полосой частот канала (каналов) электросвязи ( $\Delta f$  Гц) и с отношениями в точке приема мощности сигнала электросвязи ( $P_c$  Вт) к мощности шума ( $P_{ш}$ Вт) и имеет следующий вид:

$$C_T \text{ бит/с} = \Delta f \times \log_2(1 + P_c / P_{ш}),$$

где  $P_{ш} = N_0 \times \Delta f$  – мощность «тепловых» шумов на входе приемной системы;  $N_0 = kT_{ш}$  – спектральная плотность мощности «тепловых» шумов;  $k = 1,37 \times 10^{-23}$  Вт. сек/град – постоянная Больцмана;  $T_{ш} = T_0 (N_{ш} - 1)$  соответствует шумовой температуре приемной системы;  $N_{ш}$  – коэффициент шума

приемной системы (в идеальном случае  $N_{ш} = 1$ );  $T_0 = 300$  град. по Кельвину (температура окружающей среды);  $\log_2$  – логарифм с основанием два.

В прямом и в косвенном виде данное выражение входит и во все известные ныне из области связи аналитические соотношения, используемые для проектирования и инженерных расчетов пропускной способности радио- и проводных систем передачи информации (КВ, УКВ, радиорелейных, тропосферных, спутниковых, проводных и пр.).

Поэтому, здесь приходится обратиться к содержательной части данной формулы, являющейся, по сути, нормативной «путеводной звездой» для разработчиков качественных средств и систем передачи информации любых типов и предназначения.

В обобщенном графическом виде содержание данной формулы приведено на рис.

Здесь показан характерный для любых типов систем передачи информации особо быстрый (экспоненциальный) характер роста требуемых значений мощности сигналов электросвязи в точке приема (рост требований к отношениям  $P_c/P_{ш}$ ) с наращиванием значений скоростей передачи информации (значений  $C_T$ ), или числа каналов связи ( $N_k$ ).

Так, в соответствии с данными рис., при значениях:

$C/\Delta f \cong 3$  – отношение  $P_c/P_{ш}$  в точке приема должно быть не менее 10;

$C/\Delta f \cong 8$  – отношение  $P_c/P_{ш}$  в точке приема должно быть не менее 1000;

$C/\Delta f \cong 20$  – отношение  $P_c/P_{ш}$  в точке приема должно быть не менее 1000000.

Иначе говоря, семикратный рост значений скоростей передачи информации при неизменной полосе частот тракта связи ( $\Delta f = \text{const}$ ,  $P_{ш} = \text{const}$ ) требует увеличения мощности сигнала в точке приема не менее чем в 100000 раз.

Естественно, что подобный негативный и «взрывной» по сути эффект в полной мере проявляется именно в цифровых системах связи, где исходной отсчетной единицей служат не каналы ТЧ АСП с полосой частот «всего» в 3,1 кГц (возможно, и менее), а цифровой поток Е1, состоящий

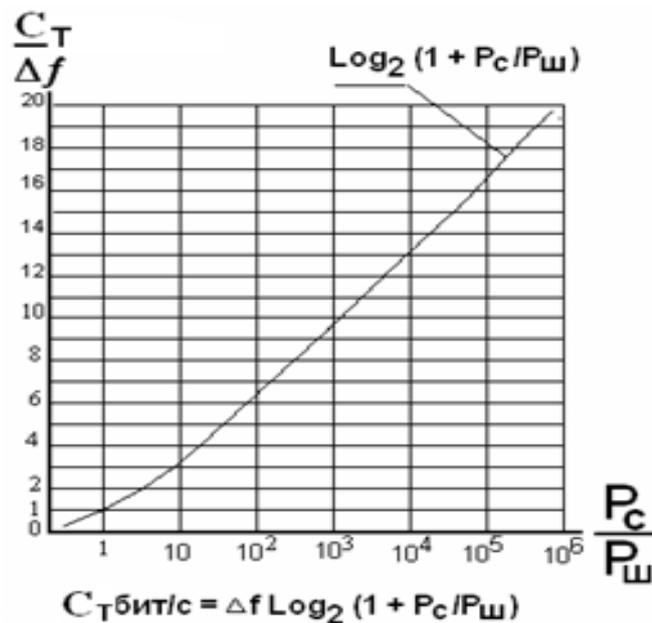


Рис. Обобщенный графический вид

из 32-х нормализованных по характеристикам каналов ОЦК (с полосой частот каждого из них  $\Delta f$  ОЦК около  $\cong 400$  кГц) и с общей полосой частот цифрового сигнала электросвязи в линейном тракте ЦСП не менее  $\Delta f = 400 \text{ кГц} \times 32 \approx 12 \text{ МГц}$ .

Что же касается цифровых потоков более высокой иерархии, то здесь в полной мере проявляется именно экспоненциальный характер в части дальнейшего наращивания требуемых полосовых и энергетических затрат на передачу информации.

Особо отметим, что отмеченные выше затраты не имеют особой значимости в случае применения на участках переноса сигналов (из пункта «А» – в пункт «В») цифровых (аналоговых) сигналов электросвязи в составе волоконно-оптических линий (ВОЛ). Они располагают близкими к идеальным значениям проводящими свойствами и находят широкое применение в системах гражданской связи. Что же касается всех типов радиосистем военного и гражданского предназначения, то отмеченная выше динамика особо быстрого роста всех видов затрат на передачу информации в полной мере проявляется именно в рамках ЦСП любых типов и предназначения.

Особо заметный (много порядковый и негативный по последствиям) характер в рамках ЦСП приобретают темпы роста энергетических, частотных и иных затрат, рассчитанных на передачу цифровых сигналов электросвязи на уровне всех типов радиолиний (УКВ, РРЛ, ТРЛ, СПУТНИКОВЫХ и т. п.). Известно, что по физическим причинам (в силу многолучевости) прямая передача цифровых сигналов электросвязи через эфир принципиально невозможна. Для этого в рамках ЦСП на входе передатчиков радиолиний (УКВ, РРЛ, ТРЛ, ИСЗ и др.) приходится дополнительно применять специальные способы кодирования радиосигналов (от КАМ – 2, до КАМ – 256 и выше) с целью возможного на этой основе сокращения полосы частот каналов радиосвязи на стороне передачи самих радиолиний.

Однако, достигаемые за этот счет «эффекты» по возможным текущим значениям мощности сигналов радиосвязи на входах соответствующих радиоприемных устройств, оказываются на несколько порядков ниже по сравнению с типовыми радиосредствами (радиолиниями) на основе АСП. Независимо от того, что использование цифровых сигналов в военных системах связи определяет слабую зависимость качества передачи от линии связи, существенные проигрыши в таких случаях оказываются и в частотных ресурсах сопоставляемых радиолиний.

#### Список используемых источников

1. Ланнэ А. А., Карагяур Н.М. Цифровые фильтры. – СПб. : ВАС, 1979. – 432 с.
2. Исаков Е. Е., Мякотин А. В., Губская О. А., Кривцов С. П. Оптимальная цифровизация военных систем связи // Современная наука. Актуальные проблемы теории и практики. Серия естественные и технические науки. 2017. № 3–4. С. 22–26

3. Сергиенко А. Б. и др. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов «Информатика и вычисл. техника». – СПб. : Питер. 2005. – 604 с.

4. Исаков Е. Е. Устойчивость военной связи в условиях информационного противоборства : монография. – СПб. : Изд-во Политехнического ун-та, 2009. – 400 с.

5. Исаков Е. Е. Основные принципы построения устойчивой военной связи и возможные способы их реализации : монография. – СПб. : ВАС, 2015. – 448 с.

6. Григорьев А. В. Сигналы передачи сообщений. – СПб. : ВАС, 2015. – 176 с.

*Статья представлена научным руководителем, доктором технических наук, профессором Е. Е. Исаковым.*

УДК 654.739  
ГРНТИ 49.33.29

## ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ОРГАНИЗАЦИИ

**С. Н. Гурьев, М. С. Сорокин**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*Задача мониторинга заключается в анализе деятельности пользователей в локальной вычислительной сети организации и оценке её внутренних и внешних факторов, влияющих на состояние пользователей и систему управления организации. Мероприятия мониторинга позволяют своевременно выявлять и структурировать сильные и слабые стороны организации, а также потенциальные угрозы её стратегии и политике развития. Идентификация и просмотр активности каждого рабочего элемента локальной вычислительной сети в реальном времени является базовой функцией современных систем мониторинга.*

*система мониторинга, локальная вычислительная сеть, функции мониторинга. программа мониторинга.*

Современные системы мониторинга предоставляют необходимую информацию для обеспечения контроля за техническим состоянием объекта мониторинга. По результатам анализа этой информации, администратор сети осуществляет управляющие воздействия с целью устранения нарушений в работе локальной вычислительной сети.

Под системой мониторинга понимается совокупность процедур, процессов и ресурсов, реализованных с использованием диагностической сети, позволяющая по результатам измерений заданных параметров в заданных

точках и наблюдений за работой оборудования получить информацию о текущем техническом состоянии оборудования, опасностях и рисках, связанных с его применением, требуемых действиях обслуживающего персонала и другие сведения, необходимые для реализации установленных предупреждающих мер [1].

Важнейшим условием эффективной реализации функции мониторинга является учет и регистрация в специальном программном обеспечении всех элементов локальной вычислительной сети.

С целью достижения результатов функционирования локальной вычислительной сети организации, система мониторинга предоставляет администратору сети следующие основные функции:

1. Контроль процессов, приложений, текущей сетевой активности.
2. Просмотр аппаратной конфигурации и установленного программного обеспечения.
3. Контроль эффективности использования рабочего времени персонала.
4. Выявление нарушений в работе локальной вычислительной сети, разработка и координация мер по их устранению [2].

При реализации системы мониторинга в организации следует учитывать перспективу развития и возможность расширения структуры локальной вычислительной сети, а также определить на каком из уровней, программном или аппаратном, будет происходить мониторинг пользователей.

Мониторинг как информационно-аналитическая система управления в организации органично вписывается в практическую управленческую деятельность, которая должна реализовывать следующую последовательность мероприятий:

1. Измерение параметров мониторинга.
2. Сравнение значений параметров мониторинга.
3. Выявление отклонений.
4. Принятие управленческих решений.
5. Реализация управленческих решений [3].

Динамика развития информационных технологий приводит к модернизации методик разработки специального программного обеспечения и расширению функционала современных систем мониторинга.

В настоящее время для разработки и создания данных систем используются следующие платформы: .NET Framework, PHP, Java и другие. Разнообразие выбора платформ разработки также сопровождается широким выбором языка программирования. На данный момент к наиболее востребованным языкам можно отнести: Python, Java, C#, C++, JavaScript.

В качестве примера успешной реализации представленных платформ является программа StaffCop, которая предназначена для мониторинга рабочего времени сотрудников и бизнес процессов, что дает возможность

предотвратить утечки конфиденциальной информации, посещения нежелательных сайтов и многие другие опасности. Программа позволяет выполнять широкий перечень задач, к которым относятся:

- мониторинг веб-трафика;
- контроль запуска процессов и установки ПО;
- мониторинг активности в приложениях;
- удаленный просмотр рабочего стола;
- снимки с экрана;
- фиксация всех файловых операций [2].

StaffCop имеет клиент-серверную архитектуру. Подключение к серверу осуществляется по протоколу HTTPS (443 TCP-порт). Данные в протоколе передаются поверх протокола SSL (рис.). Поддерживается работа в любых сетевых инфраструктурах, обеспечивающих подключение от клиента к серверу, включая NAT-трансляцию, VPN-каналы и другие варианты подключения. Благодаря этому StaffCop может быть установлен на удаленный компьютер, не находящийся в локальной сети компании. Кроме того, StaffCop поддерживает работу в оффлайн-режиме — если у агента нет связи с сервером, он собирает информацию в локальную базу данных и передает ее на сервер при первой же возможности [2].

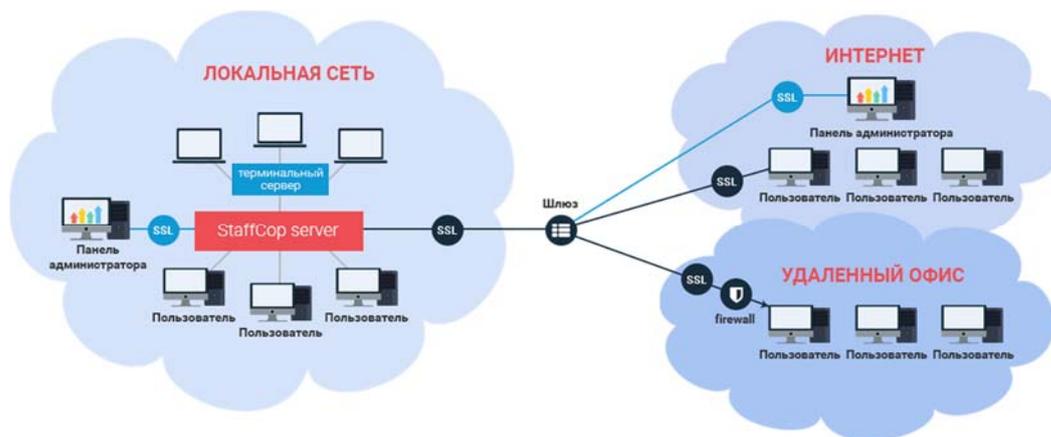


Рис. Схема работы StaffCop

Таким образом, использование программных средств мониторинга деятельности пользователей в локальной вычислительной сети позволит эффективно использовать рабочее время сотрудников, повысить состояние информационной безопасности организации в целом и способствовать поддержанию высокого уровня производительности труда в организации.

#### Список используемых источников

1. ГОСТ Р 53564-2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга, 2019. 3 с.

2. ООО «Атом Безопасность» Документация StaffCop. URL: <http://www.docs.staffcop.ru/> (дата обращения 25.02.2020).

3. Слинков А. М. Мониторинг как управленческий процесс: принципы, методы, функции // Научные ведомости Белгородского государственного национального исследовательского университета. 2016. № 2 (223). С. 63–70.

УДК 654.739

ГРНТИ 49.33.29

## ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

С. Н. Гурьев, М. С. Сорокин

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*Клиент-серверная архитектура предоставляет возможность администратору сети организации успешно осуществлять контроль за процессами, приложениями и текущей сетевой активностью автоматизированных рабочих мест пользователей в локальной вычислительной сети.*

*локальная вычислительная сеть, клиент-серверная архитектура, протокол, программа мониторинга.*

На начальном этапе развития компьютерных технологий каждая вычислительная машина являлась изолированным устройством хранения информации. В этом случае основной проблемой являлось отсутствие возможности совместного использования ресурсов (данных). Применение компьютеров с несколькими терминалами, а в дальнейшем использование файло-серверной архитектуры ликвидировало прежние недостатки, но всё ещё не обеспечивало конфиденциальность и целостность данных. В настоящее время наиболее широкое распространение получила клиент-серверная архитектура сети (рис. 1, см. ниже), которая устраняет недостатки прошлых моделей построения сети.

Клиент-серверной является архитектура, в которой сетевая нагрузка распределена между поставщиками услуг, называемыми серверами, и заказчиками услуг, называемыми клиентами [1]. При таком построении сети клиент является модулем, предназначенным для формирования и передачи сообщений-запросов к ресурсам удаленного компьютера от различных приложений с последующим приемом результатов из сети и передачей их

соответствующим приложениям. Сервер, в свою очередь, представляет собой модуль, который постоянно ожидает поступления из сети запросов от клиентов и, приняв запрос, пытается его обслужить. Как правило, один сервер может обслуживать запросы сразу нескольких клиентов [2].

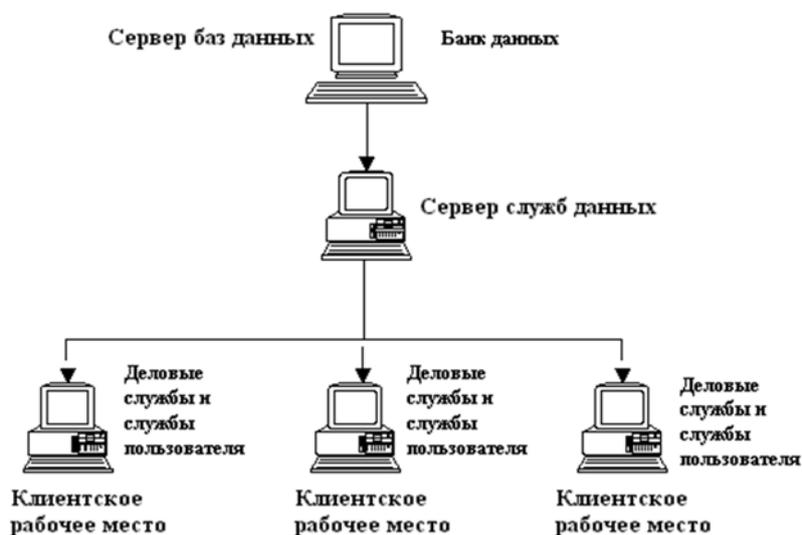


Рис. 1. Вариант построения ЛВС организации

В локальной вычислительной сети для передачи данных между клиентами и сервером используются протоколы.

Протокол представляет собой набор информационных сообщений определенного формата, которыми обмениваются два устройства или две программы, а также набор правил, определяющих логику обмена этими сообщениями [3].

Для передачи данных в локальной вычислительной сети могут быть задействованы такие протоколы как HTTP, HTTPS, TLS и другие. HTTP относится к протоколам прикладного уровня передачи данных изначально – в виде гипертекстовых документов в формате «HTML», в настоящий момент используется для передачи произвольных данных. Основой протокола HTTP является архитектура клиент-сервер. HTTPS является расширением протокола HTTP для поддержки шифрования в целях повышения безопасности. Данные в протоколе HTTPS передаются поверх криптографических протоколов TLS. В отличие от HTTP с TCP-портом 80, для HTTPS по умолчанию используется TCP-порт 443.

Защищенный канал при соединении клиентов и сервера в сети образует криптографический протокол TLS который, использует следующие технологии безопасности:

взаимная аутентификация приложений на обоих концах защищенного канала, путем обмена сертификатами (стандарт X.509);

проверка аутентичности полученного серверного сертификата относительно имеющихся у клиента корневых сертификатов удостоверяющих центров;

шифрование сессии с использованием сеансовых ключей.

Для обмена информацией между клиентом и сервером существуют 2 типа HTTP-сообщений – запросы и ответы. В запросе содержится HTTP-метод, путь к ресурсу, версия протокола, заголовок и тело запроса, в котором содержится дополнительная информация. Ответы включают в себя версию HTTP-протокола, HTTP-код состояния и его краткое описание, сообщаемое об успешности или неудаче при попытке запроса, заголовок и тело ответа (рис. 2).

```
Запрос клиента:
  HTTP-метод   Путь к ресурсу   Версия протокола
GET /staf/страница HTTP/1.1
Host: ru.stafcop.org
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; U; Linux i686; ru; rv:1.9b5) Gecko/2008050509 Firefox/3.0b5
Accept: text/html
Connection: close
(пустая строка)

Ответ сервера:
  Версия протокола   Код состояния   Сообщение состояния
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 11 Feb 2020 11:20:59 GMT
Server: Apache
X-Powered-By: PHP/5.2.4-2ubuntu5wm1
Last-Modified: Wed, 11 Feb 2020 11:20:59 GMT
Content-Type: text/html; charset=utf-8
Content-Length: 1234
Connection: close
(пустая строка)
(запрошенная страница в HTML)
```

The image shows a screenshot of an HTTP dialog. The top section is labeled 'Запрос клиента:' (Client request) and contains the following text: 'GET /staf/страница HTTP/1.1', 'Host: ru.stafcop.org', 'User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; U; Linux i686; ru; rv:1.9b5) Gecko/2008050509 Firefox/3.0b5', 'Accept: text/html', 'Connection: close', and '(пустая строка)'. Red arrows point from labels above to 'GET' (HTTP-метод), '/staf/страница' (Путь к ресурсу), and 'HTTP/1.1' (Версия протокола). The bottom section is labeled 'Ответ сервера:' (Server response) and contains: 'HTTP/1.1 200 OK', 'Date: Wed, 11 Feb 2020 11:20:59 GMT', 'Server: Apache', 'X-Powered-By: PHP/5.2.4-2ubuntu5wm1', 'Last-Modified: Wed, 11 Feb 2020 11:20:59 GMT', 'Content-Type: text/html; charset=utf-8', 'Content-Length: 1234', 'Connection: close', '(пустая строка)', and '(запрошенная страница в HTML)'. Red arrows point from labels above to 'HTTP/1.1' (Версия протокола), '200' (Код состояния), and 'OK' (Сообщение состояния). Red brackets on the right side of the dialog indicate 'Заголовок или тело метода' for the request and 'Заголовок' for the response, with a 'Тело' (Body) label at the bottom right.

Рис. 2. Пример HTTP-диалога

Для осуществления мониторинга сети первоначально необходимо произвести настройку серверной части. На сервер устанавливается Linux-подобная операционная система из iso-образца, которая содержит в себе комплект программ мониторинга сети и систему управления базами данных, в консоли назначается пароль для рабочего места администратора сети. После установки серверной части необходимо также установить комплект программ для клиентской части, который позволит реализовать функции мониторинга. В дальнейшем с рабочего места администратора сети через веб-консоль производится авторизация на сервере и осуществляется мониторинг рабочих мест пользователей, подключенных к сети.

С использованием веб-консоли администратор сети получает возможность:

удаленно просматривать рабочий стол, захватывать управление;

контролировать процессы, приложения, текущую сетевую активность;

сохранять снимки с пользовательских экранов;  
массово устанавливать и настраивать рабочие места персонала;  
просматривать аппаратную конфигурацию, установленное программное обеспечение [2].

#### Список используемых источников

1. Коржов В. Многоуровневые системы клиент-сервер // Сети/Network world. 1997. № 06, URL: <https://www.osp.ru/nets/1997/06/142618/> (дата обращения: 25.02.2019).
2. Документация StaffCop // ООО «Атом Безопасность». URL://[www.docs.staffcop.ru/](http://www.docs.staffcop.ru/) (дата обращения: 25.02.2019).
3. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов. – СПб. : Питер, 2019. – 46 с.

УДК 519.718:004.722  
ГРНТИ 49.33.29

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ, УЧИТЫВАЮЩАЯ ПОДСИСТЕМУ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Б. Ж. Доржиев, С. П. Ковальский, С. Ю. Мартюшев, Н. И. Фокин**

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

*Для работы оборудования транспортной сети связи и обеспечения синхронизации её системно сетевых процессов (взаимодействие системы сигнализации и маршрутизации, процессов восстановления, оперативного переключения, контроля и управления) необходима синхронизация, которая обеспечивается высокостабильным сигналом от атомных стандартов, поступающим от глобальной стационарной и спутниковой сети или от серверов точного времени.*

*В настоящее время известные математические модели транспортной сети связи не включают элементы подсистемы синхронизации. Данный факт позволяет сделать вывод о том, что, используя существующие математические модели транспортной сети связи решать задачи синтеза современных сетей связи не представляется возможным.*

*Данное обстоятельство является основанием для разработки математической модели многополюсной сети связи, учитывающей подсистему частотно-временного обеспечения.*

*математическая модель, транспортная сеть связи, многопродуктовый многополюсный потоковый граф, сетевой узел, линия связи.*

Транспортная сеть связи (ТСС) представляет собой структурно и функционально сложную территориальную систему, от которой в определяющей мере зависит функционирование систем связи и управления. Она включает ряд подсистем поддержки, базовое ядро, обеспечивающее каналами заданного качества многочисленные направления связи по различным маршрутным схемам, а также каналный ресурс для взаимодействующих подсистем [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Математической моделью транспортной сети связи (ТСС) является многопродуктовый многополюсный потоковый граф [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] вида:

$$G(A, B, U, H, \Xi),$$

где  $A = \{a_j\}, j = \overline{1, N}$  – множество вершин графа, соответствующее сетевым узлам и сетевым станциям,  $B = \{b_{ij}\}, j, i = \overline{1, N}, j \neq i, |B| = n$  – множество ребер, представляющих собой линии связи,  $U = \{u_{ij}\}, j, i = \overline{1, N}, j \neq i$  – вектор пропускных способностей линий,  $H$  – вектор надежности сети (т. е. каждому ребру  $b_{ij}$  графа сети ставится в соответствие два числа:  $u_{ij}$  – пропускная способность ребра, то есть величина максимального потока, передаваемого по ребру;  $h_{ij}$  – надежность ребра сети (вероятность исправной работы)),  $\Xi = \{\Xi_T, \Xi_G\}$  – функциональный базис существующего и перспективного телекоммуникационного оборудования –  $\Xi_T$  (мультиплексоры, коммутаторы, маршрутизаторы и т. д.),  $\Xi_G = \{\Xi_G^{\text{СТСС}}, \Xi_G^{\text{СЕВ}}\}$  – функциональный базис существующего и перспективного генераторного оборудования системы тактовой сетевой синхронизации –  $\Xi_G^{\text{СТСС}}$  (первичные эталонные источники, первичные эталонные генераторы (атомные стандарты), вторичные задающие генераторы, местные задающие генераторы, распределители сигналов синхронизации, преобразователи сигналов синхронизации), функциональный базис существующего и перспективного оборудования системы единого времени –  $\Xi_G^{\text{СЕВ}}$  (ведущие часы (*MasterClok*), ведомые часы (*SlaveClok*), граничные часы (*BoundaryClok*), прозрачные часы (*TransparentClok*)) [8].

В организационно-техническом плане ТСС включает узловую основу  $A$ , сетку линий  $B$ , обеспечивающие подсистемы управления и сигнализации, синхронизации, систему связи с подвижными объектами (ССПО).

На узловой основе  $A$  ТСС выделяются полюсы сети, которые представляют собой совокупность корреспондирующих пар узлов пунктов управления трёх категорий –  $Z = \{z_k\}, z_k = (a_{sk}, a_{tk}), k = \overline{1, m}$ . Кроме того, в общем случае, выделяются корреспондирующие узлы подсистем управления  $Z^Y = \{z_{k_y}\}$ , сигнализации  $Z^C = \{z_{k_c}\}$ , синхронизации  $Z^{CC} = \{z_{k_{cc}}\}$ , ССПО  $Z^{\Pi} = \{z_{k_{\Pi}}\}$ .

Рассматриваемая сеть реализуется с использованием узлового:

$$R_{\varphi} = \{r^{\varphi}: \alpha_j^{\varphi}, \beta_j^{\varphi}, \omega_j^{\varphi}, U_{\varphi}, H_j\}, r = \overline{1, D_r}, \varphi = \overline{1, D_{\varphi}},$$

и линейного

$$R_{\varrho} = \{r^{\varrho}: \alpha_{ji}^{\varrho}, \beta_{ji}^{\varrho}, \omega_{ji}^{\varrho}, U_{\varrho}, L_{\varrho}, a_{\varrho}, H_{\varrho}\}, r = \overline{1, D_r}, \varrho = \overline{1, D_{\varrho}} \text{ ресурсов,}$$

где  $r^{\varphi}$  – тип системы передачи,  $r^{\varrho}$  – тип сетевого узла,  $\alpha_{ji}^{\varrho}, \beta_{ji}^{\varrho}$  и  $\alpha_j^{\varphi}, \beta_j^{\varphi}$  – нормированные коэффициенты аппроксимации приведенных затрат на развертывание и эксплуатацию  $\varrho$ -го линейного и  $\varphi$ -го узлового средства, соответственно,  $\omega_{ji}^{\varrho}$  и  $\omega_j^{\varphi}$  – стоимость одного канало-километра  $ji$ -ой линии,  $\varphi$ -ой системы передачи и стоимость одной точки коммутации,  $i$ -го узла,  $\varphi$ -го узлового средства, соответственно,  $U_{\varrho}, U_{\varphi}$  – количество каналов и трактов, образуемых  $r^{\varrho}$  и коммутируемых  $r^{\varphi}$  средствами, соответственно,  $H_{\varrho}, H_j$  – векторы эксплуатационных надежностей для  $r^{\varrho}$  и  $r^{\varphi}$  оборудования, соответственно,  $L_{\varrho}$  – вектор параметров структуры  $r^{\varrho}$  системы передачи (длины регенерационных и усилительных участков, секций дистанционного питания и т. п.),  $a_{\varrho}$  – вектор эксплуатационных норм на характеристики каналов и трактов.

В настоящей работе была представлена математическая модель транспортной сети связи, учитывающая подсистему частотно-временного обеспечения. Представленная математическая модель транспортной сети связи позволит решать широкий класс задач синтеза современных транспортных сетей связи с учетом подсистемы частотно-временного обеспечения (системы тактовой сетевой синхронизации и системы единого времени).

#### Список используемых источников

1. Лебедев А. Т., Лебедев И. А., Тумановский В. В. Построение региональных цифровых сетей связи // Научно-технический сборник. Телекоммуникационные технологии. Выпуск 1. – СПб. : ГУП НИИ «Рубин», 2000. С. 132–139.
2. Логин Э. В., Канаев А. К. Модель транспортной сети связи как составляющая мультиагентной системы управления // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2018. Т. 10. № 2. С. 34–42.
3. Канаев А. К., Котов В. К., Лебединский А. К., Ванчиков А. С. Концептуальная модель сетей и систем связи железнодорожного транспорта // Транспорт Российской Федерации. 2015. № 2. С. 45–48.
4. Акимова Л. А., Жадан О. П., Стахеев И. Г. Морфологическая модель полевой транспортной сети связи специального назначения // Труды учебных заведений связи. 2016. № 4. С. 10–16.
5. Фокин Н. И. Многокритериальная задача распределения информационных потоков транспортной сети связи // Вопросы радиоэлектроники. 2019. № 12. С. 64–69.
6. Фокин Н. И., Архипов С. Н., Мурашов В. А. Синтез структуры транспортной сети связи на основе метода динамического программирования // Сборник статей международной научно-практической конференции «Роль и место информационных технологий в современной науке», 20 августа 2018 г., г. Волгоград. С. 22–25.

7. Муравцов А. А., Фокин Н. И., Шинкарев С. А., Стахеев И. Г. Синтез потоковой структуры мультипротокольной транспортной сети связи региона с учетом обеспечивающих и взаимодействующих подсистем при заданной надежности передачи их потоков // Сборник научных трудов по материалам международной НПК «Современные направления теоретических и практических исследований 2011». Т. 6. Технические науки. – Одесса : Черноморье, 2011. С. 32.

8. Рыжков А. В. Частотно-временное обеспечение в сетях электросвязи : учебное пособие для вузов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2018. 270 с.

УДК 004.056.53  
ГРНТИ 78.01.29

## **МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ РАЗВЕДКИ И ДЕСТРУКТИВНЫХ ПРОГРАММНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННУЮ СЕТЬ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**А. Н. Дробяскин, А. К. Сагдеев, Е. Н. Сидоренко, К. И. Янбулатова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Представлена схема моделирования воздействий технической компьютерной разведки и деструктивных программных воздействий на ИТКС ВН. Цель моделирования достигается путем имитации деструктивных программных воздействий на ИТКС ВН с возможностью формирования схемы воздействий по определенному графу соответствующего воздействия.*

*защита информации, информационно-телекоммуникационная сеть.*

Целью моделирования является получение зависимости квазистационарного состояния ИТКС ВН от количественных показателей технической компьютерной разведки (ТКР).

Основными допущениями и ограничениями являются:

1. Воздействия угроз направлены как на узлы ИТКС ВН, так и на узлы ЕСЭ.
2. Элемент считается пораженным, если цель воздействия достигнута.
3. Ресурс воздействий ТКР ограничен.
4. Воздействия осуществляются последовательно и их поток ординарен.

Основными выходными результатами являются зависимость изменения квазистационарного состояния ИТКС ВН от воздействий ТКР  $S = f(W, Z, U)$ ; зависимость времени изменений маршрутов передачи сообщений от периодичности смены состояний ИТКС ВН [1].

Сформированная схема моделирования воздействий технической компьютерной разведки и деструктивных программных воздействий (ДПВ) на ИТКС ВН представлена на рис. 1 (см. ниже).

В блоке 1 осуществляют ввод исходных данных, в котором задают: количество элементов ИТКС ВН –  $N$ ; количество используемых узлов ЕСЭ –  $M$ ; объем передаваемой информации (трафика) –  $Z_{xy}^k$ ; набор типовых угроз (атак) –  $U$ ; набор типовых действий сбора информации –  $I$ ; среднее время типовых действий сбора информации –  $\bar{t}_I$ ; среднее время реализации типовых угроз –  $\bar{t}_U$ .

В блоке 2 осуществляется формирование исходной графово-поточковой структуры ИТКС ВН при взаимодействии с ЕСЭ РФ, с учетом исходных значений заданной сети, для чего строится соответствующий граф сети и формируется определенная для начального времени  $T_0$  моделирования маршрутно-адресная информация. При этом используется графово-поточковая структура.

В блоке 3 генерируется тип воздействия ТКР и ДПВ, который выбирается из набора  $I$  типовых действий сбора информации при ведении ТКР и набора  $U$  типовых угроз (атак) в том числе ДПВ известных к настоящему времени. Данные наборы могут пополняться в случае появления новых типов угроз. Кроме того, возможна генерация нескольких одновременных воздействий на ИТКС ВН, что наиболее соответствует современной стратегии проникновения нарушителя.

В блоке 4 осуществляется формирование схемы воздействия на основе определенного графа воздействия, поступающего с блока 5. В данном блоке (блок 5) по сгенерированному типу воздействия осуществляется выбор соответствующей графовой модели из заранее сформированных.

После формирования схемы воздействия в блоке 4, которое заключалось в выборе соответствующего графа и элемента (узла) воздействия, в блоке 6 осуществляется его имитация. При этом учитываются значения среднего времени действий  $\bar{t}_I$  сбора информации и среднего времени реализации  $\bar{t}_U$  угроз для сгенерированного типа воздействия.

В блоке 7 производится определение достижимости цели воздействия, т. е. успешность реализации сгенерированной угрозы. При этом успех считается достигнутым, если реализация воздействия осуществлена за время, не превышающее заданное время на осуществление защитных действий или заданное время вскрытия элементов ИТКС ВН. В случае отсутствия достижения цели воздействия производится переход к блоку 3 и генерация нового воздействия ТКР, иначе переход к блоку 8.

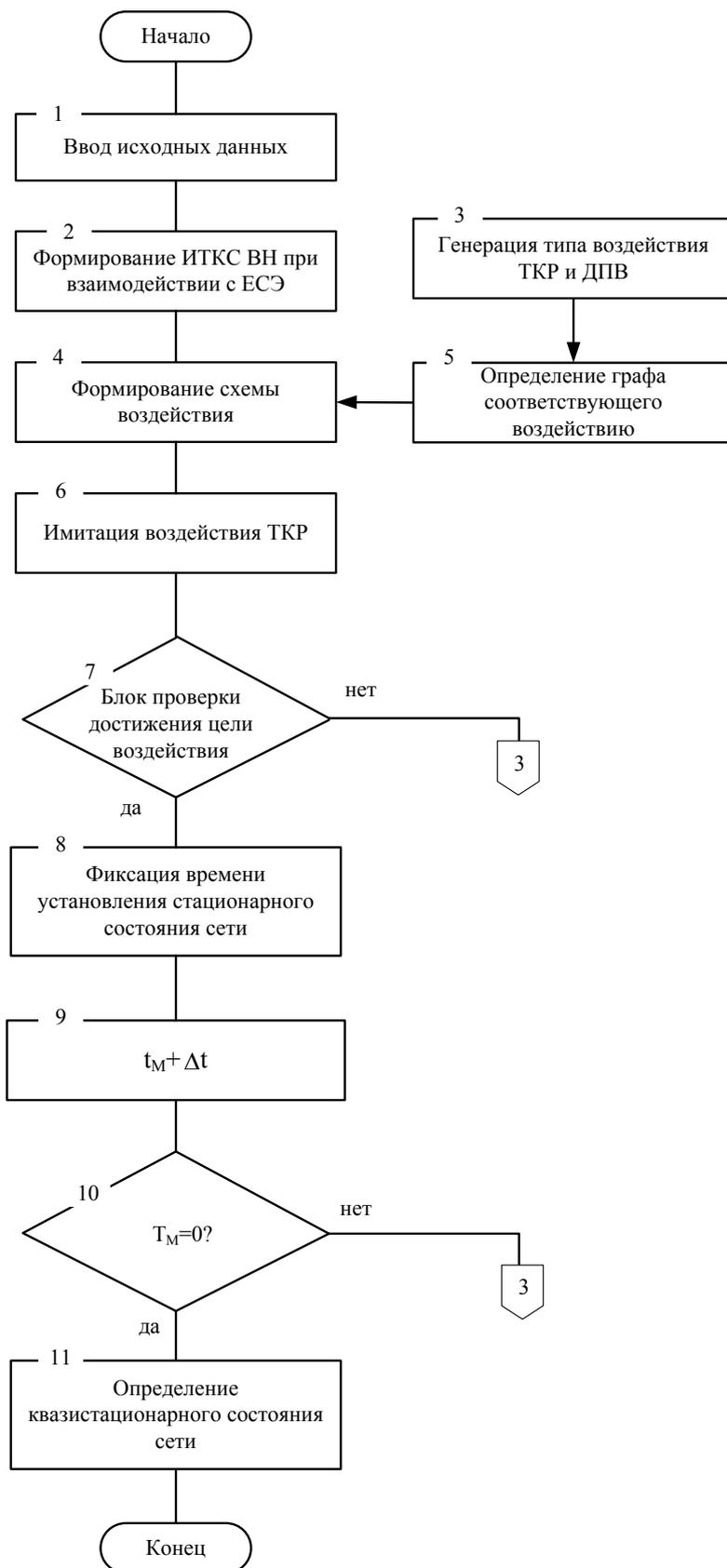


Рис. 1. Схема моделирования воздействий ТКР и ДПВ на ИТКС ВН

В блоке 8 фиксируется время установления нового стационарного состояния ИТКС ВН с учетом элементов подверженных воздействию ТКР, что фактически означает переход их в состояние повреждения. Таким образом, при каждой итерации моделирования может изменяться стационарное состояние при этом, учитывая быстротечность процессов воздействия, время восстановления может иметь большое значение, и подверженные воздействию элементы можно считать, как получившие максимальную степень повреждения, т. е. фактически перешедшие в неработоспособное состояние.

В блоке 9 производится увеличение модельного времени на заданную величину  $\Delta t$ .

В блоке 10 проводится сравнение текущего времени моделирования. Если значение текущего времени моделирования  $T_M \neq 0$ , то производится переход к блоку 3 и производится генерация очередное воздействие ТКР и ДПВ.

В случае окончания времени моделирования  $T_M = 0$  в блоке 11 осуществляется определение изменений стационарных состояний ИТКС ВН и формирование результатов изменения квазистационарности сети связи  $S = f(W, Z, U)$  и времени изменения маршрутизации на сети.

На рис. 2 и 3 представлены выходные данные, полученные с помощью предлагаемой модели после проведения ряда экспериментов.

Разработанная модель позволяет для заданной графово-поточковой структуры ИТКС ВН генерировать воздействия технической компьютерной разведки и деструктивных программных воздействий. В результате обеспечивается возможность отображения динамики действий противоборствующих сторон в условиях техносферной войны [2, 3, 4].

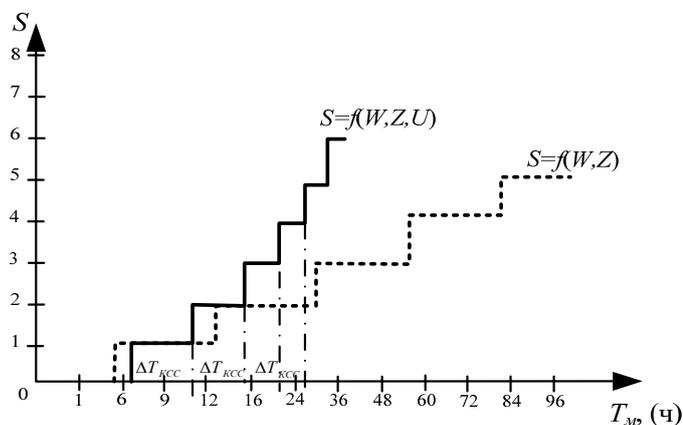


Рис. 2. Зависимость времени квазистационарного состояния ИТКС ВН от воздействия ТКР

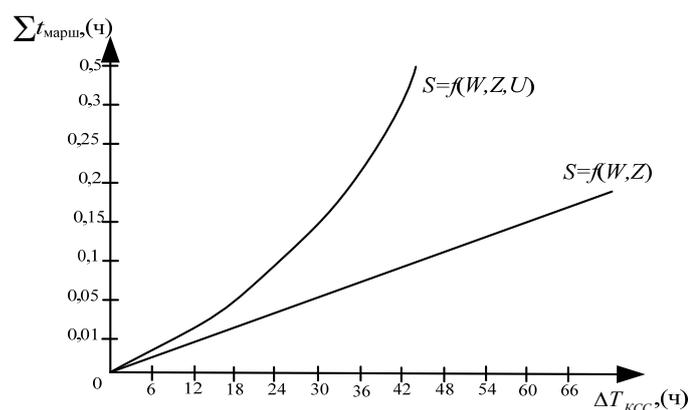


Рис. 3. Зависимость времени изменения маршрутизации на сети от времени квазистационарного состояния ИТКС ВН

**Список используемых источников**

1. Горбачева М. А., Сагдеев А. К. Проблемы обеспечения защищенности инфотелекоммуникационной сети военного назначения при ведении информационной войны // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. Часть I. – Ростов-на-Дону : ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2015. – 552 с.
2. Новак А. В., Сагдеев А. К., Сидоренко Е. Н., Суюндукова А. А. Методика мониторинга информационно-телекоммуникационной сети военного назначения во время техносферной борьбы // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 367–370.
3. Груздев Д. А., Сагдеев А. К., Сидоренко Е. Н., Суюндукова А. А. Методика обнаружения программных атак на информационно-телекоммуникационную сеть военного назначения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 194–197.
4. Груздев Д. А., Сагдеев А. К., Суюндукова А. А. Методика защиты информационно-телекоммуникационной сети военного назначения от программного подавления // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 198–200.

**УДК 681.7.068**  
**ГРНТИ 49.29.01**

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕВОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ**

**Е. О. Дьяченко, А. С. Соколов, К. П. Щербак**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Кратко освещены основные аспекты измерения и оценки параметров, определяющих протяженность элементарных кабельных (регенерационных) участков полевых волоконно-оптических линий связи. Дан краткий анализ факторов, влияющих на качество передаваемого сигнала в полевых ВОЛС, выделены те из них, которые играют наибольшую роль при проектировании ПВОЛС. Проведен анализ возможности применения существующих методов измерения параметров ВОЛС для полевых ВОЛС и даны рекомендации по выбору параметров измерений, позволяющих повысить точность их проведения. Приведены особенности проведения измерений параметров полевых ВОЛС, проблемные вопросы и некоторые пути их решения.*

*волоконно-оптические линии связи, измерение параметров, рефлектометрия.*

Одной из основных задач, решаемых на этапе строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) является измерение и оценка параметров, определяющих протяженность элементарных кабельных (регенерационных) участков, к которым относятся: суммарное затухание, хроматическая и поляризационно-модовая дисперсия.

Для полевых ВОЛС, ввиду сравнительно небольших скоростей передачи информации (максимум 155 Мбит/с), влияние дисперсионных искажений на качество цифрового оптического сигнала при его передаче на незначительные расстояния (10–15 км) минимально. Следовательно, основным фактором, ограничивающим протяженность регенерационного участка, является затухание.

Основной вклад в суммарное затухание линии вносит затухание разъемных оптических соединителей, причем величина затухания в этих элементах имеет очень большой разброс: от 1 дБ до 2,5 дБ. Такие результаты можно объяснить, прежде всего, несовершенством технологии производства и износом в процессе эксплуатации элементов соединителей (линз). Кроме этого, в процессе эксплуатации ухудшение параметров передачи происходит и с волокнами оптического кабеля, что проявляется в виде микротрещин и сказывается на увеличении коэффициента затухания волокна.

Все это приводит к необходимости проведения измерений параметров полевых ВОЛС, как на этапе развертывания, так и на этапе их эксплуатации. С учетом вышесказанного, измерения параметров полевых ВОЛС должны состоять из следующих этапов:

- измерение и оценка суммарного затухания кабельного участка,
- проверка целостности оптических волокон кабеля (длины и коэффициента затухания волокна),
- измерение и оценка затухания в соединениях строительных длин полевого оптического кабеля.

В настоящее время для измерения параметров затухания ВОЛС рекомендованы три метода [1]:

- метод обрыва,
- метод вносимых потерь,
- метод обратного рассеяния.

Метод обрыва не может применяться для измерения затухания полевых ВОЛС, так как одной из основных особенностей данного метода является необходимость обрыва оптического кабеля, армированного разъемными оптическими соединителями, что в процессе развертывания и эксплуатации кабеля недопустимо.

Для измерения затухания полевых ВОЛС может быть применен метод вносимых потерь. Измерение производится с применением достаточно простых, с точки зрения настройки и эксплуатации, измерительных оптических устройств – оптических тестеров, при этом их количество при проведении

измерения должно быть не меньше двух (при проведении измерения развернутой полевой ВОЛС). Основным недостатком данного метода измерения является отсутствие информации о величинах распределения потерь по участку, так как измеряется только общее (суммарное) затухание. В случае резкого увеличения затухания в каком-либо из элементов полевой линии, например, стыке строительных длин кабеля, оперативно определить место и величину этого увеличения невозможно.

Данного недостатка лишен метод обратного рассеяния, позволяющий визуализировать распределение потерь и отражений оптического сигнала по длине волоконно-оптической линии. Реализация такого метода измерения в отличие от предыдущего требует применения одного устройства (рефлектометра) и позволяет существенно повысить качество контроля состояния элементов ВОЛС, а именно затухания в соединениях оптических полумуфт и целостности оптических волокон [2].

Известно, что точность проведения измерений во многом определяется характеристиками рефлектометра, к которым относятся: динамический диапазон и величина мертвой зоны. Динамический диапазон, величина которого определяется как разность между уровнем мощности обратно рассеянного оптического излучения в начале ВОЛС и уровнем шумов, зависит от времени измерения, длительности импульса и длины волны оптического излучения.

Динамический диапазон  $D_{dB}$  определяет максимальную длину измеряемой оптической линии  $L$  с коэффициентом затухания  $\alpha$ , которую можно рассчитать по формуле:

$$L = \frac{D_{dB}}{\alpha}.$$

Так при увеличении длительности импульса от величины  $t_2$  до  $t_1$  в 4 раза (от 10 до 40 нс) коэффициент обратного релеевского рассеяния и динамический диапазон увеличивается на величину  $5\lg(t_1/t_2) = 3$  дБ. При увеличении времени измерения от величины  $\tau_1$  до  $\tau_2$  в 6 раз (от 30 до 180 с) уровень шума уменьшается, а динамический диапазон увеличивается на величину  $2,5\lg(\tau_2/\tau_1) = 2$  дБ.

На рис. 1 (см. ниже) представлены рефлектограммы ВОЛС, измеренные при различных значениях длины волны излучения, длительности оптического импульса и времени усреднения (1 – 1550 нм, 40 нс, 15 с; 2 – 1310 нм, 10 нс, 15 с; 3 – 1550 нм, 10 нс, 180 с; 4 – 1550 нм, 10 нс, 15 с).

Из рисунка видно, что наибольшее отношение мощности отраженного сигнала к мощности шума достигается при большем значении длительности оптического импульса (40 нс) и большем времени усреднения (180 с).

Для полевых ВОЛС основной особенностью является то, что значение их коэффициента затухания существенно выше, чем у стационарных ВОЛС, построенных с применением сварных соединений. Так значение коэффициента затухания стационарных ВОЛС на длине волны 1,55 мкм составляет

0,275 дБ/км, а полевых ВОЛС может варьироваться в широких пределах: 1,2 – 2,8 дБ/км (при среднем значении коэффициента затухания оптического волокна 0,25 дБ/км).

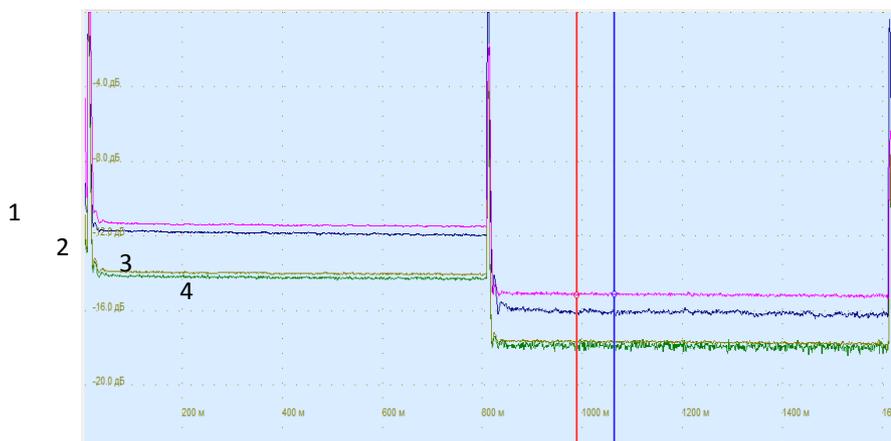


Рис. 1. Рефлектограммы волоконно-оптической линии, измеренные в различных режимах

На рис. 2 представлены графики зависимости максимальной длины измеряемой линии от времени измерения (а) и длительности зондирующего оптического импульса (б) при различных значениях коэффициента затухания линии: 1,2; 2,0; 2,8 дБ/км. При этом в качестве максимального значения динамического диапазона рефлектометра, нормируемого при времени измерения 180 с и длительности импульса 10 мкс принято значение 30 дБ.

Из графиков видно, что максимальная длина измеряемой полевой ВОЛС составляет около 10–15 км, что почти в 10 раз меньше, чем максимальная длина измеряемой стационарной ВОЛС.

С учетом того, что современные оптические рефлекто-

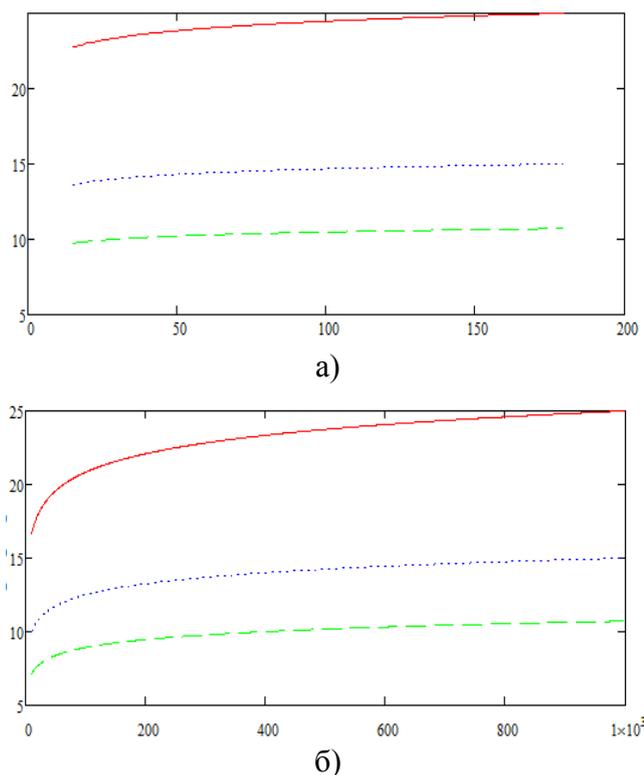


Рис. 2. Зависимость максимальной длины измеряемой линии: а – от времени измерения (с), б – от длительности зондирующего оптического импульса (нс)

метры имеют достаточно широкий диапазон изменения длительности зондирующего импульса (от 10 до 100 нс), измерения параметров затухания полевых ВОЛС рекомендуется проводить при различных значениях длительности оптического импульса: 40–60 нс в ближней зоне измерения (1-я и 2-я строительные длины), 100–200 нс в средней зоне измерения (3-я и 4-я строительные длины) и 500–1000 нс в дальней зоне (5-я и 6-я строительные длины). Применение импульсов с длительностью менее 40 нс снижает динамический диапазон рефлектометра и не обеспечивает требуемую точность проведения измерения. Увеличение длительности импульса не приводит к существенному увеличению динамического диапазона, а только увеличивает величину мертвой зоны рефлектометра.

Допустимым временем измерения можно считать 30–60 с, так как дальнейшее увеличение времени измерения также не приводит к существенному увеличению динамического диапазона, а только снижает оперативность развертывания полевой линии и сдачи каналов в эксплуатацию.

Необходимо отметить, что на установку длительности зондирующего импульса и времени измерения может повлиять состояние (затухание) входных портов рефлектометра, точек подключения полумуфт оптического кабеля к полумуфтам оптическим аппаратным и ряд других факторов, в том числе и суммарное затухание на кабельном участке.

Таким образом, применение данного метода для измерения параметров затухания полевых ВОЛС имеет ряд технических особенностей, связанных с настройкой рефлектометра и требует определенной квалификации обслуживающего персонала, что связано, в том числе и со сложностью правильной интерпретации результатов.

Основной сложностью применения рассмотренных методов является отсутствие в составе полевых аппаратных связи штатных средств измерения параметров ВОЛС. В настоящее время измерение затухания полевых ВОЛС производится с применением средств встроенного контроля, имеющих очень низкую точность измерения оптических сигналов с низким уровнем мощности (менее –30 дБм). Технической сложности внедрения оптических тестеров и рефлектометров не существует. Ввиду наличия на рынке широкого перечня производителей данных устройств единственной сложностью является выбор тестера и рефлектометра в полевом исполнении с требуемыми характеристиками.

Несмотря на это внедрение данных средств измерения весьма актуально и будет сопряжено с необходимостью разработки соответствующих методик измерения параметров полевых ВОЛС, учитывающих характеристики измерительных приборов (тестеров и рефлектометров) и полевых оптических кабелей связи.

**Список используемых источников**

1. Рекомендация МСЭ-Т G.650.1. Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable, 2010.
2. Рекомендация МСЭ-Т G.650.3. Test methods for installed single-mode optical fibre cable links, 2008.

УДК 654.739  
ГРНТИ 49.33.29

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФОТОННЫХ КОММУТАТОРОВ НА КАНАЛЬНОМ УРОВНЕ

О. П. Жадан<sup>1</sup>, Т. В. Жадан<sup>1</sup>, А. К. Канаев<sup>1</sup>, И. Г. Стахеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Одной из сильных сторон первичных сетей является разнообразный набор средств отказоустойчивости, который позволяет сети быстро (за десятки миллисекунд) восстановиться работоспособность в случае отказа какого-либо элемента сети – линии связи, порта или карты мультиплексора, мультиплексора в целом.*

*Исходя из вышесказанного резервирование в сети связи можно определить (классифицировать) на узловое резервирование на уровне спектрального мультиплексирования; сетевое резервирование с применением фотонного коммутатора на канальном уровне; резервирование маршрута спектральной составляющей по сети т.е. определения длительности восстановления функционирования сети связи с выбором оптимальных удовлетворяющих требуемым параметрам оборудования, применяемого на сети связи.*

*сетевое резервирование, качественные показатели оборудования.*

Для формирования сетевого резервирования ПТрСС СН на примере фотонного коммутатора рассмотрим данное предложение по защите механизмов с применением фотонных коммутаторов на канальном уровне.

Фотонный коммутатор (ФК-4) предназначен для организации транзита оптических каналов и используется на узлах связи в пунктах выделения спектральных каналов для увеличения пропускной способности и коэффициента полезного использования оптического волокна в сетях связи общего пользования.

Блок оптической коммутации имеет 4 оптических входа и 4 оптических выхода, обеспечивая коммутацию оптического сигнала с любого входа на любой выход в один момент времени (рис. 1). Для управления по интернет протоколу (IP) в коммутаторах серии ФК-4 предусмотрен порт 10/100Base-T для витой пары, обеспечивающий подключение к порту. Обеспечена совместимость с протоколами IPv4 (4-я версия IP).

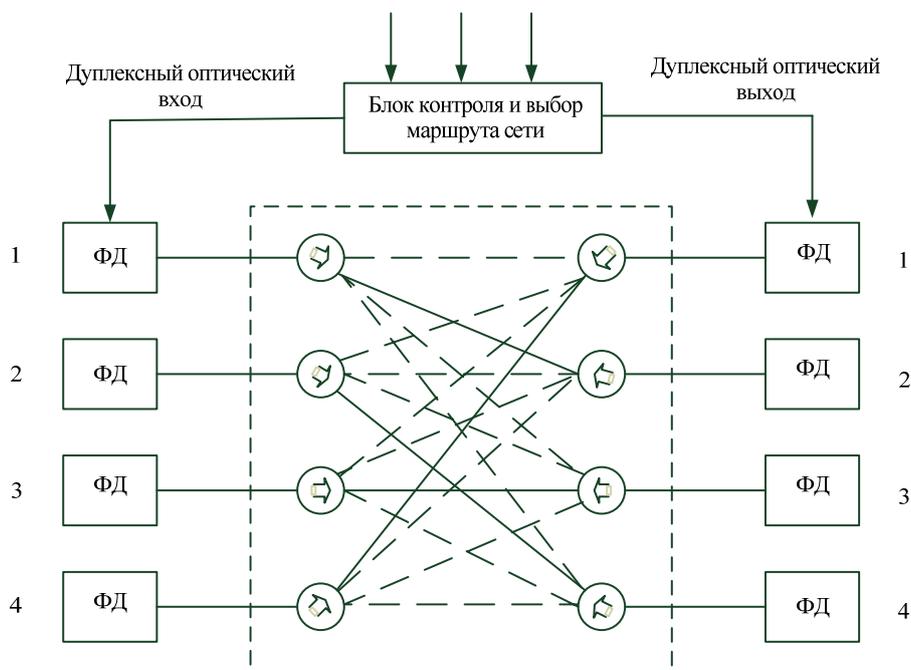


Рис. 1. Структурная схема фотонного коммутатора ФК-4

Блок управления (БУ) фотонным коммутатором обеспечивает возможность управления блоком оптической коммутации, измерения оптической мощности, а также взаимодействие с внешними системами управления по протоколу SNMP. БУ отвечает за контроль состояния фотонного коммутатора и автоматическое переключение на резервную схему коммутации, обеспечивает интерфейс управления и обновления программного обеспечения; обеспечивает настройку 2-х режимов работы коммутации потоков: основной, предусмотренный для нормальных условий функционирования, и служебный режим, обеспечивающий коммутацию потоков по заранее заданной схеме.

При расширении функции БУ таких как: анализ состояния узлов связи (портов оборудования WDM), линий (маршрутов) ПТрСС СН исходя из состояний качественных характеристик оборудования сети, наличия резервированных линий, узлов, маршрутов доставки спектральной составляющей сигнала и выработки принятия решения, что позволит реализовать сетевое резервирования ПТрСС СН (рис. 2).

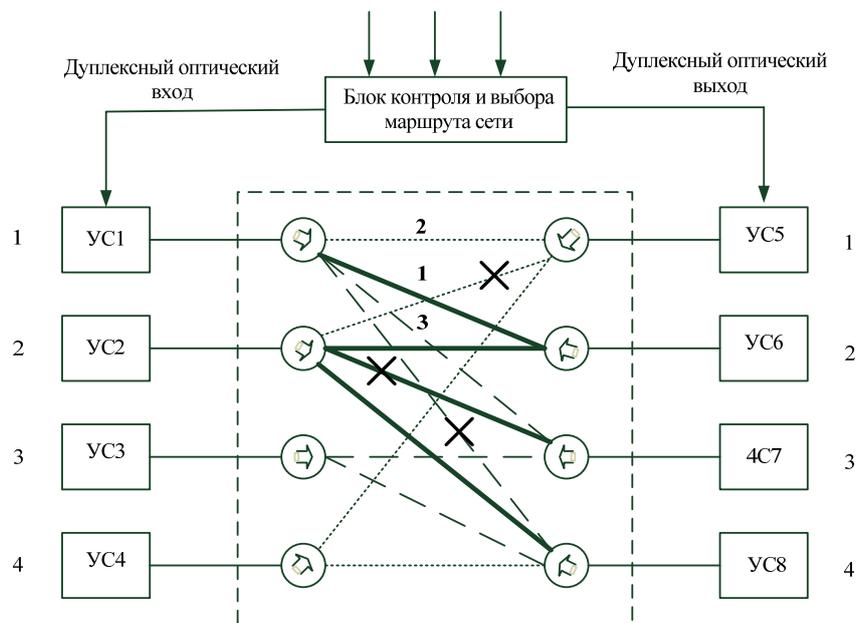


Рис. 2. Структурная схема сетевого резервирования на основе применения фотонного коммутатора ФК-4

Для реализации вышеуказанных задач сформируем блок схему алгоритма поиска (рис. 3.).



Рис. 3. Блок схема алгоритма защитных механизмов с применением фотонных коммутаторов на канальном уровне ПТрСС СН (сетевое резервирование)

Алгоритм состоит из основных этапов:

1. ввод исходных данных;
2. установка рабочих параметров микроконтроллера;
3. ввод данных в оперативное запоминающее устройство;
4. расчета арифметической функции параметров качества оборудования;
5. проверки соответствия требуемым параметрам оборудования;
6. проверка на отказ оборудования;
7. определение исправных (работоспособных) портов и линий связи;
8. выбор резервного маршрута сети;
9. вывод результата.

Более подробно рассмотрим каждый этап.

Этап 1. На данном этапе происходит ввод характеристик оборудования необходимых для выполнения задачи по оценки качества параметров оборудования.

Этап 2. Установка рабочих параметров включает в себя процесс присвоение и ввод значений в соответствии с программным продуктом, т. е. программным обеспечением (перевод на язык программирования).

Этап 3. В нем находится вся поступающая информация об оборудовании и процессов, которые протекают в них на протяжении периода эксплуатации.

Этап 4. При расчете арифметической функции параметров качества происходит обработка информации в соответствии с полученной процессором командой. В данном случае это арифметические и логические операции имитационной модели, описанные [1, 2, 3, 4] для каждого уровня отдельно.

Этап 5. Происходит выборка параметров удовлетворяющие требованиям предъявляемые к оборудованию, в отрицательном случае информацию направляют на процесс начало обработки данных.

Этап 6. Данный этап имитирует отказ оборудования. Отказ может быть вызван различными воздействиями в соответствии с ГОСТ 21-1008 г.

Этап 7. Осуществляется определение исправных (работоспособных) портов и линий связи оборудования, по которым происходит передача спектральной составляющей.

Этап 8. Происходит принятие решение по выбору резервного маршрута сети.

Этап 9. Происходит отображение информации о полученных значениях (качественных характеристик) при определении параметров технических средств связи.

### *Вывод*

При реализации алгоритма защитных механизмов на основе применения фотонного коммутатора на канальном уровне ПТрСС СН с учетом ВДФ

его можно отнести к сетевому резервированию сети. Данный алгоритм позволяет существенно сократить время определения необходимых качественных характеристик технических средств связи применяемых на сетях связи.

#### Список использованных источников

1. Канаев А. К., Сахарова М. А., Скуднева Е. В. Математическая модель процесса функционирования системы управления сетью передачи данных при запросах на определение ее технического состояния // Известия ПГУПС. 2015. № 1. С. 91–98.
2. Алисевиц Е. А., Губская О. А., Жадан О. П., Стахеев И. Г. Алгоритм оперативно-технического управления сети связи специального назначения на основе дискретно-событийной модели // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2017. № 07–08. С. 13–16.
3. ГОСТ Р 53111-2008 Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки.
4. Жадан О. П., Веселов А. О., Кривцов С. П., Марченко Д. В. Способ формирования алгоритма оперативно-технического управления сети связи специального назначения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2018. С. 129–134.

УДК 654.739  
ГРНТИ 49.33.29

## АЛГОРИТМ ПО ОЦЕНКЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

**О. П. Жадан, А. К. Канаев, Д. В. Марченко, В. А. Минин**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В настоящее время построение сетей связи осуществляется в соответствии с подходами, определенными в руководящих документах. При этом разработчики применяют разношерстное оборудование с различными качественными характеристиками и технологиями.*

*В виду сложности и многообразия функций, реализуемых технологиями, необходимо разработать алгоритм, целью которого является выбор оборудования удовлетворяющим настоящим требованиям по качественным характеристикам на этапах планирования и реконфигурирования. Тем самым обеспечив резервирование маршрута спектральной составляющей по сети т.е. определения длительности восстановления функционирования сети связи с выбором оптимальных удовлетворяющих требуемым параметрам оборудования, применяемого на сети связи.*

*система управления, система мониторинга, телекоммуникационное оборудование, алгоритм, по оценке длительности восстановления функционирования транспортной сети связи.*

В настоящее время идет модернизация транспортных сетей связи, это связано с бурным развитием новых информационных и телекоммуникационных технологий на сетях связи специального назначения.

На любом современном узле связи присутствует оборудование поддерживающие технологии транспортных сетей связи: WDM, SDH, IP. В представленных технологиях происходят процессы, связанные с оперативно-техническим управлением на уровнях эталонной модели взаимоувязанных открытых систем (ЭМВОС). В соответствии исходя из возможностей технологий можно их выразить (представить) в следующем виде: WDM – физический, SDH – канальный, IP/TCP – сетевой) [1, 2].

Функционирование полевой транспортной сети связи специального назначения (ПТрСС СН) немислимо без элементной составляющей отвечающей предъявляемым требованиям, оценивающим качественными показателями и основными характеристиками применяемого оборудования.

Это осуществляется на основе стандартизованных интерфейсов соответствующих классов, определяющих электрические, процедурные, информационные и конструктивные требования. В настоящее время построение ПТрСС СН осуществляется в соответствии с подходами, определенными в концепции ОАЦСС ВС РФ. При этом разработчики применяют разношерстное оборудование с различными качественными характеристиками и технологиями.

В виду сложности и многообразия функций, реализуемых технологиями, необходимо разработать алгоритм, целью которого является выбор оборудования удовлетворяющим настоящим требованиям по качественным характеристикам на этапах планирования и реконфигурирования.

Алгоритм основан на математическом аппарате полумарковских моделей, дополняется аналитическими методами оценки и использованием имитационного моделирования.

Алгоритм состоит из совокупности логически взаимоувязанных этапов, отражающих последовательность решения задачи выбора характеристик.

Основными этапами являются:

1. формирование массива исходных данных;
2. построение математической модели на основе вероятностно временного графа уровня сети;
3. алгоритм формирования определения качественных характеристик сети связи с требующими показателями.

Формирование массива исходных данных заключается в определении множества исходных значений.

Множество характеристик, которые должны быть учтены при сравнении характеристик, определяется исследователем и во многом зависит от требований, предъявляемых к сети связи, для которой осуществляется выбор характеристики оборудования. В соответствии с основными требованиями к сети связи, может быть выбран ряд характеристик и записан в виде:

$$X[T, P, H, V],$$

где  $T$  – вектор временных характеристик;  $P$  – вектор вероятностных характеристик;  $H$  – вектор характеристик надежности;  $V$  – вектор качественной характеристики уровня.

С точки зрения исследователя, критерий выбора характеристики представляет собой основную, наиболее значимую характеристику. При его определении необходимо учитывать целевое предназначение создаваемой системы, условия ее функционирования и ряд других факторов. Обозначим данную характеристику через  $Q$ , тогда критерий выбора примет вид:

$$Q \rightarrow extr.$$

Минимизация или максимизация данной характеристики будет выступать критерием выбора оптимальной характеристики. При этом на значения других характеристик накладываются ограничения:

$$\begin{aligned} X' &= X \setminus Q, \\ g &\rightarrow X' \in X'_{don}. \end{aligned}$$

Для описания процесса функционирования системы необходимо определить последовательность выполнения процедур данного события в зависимости от конкретных условий. Для того чтобы в системе произошло определенное событие, необходимо выполнение соответствующих условий, множество которых задает состояние системы. Реализация события может привести к возникновению новых условий и, следовательно, к изменению состояния системы, которое вызовет новое действие.

Алгоритм определения качественных характеристик оборудования функционирующего на сети связи представлен на рис. и включает в себя ряд этапов, описанных ниже.

**Шаг 1.** Формирования массива исходных данных. Определение основных характеристик  $X'$  и критерия  $Q$ . Переход на шаг 2.

**Шаг 2.** Инициализация переменных  $k = 1$ . Переход на шаг 3.

**Шаг 3.** Расчет и выбор значения качественных параметров на физическом уровне  $Q_k$ , характеризующего критерий выбора. Переход на шаг 4.

**Шаг 4.** Если рассмотрены все сравниваемые качественные характеристики, переход на шаг 5, иначе – на шаг 3.

**Шаг 5.** Расчет и выбор значения качественных параметров на канальном уровне  $Q_k$ , характеризующего критерий выбора.

**Шаг 6.** Если рассмотрены все сравниваемые качественные характеристики, переход на шаг 7, иначе – на шаг 5.

**Шаг 7.** Выбор характеристик из подмножества  $\Omega'$  в соответствии с  $Q \rightarrow extr.$

**Шаг 8.** Вывод результата длительности восстановления ПТрСС СН.

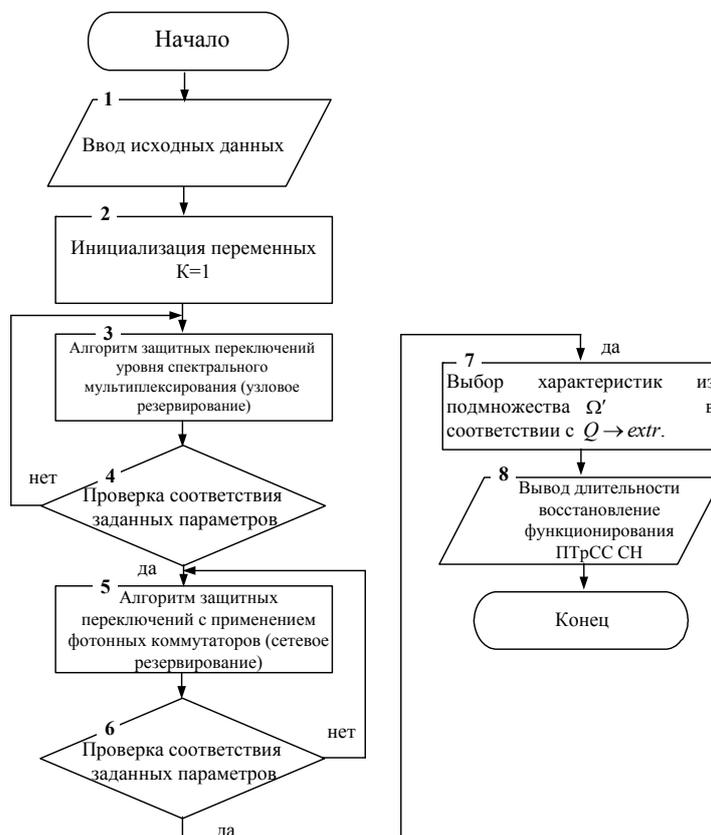


Рис. Блок-схема алгоритма по оценке длительности по восстановлению полевой транспортной сети связи с учетом многоуровневой иерархического ряда

В соответствии с предложенным алгоритмом по оценке длительности по восстановлению полевой транспортной сети связи, может быть проведен сравнительный анализ качественных показателей характеристик оборудования, с целью выработки требований к техническим средствам связи применяемых на ПТрСС СН.

#### Список используемых источников

1. Кривцов С. П. Перспективы развития системы управления стационарным узлом связи, оснащённой новыми инфотелекоммуникационными средствами // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. – СПб. : СПбГУТ, 2016. С. 286–289.

2. Жадан О. П., Стахеев И. Г., Штеренберг И. Г. Алгоритм формирования архитектуры системы технологического управления полевой транспортной сети связи специаль-

ного назначения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. – СПб. : СПбГУТ, 2014. С. 808–811.

УДК 654.739  
ГРНТИ 49.33.29

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ НА УРОВНЕ СПЕКТРАЛЬНОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ

О. П. Жадан<sup>1</sup>, А. К. Канаев<sup>1</sup>, И. Г. Стахеев<sup>2</sup>, О. В. Титова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Устойчивость сети связи по состоянию ее сетевого построения оценивается возможностями сети адаптироваться к изменению условий функционирования в результате воздействий дестабилизирующих факторов.*

*Сетевое построение определяется: возможностью резервирования линий электросвязи; выбором различных сред распространения сигналов; оптимальностью топологии сети электросвязи (достаточности ее разветвленности); обеспечением взаимодействия с сетями ЕСЭ.*

*Однако многие вопросы в данной области требуют определенных решения по разработке защитных механизмов на уровне спектрального мультиплексирования*

*устойчивость сети связи, система мониторинга, телекоммуникационное оборудование, алгоритм по защите механизмов на уровне спектрального мультиплексирования.*

Устойчивость полевой транспортной сети связи специального назначения (ПТрСС СН) по состоянию ее сетевого построения оценивается возможностями сети адаптироваться к изменению условий функционирования в результате воздействия дестабилизирующих факторов (ВДФ).

Сетевое построение определяется:  
возможностью резервирования линий электросвязи;  
выбором различных сред распространения сигналов;  
оптимальностью топологии сети электросвязи (достаточности ее разветвленности);  
обеспечением взаимодействия с сетями ЕСЭ.

Перечисленные методы сетевого построения используются в качестве сетевых методов обеспечения устойчивости (надежности и живучести) ПТрСС ОО.

Мероприятия по обеспечению устойчивости ПТрСС ОО включают в себя объектовые и сетевые методы обеспечения устойчивости.

Сетевые методы обеспечения устойчивости представляют собой изменение топологии (изменение разветвленности и увеличение резервирования линий связи) сети с целью увеличения ее показателей связности до требуемых значений.

Суть рационального построения подсистемы восстановления заключается в том, чтобы максимально использовать оборудование, которое находится в повседневной эксплуатации на малозначимых участках сети связи и может быть оперативно перемещено за минимальное отведенное время на эти участки сети, которые требуют восстановления.

Таким образом, в ПТрСС ОО должна быть предусмотрена процедура восстановления пораженных объектов связи. Для этого должен быть разработан план мероприятий по оперативному восстановлению сети связи, где должны быть учтены:

- объем необходимого дополнительного ресурса оборудования (в том числе и оборудования с другой средой распространения), с учетом выбранного возможного ущерба, наносимого ВДФ на сети электросвязи и уменьшением требований к пропускной способности НС и надежности восстанавливаемых каналов связи;

- обеспеченность транспортными средствами для доставки и развертывания оборудования на восстанавливаемых объектах основных НС за нормативное время;

- обеспечение развертывания оборудования на восстанавливаемых объектах для восстановления услуг связи остальным пользователям за время не более 48 ч.;

- взаимодействие с другими подразделениями связи по перераспределению каналов связи;

- обеспечение среднесрочного и долгосрочного полного восстановления сети связи.

Одной из сильных сторон первичных сетей является разнообразный набор средств отказоустойчивости, который позволяет сети быстро (за десятки миллисекунд) восстановить работоспособность в случае отказа какого-либо элемента сети — линии связи, порта или карты мультиплексора, мультиплексора в целом.

Исходя из вышесказанного резервирование в ПТрСС ОО можно определить (классифицировать) на узловое резервирование на уровне спектрального мультиплексирования;

сетевое резервирование с применением фотонного коммутатора на канальном уровне;

резервирование маршрута спектральной составляющей по сети т. е. определения длительности восстановления функционирования ПТрСС ОО с выбором оптимальных удовлетворяющих требуемым параметрам оборудования, применяемого на ПТрСС ОО.

Возможности защитного переключения на уровне спектрального мультиплексирования согласно [1] могут быть обеспечены на уровне виртуальных путей (VP) или виртуальных каналов (VC).

Описание алгоритма реализации защитных переключений спектрального мультиплексирования

Суть защитного переключения спектрального мультиплексирования основывается на оценки данных поступающих в микропроцессор оборудования спектрального мультиплексирования качественных характеристики, после которых принимается решение на приключение на сводный (резервный) порт оборудования.

Для описания функциональной части данного процесса необходим алгоритм, который приведен на рис.

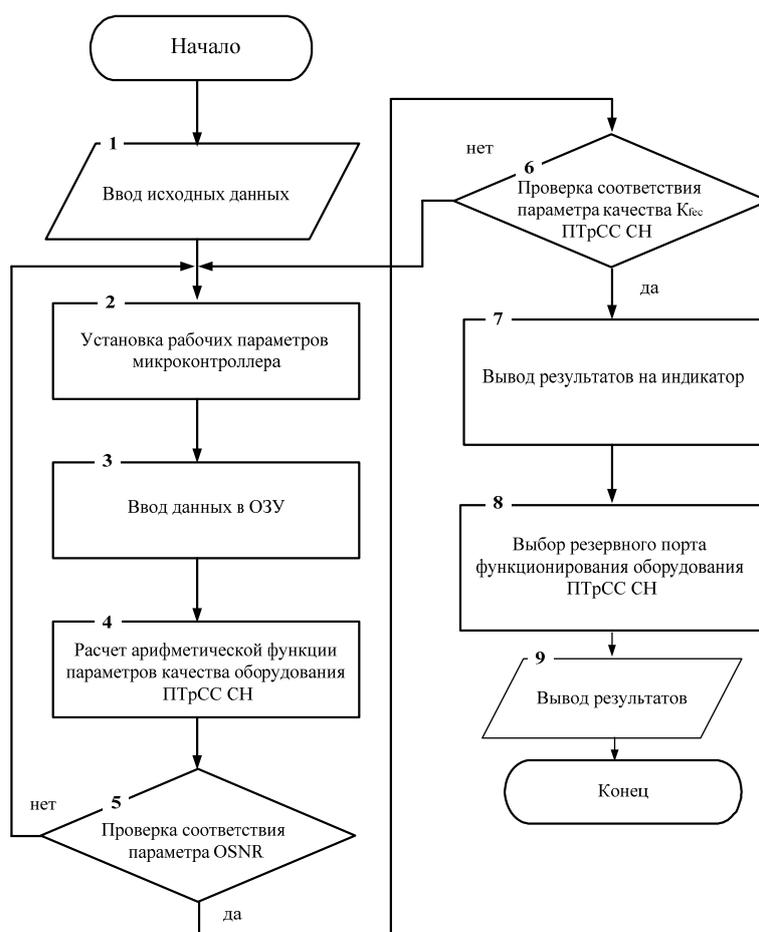


Рис. Обобщенный алгоритм реализации защитного переключения спектрального мультиплексирования

Алгоритм состоит из основных этапов:

ввод исходных данных;  
установка рабочих параметров микроконтроллера;  
ввод данных в оперативное запоминающее устройство;  
расчета арифметической функции параметра качества;  
проверки соответствия параметров оборудования;  
вывод результатов на экран;  
выбор резервной линии порта;  
вывод результатов при отработке алгоритма.

Более подробно рассмотрим каждый этап.

Этап 1. На данном этапе происходит ввод характеристик оборудования необходимых для выполнения задачи по оценки качества параметров оборудования.

Этап 2. Установка рабочих параметров включает в себя процесс присвоение и ввод значений в соответствии с программным продуктом, т. е. программным обеспечением (перевод на язык программирования).

Этап 3. Данный этап выполняет роль баз данных. В нем находится вся поступающая информация об оборудовании и процессов, которые протекают в них на протяжении периода эксплуатации.

Этап 4. При расчете арифметической функции параметров качества происходит обработка информации в соответствии с полученной процессором командой. В данном случае это арифметические и логические операции имитационной модели для каждого уровня отдельно.

Этап 5. Происходит выборка параметров удовлетворяющие требованиям предъявляемые к оборудованию, в отрицательном случае информацию направляют на процесс начало обработки данных.

Этап 6. Происходит отображение информации о полученных значениях (качественных характеристик) при определении параметров технических средств связи.

В соответствии с проделанной работы алгоритма при удовлетворяющим условиям выполнения значения параметров оборудования происходит опрос о наличии резервного порта оборудования спектрального мультиплексирования. После проделанного цикла работы и переключения на резервную линию оборудования процесс завершается.

В соответствии с приведённой блок схемой реализации расчета качественных характеристик на уровне спектрального мультиплексирования ПТрСС СН, произведем расчет основных параметров оборудования WDM физического уровня применяемого на узлах связи сети.

Для расчета параметров защитных переключений на основе спектрального мультиплексирования целесообразно применить последовательность процесса функционирования ПТрСС СН с учетом ВДФ на физическом уровне.

Вывод: При реализации алгоритма переключений уровня спектрального мультиплексирования в ПТрСС СН с учетом ВДФ его можно отнести к узловому резервированию сети. Данный алгоритм позволяет существенно сократить время определения необходимых качественных характеристик технических средств связи применяемого на сети связи.

#### Список используемых источников

1. Жадан О. П., Стахеев И. Г., Штеренберг И. Г. Алгоритм формирования архитектуры системы технологического управления полевой транспортной сети связи специального назначения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. – СПб. : СПбГУТ, 2014. С. 808–811.

УДК 621.396  
ГРНТИ 49.27.33

## ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ НАВЕДЕНИЯ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ

Д. А. Журавлёв, Д. А. Загудаев, Ю. А. Семуков

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Важным параметром, влияющим на качество функционирования атмосферной оптической линии связи, является ее энергетический потенциал, который во многом зависит от точности наведения приемопередатчиков. В статье представлена оценка энергетического потенциала атмосферной оптической линии связи в зависимости от изменения диаграммы направленного действия обеспечивающей увеличение площади захвата приемопередатчиков при первичном наведении приемопередатчиков друг от друга.*

*атмосферная оптическая линия связи, энергетический потенциал, коэффициент готовности, атмосферные осадки.*

Атмосферные оптические линии связи (АОЛС) применяются на сетях связи общего пользования единой сети электросвязи и предназначены для создания беспроводного канала связи. В стационарных условиях АОЛС применяются в случаях, когда требуется обеспечить высокоскоростную связь между пространственно-разнесенными объектами, например, между двумя зданиями при соединении двух сегментов локальной компьютерной

сети. Основные преимущества АОЛС [1], позволяют рассматривать вопрос их применения в полевых условиях, например, для сопряжения аппаратных и станций. При этом возникает задача в точном наведении приемопередатчиков АОЛС друг на друга, что можно осуществить, например, за счет увеличения диаграммы направленного действия (ДНД) оптической системы на первичном этапе наведения. Однако при этом энергетический потенциал в зоне поиска существенно уменьшается и зависит не только от геометрического ослабления, но и от погодных факторов. В настоящей статье оценивается энергетический потенциал АОЛС в зависимости от изменения ДНД и погодных факторов характерных для средней полосы России (рис. 1 и 2).

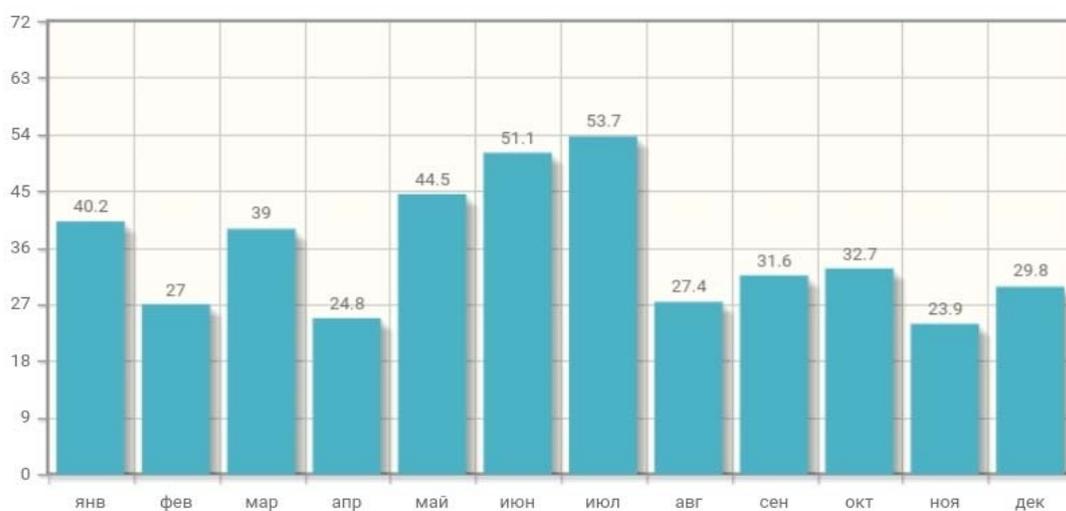


Рис. 1. Количество осадков, мм

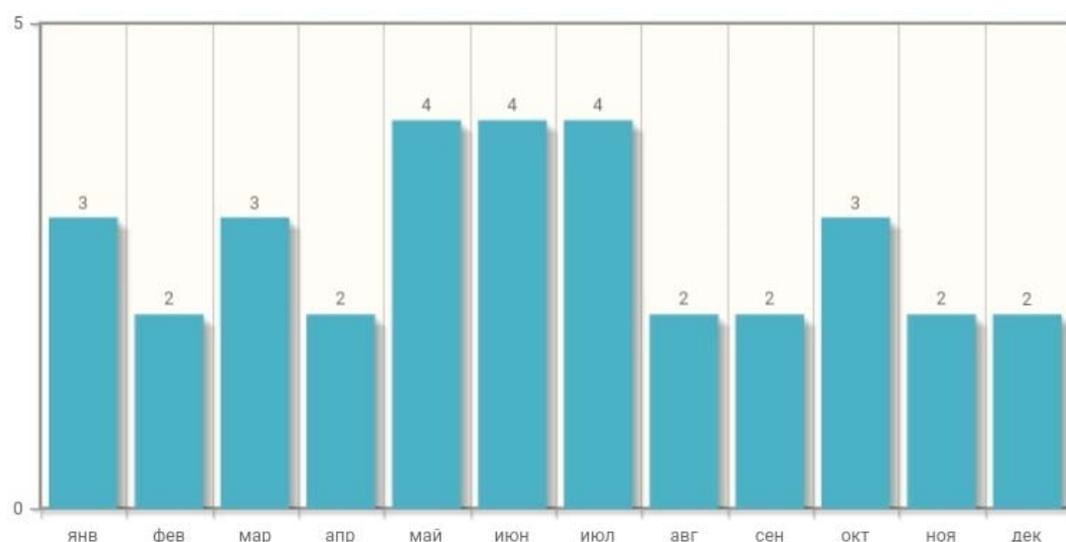


Рис. 2. Количество дней с осадками

Ключевым параметром АОЛС является ее энергетический потенциал  $M_l$ , который рассчитывается как:

$$M_l = P_e - S_r - A_g - A_a - A_{sc},$$

где  $P_e$  (дБм) – общая мощность излучателя;  $S_r$  (дБм) – чувствительность приемника;  $A_g$  (дБ) – геометрическое ослабление линии из-за рассеивания передаваемого луча с увеличением расстояния,  $A_a$  (дБ) – ослабление в атмосфере из-за поглощения и рассеивания,  $A_{sc}$  (дБ) – ослабление из-за турбулентности атмосферы [2].

Расчеты осуществлены для атмосферной оптической системы передач ARTOLINK модели M1-GE-L, которую возможно использовать в качестве аппаратуры привязки полевых аппаратных связи к объектам стационарной сети на дистанции до 4400 м [3].

Значения энергетического потенциала АОЛС в условиях тумана, дождя и снега представлены на рис. 3, 4, 5 соответственно.

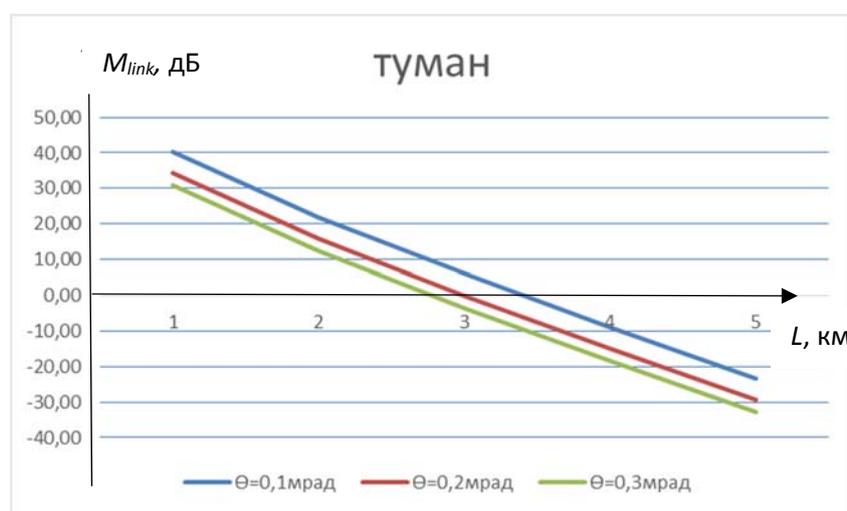


Рис. 3. Значения энергетического потенциала АОЛС в условиях тумана

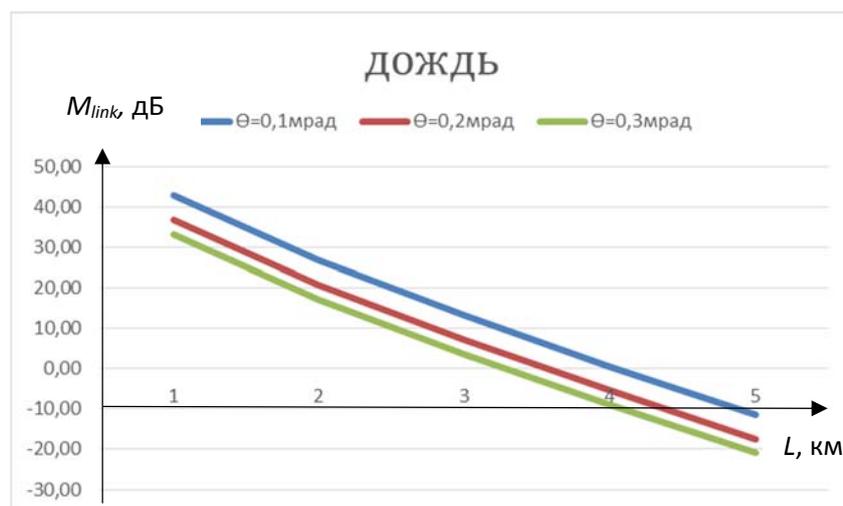


Рис. 4. Значение энергетического потенциала АОЛС в условиях дождя

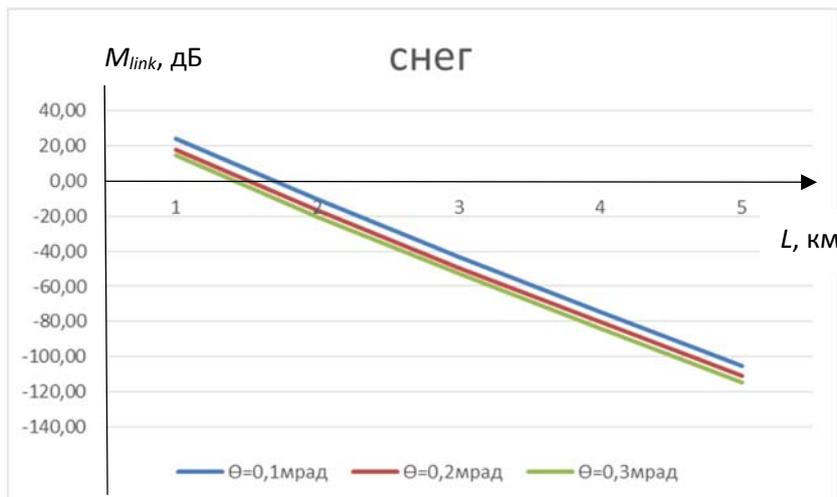


Рис. 5. Значение энергетического потенциала АОЛС в условиях снега

Значения энергетического потенциала в первую очередь влияют на коэффициент готовности АОЛС –  $K_g$ , значения которого в зависимости от изменения ДНД от 0,1 до 0,3 мрад на дистанции 3 км представлены на рис. 6, 7, 8 соответственно.

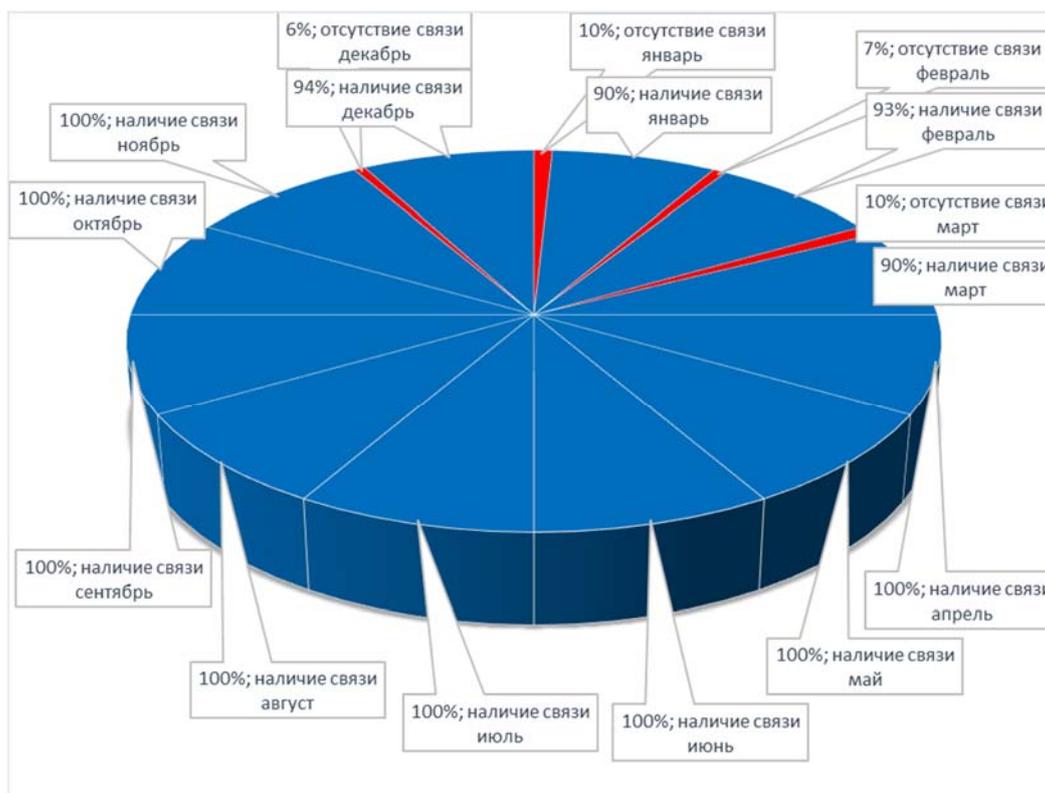


Рис. 6. Коэффициент готовности АОЛС в течении года по месяцам при  $\theta_1 = 0,1$  мрад

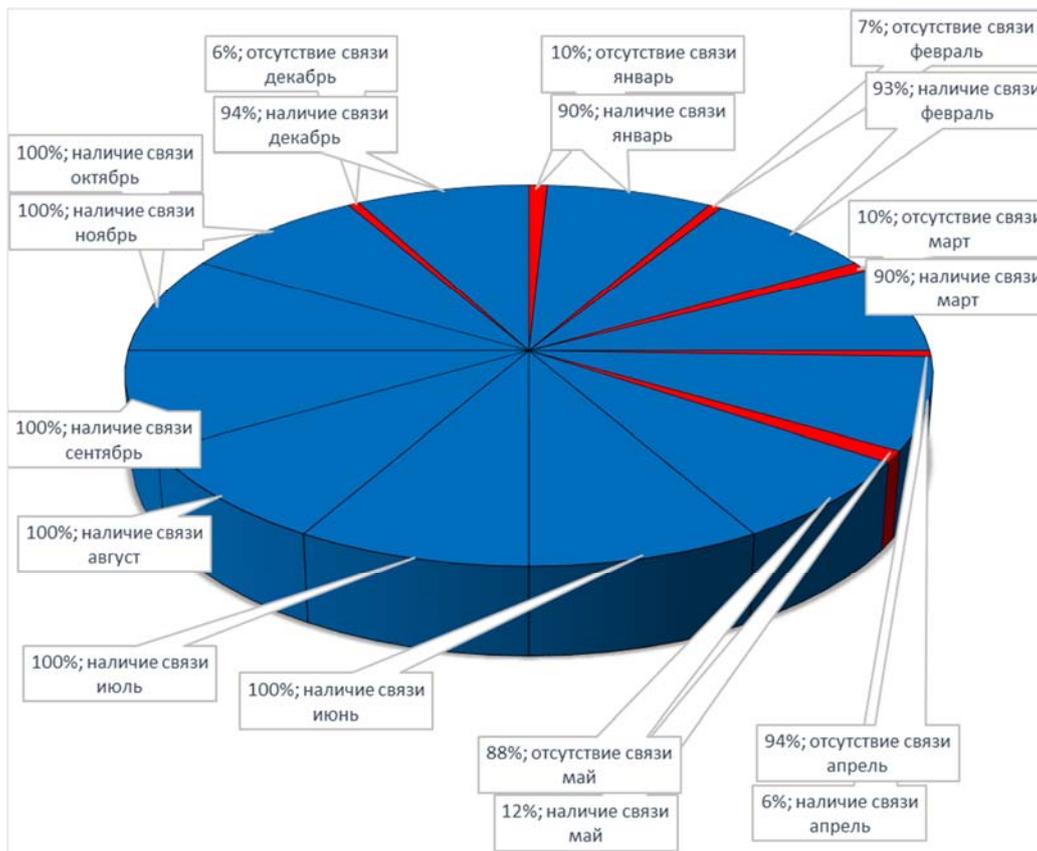


Рис. 7. Коэффициент готовности АОЛС в течении года по месяцам при  $\Theta_1=0,2$ мрад

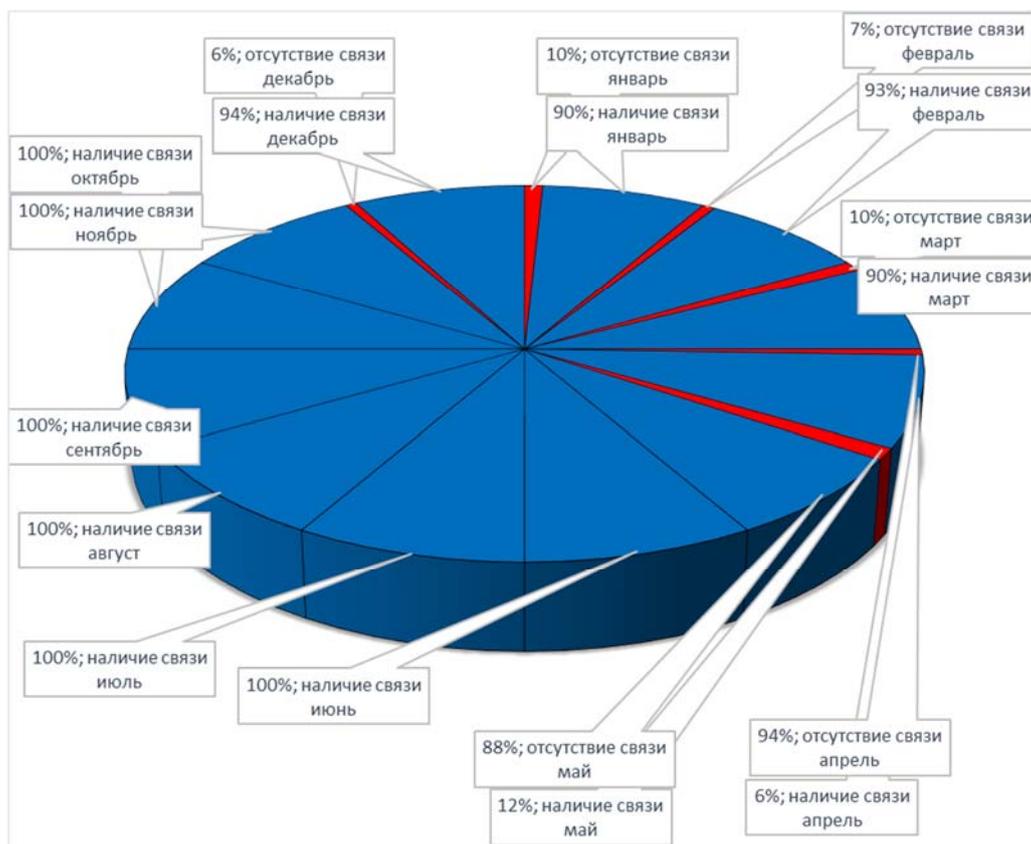


Рис. 8. Коэффициент готовности АОЛС в течении года по месяцам при  $\Theta_3=0,3$ мрад

Таким образом коэффициент готовности АОЛС при уменьшении дальности с максимально заявленной 4,4 км до 3 км с учетом изменения ДНД с 0,1 до 0,3 и с учетом погодных факторов характерных для средней полосы России изменится незначительно с 97 до 96 %. Это позволяет рассмотреть применение различных способов наведения корреспондирующих станций АОЛС друг на друга, в том числе основанных на расширении ДНД.

#### Список используемых источников

1. Журавлёв Д. А., Муравцов А. А., Шляхов Р. С. Оценка возможности применения атмосферных оптических систем передач в полевых условиях // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. – СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 239–244.
2. Материалы сайта: <http://hikersbay.com/climate>.
3. Рекомендация МСЭ-R P.1814. Методы прогнозирования, требуемые для разработки наземных оптических линий для связи в свободном пространстве, 2007 г.
4. Аппаратура атмосферной оптической линии передачи данных Artolink M1-GE-L. Руководство по эксплуатации. ЗАО «МОСТКОМ».

УДК 621.395.741  
ГРНТИ 49.27.33

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ НА ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

Д. А. Журавлёв<sup>1</sup>, А. Н. Зюзин<sup>1</sup>, С. А. Ясинский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

<sup>2</sup>Ленинградское отделение Центрального научно-исследовательского института связи

*В статье рассматриваются современные методы защиты информационных потоков в транспортных сетях связи. Приводится пример работы р-цикла и многоконтурной защитной структуры.*

*транспортные сети связи, сетевое резервирование, метод защитных переключений, р-цикл, многоконтурная защитная структура.*

#### Введение

Сегодня транспортные сети телекоммуникационных систем (ТС ТКС) это сложные системы, которые обладают высокой пропускной способно-

стью. Поэтому, любые повреждения на сети приводят к значительным потерям передаваемой информации. На территории Российской Федерации в настоящий момент существуют технические нормы на показатели устойчивости функционирования сетей связи [1]. Современные методы защиты информационных потоков от аварий на сетях связи позволяют снизить потери информации и достичь нужных показателей устойчивости ТС ТКС [2]. Классификация существующих методов защиты информационных потоков представлена в таблице [3].

ТАБЛИЦА. Классификация методов защиты информационных потоков

Методы защиты		
Защитное переключение (резервирование потоков, линейных трактов)	Динамическое восстановление соединения (перемаршрутизация потоков)	
Выделение ресурсов		
По предварительному расчету	По требованию	
Использование ресурсов		
Выделенного резерва 1+1	Общего резерва 1:N	Второстепенного трафика
Расчет резервного маршрута (пути)		
Предварительный расчет	Выбор пути в зависимости от требования по качеству	По требованию
Объект защиты		
Защита пути (защита потока на всей сети)	Защита линейного тракта (участка линейного тракта)	Защита сегмента сети
Управление механизмом защиты		
Автоматическое управление (за счет статусных сигналов оборудования)	Внешними командами системы управления сетью	

### Обзор существующих методов защиты информационных потоков

Основная идея применяемых в настоящее время методов защиты информационных потоков заключается в переключении на заранее подготовленный сетевой резерв – это методы резервирования (*reservation*) потоков и линейных трактов. Ключевым преимуществом этих методов является быстрое восстановление связи. В тоже время, известны методы, которые реализуют динамический поиск сетевого маршрута и ресурса непосредственно в момент аварии – это методы динамического восстановления (*restoration*). Применение этих методов возможно при наличии свободного сетевого ресурса пропускной способности или при отмене передачи низкоприоритетного трафика. Динамическое восстановление дает возможность более эффективно использовать ресурсы пропускной способности, однако поиски новых сетевых маршрутов и выделение нужных

пропускных способностей приводят к увеличению времени переключения в момент аварии.

Известно, что максимальное время переключения на сетевой резерв должно быть не более 200 мс. В этом случае, потери передаваемой информации не приведут к сильному ухудшению качества связи [2]. Поэтому, в настоящее время, для защиты ТС ТКС очень часто используют методы защитного переключения – резервирования: линейного тракта (мультиплексной секции) – Multiplex Section Protection (MSP), где время переключения на резерв не более 50 мс или резервирование группового тракта (подсетевого соединения) – Sub-Network Connection Protection (SNCP), где время переключения не более 200 мс. Эти методы резервирования для работы используют схему 1+1 или 1:N. Они нашли свое применение в ТС ТКС на базе плезихронной, синхронной цифровой иерархии, а также в оптических транспортных сетях. Большую популярность получили решения на базе кольцевых структур.

#### *Современные подходы к защите информационных потоков*

Таким образом, дальнейшее развитие методов защитного переключения заключается в снижении избыточности сетевого резерва и увеличении скорости переключения. Самым известным современным методом сегментного резервирования с переключением на общий резерв пропускной способности сети стал «механизм резервирования на основе  $p$ -циклов ( $p$ -cycle, *preconfigured protection cycle*)» [4, 5, 6]. Этот способ реализует все преимущества кольцевых топологических структур. Он обеспечивает полное резервирование трафика и быстрое переключение в случае аварии. При этом, необходимый объем резервной пропускной способности для ТС ТКС снижается на 30 % [6]. Основная идея работы механизма резервирования на основе  $p$ -цикла состоит в формировании на топологической структуре ТС ТКС замкнутого контура или цикла. Пропускная способность этого контура ( $p$ -цикла) рассчитывается заранее и используется в случае возникновения аварии на линии связи ТС ТКС.

Для формирования замкнутого контура ( $p$ -цикла) необходимо определить его топологию на ТС ТКС с учетом минимальной протяженности линий связи и максимального количества узлов связи.

При аварии на линии связи, которая составляет контур, трафик перенаправляется на рабочие линии контура. Логика переключения трафика, в этом случае, полностью соответствует известным кольцевым механизмам резервирования.

При аварии на линии связи, которая не входит в контур, аварийный трафик, перенаправляется в двух направлениях по линиям, составляющим логический контур.

При этом, исходя из особенностей реализации защитного переключения, необходимо обеспечить одинаковую пропускную способность для всех линий ТС ТКС. Только в этом случае, использование  $p$ -циклов для резервирования ТС ТКС будет наиболее эффективным и целесообразным [7]. Однако практически реализовать это на ТС ТКС не всегда возможно.

Для снижения избыточности систем резервирования ТС ТКС на основе  $p$ -циклов замкнутый контур с общей резервной пропускной способностью декомпозируют на несколько контуров с меньшей пропускной способностью, которые проходят через различные узлы связи [7]. Этот способ получил название «механизм резервирования на основе многоконтурных защитных структур» (МЗС). Пример структуры системы резервирования ТС ТКС на основе МЗС представлен на рис. 1.

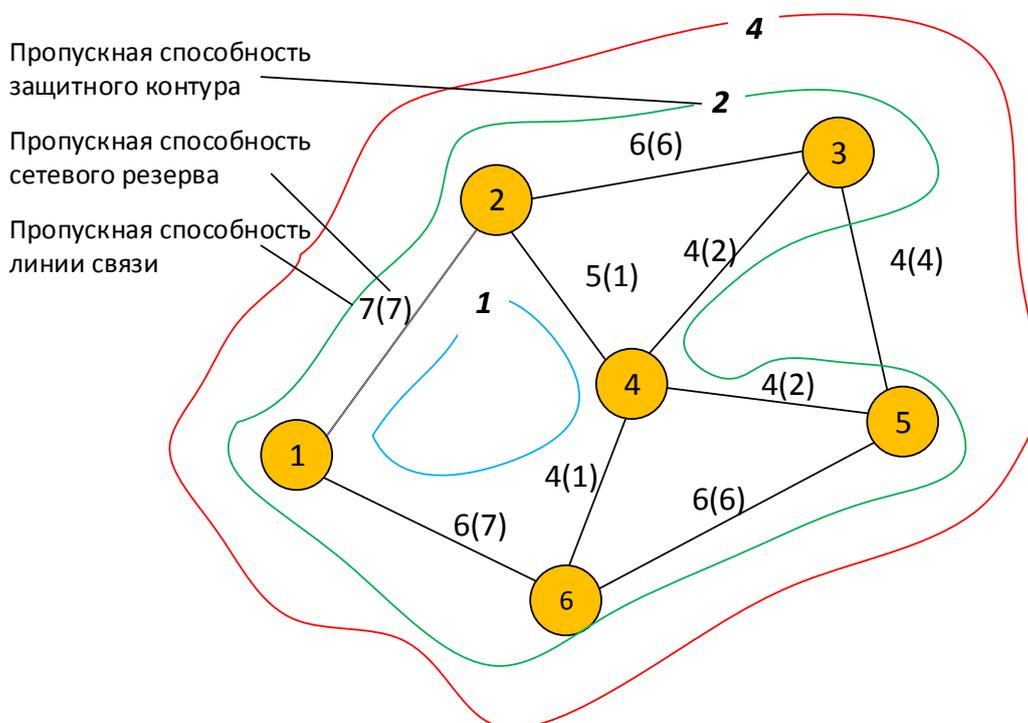


Рис. 1. Пример структуры системы резервирования ТС ТКС на основе МЗС

На примере – рис. 1, МЗС состоит из трех контуров: № 1 – с весовым коэффициентом (резервной пропускной способностью) 4, который проходит через ребра 1-2, 2-3, 3-5, 5-6, 6-1; № 2 – с весовым коэффициентом 2, который проходит через ребра 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-1; № 3 – с весовым коэффициентом 1, который проходит через ребра 1-2, 2-4, 4-6, 6-1.

В случае аварии на ребре с пропускной способностью 7 (ребро 1-2), для его восстановления будут использоваться все три контура № 1, № 2, №3 ( $4 + 2 + 1 = 7$  – рис. 2 (см. ниже).

При аварии на ребре с пропускной способностью 4 (ребро 3-5), будет использоваться контур № 1 (1-2, 2-3, 3-5, 5-6, 6-1) – рис. 3 (см. ниже). Резервирование остальных линий сети будет обеспечиваться использованием резервных пропускных способностей контуров, проходящих через аварийную линию связи.

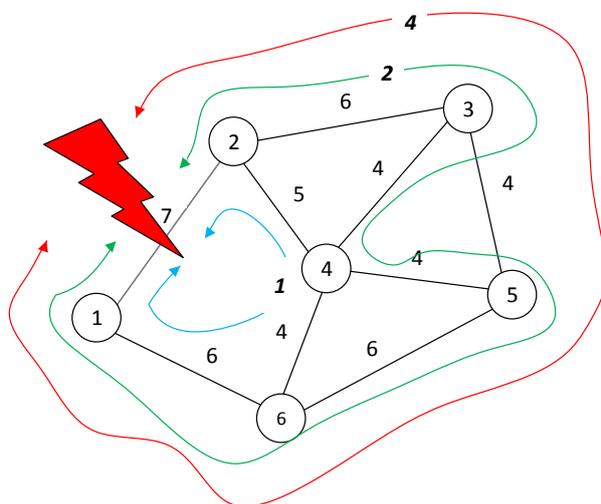


Рис. 2. Пример отработки аварии на ребре 1–2 с использованием многоконтурной защитной структуры

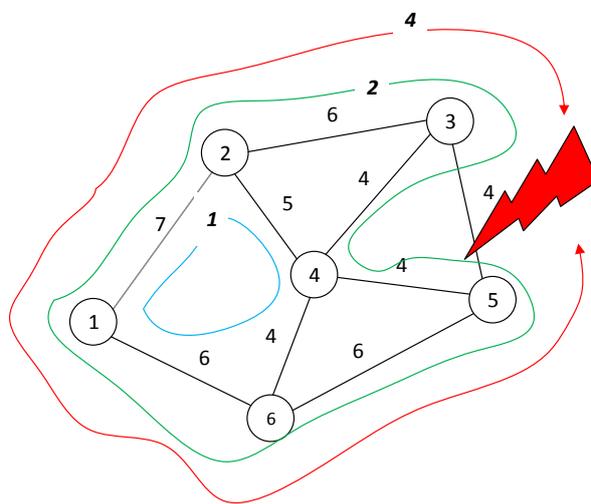


Рис. 3. Пример отработки аварии на ребре 3–5 с использованием многоконтурной защитной структуры

Таким образом, МЗС – это система взаимосвязанных защитных контуров с предварительно рассчитанной пропускной способностью, которая позволяет снизить избыточность резервной пропускной способности ТС ТКС.

### Заключение

В настоящей статье представлен обзор современных механизмов сетевого резервирования, рассмотрена работа  $p$ -цикла и МЗС. Представлена классификация методов защиты информационных потоков ТС ТКС. Оценены возможности использования  $p$ -цикла и МЗС в многосвязных ТС ТКС. Полученные результаты указывают на необходимость дальнейших исследований в области систем резервирования с учетом снижения времени их переключения на резерв и уменьшения избыточности пропускной способности сети связи для обеспечения устойчивой работы в аварийных ситуациях.

### Список используемых источников

1. Ефимов В. В., Ясинский С. А., Зюзин А. Н., Лыжинкин К. В., Грязев А. Н. Подход к поиску отказоустойчивой структуры транспортной сети телекоммуникационной системы на основе  $p$ -циклов // Информация и космос. 2016. № 3. С. 36–39.
2. Грязев А. Н., Ясинский С. А., Жигadlo В. Э., Зюзин А. Н. Оценка надежности транспортной сети телекоммуникационной системы при использовании систем резервирования // Информация и космос. 2017. № 4. С. 126–132.

3. Егурнов М. М., Шувалов В. П. Резервирование и восстановление в телекоммуникационных сетях // Вестник СибГУТИ. 2012. № 2. С. 3–10.
4. Grover W. D. et al., New option and insights for survivable transport networks // IEEE Communications Magazine, January 2002. PP. 34–41.
5. Grover W. D., Li D. Y. The Forcer Concept and Express Route Planning in Meshsurvivable Networks // Journal of Network and Systems Management, vol. 7, no. 2, January. 1999. PP. 199–223.
6. Зюзин А. Н., Каминецкий И. С. Совершенствование систем сетевого резервирования транспортной сети магистрального оператора связи // Электросвязь. 2005. № 11. С. 18–21.
7. Ефимов В. В., Ясинский С. А., Зюзин А. Н. Модификация кольцевых механизмов резервирования для неравномерных потоковых структур транспортных сетей связи // Электросвязь. 2016. № 12. С. 68–70.

УДК 621.396.4  
ГРНТИ 49.27.33

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО НАВЕДЕНИЯ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ АТМОСФЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ GPS ПРИЕМНИКОВ

Д. А. Журавлёв, А. В. Левин, Г. А. Прасько

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Атмосферные оптические системы передачи нашли широкое применение для создания высокоскоростных беспроводных каналов связи в стационарных условиях. Интерес вызывает исследование вопроса наведения приемопередающих апертур АОСП друг на друга в полевых условиях, когда их места размещения в азимутальной плоскости и по углу места относительно друг друга не известны. В статье представлены последовательность и пример расчета области сканирования диаграмм направленности приемопередатчиков корреспондирующих АОСП, позволяющие с учетом погрешности в определении координат и угла места обоих приемников GPS рассчитать требуемое расширение ДН на начальном этапе наведения.*

*атмосферная оптическая система передачи, GPS приемник, координаты, угол места, погрешность.*

Наведение приемопередатчиков атмосферных оптических систем передачи (АОСП) друг на друга как правило осуществляется в два этапа. На первом этапе наведение осуществляется с помощью оптического прицела с ориентированием относительно местонахождения противоположного

приемопередатчика АОСП. Затем на втором этапе осуществляется точное наведение приемопередающих апертур приемопередатчиков АОСП с помощью систем пространственной стабилизации (СПС). Однако в полевых условиях, когда ориентиры на местности имеют не ярко выраженный характер, время наведения на первом этапе имеет значительную величину. Сокращение времени на поиск и наведение на корреспондирующий приемопередатчик АОСП приводит к увеличению ошибки в наведении. Уменьшить ошибку в наведении с одновременным сокращением времени возможно за счет совместного применения приемника ГЛОНАСС или GPS с СПС приемопередатчика АОСП. Однако в этом случае необходимо учитывать погрешность в определении координат приемника ГЛОНАСС или GPS, которая отобразится в изменении области сканирования приемопередающих апертур АОСП. В [1] рассчитана область сканирования с учетом ошибки в определении координат ГЛОНАСС. В данной статье произведены расчеты области сканирования приемопередающих апертур приемопередатчиков АОСП в зависимости от погрешностей в определении угла места  $\beta_{\text{АОСП}}$  и истинного азимута  $A_{\text{и АОСП}}$  с помощью приемников GPS, в качестве которых выступает малогабаритная навигационная аппаратура «Garmin GPSmap 64», с точностью определения координат от 3 до 150 м.

Решение поставленной задачи основывается в расчете площади апертуры каждого приемопередатчика АОСП на противоположной стороне исходя из углового размера диаграмм направленности (ДН), суммарной площади приемника и его угловом поле зрения, а также параметра СПС – угловое поле зрения датчика отклонения. В данной статье при расчетах учитывались ТТХ аппаратуры Artolink M1-GE-L [2]. Для решения поставленной задачи атмосферная оптическая линия связи (АОЛС) представляется в виде прямоугольного треугольника с параметрами:

максимальная дальность связи (гипотенуза) –  $b = 4\,400$  м;

угловой размер ДН (угол, лежащий против искомого катета)  
 $\alpha = 0,1$  мрад;

радиус сектора поиска АОСП (искомый катет) =  $a$ .

Диаметр отображения приемопередающей апертуры на корреспондирующем АОСП вычисляется по формуле [1]:

$$a = \operatorname{tg} \alpha \times b = 0,0001 \times 4400 \text{ м} = 44 \text{ см}.$$

При значении углового размера ДН приемопередатчиков АОСП 0,1 мрад на максимальной дистанции связи в 4 400 м, диаметр площади их апертуры на противоположной стороне равняется 44 см.

Для истинного местонахождения вычислим угол места  $\beta_{\text{АОСП}}$  первого и второго АОСП и их истинный азимут  $A_{\text{и АОСП}}$  в рад. Координаты АОСП1:  $B = 60,127733$  град,  $L = 30,233597$  град,  $H = 48$  м.

Координаты АОСП2:  $B = 60,167037$  град,  $L = 30,241801$  град,  $H = 87$  м.

Рассчитаем угол места  $\beta_{\text{АОСП}}$  первого и второго приемопередатчика АОСП и их истинный азимут  $A_{\text{и.зс}}$ . Для проведения расчетов используем значения геодезических постоянных: коэффициента сжатия Земного эллипсоида  $\alpha = 1/298,25784$ ; большой полуоси общеземного эллипсоида  $a = 6378136$  м [3].

Эксцентриситет Земного эллипсоида:

$$e = 2\alpha - \alpha^2 = 6,694366 \cdot 10^{-3} \text{ [м]}. \quad (1)$$

Радиус кривизны первого вертикала для первого и второго приемопередатчика АОЛС вычисляется по формулам [1]:

$$N_{\text{АОСП1}} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2(B_{\text{АОСП1}})}}, \quad (2)$$

$$N_{\text{АОСП2}} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2(B_{\text{АОСП2}})}}. \quad (3)$$

Геоцентрические координаты первого и второго приемопередатчика АОЛС вычисляется по формулам:

$$x_{\text{АОСП1}} = (N_{\text{АОСП1}} + H_{\text{АОСП1}}) \cdot \cos(B_{\text{АОСП1}}) \cdot \cos(L_{\text{АОСП1}}), \quad (4)$$

$$y_{\text{АОСП1}} = (N_{\text{АОСП1}} + H_{\text{АОСП1}}) \cdot \cos(B_{\text{АОСП1}}) \cdot \sin(L_{\text{АОСП1}}), \quad (5)$$

$$z_{\text{АОСП1}} = \left[ (1 - e^2) N_{\text{АОСП1}} + H_{\text{АОСП1}} \right] \cdot \sin(B_{\text{АОСП1}}), \quad (6)$$

$$x_{\text{АОСП2}} = (N_{\text{АОСП2}} + H_{\text{АОСП2}}) \cdot \cos(B_{\text{АОСП2}}) \cdot \cos(L_{\text{АОСП2}}), \quad (7)$$

$$y_{\text{АОСП2}} = (N_{\text{АОСП2}} + H_{\text{АОСП2}}) \cdot \cos(B_{\text{АОСП2}}) \cdot \sin(L_{\text{АОСП2}}), \quad (8)$$

$$z_{\text{АОСП2}} = \left[ (1 - e^2) N_{\text{АОСП2}} + H_{\text{АОСП2}} \right] \cdot \sin(B_{\text{АОСП2}}), \quad (9)$$

Протяженность АОЛС  $R_{\text{АОЛС}}$  между двумя АОСП вычисляется как:

$$R_{\text{АОЛС}} = \sqrt{(x_{\text{АОСП1}} - x_{\text{АОСП2}})^2 + (y_{\text{АОСП1}} - y_{\text{АОСП2}})^2 + (z_{\text{АОСП1}} - z_{\text{АОСП2}})^2}. \quad (10)$$

Углы места  $\beta_{\text{АОСП}}$  для первого и второго АОСП:

$$\beta_{\text{АОСП2}}^{\circ} = \arccos \left( \frac{R_{\text{АОЛС}}^2 + a^2 - (a + H_{\text{АОСП1}})^2}{2R_{\text{АОЛС}}^2 a} \right) - 90^{\circ}, \quad (11)$$

$$\beta^{\circ}_{\text{АОСП1}} = \arccos\left(\frac{R_{\text{АОЛС}}^2 + a^2 - (a + H_{\text{АОСП2}})^2}{2R_{\text{АОЛС}}^2 a}\right) - 90^{\circ}, \quad (12)$$

Определение топоцентрического параметра  $\rho_{\text{АОСП}}$  для первого и второго АОСП вычисляется как:

$$\rho_{\text{АОСП}} = \arccos\left(\cos(|B_{\text{АОСП2}} - B_{\text{АОСП1}}|) \cdot \cos(|L_{\text{АОСП2}} - L_{\text{АОСП1}}|)\right). \quad (13)$$

Истинный азимут  $A_{\text{и АОСП}}$  для первого и второго АОСП вычисляется по формулам [1]:

если  $L_{\text{АОСП1}} < L_{\text{АОСП2}}$

$$A_{\text{и АОСП1}} = \pi - \arcsin\left(\frac{\sin(|L_{\text{АОСП2}} - L_{\text{АОСП1}}|)}{\sin(\rho_{\text{АОСП}})}\right), \quad (14)$$

если  $L_{\text{АОСП1}} > L_{\text{АОСП2}}$

$$A_{\text{и АОСП1}} = 2\pi - \arcsin\left(\frac{\sin(|L_{\text{АОСП2}} - L_{\text{АОСП1}}|)}{\sin(\rho_{\text{АОСП}})}\right), \quad (15)$$

если  $L_{\text{АОСП1}} = L_{\text{АОСП2}}$  и  $B_{\text{ЗС1}} > B_{\text{ЗС2}}$  то  $A_{\text{и АОСП1}} = \pi = 180^{\circ}$ .

если  $L_{\text{АОСП1}} = L_{\text{АОСП2}}$  и  $B_{\text{АОСП1}} < B_{\text{АОСП2}}$  то  $A_{\text{и АОСП1}} = 0^{\circ}$ .

если  $L_{\text{АОСП1}} < L_{\text{АОСП2}}$

$$A_{\text{и АОСП2}} = 2\pi - (\pi - A_{\text{и АОСП1}}), \quad (16)$$

если  $L_{\text{АОСП1}} > L_{\text{АОСП2}}$

$$A_{\text{и АОСП2}} = \pi - (2\pi - A_{\text{и АОСП1}}), \quad (17)$$

если  $L_{\text{АОСП1}} = L_{\text{АОСП2}}$  и  $B_{\text{АОСП1}} > B_{\text{АОСП2}}$  то  $A_{\text{и АОСП2}} = 0^{\circ}$ ,

если  $L_{\text{АОСП1}} = L_{\text{АОСП2}}$  и  $B_{\text{АОСП1}} < B_{\text{АОСП2}}$  то  $A_{\text{и АОСП2}} = \pi = 180^{\circ}$ .

Для исходных данных, приведенных выше произведен расчет протяженности АОЛС  $R_{\text{АОЛС}}$  между двумя корреспондирующими приемопередатчиками, углов места  $\beta_{\text{АОСП1}}$ ,  $\beta_{\text{АОСП2}}$  и истинных азимутов  $A_{\text{и АОСП1}}$ ,  $A_{\text{и АОСП2}}$  в направлении на каждый приемопередатчик. Радиус кривизны первого вертикала для первого и второго АОСП рассчитывается по формулам (2, 3):  $N_{\text{АОСП1}} = 6,378243 \cdot 10^6$  м и  $N_{\text{АОСП2}} = 6,378244 \cdot 10^6$  м.

Геоцентрические координаты первого и второго АОСП рассчитываются по формулам (4)...(9):

$$x_{zc1} = 2,744711 \cdot 10^6; y_{АОСП1} = 1,599615 \cdot 10^6, z_{zc1} = 5,530611 \cdot 10^6,$$

$$x_{zc2} = 2,74122 \cdot 10^6, y_{zc2} = 1,598107 \cdot 10^6, z_{АОСП2} = 5,532822 \cdot 10^6.$$

Протяженность АОЛС  $R_{АОЛС}$  между двумя корреспондирующими АОСП вычисляется по формуле (10):  $R_{АОЛС} = 4,4$  км. Углы места  $\beta_{АОСП}$  корреспондирующих АОСП вычисляются по формулам (11, 12):  $\beta_{АОСП1} = 0,019$  и  $\beta_{АОСП2} = 0,011$ .

Топоцентрический параметр  $\rho_{АОСП}$  для первого и второго АОСП вычисляется по формуле (13):  $\rho_{АОСП} = 7,007687 \cdot 10^{-4}$ .

Истинный азимут  $A_{и\ АОСП}$  корреспондирующих АОСП вычисляется по формулам (14, 16):  $A_{и\ АОСП1} = 2,936$  и  $A_{и\ АОСП2} = 6,077$ .

С учетом погрешности навигационной аппаратуры «Garmin GPSmap 64» координаты АОСП при установленной пользовательской точности могут быть определены в трех метрах от истинного местоположения в координатах, например, АОСП 2  $B = 60,167047$  град,  $L = 30,241714$  град,  $H = 87$  м (рис. 2).

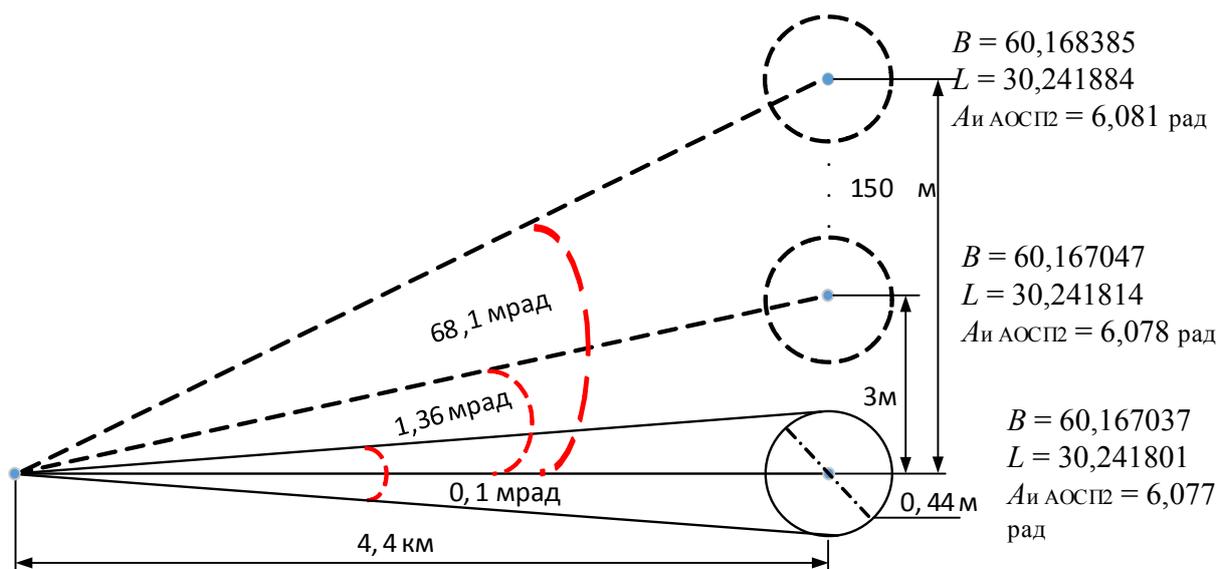


Рис. 2. Область сканирования луча АОСП по азимуту с учетом погрешности определения координат навигационной аппаратурой GPS

Таким образом АОСП 1 будет наводиться на АОСП 2 по азимуту не истинного местоположения второго передатчика, а по азимуту –  $A_{и\ АОСП1} = 2,938$  (рис. 2). Угол места наведения АОСП1 на АОСП 2 равен  $\beta_{АОСП1} = 0,019$  (рис. 3, см. ниже).

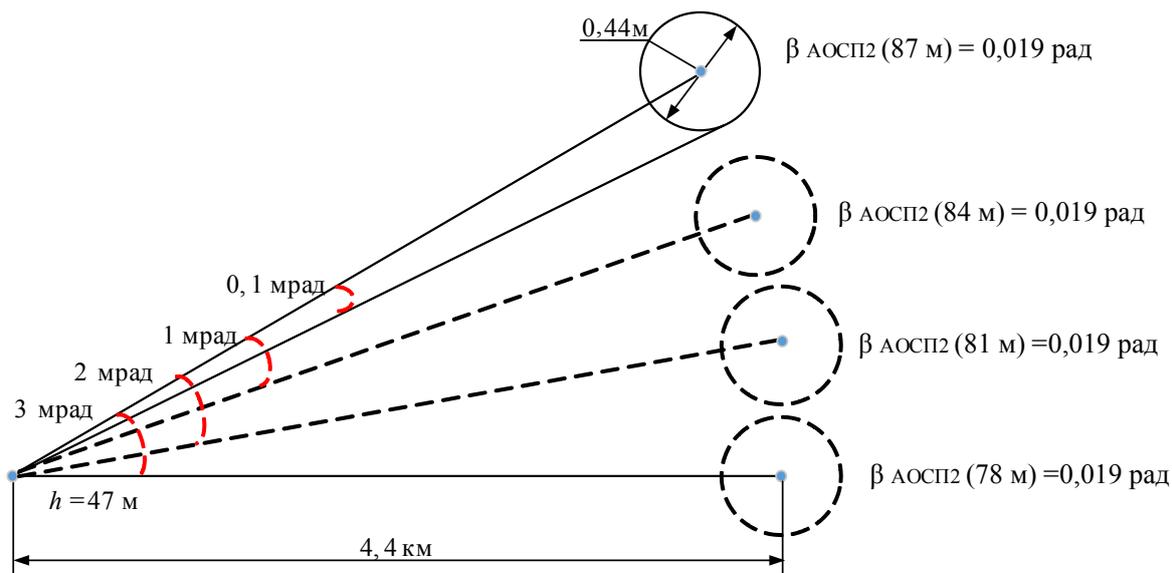


Рис. 3. Зона сканирования луча АОСП по углу места с учетом погрешности определения координат приемником GPS

### Вывод

При совместном использовании малогабаритной навигационной аппаратуры GPS и СПС АОСП, область сканирования на начальном этапе наведения должна быть по азимуту и по углу места в пределах до 3-х м, что технически возможно осуществить с помощью изменения ДН с 0,1 мрад до 3 мрад.

В случае, когда отключается точность наведения GPS, то ДН необходимо изменить с 0,1 мрад до 68,1 мрад (рис. 2), что делает наведение передатчиков АОЛС с помощью системы GPS в особый период не целесообразным и неэффективным по временным показателям.

### Список используемых источников

1. Богданов К. А., Буцев С. Ф., Журавлёв Д. А. Левин А. В. Способ наведения атмосферных оптических систем передачи // Студенческая весна – 2019. 73-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых : сб. науч. ст. в 2-х т. – СПб. : СПбГУТ, 2019. Т. 1. С. 236–240.
2. Аппаратура атмосферной оптической линии передачи данных Artolink M1-GE-L Руководство по эксплуатации. ЗАО «МОСТКОМ».
3. Военно-топографическое управление ГШ ВС РФ «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.11). Справочный документ. Москва 2014 г.

УДК 621.396.4  
ГРНТИ 49.27.33

## ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА РАЗМЕР ОБЛАСТИ СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ПЕРВИЧНОМ НАВЕДЕНИИ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ АТМОСФЕРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

Д. А. Журавлёв, А. В. Левин, А. С. Соколов

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Атмосферные оптические линии связи широко применяются для создания беспроводного канала связи, как правило в стационарных условиях. Интерес вызывает исследование вопроса определения области наведения и энергетического потенциала в области наведения при увеличении угла расхождения луча приемопередатчиков. В статье решается задача по расчету энергетического потенциала в области сканирования лучами приемопередатчиков корреспондирующих станций для их точного наведения.*

*атмосферная оптическая линия связи, наведение, геометрическое ослабление.*

Ключевым параметром при проектировании атмосферной оптической линии связи (АОЛС) является запас ее энергетического потенциала  $M_{link}$ , который вычисляется по формуле:

$$M_{link} = P_e - S_r - A_{geo} - A_{atmo} - A_{scintillation} \quad (1)$$

где  $P_e$  (дБм) – общая мощность излучателя;  $S_r$  (дБм) – чувствительность приемника, которая также зависит от ширины полосы (скорости передачи данных);  $A_{geo}$  (дБ) – геометрическое ослабление линии из-за рассеивания передаваемого луча с увеличением расстояния;  $A_{atmo}$  (дБ) – ослабление в атмосфере из-за поглощения и рассеяния;  $A_{scintillation}$  (дБ) – ослабление из-за турбулентности атмосферы [1].

При создании АОЛС необходимо учитывать превалирующие погодные условия, физические препятствия и типы поверхности на трассе, а также условия размещения приемопередатчика, которые гарантировали бы оптимальное качество работы линии.

При определении влияния запаса энергетического потенциала на размер области сканирования в первую очередь учитывается геометрическое ослабление, вызванное расхождением луча. Которое вычисляется по формуле:

$$A_{geo} = 10 \log \left( \frac{S_d}{S_{capture}} \right) [\text{дБ}],$$

где  $S_{capture}$  – поверхность захвата приемника (м<sup>2</sup>);  $S_d$  – площадь поверхности луча передачи на расстоянии  $d$ , которая аппроксимируется формулой:

$$S_d = \frac{\pi}{4} (d \times \theta)^2,$$

где:  $\theta$  – угол расхождения луча (мрад);  $d$  – расстояние между излучателем и приемником (км). Расчет энергетического потенциала АОЛС осуществлен на основе ГТХ аппаратуры Artolink M1-GE-L, для которой  $P_e = 24$  дБм;  $S_r = -30$  дБм [2]. Геометрическое ослабление в зависимости от угла расхождения луча представлено на рис. 1, а энергетический потенциал АОЛС  $M_{link}$  с учетом в выражении (1) только геометрического ослабления в таблице.

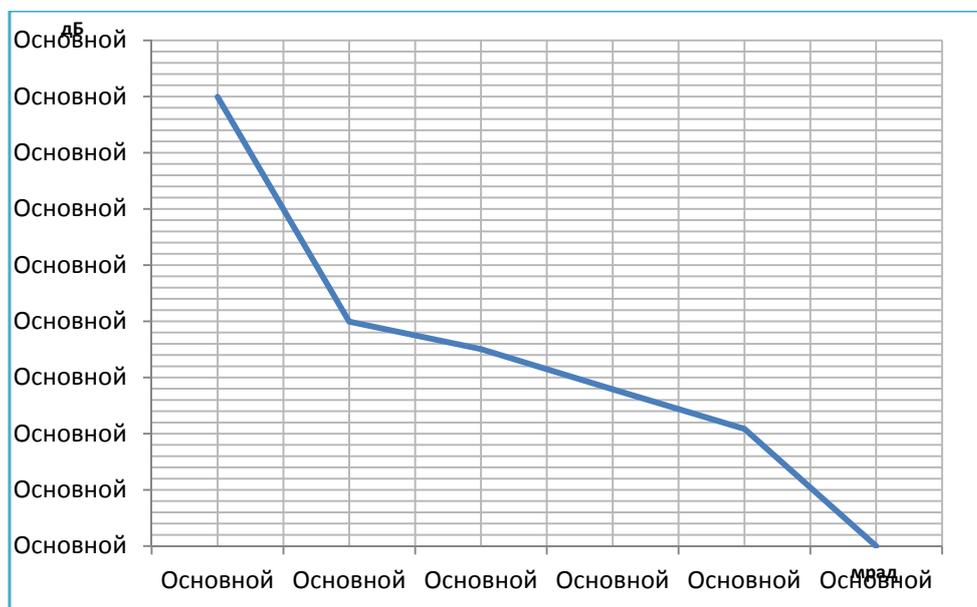


Рис. 1. Геометрическое ослабление

ТАБЛИЦА. Значения энергетического потенциала АОЛС

Угол расхождения луча $\theta$ , мрад	Площадь поверхности луча передачи $S_d$ , м <sup>2</sup>	Геометрическое ослабление $A_{geo}$ , дБ	$M_{link}$ , дБ
0,1	0,152	14,036	39,964
1	15,198	34,036	19,964
1,36	40,790	37,057	17,534
2	60,778	40,579	13,943
3	136,778	43,157	10,421
68,1	70502987,786	превышает $M_{link}$	–

При угле расхождения луча на первом приемеопередатчике АОЛС  $0,1$  мрад на противоположном конце формируется пятно площадью  $0,152 \text{ м}^2$  с  $M_{link} = 39,964$  дБ, что в большинстве случаев позволит эксплуатировать линию с требуемым коэффициентом готовности [3], однако потребует значительного времени обнаружения приемеопередатчика корреспондирующей станции (рис. 2). При угле расхождения луча  $0,1$  мрад время, за которое поворотное устройство пройдет  $180^\circ$  равно  $40$  сек. При увеличении угла расхождения до  $3$  мрад, время поворота устройства уменьшится до  $8$  секунд.

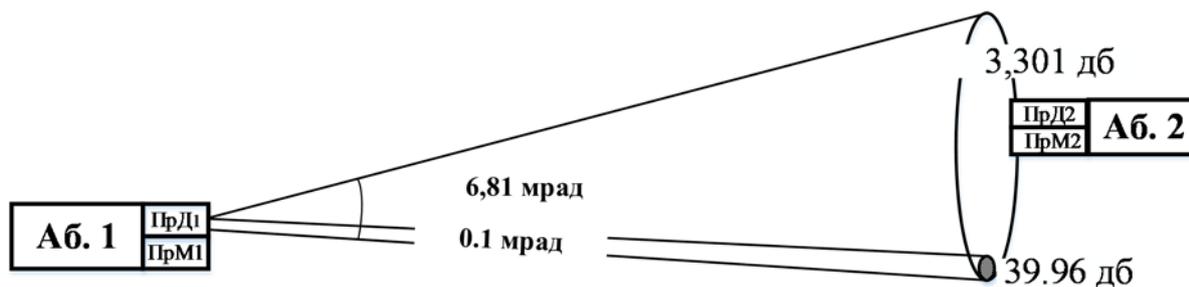


Рис. 2. Исходное положение приемеопередатчиков АОЛС

Для наведения приёмопередатчиков АОЛС можно использовать один из известных способов обнаружения приемника корреспондирующей станции или их комбинацию.

Первый способ основан на обнаружении корреспондирующей станции за счет увеличения угла расхождения. При увеличении угла с  $0,1$  до  $3$  мрад, на противоположном конце формируется пятно площадью  $136,778 \text{ м}^2$ , но  $M_{link}$  уменьшится на  $30$  дБ, и составит  $10,421$  дБ (рис. 3). Вследствие этого необходимо будет либо увеличить общую мощность излучателя на  $30$  дБ и увеличить угловое поле зрения приемника с  $0,3$  мрад до  $3,2$  мрад или уменьшить дальность АОЛС.

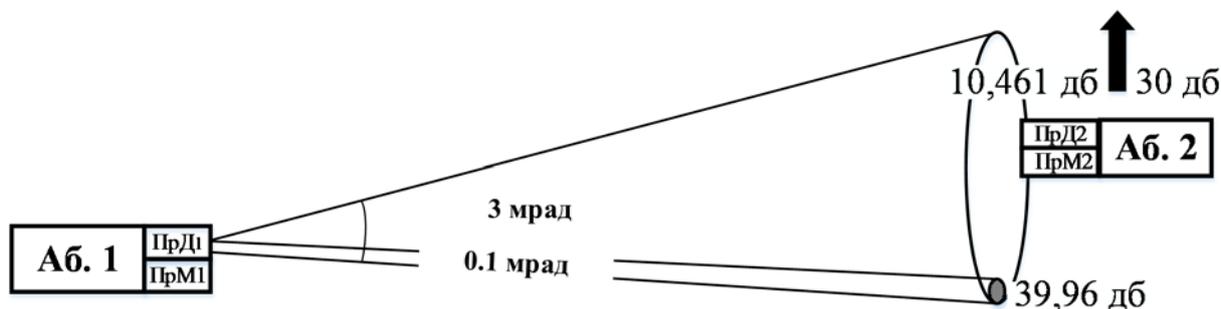


Рис. 3. Первый способ – увеличение угла расхождения луча

Второй способ реализован на поиске по принципу «змейки», то есть поворотное устройство последовательно перемещает приемеопередатчик по горизонтали и вертикали до обнаружения приемеопередатчика корреспондирующей станции (рис. 4).

Третий – комбинированный способ, который представляет собой совместное применение первого и второго способа (рис. 5).

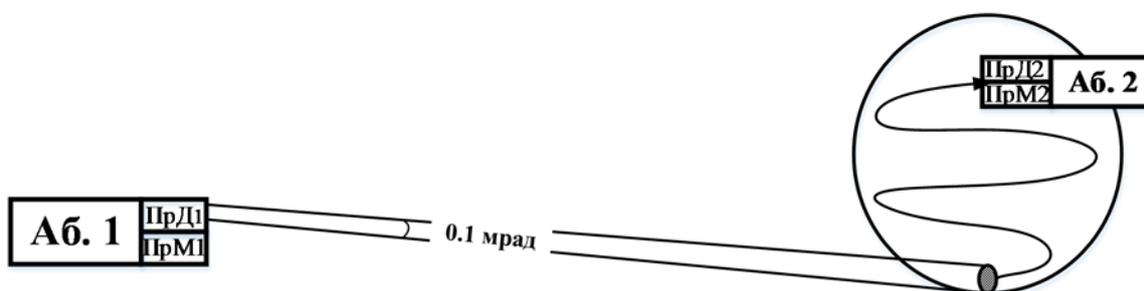


Рис. 4. Второй способ – поиск по принципу «змейка»

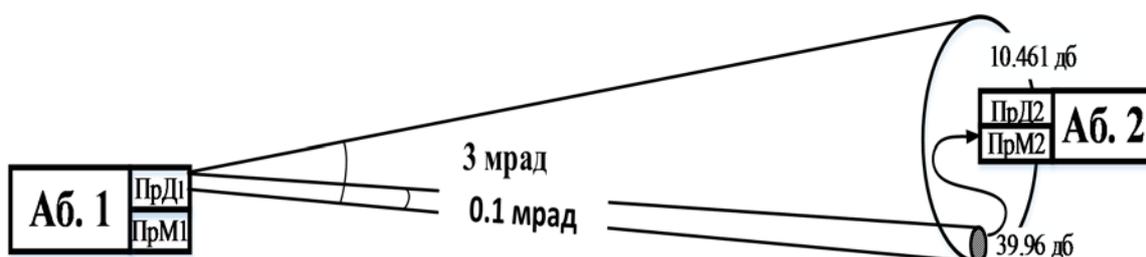


Рис. 5. Комбинированный способ

### Вывод

При выборе способа наведения приемопередатчиков АОЛС необходимо учитывать энергетический потенциал линии  $M_{link}$ , на который в значительной степени влияет геометрическое ослабление, вызванное увеличением расхождения луча для увеличения площади поиска и сокращения перемещения приемопередатчиков относительно оптической оси по азимуту и углу места. Увеличение угла расхождения до 3 мрад, позволяет увеличить площадь поверхности луча до 136,778 м<sup>2</sup>, тем самым увеличивает вероятность обнаружения приемопередатчика за более короткое время. Однако энергетический потенциал АОЛС, только с учетом ослабления вызванного геометрическим фактором, уменьшится на 30 дБ, а значит приведет к уменьшению дальности связи.

### Список используемых источников

1. Рекомендация МСЭ-R P.1814. Методы прогнозирования, требуемые для разработки наземных оптических линий для связи в свободном пространстве, 2007.
2. Аппаратура атмосферной оптической линии передачи данных Artolink M1-GE-L. Руководство по эксплуатации. ЗАО «МОСТКОМ».
3. Богданова Ю. Н., Журавлёв Д. А., Прасько Г. А. Исследование возможности сопряжения мобильных узлов связи с помощью атмосферно-оптических систем передач // Студенческая весна – 2018/ 72-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых : сб. науч. ст. в 2-х т. СПб.: СПбГУТ, 2018. Т. 1. С. 365–369.

УДК 654.16  
ГРНТИ 49.43.37

## МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕТЕВЫХ АТАК НА БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д. А. Иванов<sup>1</sup>, М. А. Карпов<sup>2</sup>, М. А. Коцыняк<sup>2</sup>,  
И. Р. Муртазин<sup>2</sup>, Е. В. Шимаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Челябинск

<sup>2</sup>Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*В статье рассматривается подход нарушителя по воздействию на беспроводные сети передачи данных специального назначения. Произведена краткая комплексная оценка атак, реализуемых нарушителем на беспроводные сети передачи данных специального назначения. Даны определения каждой из рассматриваемых атак, а также рассмотрены их назначение и примеры реализации. Произведена классификация рассмотренных атак.*

*беспроводная сеть передачи данных, сетевые атаки, радиоподавление, протоколы управления, радиоразведка, нарушитель.*

В вооруженных силах индустриально развитых зарубежных государств, на основе оценки тенденций развития военно-политической и стратегической обстановки в мире, а также достигнутого технологического уровня активно ведется поиск новых способов боевого воздействия на противника, среди которых особое место занимают мероприятия в рамках так называемой концепции «Информационной войны» (ИВ). Задачи ИВ на поле боя претворяются в жизнь за счет выполнения положений, включенных в оперативно-стратегическую концепцию «Борьба с системами управления» (БСУ), которая состоит из пяти основных элементов: противодействие разведке противника, психологические операции, введение противника в заблуждение, электронная война, физическое уничтожение пунктов управления и систем связи противника.

Под электронной войной (*electronic warfare*) американской стороной понимается «комплекс мер с использованием средств электромагнитного излучения для воздействия на противника или его радиоэлектронные средства». Электронная война включает три составных элемента: *electronic attacks* (электронные атаки), *electronic counter – countermeasures* (меры борьбы с электронным противодействием или электронное контрпротиводействие), *electronic warfare support* (электронная поддержка, обеспечение).

Понятие «электронная атака» подразделяется на два компонента по виду воздействий на радиоэлектронные средства (РЭС):

«неразрушающие воздействия», которые включают «электронное подавление» (постановку помех) и «электронную дезинформацию»;

«разрушающие воздействия» на основе применения таких средств, как оружие направленной энергии (лазерное оружие, СВЧ оружие), противорадиолокационные ракеты и др.

Понятие «электронное контрпротиводействие» включает в себя мероприятия по защите электромагнитного спектра, используемого войсками от любого воздействия электронных средств противника и его радиоэлектронной разведки [1].

При ведении наземной разведки будет осуществляться перехват информации, передаваемой базовыми станциями (БС) по информационным каналам и каналам управления, абонентскими терминалами (АТ) в режимах прямой связи и через БС, а также передаваемой между БС. Основной областью ведения радио и радиотехнической разведки будет являться радиointерфейс: участок между мачтой, на которой установлена антенна радиопередатчика, и движущимся АТ или участок между абонентскими терминалами в режиме прямой связи. Поэтому для обеспечения безопасности связи в беспроводных сетях передачи данных (БСПД) специального назначения требуется решить ряд сложных научно - технических проблем, таких как обеспечение требуемой защищенности сообщений в условиях комплексных атак квалифицированного нарушителя, выявления и нейтрализации атак нарушителя, гарантированной доставки заверенных сообщений в условиях противодействия нарушителя, направленного на дезорганизацию и срыв процесса обмена информацией. Проведенный анализ атак показал, что ранее основными угрозами считались угрозы нарушения секретности передаваемых сообщений и трафика в целом. По мере внедрения достаточно стойких методов шифрования акцент в разработке атак и мер по их нейтрализации стал смещаться в сторону угроз подлинности передаваемой информации и подлинности элементов сети, а также угроз доступности информации и ресурсов сети для законных ее пользователей. Все более актуальной становится задача разработки и использования таких систем имитозащиты сообщений и аутентификации корреспондентов, которые способны обеспечить требуемую защищенность от информационного воздействия квалифицированных нарушителей и интенсивных случайных и преднамеренных помех передачи [2, 3]. Особые сложности вызывает обеспечение доступности услуг передачи различных видов мультимедийной информации в условиях применения как хорошо апробированных методов радиоэлектронного подавления линий и каналов БСПД, так и новых видов атак блокирования различных элементов сетей. Исследуем системный подход

к оценке возможных атак нарушителя на БСПД. Он основан на том, что реальные возможности нарушителя ограничены. Нарушитель обладает некоторой конечной вычислительной способностью и запоминающими устройствами ограниченной емкости, ему не известны потенциально возможные наилучшие алгоритмы имитонавязывания (возможно, они еще просто не разработаны), ограничен временем анализа и временем реализации атаки, в течение которого навязывание ложных корреспондентов, режимов управления, информации не теряет своей актуальности, имеет реальные ограничения по доступу к разведываемым и блокируемым элементам БСПД, не способен осуществлять одновременно все виды атак и т. д. [4, 5]. Рассмотрим возможные атаки внешнего нарушителя на исследуемые БСПД.

Атаки вскрытия семантики, анализа трафика, радиоподавления. Под атаками вскрытия семантики и анализа интенсивности информационного обмена понимается ведение нарушителем радиоразведки (РР). Станции радиоразведки и специального анализа производят поиск и обнаружение радиоизлучений, их технический и специальный анализ, восстановление передаваемых сообщений, а также осуществляют местоопределение источников радиоизлучений. С помощью средств РР путем поиска радиоизлучений, пеленгования их источников, технического и специального анализа нарушитель имеет возможность: обнаруживать, распознавать, определять местоположение мобильных и базовых станций, интенсивность и характер их работы, получать доступ к содержанию оперативной и служебной информации. Характерным условием ведения разведки в СПРС является небольшой срок жизни передаваемой информации. Радиоподавление (РП) заключается в срыве или нарушении работы радиоэлектронных средств и систем нарушителя с помощью активных и пассивных помех, а также забрасываемых передатчиков помех.

Атаки навязывания ложных сообщений. Нарушитель пытается обмануть получателя сообщений, реализуя атаки имитации, подмены, повтора или переадресации. Защищенность от имитовоздействия внешнего нарушителя оценивается через вероятность его успеха в атаке имитации, вероятность успеха нарушителя в атаке подмены, вероятность успеха в атаке повтора и вероятность успеха в атаке переадресации. Под атакой имитации понимаются попытки нарушителя при отсутствии передаваемых сообщений вводить в канал передачи СПРС сфабрикованные сообщения. Под атакой подмены понимаются попытки нарушителя по своему выбору изменять передаваемое от законного отправителя сообщение. Под атакой повтора понимаются попытки нарушителя, не меняя само сообщение, ввести его через некоторое время этому же получателю. Под атакой переадресации понимаются попытки нарушителя, не меняя сообщение, ввести его от имени другого отправителя или (и) навязать другому получателю. Реализуя данные атаки, нарушитель производит выбор одной из стратегий. Первая стратегия

заключается в минимизации вероятности своевременной доставки сообщения с заданным качеством. Также нарушитель может стремиться максимально увеличить время доставки сообщений или максимально ухудшить качество обеспечиваемой связи. Вторая стратегия состоит в максимизации вероятности имитонавязывания, при этом нарушитель навязывает сообщения, которые семантически отличаются от передаваемых в канале связи подлинных сообщений.

Атака навязывания ложного корреспондента. Нарушитель, пытаясь выдать себя за законного корреспондента сети, подбирает такой сигнал вызова, который при действующем ключе проверки корреспондента в ходе выполнения протокола его аутентификации дает положительный результат проверки. При этом порядок атаки, то есть возможное число известных для нарушителя выполнений протокола аутентификации вызовов законных корреспондентов в течение срока действия ключа может быть и более. При реализации этой атаки нарушитель, как правило, наблюдает одну или несколько реализаций протокола аутентификации законного корреспондента, а затем при отсутствии сигналов передачи от этого корреспондента, пытается выдать себя за него базовой станции сети. Опасность этой атаки заключается в том, что при признании подлинным данного корреспондента, он может получить доступ к информационным ресурсам СПРС на чтение, запись, модификацию и уничтожение информации.

Атака «вторжения в середину». В данной атаке нарушитель перехватывает вызов от абонента сети, отвечает ему как базовая станция данной сети и в ходе выполнения протокола аутентификации убеждает абонента в своей подлинности. Перехваченный сигнал вызова корреспондента нарушитель транслирует истинной БС. Через нарушителя БС выполняет протокол аутентификации корреспондента. Число попыток вторжения есть порядок атаки, который определяется количеством корреспондентов сети, сигналы вызова которых могут перехватываться ложными БС (ЛБС), а также коэффициентом активности корреспондентов, который равен среднему числу вызовов за 1 час работы, и временем функционирования сети связи. Число таких попыток может быть порядка и более. Атака «вторжения в середину» более опасна, чем атака навязывания ложного корреспондента потому, что в ходе ее реализации нарушитель получает доступ к информационным ресурсам СПРС и передаваемой информации с правами законного пользователя сети.

Атаки навязывания ложных режимов управления. При реализации данной атаки нарушитель пытается изменить установленные режимы управления СПРС с целью нарушения ее функционирования. Нарушитель по радиоканалу воздействует на каналы управления от старшей станции сети к базовым станциям и другим элементам сети. Он стремится минимизиро-

вать производительность сети путем установления ложных режимов управления. Нарушитель максимизирует вероятность того, что навязываемые режимы управления будут восприниматься базовой станцией как подлинные.

Атака блокирования доступа. Нарушитель при атаке блокирования доступа добивается следующей цели: максимально уменьшить вероятность доступа законного пользователя к информационным ресурсам сети за время доступа, не превышающее допустимое время. При этом нарушитель может одновременно использовать в распределенной атаке блокирования доступа несколько передатчиков имитационных сигналов, называемых далее ложными вызовами. При данной атаке будем полагать, что коэффициент загрузки атакуемой сети, отражающий отношение числа активных пользователей к общему числу пользователей, примерно равен номинальному. При этом на канал доступа могут воздействовать различные случайные помехи, при этом соотношение сигнал/помеха должно быть не хуже допустимого для нормального функционирования канала доступа.

Очевидно, что, реализуя атаку отказа в обслуживании, нарушитель будет стремиться максимизируя время проверки вызова занимать каналы доступа БС, значительно ограничивая ресурс каналов доступа для обслуживания законных корреспондентов. При этом при любых технологиях построения БСПД и алгоритмов проверки вызова, если время проверки подлинности велико, то данная атака всегда будет актуальна для систем связи военного назначения.

В настоящее время в нормативных документах не существует критериев, обеспечивающих возможность оценить результаты атаки блокирования доступа в СПРС, однако существуют критерии для оценки результатов воздействия нарушитель на систему управления путем подавления линий связи и уничтожения узлов связи.

Можно предположить, что результаты атаки блокирования доступа к информационным ресурсам БС соизмеримы с результатами подавления нарушителем линий радиосвязи: так, при блокировании в течении 30 % времени функционирования каналов доступа работа БС будет затруднена, при блокировании в течении 50 % времени – нарушена, а при блокировании в течении более 75 % времени – сорвана. При этом ложный вызов может быть рассмотрен как форма оптимизированной имитационной помехи, так как по своей структуре он неотличим от вызова законного корреспондента, а невозможность обслуживания вызовов законных корреспондентов распространяется не только на время передачи ложного вызова, но и на время его анализа и обработки, которое значительно больше собственно времени передачи вызова.

Следует отметить, что кроме «чистых» атак, таких, как только имитонавязывание или только РП, нарушитель может ставить перед собой комбинированные задачи противоборства. В качестве комбинированной задачи

противоборства нарушитель может ставить перед собой задачу ввода ложной информации, а если имитонавязывание не окажется успешным, то сорвать процесс передачи, так как ложные вызовы воспринимаются в канале доступа БС как оптимизированная помеха.

Необходимо также отметить, что автоматизированные комплексы РР и РП нарушителя могут иметь возможность комплексно реализовывать вышеперечисленные атаки в реальном масштабе времени [6, 7, 8].

#### Список используемых источников

1. Муртазин И. Р., Коцыняк М. А., Мамай А. В., Лаута О. С. Функциональная модель комплекса информационного воздействия на беспроводные сети передачи данных // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2019. С. 188–189.
2. Муртазин И. Р., Коцыняк М. А., Бесков А. В., Лаута О. С., Мамай А. В. Архитектура сети подвижной радиосвязи на основе эталонной модели взаимодействия открытых систем // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2019. С. 188–189.
3. Черкасов С. А., Васюков Д. Ю., Митрофанов М. В. Направления повышения разведывательной защищенности сети радиосвязи специального назначения в современных условиях // Нейрокомпьютеры и их применение. XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 117–119.
4. Коцыняк М. А., Иванов Д. А. Обеспечение безопасности управления роботизированных систем от воздействия таргетированных кибернетических атак // Нейрокомпьютеры и их применение/ XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 117–119.
5. Коцыняк М. А., Лаута О. С., Нечепуренко А. П. Модель системы воздействия на информационно-телекоммуникационную систему специального назначения в условиях информационного противоборства // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2019. № 3–4 (129–130). С. 40–44.
6. Гудков М. А., Муртазин И. Р., Гагарин Ю. А., Крибель А. М., Соловьёв Д. В. Применение методов захвата и анализа пакетов, передаваемых по информационно-телекоммуникационным сетям, для аудита сетевой безопасности сетей // Современные информационные технологии. Теория и практика. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Отв. ред. Т.О. Петрова. 2018. С. 158–162.
7. Коцыняк М. А., Лаута О. С., Иванов Д. А., Лукина О. М. Модель воздействия таргетированной кибернетической атаки на информационно-телекоммуникационную сеть // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2019. № 3–4 (129–130). С. 58–65.
8. Коцыняк М. А., Иванов Д. А., Лаута О. С., Нечепуренко А. П., Муртазин И. Р. Методика прогнозирования воздействия таргетированной кибернетической атаки на информационно-телекоммуникационную сеть // Региональная информатика и информационная безопасность. 2017. С. 109–111.

УДК 004.772  
ГРНТИ 20.53.23

## МЕТОД СКРЫТИЯ ПЕРЕДАВАЕМЫХ ДАННЫХ ПУТЕМ ИМИТАЦИИ ЗАДЕРЖКИ АУДИО ПАКЕТОВ

**А. В. Кирьянов, А. Е. Неганов**

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

*В статье описан стенографический метод скрытия информации, передаваемой по каналу связи. Представлены алгоритмы функционирования стенографического метода потери аудио пакетов в транспортной сети с коммутацией пакетов. Обоснованы особенности применения метода LACK, связанные с протоколом SIP и RTP.*

*сетевая стеганография, стеганограмма, аудио пакет, протокол RTCP, метод LACK.*

Сетевая стеганография в качестве носителей секретных данных использует сетевые протоколы эталонной модели OSI – сетевой модели взаимодействия открытых систем. В общем виде она представляет собой семейство методов модификации данных в заголовках сетевых протоколов и в полях полезной нагрузки пакетов, изменения структуры, порядка передачи пакетов в том или ином сетевом протоколе (в данной работе протокол RTP, *Real-time Transport Protocol*). Также существуют комбинированные методы, объединяющие в себе как изменение данных в заголовке пакета, так и изменение последовательности передачи пакетов [1]. Общей целью всех методов сетевой стеганографии является скрытие данных в открытых каналах передачи информации. В настоящее время широко используется технология IP-телефонии, в которой, также необходимо каким-либо образом скрывать информацию, передаваемую в аудио пакетах. Стеганографический метод потери аудио пакетов (LACK, *Lost Audio Packets Steganography*) позволяет скрыть необходимую информацию путем имитирования потери в канале связи пакета протокола передачи аудиоданных (RTP).

Целью данной работы является углубленное изучение принципа функционирования стеганографического метода LACK.

Метод LACK относится к комбинированным стеганографическим методам. Он основан на работе надежного протокола транспортного уровня с установлением соединения RTCP (*Real-Time Transport Control Protocol*), основными функциями которого являются определение качества обслуживания и синхронизация между медиа потоками RTP-сессии. Следовательно, происходит либо изменение структуры RTP-пакетов, либо имитация потери RTP-пакета путем его задержки на определенный промежуток времени [1].

Изначально необходимо установить соединение двух клиентов по протоколу RTCP, так как он является управляющим протоколом для метода LACK.

Дальнейшая передача аудио пакетов осуществляется с помощью протокола RTP, принцип функционирования которого заключается в обмене аудиоданными между двумя пользователями. Особенность протокола RTP состоит в том, что он присваивает каждому исходящему пакету временные метки, обрабатываемые на приемной стороне. Это позволяет принимать данные в правильном порядке, снижает влияние неравномерности времени прохождения пакетов по сети, восстанавливает синхронизацию между аудио и видео данными, передаваемыми по каналу связи. RTP-сессия устанавливается на основе отправленных и полученных SDP (*Session Description Protocol*) параметров, которые описывают сессию передачи потоковых данных. Если полученные SDP параметры не устроили пользователя, то выполняется процедура повторного согласования параметров SDP (REINVITE) [2].

Чтобы пользователи смогли произвести обмен SDP-сообщениями, в которых содержатся необходимые параметры для взаимодействия, необходимо установить связь по протоколу инициализации сеанса связи (SIP, *Session Initiation Protocol*) для передачи разговора по сети. Следовательно, установление связи по протоколу SIP состоит из реализации сигнальной и разговорной частей. Это означает, что в течении реализации сигнальной части будет происходить обмен SIP сообщениями, которые первоначально клиенты отправляют на организованный проху-сервер (SIP INVITE) Также проху-сервер перенаправляет сообщения SIP 200 ОК, подтверждающие установку диалога между, так называемыми SIP агентами (пользователями). Только после данного этапа начинается реализация разговорной части, где применяется описанный выше протокол RTP, взаимодействующий с протоколом RTCP [3].

На рис. (см. ниже) приведена схема, описывающая принцип функционирования метода LACK.

Из потока RTP отправителя (P1–P6) выбирается один аудио пакет – P4, а его голосовая информация (полезная нагрузка) заменяется битами стеганограммы (1). Затем P4 намеренно задерживается перед передачей и отправляется получателю, тем самым имитируя потерю пакета в канале связи (2). При этом время задержки аудио пакета отправитель заранее согласует с получателем, таким образом, чтобы время задержки P4 превосходило среднее время задержки пакетов, передаваемых по организованному каналу связи, на некоторую величину  $\Delta t$ . Величина  $\Delta t$  будет варьироваться в зависимости от свойств организованного канала связи. Из-за того, что случайно аудио пакеты без стеганограммы могут потеряться в канале связи и время их за-

держки будет превышать границу, по которой получатель принимает решение об отбрасывании пакета (3). Для того чтобы принимающая сторона однозначно принимала решение об отбрасывании пакета, отправителю и получателю необходимо заранее договориться о порядке отправки пакетов со стеганограммой, например, каждый 10 пакет будет содержать стеганограмму. Тем самым получатель при приеме однозначно определит, какой пакет содержит скрытую информацию. Также для повышения сложности обнаружения скрытой информации, передаваемой по открытому каналу связи, стеганограмму необходимо шифровать. Получатель расшифрует стеганограмму и извлечет скрытую информацию перед отбрасыванием пакета (4).

Поскольку полезная нагрузка умышленно задерживаемых пакетов используется для передачи секретной информации получателям, осведомленным о стеганографическом обмене сообщениями, никаких дополнительных пакетов не отправляется [3].

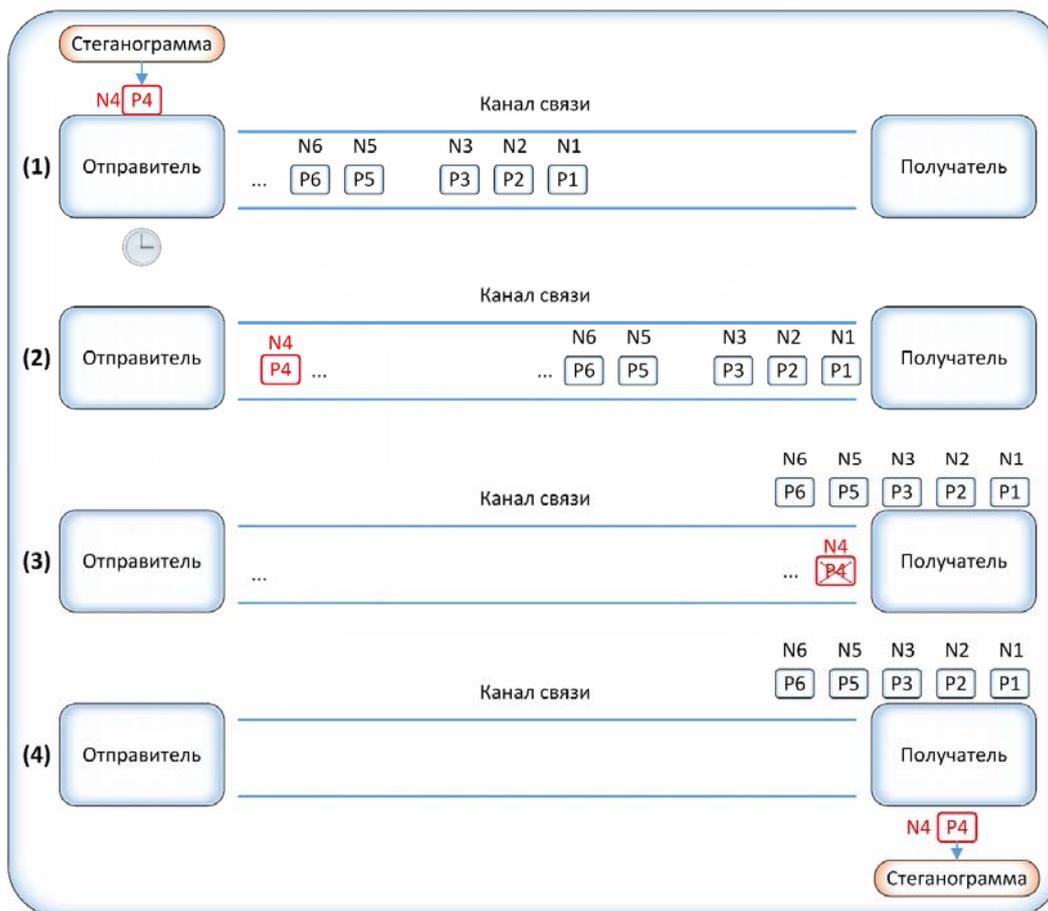


Рис. Принцип функционирования метода LACK

Безусловно, данный стеганографический метод может применяться при построении скрытых каналов передачи данных в сетях с коммутацией пакетов. Можно сделать вывод о том, что данный метод обладает средней

сложностью обнаружения, так как при намеренных задержках RTP-пакетов возникает ухудшение качества связи, что вызывает подозрение у прослушивающих наблюдателей. Также реализация данного метода слишком сложна, и может быть невозможна в пределах некоторых операционных систем.

#### Список используемых источников

1. Белкина Т. А. Аналитический обзор применения сетевой стеганографии для решения задач информационной безопасности // Молодой учёный. 2018. № 11. С. 36–44.
2. Пескова О. Ю., Халабурда Ю. Г. Применение сетевой стеганографии для скрытия данных, передаваемых по каналам связи [Электронный ресурс] // Известия ЮФУ. Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 4. С. 167–176. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-setevoy-steganografii-dlya-skrytiya-dannyh-peredavaemyh-po-kanalam-svyazi> (дата обращения 10.12.2019).
3. Wojciech M., Lubacz J., Szczypiorski K. On steganography in lost audio packets // Wiley Online Library. 2011.

УДК 004.772  
ГРНТИ 20.53.23

## ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА СЕТЕВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ НА ОСНОВЕ ПОВТОРНОЙ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ

**А. В. Кирьянов, Н. О. Пищулин**

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

*Для сетевого стека семейства Windows предложено решение работы алгоритма гибридного метода сетевой стеганографии RSTEG с некоторыми модификациями.*

*Представлена схема классификации методов сетевой стеганографии и алгоритм работы метода RSTEG. Приведено описание программной реализации. Предложено практическое применение метода.*

*сетевая стеганография, повторная передача пакетов TCP, алгоритм RSTEG.*

Возможности современных средств связи требуют разработки специальных средств безопасного хранения и передачи информации. Сетевая безопасность становится все более актуальной ввиду увеличения объема данных, пересылаемых по локальным и глобальным сетям. Для защиты информации от несанкционированного доступа при передаче по сети необходимо обеспечивать конфиденциальность и целостность данных.

Сетевая стеганография – вид стеганографии, в котором в качестве носителей скрытых данных используются сетевые протоколы модели OSI – эталонной модели взаимодействия открытых систем [1]. Классификация методов сетевой стеганографии представлена на рис. 1.

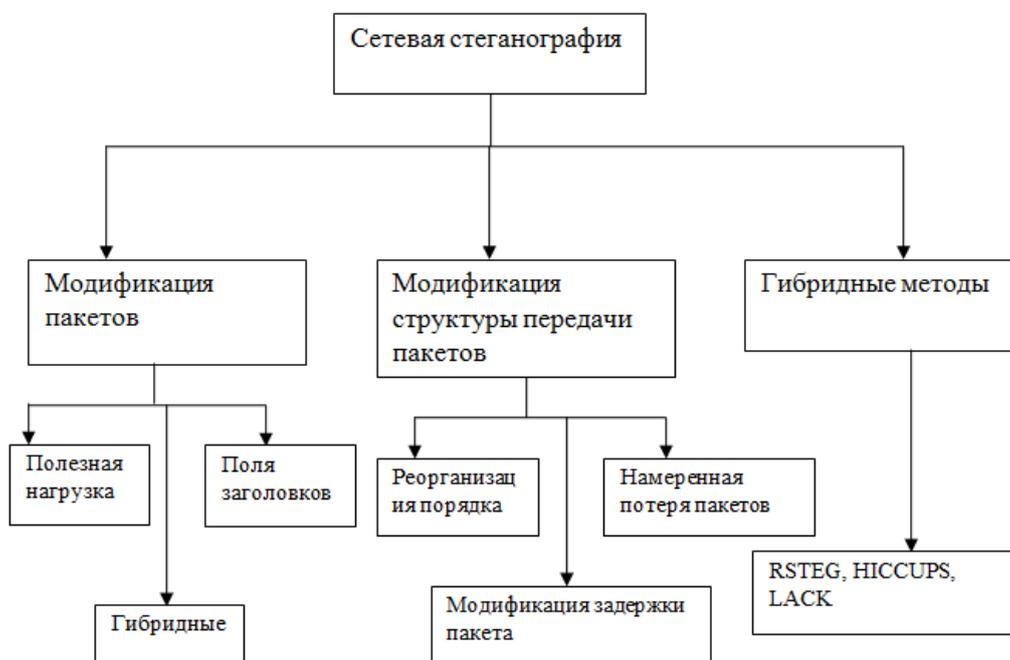


Рис. 1. Классификация методов сетевой стеганографии

Сетевую стеганографию можно подразделить на ряд направлений: модификация структуры передачи пакетов, изменения полей пакетов, гибридные методы. Каждый из методов сетевой стеганографии использует особенности работы того или иного сетевого протокола, либо поля полезной нагрузки для передачи скрытой информации. Гибридные методы изменяют как содержимое пакетов, так и порядок их передачи [2].

Целью данной работы является подход к программной реализации метода сетевой стеганографии RSTEG (*Retransmission Steganography*).

Метод RSTEG относится к гибридным методам. Он основан на надежном протоколе транспортного уровня TCP, в частности на работе таймеров повторной передачи.

Данный метод базируется на скрытии данных внутри пакетов TCP. Основной принцип работы метода RSTEG заключается в том, чтобы не подтверждать успешно принятый пакет для преднамеренного запуска повторной передачи. На рис. 2 (см. ниже) приведена схема, описывающая принцип функционирования метода RSTEG [1].

Отправитель и получатель организуют сеанс связи, осуществляется обмен легальными данными. В некоторый момент времени отправитель решает передать стенограмму. Для сигнализации получателю о том, что в следующем пакете будет передана стеганограмма, в поле заголовка

пакета записывается последовательность, которая заранее известна получателю. В момент получения пакета получатель преднамеренно не отправляет сообщение о том, что пакет принят, вследствие чего на стороне отправителя истекает таймер повторной передачи, и он вынужден повторно передать данные. До повторной передачи, в легальные данные встраивается стеганограмма, и данный пакет отправляется получателю, на что он намеренно не отправляет ответ об успешном приеме данных. Это влечет за собой повторную передачу пакета с легальными данными [2].

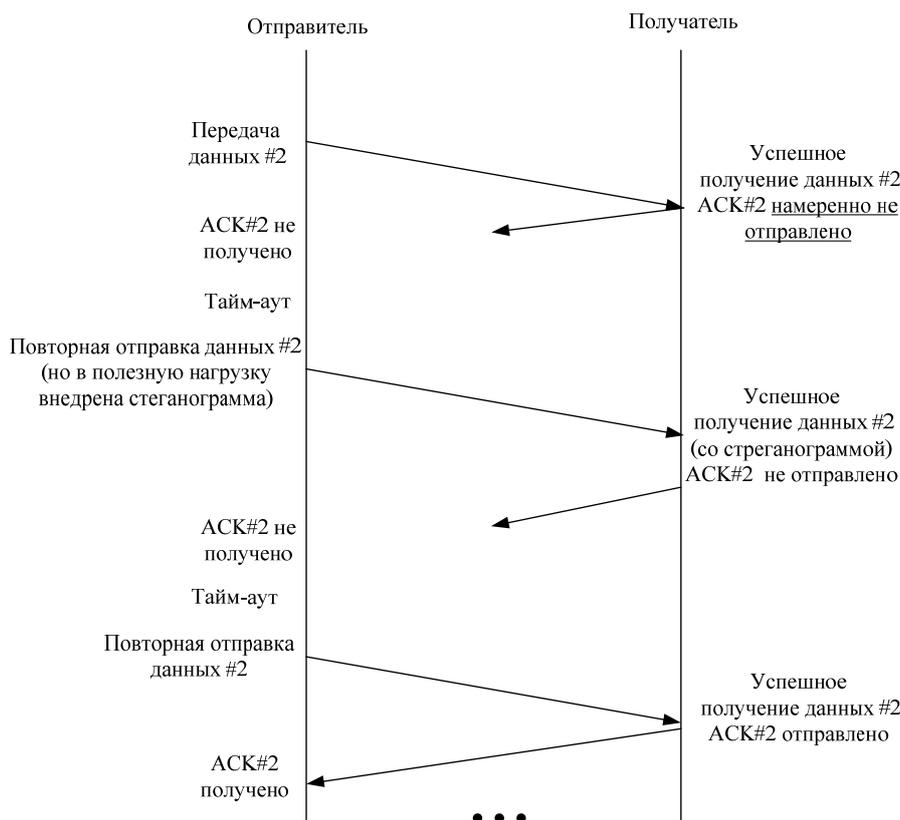


Рис. 2. Общий алгоритм работы RSTEG

Для формирования сетевых пакетов была использована свободная расширяемая библиотека Scapy – инструмент создания и работы с сетевыми пакетами, проведения исследований в области информационной безопасности [3].

Выбранный файл для отправки и стеганограмма делятся на равные части. Деление происходит таким образом, чтобы блок передаваемых данных был больше, чем блок передаваемой стеганограммы. Во избежание выявления скрытой передачи при анализе трафика, принимается так, что на 100 пакетов с легальными данными приходится 1 пакет со стеганограммой. Для сигнализации о передаче стеганограммы в поле полезной нагрузки TCP заголовка записывается 16 битная последовательность, которая известна

принимающей стороне. Структура пакета со стеганограммой представлена на рис. 3.

После отправки пакета со стеганограммой продолжается обмен легальными данными. Отправка следующей части стеганограммы осуществляется после передачи очередных 100 TCP – пакетов с легальными данными.

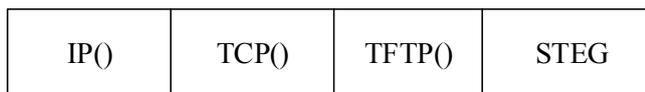


Рис. 3. Структура пакета со стеганограммой

Реализация, описанного метода сетевой стеганографии на основе повторной передачи пакетов, позволяет осуществлять передачу данных по сети, скрывая их в общем потоке трафика. Практическое применение данного метода стеганографии может быть полезным при построении каналов скрытой передачи информации, используемых для обхода различного рода ограничений, накладываемых межсетевыми экранами или системами фильтрации трафика.

#### Список используемых источников

1. Mazurczyk W., Smolarczyk M., Szczypiorski K. Retransmission steganography and its detection // Soft Computing. 2009. Vol. 15. No 3. PP. 505–515.
2. TCP Selective Acknowledgment Options [Электронный ресурс]. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc2018> (дата обращения 30.11.2019).
3. Scapy – программная библиотека для манипулирования сетевыми пакетами на языке программирования Python [Электронный ресурс]. URL: <https://scapy.net> (дата обращения 30.11.2019).

УДК 004.006.354  
ГРНТИ 81.93.29

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СКАНЕРОВ УЯЗВИМОСТЕЙ В СЕТЯХ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**О. М. Лепешкин, А. С. Шуравин**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого

*Известно, что в настоящее время даже технологически развитые страны мира не способны эффективно предупреждать и отражать компьютерные нападения на критическую инфраструктуру. По этой причине поисковые исследования в области мониторинга безопасности сетей связи злободневны и привлекают к себе самое пристальное внимание со стороны специалистов.*

*ведомственная сеть связи, инфокоммуникационная сеть, угроза, уязвимость, компьютерная атака, компьютерная разведка, сканер уязвимостей, Nessus, OpenVas, XSpider, Сканер-ВС.*

Черный рынок вредоносного программного обеспечения (ПО) содержит предложения по продаже массивов зараженных персональных компьютеров (ПК), описаний неопубликованных уязвимостей, программ-шифровальщиков для защиты от сигнатур антивирусного ПО и т. д, а избыточная пропускная способность каналов связи и отточенные за последние годы алгоритмы распространения в глобальных сетях позволяют вредоносному коду захватывать огромные парки компьютеров за считанные часы и дни [1].

На сегодняшний день, продолжают функционировать известные [2] и набирают популярность вновь создаваемые базы данных уязвимостей информационных систем (ИС). Большинство Российских ГОСТов, относящихся к проблемам безопасности и защиты информации, содержит термин «Уязвимость», а есть специализированные, содержащие в себе правила описания уязвимостей, содержание и порядок выполнения работ по их выявлению и оценке рисков, связанных с их эксплуатацией [3].

Примером актуальности ведения работы в направлении выявления и устранения уязвимостей, является, подтверждение специалистами центра безопасности института Иннополис известной проблемы использования преступниками уязвимостей версий ПО в корпоративной (ведомственной) инфраструктуре в сочетании с ранее неизвестными приемами информационно-технического воздействия. Полученные данные соответствуют статистике по выявленным уязвимостям устаревшего ПО, подготовленной компаниями Positive Technologies и «Лаборатория Касперского» в 2016 году. Сегодня известно, что для нескольких семейств маршрутизаторов и модемов, функционирующих под управлением одного из клонов операционной системы (ОС) Linux была разработана удаленная атака, позволяющая получить полный контроль над устройством и использовать его для дальнейшего распространения этого же кода.

Таким образом, успешная реализация злоумышленником обнаруженных уязвимостей может вызвать утечку критически важной информации, потерю контроля над системой связи и управления [4].

Уязвимость (брешь, изъян защиты) информационной системы – свойство информационной системы, представляющее возможность реализации угроз безопасности, обрабатываемой в ней информации [5].

На рис. 1 перечислены наиболее распространенные компьютерные атаки (КА), организованные с использованием известных уязвимостей ИС.

Одним из наиболее опасных видов угроз информации, обрабатываемой в технических средствах ИС сетей связи специального назначения (СССН),

является угроза несанкционированного доступа (НСД) к защищаемой информации. Угрозы, связанные с несанкционированным доступом (НСД), представляются в виде совокупности обобщенных классов возможных источников угроз НСД, уязвимостей программного и аппаратного обеспечения, способов реализации угроз, объектов воздействия (носителей защищаемой информации, директориев, каталогов, файлов и т. д.) и возможных деструктивных действий.

Специалисты ФСТЭК России в своих руководящих документах описывают возможность НСД такой формализованной записью: угроза НСД: = <источник угрозы>, <уязвимость программного или аппаратного обеспечения>, <способ реализации угрозы>, <объект воздействия>, <несанкционированный доступ> [6]. Отсюда следует, что уязвимости ИС могут быть использованы для НСД к защищаемой информации, а их выявление ставится во главу угла для качественной обороны собственных ИС. Кроме того, поиск уязвимостей ведется не только подразделениями, обеспечивающими безопасность информации, но и потенциальным противником. В узких кругах данное мероприятие носит название «Компьютерная разведка» [7].

Компьютерная разведка обеспечивает добывание разведывательной информации путем удаленного доступа и преднамеренных деструктивных воздействий на информационные ресурсы информационно-вычислительных сетей и отдельных ЭВМ, подключенным к сетям связи общего пользования.

С точки зрения ведомственных сетей связи, внешними угрозами, представляющими наибольшую опасность, являются:

- все виды разведывательной деятельности зарубежных государств;
- информационно-технические воздействия (в том числе радиоэлектронная борьба, проникновение в компьютерные сети);
- диверсионно-подрывная деятельность специальных служб иностранных государств, осуществляемая методами информационно-психологического воздействия;

Атаки	%
<i>smurf</i>	57,32215
<i>neptune</i>	21,88491
<i>normal</i>	19,85903
<i>satan</i>	0,32443
<i>ipsweep</i>	0,2548
<i>portsweep</i>	0,21258
<i>nmap</i>	0,04728
<i>back</i>	0,04497
<i>warezclient</i>	0,02082
<i>teardrop</i>	0,01999
<i>pod</i>	0,00539
<i>guess_passwd</i>	0,00108
<i>buffer_overflow</i>	0,00061
<i>land</i>	0,00043
<i>warezmaster</i>	0,00041
<i>imap</i>	0,00024
<i>rootkit</i>	0,0002
<i>loadmodule</i>	0,00018
<i>ftp_write</i>	0,00016
<i>multhop</i>	0,00014
<i>phf</i>	0,00008
<i>peri</i>	0,00006
<i>spy</i>	0,00004

Рис. 1. Компьютерные атаки, организованные с применением известных уязвимостей ИС

– деятельность иностранных политических экономических и военных структур, направленная против интересов российской федерации в сфере обороны [8].

Причинами возникновения уязвимостей являются:

ошибки при проектировании и разработке программного (программно-аппаратного) обеспечения;

преднамеренные действия по внесению уязвимостей в ходе проектирования и разработки программного (программно-аппаратного) обеспечения;

неправильные настройки программного обеспечения, непропорциональное изменение режимов работы устройств и программ;

несанкционированное внедрение и использование неучтенных программ с последующим необоснованным расходом ресурсов (загрузка процессора, захват оперативной памяти и памяти на внешних носителях);

внедрение вредоносных программ, создающих уязвимости в программном и программно-аппаратном обеспечении;

несанкционированные неумышленные действия пользователей, приводящие к возникновению уязвимостей;

сбои в работе аппаратного и программного обеспечения (вызванные сбоями в электропитании, выходом из строя аппаратных элементов в результате старения и снижения надежности, внешними воздействиями электромагнитных полей технических устройств и др.) [9].

Инструменты сканирования на уязвимости помогают обнаруживать лазейки безопасности в приложении, операционных системах, оборудовании и сетевых системах.

Вне зависимости от используемого продукта, порядок выявления уязвимостей представляет собой циклический процесс, включающий следующие основные компоненты (рис. 2, см. ниже).

Коротко рассмотрим возможности наиболее популярных применяемых сегодня сканеров уязвимостей. По мере перечисления сканеров уязвимостей в тексте, нами нарочно не упоминаются все их возможности, так как в большинстве случаев, они идентичны. Вместо этого, внимание читателя будет сконцентрировано на особенностях некоторых из них.

### *Nessus Vulnerability Scanner*

Nessus стал своего рода стандартом для сканеров уязвимостей. Немало достаточно крупных организаций по всему миру используют Nessus в комплексе информационной безопасности.

Nessus относится к семейству сетевых сканеров, позволяющих осуществлять поиск уязвимостей в сетевых сервисах, предлагаемых операционными системами, межсетевыми экранами, фильтрующими маршрутизаторами и другими сетевыми компонентами. Для поиска уязвимостей используются как стандартные средства тестирования и сбора информации

о конфигурации и функционировании сети, так и специальные средства, эмулирующие действия злоумышленника по проникновению в системы, подключенные к сети.



Рис. 1. Процесс работы сканера уязвимостей

С недавнего времени даже правительство США начало его использование для сканирования собственных уязвимостей. Сегодня почти каждый федеральный офис и военная база США во всем мире применяет Nessus.

Изначально данный сканер выпускался с открытым кодом. Однако, после его приобретения компанией Tenable, данный сканер является коммерческим продуктом (версия *Professional*).

Как и большинство сканеров уязвимостей, программа имеет клиент-серверную архитектуру. Сервер устанавливается на локальном хосте, а в роли клиента выступает браузер; управление сканером осуществляется через веб-интерфейс.

Среди функций анализа защищенности можно выделить: сканирование активов и сетей, запуск по расписанию, выборочное сканирование, анализ выполненного сканирования в автоматическом режиме. Nessus позволяет выявить:

- ненадлежащее использование общего интерфейса шлюза;
- уязвимости протокола передачи файлов по сети;
- возможность удаленного доступа к командному интерпретатору;
- получение нелегитимным пользователем прав суперпользователя;
- неправомерное использование службы каталогов;
- удаленный доступ к файлам;

- ненадлежащее использование удалённого вызова процедур;
- неправомерное управление пользователями;
- наличие уязвимых версий служб или доменов;
- ошибки в конфигурации оборудования;
- наличие паролей по умолчанию, пустых, или слабых паролей.

Одним из плюсов использования Nessus, является возможность использования плагинов. Плагины можно рассматривать как отдельные фрагменты кода, которые использует программа для проведения отдельных типов сканирования по целям. Так, плагин может быть запущен и нацелен на определенный хост и позволит:

- определить, соблюдены ли требования соответствия на разных хостах;
- определить, какие операционные системы и службы работают, какие порты задействованы;
- определить, какие программные компоненты уязвимы для атак (FTP, SSH, SMB и т. д.).

Как и в большинстве сканеров, помимо описания уязвимости, в отчете присутствует описание способа ее исправления или закрытия.

### *OpenVAS*

OpenVAS это наиболее развитый сканер уязвимостей с открытым исходным кодом. Он является базой для многих продуктов, выпускаемых компанией VMWare – крупнейшим разработчиком ПО США для виртуализации.

OpenVAS предназначен для активного мониторинга узлов вычислительной сети на предмет наличия проблем, связанных с безопасностью, оценки серьезности этих проблем и для контроля их устранения. В отличие от прочих, OpenVAS бесплатен, работает без ограничений и может быть полезен как сетевым администраторам, так и специалистам ИБ для выявления актуальных проблем своей инфраструктуры.

Данный сканер поддерживает две возможности сканирования: быстрое и глубокое. Принципиальное различие – в режиме глубокого сканирования не учитывается работа каждого предыдущего скрипта проверки и сбор информации начинается заново.

Опции сканирования сгруппированы по подразделам тестов проверки сети по различным типам операционных систем и сетевого оборудования, по настройкам различных подключаемых утилит типа nmap, nikto и др.

У OpenVAS ручная настройка может стать проблемой и требует от специалиста, с одной стороны, глубоких знаний о топологии и нюансах сканируемой сети, с другой стороны, определенных знаний используемых команд, так как в ручном режиме управление утилитой проводится путем генерации определённых команд вручную.

*XSpider*

XSpider – продукт небезызвестной Российской компании Positive Technologies, работающей в сфере обеспечения информационной безопасности более 15 лет. Напомним, что ЗАО Positive Technologies имеет лицензию Министерства обороны на деятельность в области создания средств защиты информации, а также лицензии ФСБ России на право осуществления мероприятий и (или) оказания услуг в области защиты государственной тайны, на проведение работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну; лицензии ФСТЭК России на деятельность по разработке и производству средств защиты конфиденциальной информации, на деятельность по технической защите конфиденциальной информации. Наличие вышеперечисленных документов, безусловно, является сильной стороной компании Positive Technologies. А полученные «ведомственные» документы могут говорить действительно стоящим своих денег продукте информационной безопасности.

С момента появления на рынке (1998 год), XSpider стал известен каждому российскому специалисту по информационной безопасности и в настоящее время пользуется популярностью не только в нашей стране, но и за рубежом. Продукт был написан не программистами, а специалистами по ИБ, знающими, как и что надо проверять. Естественно, что такой известный и эффективный программный продукт, является платным.

XSpider является одним из самых удобных и эффективных инструментов анализа безопасности сети и конкретных узлов. Настройки сканирования, как и в случае с Nessus, оформляются в виде специального набора правил, называемыми профилями. При этом настраиваются как общие параметры для сетевого анализа, так и поведение сканера для конкретных протоколов. Отдельного слова заслуживает обработка RPC-сервисов с полной идентификацией, благодаря которой удается определить уязвимости различных сервисов и детальную конфигурацию компьютера в целом. Проверка слабости парольной защиты реализует оптимизированный подбор паролей практически во всех сервисах, требующих аутентификации, помогая выявить слабые пароли. Результат сканирования оформляется в виде удобного отчета, причем для каждой найденной потенциальной уязвимости выдается описание и ссылка на ресурс с подробной информацией о возможности ее устранения.

*Сканер-ВС*

Сканер-ВС – универсальный инструмент для решения широкого спектра задач по тестированию и анализу защищенности информационных систем, а также контроля эффективности средств защиты информации. «Сканер-ВС» включен в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. Он является детищем АО «НПО

«Эшелон» которое специализируется на комплексном обеспечении информационной безопасности. Непростой задачей является перечисление всех имеющихся лицензий, аттестатов и заключений, имеющиеся в «арсенале» данной компании, поэтому ограничимся сухими цифрами. Получено лицензий:

- ФСБ России – 4;
- Минобороны России – 2;
- ФСТЭК России – 9 (включая аттестаты аккредитации).

Особенности и возможности Сканер-ВС.

- поиск и верификация уязвимостей в сетевых сервисах и операционных системах;
- выявление уязвимостей, зарегистрированных в банке данных угроз безопасности информации (БДУ) ФСТЭК России;
- возможность развернуть мобильное АРМ администратора информационной безопасности в любой точке локальной вычислительной сети;
- возможность запуска с загрузочного носителя для тестирования защищенности отдельных сегментов сети без внесения изменений в конфигурацию сетевого оборудования;
- проверка стойкости паролей: по сети и локальная (по хэш-значениям);
- встроенные словари с распространенными паролями и удобный генератор словарей для подбора;
- анализ конфигурации Astra Linux SE.

Изучив предложенный материал, у читателя может возникнуть ложное мнение, что сканеры уязвимостей – универсальные инструменты, применяя которые, можно навсегда забыть о проблемах информационной безопасности. Однако, это далеко не так. Обратим внимание на ошибки в сети, против которых сканеры уязвимостей бессильны.

#### 1. Логические ошибки

Логические ошибки – это дыры в безопасности в виде ошибочной программной логики. Обычно это необнаруженные или неисправленные ошибки, когда программа выполняется не так, как задумано. Пример – входная Web-страница, которая проводит аутентификацию не совсем корректно. Еще один пример – ошибка, позволяющая пользователям получить больше привилегий, чем они должны иметь. Общеизвестные логические ошибки наиболее употребительных программ могут быть включены в тесты уязвимостей Nessus, но большинство из них слишком сложно обнаружить, что удается, как правило, только специально занимающимся этим хакерам.

#### 2. Необнаруженные уязвимости

Тестирование уязвимостей основывается на опубликованных отчетах об уязвимостях. Обычно после сообщения об уязвимости для системы пишется специальный дополнительный модуль. Для программ с открытыми

исходными текстами это может потребовать всего лишь нескольких дней. Однако в течение этого времени окно уязвимости остается открытым, так как сканер не может найти дыр в безопасности, хотя они существуют.

### 3. Индивидуальные приложения

Средства тестирования уязвимостей обычно ориентированы только на опубликованные программы, коммерческие или с открытыми исходными текстами. Если вы применяете программу, которая была разработана только для внутреннего использования, тестирование уязвимостей, вероятно, ничего не сможет в ней проверить. Если она опирается на стандартные протоколы или подпрограммы, такие как HTTP, FTP, или SQL, то некоторые из этих тестов будут применимы.

Как и в большинстве компаний, в ведомственных сетях связи не бывает такого момента, когда ее активы статичны. Нередко меняется оборудование, обновляется ПО, ОС, эволюционирует топология сети, добавляются и выводятся устройства, серверы и т. д. Вследствие этих действий, в сети могут появляться уязвимости, или ошибки, которые, зачастую, критически влияют на безопасность данных.

В современных условиях системный администратор физически не сможет уследить за всем, что происходит в сети, а уж тем более вручную обнаружить и устранить все уязвимости. Ярким примером угрозы является вирус WannaCry, который поразил невероятное количество компаний по всему миру. А основной причиной заражения являлась уязвимость устаревшей операционной системы на одном из компьютеров сети. Вот здесь на помощь и приходят сканеры уязвимости, которые представляют несомненно мощный инструмент обеспечения безопасности сетевой инфраструктуры.

Рассмотрим объективные стороны невозможности применения сканеров уязвимостей.

1. Отсутствие «универсального» сканера уязвимостей, обнаруживающего уязвимости всех сетевых ресурсов.

2. Качество выявления уязвимостей зависит от времени обновления баз данных уязвимостей фирмой-производителем конкретного сканера.

3. Определенные риски, связанные с использованием баз данных уязвимостей, которые находятся в сетях связи общего пользования.

4. Не всегда объективная картина найденных уязвимостей (чаще всего, этот недостаток характеризуется при сканировании больших сегментов сети, занимающий по времени от нескольких суток).

5. Невозможность проверки конфигурационных файлов сетевого оборудования.

6. Необходимость ручного ввода множества аутентификационных данных инфраструктуры сети при подготовке объекта к процессу сканирования, что может привести к компрометации этих данных.

7. Отсутствие возможности анализа и выявления алгоритмов работы активного сетевого оборудования.

8. Высокая рыночная стоимость данных продуктов безопасности.

Проведенный анализ показал, что сканеры уязвимостей имеют сравнительно узкую область применения и направлены на решение задач оценки защищенности информационной системы. Невозможность применения данных программных средств в сетях связи специального назначения, обусловлена: во-первых, их высокой стоимостью, во-вторых, отсутствием постоянного доступа к сети интернет на объектах обеспечения безопасности, в-третьих, ввиду отсутствия «универсального» сканера уязвимостей, способного найти все уязвимости.

#### Список используемых источников

1. Петренко С. А., Ступин Д. Д. Национальная система раннего предупреждения о компьютерном нападении: научная монография / Под общей редакцией С. Ф. Боева. Университет Иннополис. – Иннополис: «Издательский Дом «Афина», 2017. 440 с.

2. ГОСТ Р 56546-2015. Уязвимости информационных систем. Классификация уязвимостей информационных систем. М. : Стандартинформ, 2016-04-01, 11 с.

3. Карпов А. В., Лепешкин О. М., Новиков П. А., Шостак Р. К. Способ сетевого мониторинга объектов и систем связи // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2018 Т.4. С. 442–445.

4. Дождиков В. Г., Салтан М. И. Краткий энциклопедический словарь по информационной безопасности. М. : ИД «ЭНЕРГИЯ», 2012. 40 с.

5. Лепешкин М. О., Бурлов В. Г. Синтез модели процесса управления техническими системами на основе теории радикалов // Нейрокомпьютеры и их применение. Тезисы докладов / Под редакцией А. И. Галушкина, А. В. Чечкина, Л. С. Куравского, С. Л. Артеменкова, Г. А. Юрьева, П. А. Мармалюка, А. В. Горбатова, С. Д. Кулика. 2016. С. 18–19.

6. Шуравин А. С., Новиков П. А. Современные угрозы безопасности информации, передаваемой с использованием узлов связи автоматизированной цифровой системы связи // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2019. С. 181–183.

7. Шостак Р. К., Новиков П. А., Шуравин А. С., Лепешкин М. О. Критерии и показатели оценки сетевого мониторинга защищенности узлов связи сети передачи данных от деструктивных программно-аппаратных воздействий // Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 95–96.

8. Белов К. Г., Лепешкин О. М., Шуравин А. С. Метод внедрения цифрового водяного знака на базе морфологической обработки изображения и модулярной арифметики // Нейрокомпьютеры и их применение XVII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2019. С. 100–101.

9. Burlov V., Lepeshkin O. Modeling the process for controlling a road traffic safety system based on potentially active elements of space and time // Transportation Research Procedia 2017. С. 94–96.

УДК 004.056.53  
ГРНТИ 78.01.29

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА КАНАЛЬНОМ И СЕТЕВОМ УРОВНЯХ

**В. А. Назарова, Д. С. Самаркин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Оценка защищенности испытательного комплекса предназначена для определения уровня защищенности испытательного комплекса на канальном и сетевом уровнях. Сложность реализуемых функций защиты, значительная доля нечетко определенных исходных данных, большое количество защитных мер, сложность их взаимосвязей делают задачу оценки защищенности испытательного комплекса в целом исключительно сложной.*

*ИТКС ВН, канальный уровень, сетевой уровень, цифровой поток.*

Защитные действия, ориентированные на обеспечение информационной безопасности, характеризуются целым рядом параметров, отражающим направления действий. Так, по характеру угроз защитные действия ориентированы на защиту информации от утечки, несанкционированного и непреднамеренного воздействия (рис. 1, см. ниже).

Достижение целей защитных действий оценивается как защищенность от разведки и защищенность от утечки по техническим каналам. Таким образом, оценку защищенности испытательного комплекса целесообразно провести на основе результатов моделирования как оценку защищенности испытательного комплекса на канальном и сетевом уровнях [1].

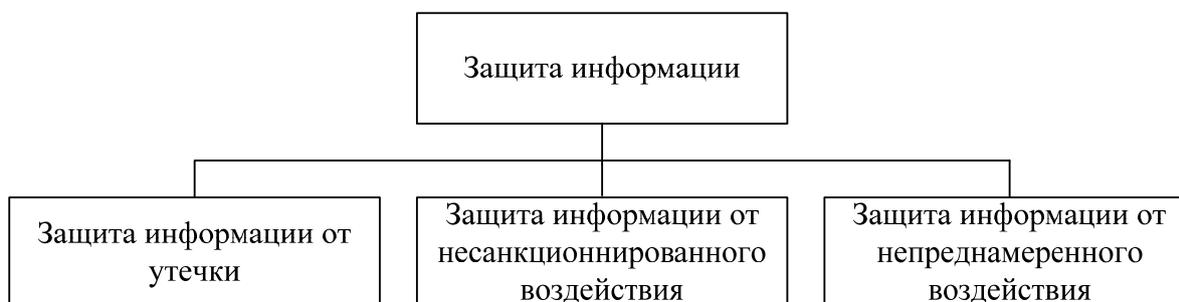


Рис. 1. Защитные действия по характеру угроз

Под защищенностью испытательного комплекса (ИК) на канальном и сетевом уровнях понимается способность противостоять вскрытию противником средствами технической компьютерной разведки информационно-телекоммуникационной сети испытательного комплекса.

Основной составной частью ИК является ИТКС, которую рассмотрим, как передающую среду, состоящую из подсетей передачи данных в виде узлов коммутации связанных линиями и каналами связи.

Для осуществления перехвата в сети испытательного комплекса одним из условий является наличие возможности вскрытия с первоначальным физическим доступом к сетевым коммуникациям. Для этого используются технические средства: устройства ввода-вывода; устройства подключения к сетевым магистралям; средства анализа информационных потоков; специальное программное обеспечение (СПО), программные средства аутентификации и перехвата данных, программы сканирования портов и другие программы [2].

Предполагаем, что противник располагает в некоторой точке сети. В межсетевых условиях он принимает вид шлюза в некоторой промежуточной сети, которая обеспечивает путь соединения между двумя процессами, являющимися концами интересующего противника соединения (рис. 2).

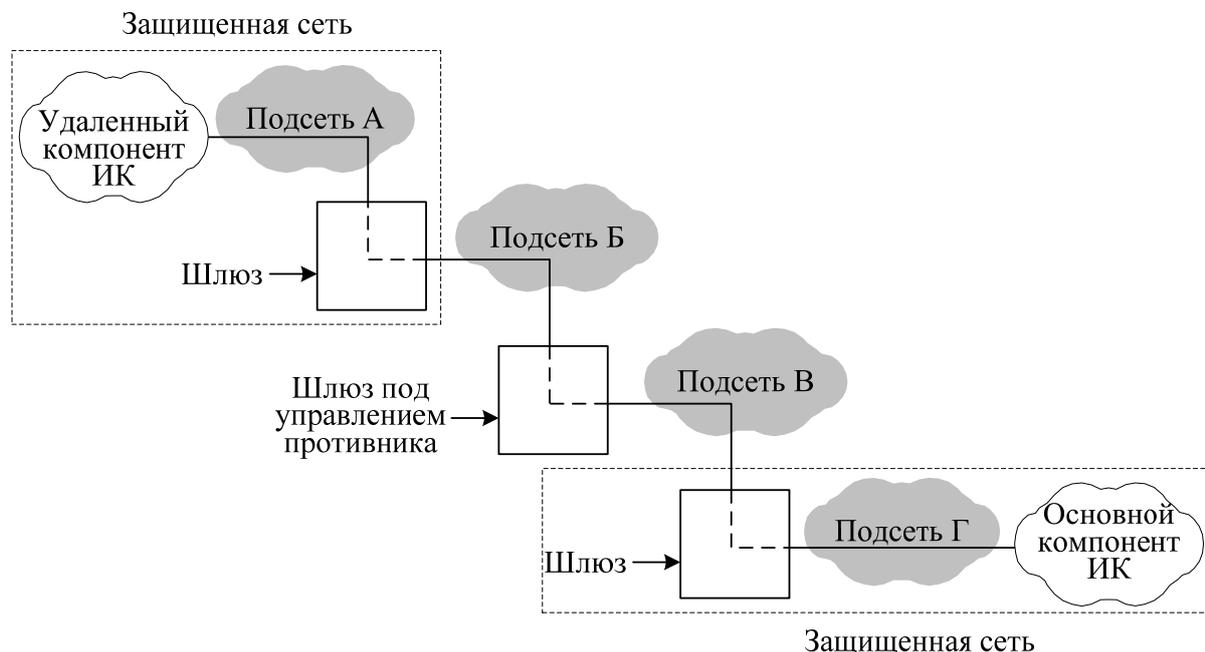


Рис. 2. Противник в условиях взаимодействия сетей

В этом случае, несмотря на то, что сеть-источник (А) и сеть-адресат (Г) защищены, противник может воздействовать на соединение, так как оно проходит через шлюз, соединяющий сети (Б) и (В). В общем случае предполагается, что противник занимает позицию, позволяющую осуществлять воздействия как пассивного, так и активного типов перехвата.

Среднее время вскрытия сети испытательного комплекса определяется:

$$\bar{t}_{\text{вскр}} = \bar{t}_{\text{П}_\text{п}} + \bar{t}_{\text{А}_\text{п}} + \bar{t}_{\text{пр}_\text{СЗ}},$$

где  $\bar{t}_{\text{П}_\text{п}}$  – среднее время пассивного перехвата;  $\bar{t}_{\text{А}_\text{п}}$  – среднее время активного перехвата;  $\bar{t}_{\text{пр}_\text{СЗ}}$  – среднее время преодоление защиты испытательного комплекса.

Рассчитав среднее время вскрытия  $\bar{t}_{\text{вскр}}$ , и используя аналитические выражения, полученные в результате разработки модели обеспечения информационной безопасности испытаний, возможно рассчитать вероятность вскрытия ИТКС испытательного комплекса.

#### *Определение среднего времени на проведение пассивного перехвата*

В случае пассивного перехвата противник только следит за сообщениями без вмешательства в их поток. Он анализирует цифровую последовательность, которая образует кадры на канальном уровне и далее пакеты данных на сетевом уровне, которые в свою очередь образуют цифровой поток.

Противник имеет возможность представить работу любого протокола и выявить его уникальные свойства с целью дальнейшего воздействия.

Определив пропускную способность канала связи  $V$  и необходимый объем информации  $S_{\text{ЦП}}$ , рассчитывается среднее время анализа цифрового потока (ЦП):

$$\bar{t}_{\text{ан}_\text{ЦП}} = \frac{S_{\text{ЦП}}}{V}.$$

Проведя анализ ЦП, противнику необходимо выявить правила их обмена, т. е. работу протоколов. Следовательно, рассчитывается среднее время, затрачиваемое противником на анализ работы протоколов:

$$\bar{t}_{\text{ан}_\text{П}} = \frac{S_{\text{П}}}{V}.$$

Таким образом, среднее время проведения пассивного перехвата определяется, как:

$$t_{\text{П}_\text{п}} = t_{\text{ан}_\text{ЦП}} + t_{\text{ан}_\text{П}}.$$

#### *Определение среднего времени на проведение активного перехвата*

Противник, получив достаточное количество основных характеристик сети ИК, сравнивает их с имеющейся базой уязвимостей. В результате успешной реализации всех этапов активного перехвата будут получены параметры анализируемой ИТКС ИК (табл.).

В результате, среднее время активного перехвата определяется, как:

$$\bar{t}_{A_{\Pi}} = \bar{t}_{\text{скан}} + \bar{t}_{\text{ск\_пр}} + \bar{t}_{\text{ф\_назн}} + \bar{t}_{\text{уязв}}.$$

Время, затрачиваемое противником на преодоление системы защиты сети ИК, зависит от того какая выявленная уязвимость будет использоваться.

ТАБЛИЦА. Параметры сети ИК, вскрываемые при проведении активного перехвата

№	Параметры сети испытательного комплекса, вскрываемые при проведении активного перехвата
1.	$I_i$ – идентификатор сетевого узла (например, IP-адрес), где $i = 1, m$
2.	$m$ – количество сетевых узлов
3.	$I_{ij}$ – номера открытых портов $i$ -го узла, где $j = 1, m_{\text{порт } i}$
4.	$m_{\text{порт } i}$ – количество открытых портов $i$ -го узла
5.	$S_{ij}$ – доступные (уязвимые) сетевые службы
6.	$OC_i$ – вид операционной системы $i$ -го узла
7.	$T_i$ – техническая роль $i$ -го узла в анализируемой сети
8.	$N_i$ – характерные демаскирующие признаки $i$ -го узла

#### *Расчет среднего времени реакции системы защиты ИК*

Противник перехватывает электрические сигналы и анализирует цифровую последовательность, которая, согласно ЭМВОС, образует кадры на канальном уровне и далее пакеты данных на сетевом уровне. Пакеты данных образуют цифровой поток. Цифровые потоки иницируются благодаря работе определенных протоколов [3].

Противник, анализируя ЦП, определяет совокупность параметров, выявляет уникальные особенности цифровых потоков и протоколов, и осуществляет перехват информационного обмена между сегментами сети ИК.

Для того, чтобы определить атаку, использующую механизм фрагментации пакетов данных на сетевом уровне система обнаружения должна проанализировать минимум два цифровых потока, состоящих из одного пакета данных (ПД). При распознавании правильности работы протокола ТСР необходимо проверить три ПД. Зная объем ПД, необходимых для выявления атак и пропускную способность канала связи рассчитаем время необходимое для распознавания типа атаки. Зная пропускную способность канала связи  $V$  и определив необходимый объем информации  $S_{\text{ЦП}}$  для выявления факта перехвата рассчитаем среднее время на анализ ЦП:

$$\bar{t}_{\text{ан\_ЦП}} = \frac{S_{\text{ЦП}}}{V}.$$

Проведя анализ цифрового потока системы защиты испытательного комплекса, необходимо проверить правила их обмена, т. е. работу протоколов. Следовательно, определив необходимый объем информации  $S_{\Pi}$ , которой системе защиты должна проанализировать, можно рассчитать среднее время, которое система защиты испытательного комплекса затратит на анализ работы протоколов.

$$\bar{t}_{\text{ан}_\Pi} = K \times \bar{t}_{\text{ан}_\text{ЦП}} + \bar{t}_{\text{зад}},$$

где  $K$  – количество ЦП описывающих работу протокола;  $\bar{t}_{\text{зад}}$  – время задержки между поступлением ЦП, описывающих работу протокола.

Таким образом, среднее время обнаружения факта перехвата – реакции системы защиты определяется как:

$$\bar{t}_{\text{обн}} = \bar{t}_{\text{ан}_\text{ЦП}} + \bar{t}_{\text{ан}_\Pi} + \bar{t}_{\text{ср}}.$$

Таким образом, поставленная задача – разработать последовательность действий для расчета среднего времени обнаружения факта перехвата выполнена.

#### Список используемых источников

1. Горбачева М. А., Сагдеев А. К. Проблемы обеспечения защищенности инфотелекоммуникационной сети военного назначения при ведении информационной войны // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики, часть I. – Ростов-на-Дону : ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2015. С. 426–429.

2. Груздев Д. А., Сагдеев А. К., Сидоренко Е. Н., Суюндукова А. А. Методика обнаружения программных атак на информационно-телекоммуникационную сеть военного назначения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. 746 с. С. 194–197.

3. Груздев Д. А., Сагдеев А. К., Суюндукова А. А. Методика защиты информационно-телекоммуникационной сети военного назначения от программного подавления // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 198–200.

*Статья представлена доцентом военного учебного центра СПбГУТ, кандидатом технических наук, подполковником А. К. Сагдеевым.*

УДК 49.27.35  
ГРНТИ 49.01.85

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

О. Ю. Назарова<sup>1</sup>, А. Н. Шилина<sup>2</sup>, И. Г. Стахеев<sup>3</sup>, О. В. Титова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Донской государственный технический университет

<sup>2</sup>Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В работе проведен анализ показателей эффективности автоматизированных систем управления обеспечения безопасности телекоммуникационных систем и сетей, предложено символическое описание процесса решения задач управления обеспечением безопасности телекоммуникационных систем и сетей, разработаны предложения по совершенствованию методики оценки эффективности качества управления системой обеспечения безопасности.*

*информационная безопасность, автоматизированные системы управления телекоммуникационных систем и сетей, эффективность управления, система обеспечения безопасности.*

Современные телекоммуникационные системы и сети (ТСС) представляют собой сложный комплекс разнообразных технических средств, обеспечивающих передачу различных сообщений на любые расстояния с заданными параметрами качества. Их эксплуатация все острее ставит вопрос построения в телекоммуникациях систем информационной безопасности [1], в том числе и атак злоумышленников программными средствами.

В этой связи актуально внедрение и обслуживание программных средств, ограничивающих доступ к ресурсам ТСС, а как следствие вопрос создания и использования автоматизированных систем управления обеспечения безопасности (АСУ ОБ) ТСС и проведение оценки их эффективности.

С этой точки зрения, несмотря на отличия задач, решаемых ТСС различного назначения, звена управления, структурной топологии и используемых аппаратно-программных средств, методическая основа оценки эффективности АСУ ОБ должна быть унифицированной. Данную методику следует рассматривать с позиции верифицированности оценки эффективности решения конечных задач, стоящих перед АСУ ОБ в целом.

Совокупность свойств АСУ ОБ определяется выбранным и обоснованным множеством  $Z$  показателей качества  $n_q$ , определяющих успешность решения стоящих перед АСУ ОБ задач [2]:

$$\sum_q^1 n_q \in Z,$$

где  $q = 1, 2, \dots, Z$ .

При этом, значения всех показателей качества АСУ ОБ «закрепляются» в ее созданном варианте:

$$n_q = n_q(X), q = 1, 2, \dots, Z,$$

где  $X$  – множество реализованных характеристик защищаемого объекта и его АСУ ОБ (топология, инженерно-технические средства, алгоритмы работы, численность и квалификация персонала и т. п.).

Отличие показателя эффективности обеспечения безопасности ТСС от остальных показателей качества будет заключаться в следующем:

1) содержание (вид) показателя эффективности ТСС зависит от конкретной решаемой системой  $z_{ij}$ -й задачи по обеспечению защиты  $i$ -го объекта от  $j$ -го негативного воздействия, а его величина определяется степенью достижения цели решения этой задачи;

2) численное значение показателя эффективности ТСС  $W^{\text{TCC}}$  зависит от численного значения функционала показателей её качества, т. е.

$$W^{\text{TCC}} = \sum_q^1 n_q^{\text{TCC}} = W^{\text{TCC}}(z_{ij}, n_q^{\text{TCC}} \in Z^{\text{TCC}}, q = 1, 2, \dots, Z^{\text{TCC}} - 1) \quad (1).$$

Из выражения (1) следует, что показатели эффективности должны формироваться применительно к конкретной задаче, решаемой АСУ ОБ, и определяться степенью достижения цели функционирования ТСС.

Величина  $W_{ij}^{\text{TCC}}$  показателя эффективности ТСС применительно к конкретной задаче  $z_{ij}$ , решаемой АСУ ОБ, вместе с остальными значениями показателей качества ТСС соответствует определенной величине  $W_{ij}^{\text{АСУ ОБ}}$  показателя эффективности этой системы в целом:

$$W_{ij}^{\text{АСУ ОБ}} \longleftrightarrow W^{\text{TCC}}(z_{ij}, n_q^{\text{TCC}} \in Z^{\text{TCC}}, q = 1, 2, \dots, Z^{\text{TCC}} - 1) \quad (4).$$

В описании показателя эффективности ТСС обозначим через  $P$  - множество задач  $z_{ij}$ , решаемых органов управления АСУ ОБ.

Предположим, что для каждой задачи  $z_{ij} \in P$  управления по противодействию  $v_j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ) негативному воздействию на  $i$ -й ( $i = 1, 2, \dots, I$ )

объект безопасности (ОБ) в АСУ ОБ определено смысловое и формальное содержание показателя  $W_{ij}^{АСУ\ ОБ}$  эффективности ее решения. В качестве показателя  $W_{ij}^{АСУ\ ОБ}$  могут выступать:

- абсолютная величина снижения вероятности угрозы  $v_j$  негативного воздействия на  $i$ -й ОБ (с использованием, например, информационной системы анализа и оценки окружающей обстановки);
- степень защищенности  $i$ -й ОБ от  $j$ -го негативного воздействия (с использованием, например, АСУ управления силами и средствами АСУ ОБ);
- степень защищенности  $i$ -го ОБ от получения недопустимого ущерба  $l$ -го вида при реализации  $j$ -го негативного воздействия (с использованием, например, системы подготовки принятия решений и оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации);
- время  $t_i$ , затраченное на сбор, анализ, обработку и доведение информации до соответствующих должностных лиц или населения (с использованием, например, системы сигнализации и оповещения).

Обозначим через  $W_{ij}^+$  и  $W_{ij}^-$  соответственно значения показателя  $W_{ij}^{АСУ\ ОБ}$  при использовании в АСУ ОБ исследуемой (предлагаемой к разработке) и существующей ТСС (или при ее отсутствии). Тогда применительно к решению  $z_{ij}$ -й задачи показатель эффективности  $W_{ij}^{ТСС}$  исследуемой (предлагаемой к разработке) ТСС может быть охарактеризован величинами:

- абсолютное приращение показателя эффективности АСУ ОБ:

$$W_{ij}^{ТСС} = W_{ij}^+ - W_{ij}^-, \quad (2)$$

- относительного приращения этого показателя:

$$W_{ij}^{ТСС} (W_{ij}^+ - W_{ij}^-) / W_{ij}^- \quad (3).$$

Положительное или отрицательное значение показателей  $W_{ij}^{ТСС}$  и  $w_{ij}^{ТСС}$  в зависимости от содержания определяет, является ли указанное приращение следствием увеличения или уменьшения эффективности решения  $z_{ij}$ -й задачи при использовании АСУ.

Выбор и обоснование конкретного состава имитационной системы моделирования [3] требует глубокого анализа задач управления, выделения их основных сторон и связей и представляет собой сложную задачу, трудность которой зависит от степени изученности исследуемого процесса управления, полноты и достоверности информации о нем.

Символическое описание процесса решения управляющим органом (УО) задач противодействия негативного воздействия представлено на рис.

Рассмотрим более подробно структуру предлагаемого процесса решения управляющим органом (УО) задач противодействия негативным воздействиям.

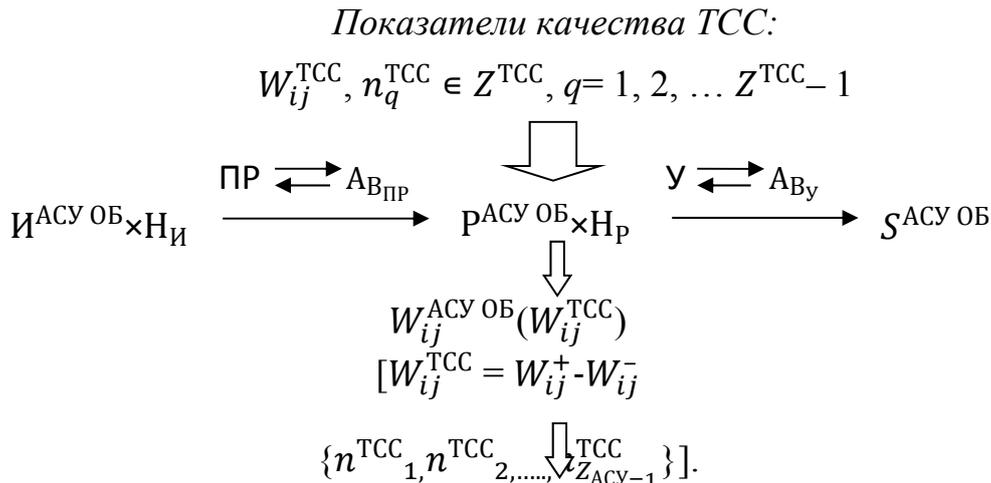


Рис. Символическое описание процесса решения задач управления обеспечением безопасности ТСС

Принятие решения задач управления обеспечением безопасности будет зависеть от  $I^{АСУ\ ОБ}$  – множества информации, поступающей в УО в результате оценки обстановки на каждом этапе управления, при множестве неопределенностей  $N_{И}$  на каждом этапе управления;  $R^{АСУ\ ОБ}$  – множества решений, принимаемых и реализуемых персоналом УО в результате оценки обстановки (анализа информации  $I^{АСУ\ ОБ}$ ), при множестве неопределенностей, сопровождающих рассматриваемый процесс управления  $N_P$ ; а так же от  $S^{АСУ\ ОБ}$  – множества состояний АСУ ОБ в результате доведения решений  $R^{АСУ\ ОБ}$  до исполнителей и реализации управляющих воздействий.

Основанием для принятия решения станут механизмы (рабочие алгоритмы) УО процесса подготовки, обоснования и принятия решений  $R^{АСУ\ ОБ}$  –  $PR$  и процессы реализации управляющих воздействий, являющиеся элементами общего алгоритма АСУ ОБ противодействия негативному воздействию –  $У$ .

Определим под негативным воздействием преднамеренное или непреднамеренное, организованное или случайное действие людей, событие или явление различной природы и характера, являющееся причиной негативных последствий для объекта безопасности в виде ущерба определенного вида и масштаба [3].

Негативные воздействия на процессы принятия решения  $B_{PR}$  и управления  $B_Y$  будут учтены алгоритмами ТСС  $A_{BPR}$  и  $A_{BY}$  соответственно.

Практическая реализация модели в рамках рассмотренной имитационной системы моделирования и использование зависимостей (2), (3) позволяют ответить на вопросы:

– какой является величина показателя эффективности АСУ  $W_{ij}^{TCC}$  при решении  $z_{ij}$ -й задачи управления при принятых в управляющем органе механизмах (рабочих алгоритмах) ее решения и алгоритмах негативных воздействий  $A_{Впр}$  и  $A_{Бу}$  на этот орган;

– какой вектор  $\{n_1^{TCC}, n_2^{TCC}, \dots, n_{Q_{АСУ}-1}^{TCC}\}$  количественных значений показателей качества АСУ соответствует оцененному значению  $W_{ij}^{TCC}$  показателя эффективности АСУ и показателю  $W_{ij}^{АСУ\text{ ОБ}}$  эффективности АСУ ОБ в целом.

Представленная в работе модель позволяет сформировать исходные данные и произвести оценку эффективности функционирования ТСС при решении управляющим органом задач обеспечения безопасности в условиях прогнозируемых негативных воздействий.

#### Список используемых источников

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (утв. 9 сентября 2000 г. Президентом Российской Федерации).
2. Научно-методические основы обеспечения безопасности защищаемых объектов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2016. 322 с.
3. Акопов А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для академического бакалавриата. М. : Издательство Юрайт, 2014. 389 с. ISBN 978-5-534-02528-6.

УДК 654.16  
ГРНТИ 49.43

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПОМЕХОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ РАДИОПОДАВЛЕНИЯ

**А. В. Новак, М. С. Пашенко, А. А. Суяндуква, Д. А. Тихомиров**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рассматривается дуэльная ситуация между системами радиосвязи и радиоподавления, возникающая при работе радиолинии в условиях воздействия противника. Представлены основные виды помеховых воздействий на радиолинии, предложены оптимальные в соответствии с критерием используемой мощности.*

*заградительные помехи, полигармонические помехи.*

Радиопомехи подразделяются не только по видам (организованные, маскирующие, заградительные) деятельности, но и по классам и назначению подавляемых радиосредств или каналов:

Помехи радиоэлектронным, оптико-электронным средствам связи, навигации, локации, управления объектами;

Радиопомехи радиолокационных станций, которые работают в режиме обзора или автоматического сопровождения цели и др.

Способ создания радиопомех определяет, в первую очередь, класс, назначение, тип радиопомех для подавления радиоэлектронных средств в зависимости от установленных значений энергии помехового сигнала, определения структуры, минимально допустимого количества источников помех, точного местоположения относительно подавляемого средства.

На сегодняшний день преднамеренные помехи формируются благодаря современному оборудованию с небольшими массогабаритными свойствами, излучающему в нужном режиме, с требуемой мощностью, в автоматическом или полуавтоматическом режиме такие помехи, как:

По подавляемой полосе частот- прицельные, скользящие, гребенчатые, заградительные;

По амплитудно-временной огибающей- модулированные (по амплитуде, частоте, фазе) и немодулированные (синусоидальные, шумовые);

По способу излучения- непрерывные, импульсные.

Влияние радиопомех на эффективное функционирование системы вынуждает применять меры, направленные на обеспечения устойчивого функционирования собственных станций в условиях радиопомех, а также на снижение эффективного функционирования противника в условиях подавления. При условии использования противоборствующих сторон возможности в максимальной степени снижению эффективности радиосредств противника [1].

Применение различных видов организованных помех необходимо для подавления радиопомех с расширением спектра, например, с использованием псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. К простым помехам для радиоэлектронного подавления можно отнести:

- шумовые заградительные помехи;
- шумовые помехи в части полосы;
- полигармонические помехи;
- ретрансляционные помехи.

Наиболее универсальная и надежная в плане помехоустойчивости считается шумовая заградительная помеха, представляющая собой ограниченный по полосе аддитивный белый гауссовский шум со спектральной плотностью мощности  $G_j$ . Модель шумовой заградительной помехи представлена на рис. (а):

$$G_j = P_j/W_s.$$

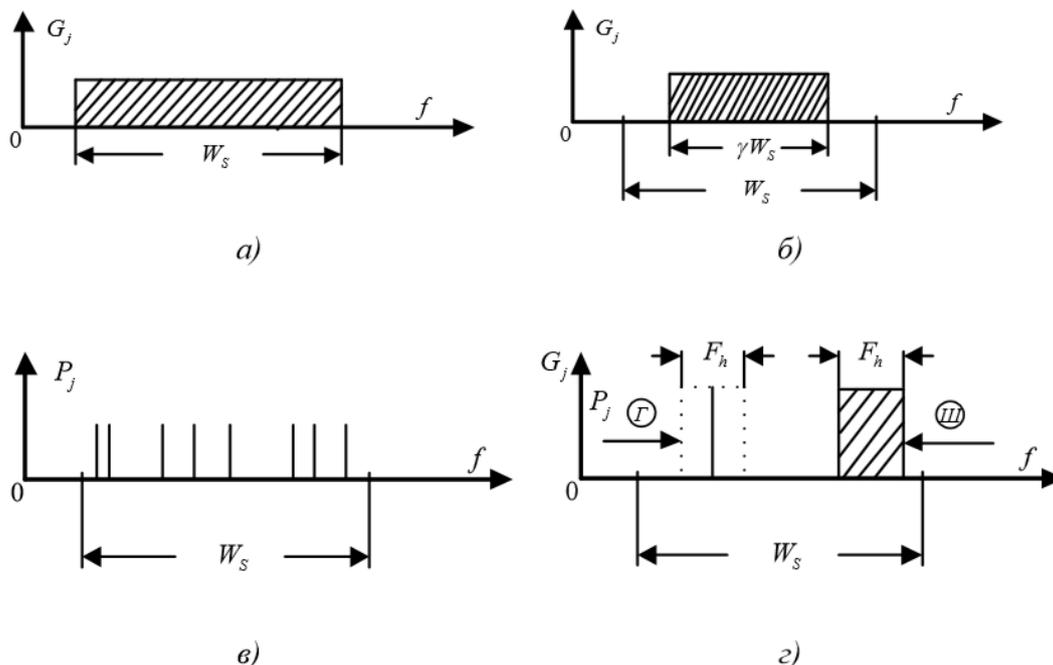


Рис. Основные виды помех, воздействующих на системы связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты

Шумовая заградительная помеха обязана перекрывать частотный диапазон системы радиосвязи, при требуемой мощности станции помех для того, чтобы подавить систему радиосвязи при всевозможных способах перестройки частоты. При этом мощность передатчика должна быть достаточно большой из-за достаточно большого частотного диапазона радиосвязи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. Вследствие этого, станции помех заградительного типа представляют собой опасность для электромагнитной совместимости других радиосредств, которые работают в том же диапазоне частот. Тем самым, станция радиопомех сама становится уязвимой. Данный факт снижает универсальность применения такого типа радиопомех, но не исключает. Так, например, шумовые заградительные радиопомехи обычно используются в оперативно-тактических операциях [2].

При ограниченной полосе частот значительно меньше диапазона частот системы радиосвязи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты мощность шумовой помехи используется гораздо эффективнее [3]. Данная помеха носит название- шумовая помеха в части полосы и продемонстрирована на рис. (б). Ниже приведена формула двухуровневой спектральной плотности мощности шумовой помехи в части полосы  $G$ :

$$G_j = \begin{cases} \frac{P_j}{\gamma W_s}, & \text{в полосе } (\gamma W_s), \\ 0, & \text{в полосе } ((1 - \gamma) W_s) \end{cases}$$

где  $\gamma$  – коэффициент, характеризующий часть полосы, занимаемую помехой,  $0 < \gamma < 1$ .

Спектральная плотность мощности шумовой заградительной помехи уменьшается в  $1/\gamma$  раз по сравнению со спектральной мощностью шумовой помехи в части полосы. На станции с помехами равномерно распределенная мощность в пределах полосы  $\gamma W_s$  происходит подавление частотных элементов сигнала с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты с вероятностью  $\gamma$ .

При определённых условиях наиболее эффективной помехой для системы радиосвязи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты является полигармоническая помеха, представляющая набор из  $l$  немодулированных гармонических колебаний одинаковой мощности, размещённых по диапазону  $W_s$  в зависимости от поставщика помех. Модель продемонстрирована на рис. (в):

$$J(t) = \sum_{i=1}^l \sqrt{\frac{2P_{j\text{общ}}}{l}} \cos(\omega_{ji}t + \varphi_{ji}).$$

Для наиболее эффективного применения полигармонической помехи стоит использовать точное наведение узкополосных помех на центральные частоты каналов радиосвязи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты и обеспечения на входе  $i$ -го приемника системы радиосвязи с определенным соотношением мощности помехи  $P_i$  и мощности сигнала  $P_s$ :

$$\frac{P_j}{l} = \frac{P_s}{\alpha},$$

где  $\alpha$  – параметр распределения мощности, выбираемое импортёром помех в соответствии с заданной стратегией, что способствует оптимизации эффективности помех. Зависимость разности фаз между помехой и сигналом формирует эффективность гармонической помехи, действующей в том же канале, где находится сигнал. Помеха может полностью подавить сигнал в результате неблагоприятных фазовых соотношениях и равенстве  $P_j = P_s$ .

Таким образом, простейшие системы радиосвязи не могут быть применены в условиях радиоэлектронного подавления и требуют разработки более помехоустойчивых систем радиосвязи.

#### Список используемых источников

1. Сагдеев А. К., Сидоренко Е. Н., Суюндукова А. А., Тихомиров Д. А. Применение теории игр для исследования радиоэлектронного конфликта // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2019. Т. 4. С. 518–521.

2. Сагдеев А. К., Суюндукова А. А. Модель взаимодействия радиолинии и станции радиоэлектронного подавления вероятного противника. общий вид, показатели эффективности // Молодой исследователь: вызовы и перспективы сборник статей по материалам СХЛ международной научно-практической конференции. 2019. С. 127–130.

3. Новак А. В., Сагдеев А. К., Сидоренко Е. Н., Суюндукова А. А. Методика мониторинга информационно-телекоммуникационной сети военного назначения во время техносферной борьбы // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2018. Т. 4. С. 367–370.

УДК 519.688

ГРНТИ 50.41.25

## АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**С. М. Одоевский, Е. Н. Чапурин, В. Е. Чапурина, Д. А. Чепрасов**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Теоретическое обоснование к разработке программного продукта, его практическую значимость при организации и построении инфокоммуникационной сети систем связи специального назначения. Раскрывает необходимость использования технологий сжатия информации при пакетной коммутации для рационального использования ресурса пропускной способности цифрового канала связи. Программный продукт дает наглядное представление о запрашиваемых ресурсах, требующихся для предоставления услуг связи должностным лицам.*

*предоставление услуг, пропускная способность, программа.*

В современных телекоммуникационных сетях специального назначения существует необходимость в рассмотрении, не только вероятностно-временных характеристик цифровых каналов связи, но и пропускной способности. Тщательный анализ данной характеристики приводит к выводу, что данный ресурс необходимо использовать рационально даже с введением новых технологий организации каналов связи, так как потребность в предоставлении большого спектра качественных услуг связи должностным лицам может его истощить. На данном этапе развития пакетной коммутации приходится прибегать к введению алгоритмов сжатия, которые передают параметры оцифрованного сигнала, достаточные для синтеза речи, с сохранением всех характеристик голоса (IP-телефония) и сокращение, удаление избыточных видеоданных с целью оптимизации передачи для видеоконференцсвязи.

Цель: на основе анализа архитектуры построения и функционирования современных стационарных узлов связи разработать предложения по организации планирования мультимедийного трафика на стационарной части системы связи специального назначения [1].

Для решения данной задачи был разработан программный продукт «Расчет и оценка пропускной способности цифрового канала связи», для оценки пропускной способности цифрового канала связи, получения более полной картины его возможностей по предоставлению услуг связи.

При разработке были учтены недостатки аналогов, уделено внимание наглядности при анализе каналов связи. Был рассмотрен весь спектр мультимедийных услуг доступных должностным лицам, на данном этапе развития современных систем связи военного назначения, учтены требования к цифровым каналам связи.

Для разработки выбрана кроссплатформенная свободная интегрированная среда QT Creator на языках C/C++. Приложение было создано и зарегистрировано для операционных систем Windows и Astra Linux.

Исходя из вышеизложенного предполагается в основной части программы реализовать следующее:

- ввод пропускной способности канала связи, подлежащего оценке;
- ввод количества требуемых услуг связи;
- выбор кодеков для каждой услуги связи;
- расчёт для формирования гистограмм с целью оценки пропускной способности канала связи;
- возможность стирания исходных данных и гистограмм для корректировки количества услуг связи;
- возможность вывода на печать окна программы (рис. 1, см. ниже), как отчета о расчетах и сохранение данного отчета в формате *.png* в каталоге программы.

Услуги связи: IP – телефония, видеоконференцсвязь, передача данных разделены на три категории в зависимости от степени важности должностных лиц органов и от качества предоставления услуг.

С учетом служебной информации используемой в сетях передачи данных, получены значения пропускной способности, приведенные в таблице (см. ниже) для обеспечения качественной видеоконференцсвязи. Полученные значения используются в программе.

При формировании данных для гистограмм учитывается направленность мультимедийного трафика, поэтому формулы для расчета запрашиваемого ресурса пропускной способности выглядят следующим образом.

$$I = (I_1 + I_2 + I_3) * 2,$$

где  $I$  – пропускная способность требующееся для обеспечения конкретной услуги связи,  $I_i$  – пропускная способность требующееся для обеспечения услуги связи  $i$ -ой категории.

Расчет и оценка пропускной способности цифрового канала связи

Исходные данные

Пропускная способность цифрового канала связи  Гбит/с

Предоставляемая услуга	Категория	Количество	Кодек
IP-телефония	I	<input type="text"/>	G.711(64 Кбит/с)
	II	<input type="text"/>	G.726(32 Кбит/с)
	III	<input type="text"/>	G.729(8 Кбит/с)
Видеоконференцсвязь	I	<input type="text"/>	h.264(1920x1080), 60 к/с
	II	<input type="text"/>	h.264(720x480), 60 к/с
	III	<input type="text"/>	h.264(352x480), 60 к/с
Передача данных	I	<input type="text"/>	
	II	<input type="text"/>	
	III	<input type="text"/>	

Рассчитать

Рис. 1. Окно программы

ТАБЛИЦА. Расчетная требуемая пропускная способность

Кодек	Разрешение	Частота кадров	Пропускная способность (Мбит/с)
<i>h.264</i>	1920×1080	60	3,73
<i>h.264</i>	1920×1080	30	1,86
<i>h.264</i>	1280×720	60	1,65
<i>h.264</i>	1280×720	30	0,82
<i>h.264</i>	720×480	60	0,62
<i>h.264</i>	720×480	30	0,31
<i>h.264</i>	352×480	60	0,30
<i>h.264</i>	352×480	30	0,15
<i>h.264</i>	320×240	20	0,1
<i>h.263</i>	704×480	30	0,30

$$C = E + Z,$$

где  $C$  – пропускная способность требуемое для обеспечения запрашиваемых услуг,  $E$  – суммарная пропускная способность с учетом предоставления всех запрашиваемых услуг связи,  $Z$  – запас пропускной способности,

имеющий процентное соотношение с суммарной пропускной способностью, величина зависит от режима работы канала связи.

### Алгоритм программы

Алгоритм выполнения программы последовательно осуществляет:

Этап 1. После установки программы в исходное положение, ввод исходных данных (пропускной способности канала связи, количества требуемых услуг связи, выбор кодеков).

Этап 2. Расчет требуемой пропускной способности в соответствии с вышеприведенными формулами.

Этап 3. Вывод результатов расчета в окне программы, а также вывод на печать в виде формализованного бланка.

Этап 4. Выбор о продолжении работы с программой [1].

### Список используемых источников

1. Буренин А. Н., Легков К. Е. Современные инфокоммуникационные системы и сети специального назначения. Основы построения и управления. М. : ООО «Издательский дом Медиа публицер», 2015. 348 с. ISBN 978-5-903650-26-2.

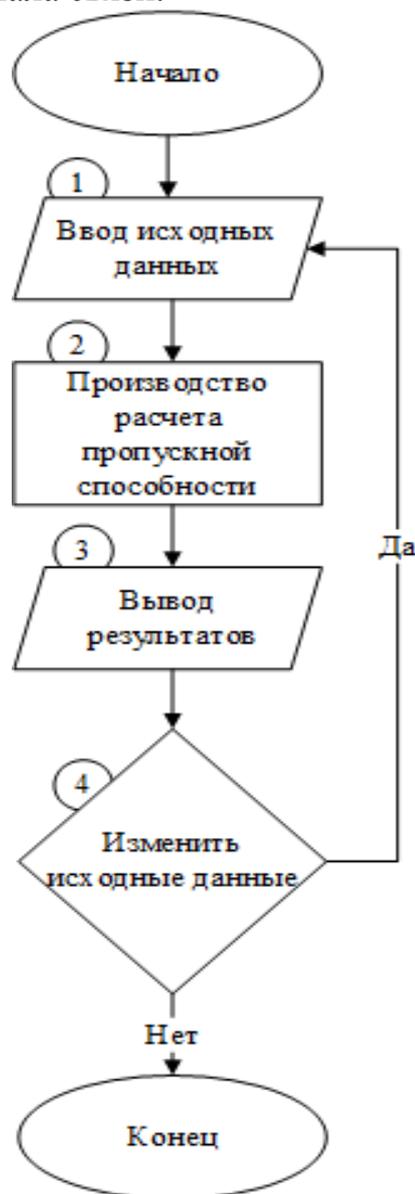


Рис. 2. Схема алгоритма программы

УДК 004.94  
ГРНТИ 59.31.37

## О ВИДЕ ФАКТОРНОГО ЗАКОНА ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОРАЖАЮЩЕГО ФАКТОРА ИСТОЧНИКОВ ЧС

Е. П. Рябинина, А. Ю. Туманов, В. А. Туманов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

*Выдвинута гипотеза о возможности замены ФЗВ в виде нормального распределения или распределения Вейбула для физических поражающих факторов источников ЧС*

единым универсальным логарифмически нормальным законом. Статистическая проверка показала, что по критерию Фишера для описания действия поражающих факторов источников ЧС на элементы конструкций предпочтительнее использовать ФЗВ в виде логарифмически нормального закона, чем по закону Вейбула.

оценка, ущерб, техногенная авария, потенциально опасные объекты, чрезвычайная ситуация.

Известно, что охарактеризовать случайную величину можно при помощи закона ее распределения. Под законом распределения случайной величины понимается соответствие, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и вероятностями принятия этих значений [1].

Целью данной работы является определение по экспериментальным данным вида закона распределения случайной скорости встречи осколков разрушенных конструкций промышленного объекта с заданной преградой и глубины его внедрения в нее.

Задачи, которые необходимо решить для реализации поставленной цели следующие:

проведение натурных испытаний образцов по разработанной методике [2, 3, 4, 5, 6, 7];

обработка статистических данных, и интерпретация полученных результатов для определения вида ФЗВ.

Из протоколов испытаний перенесем данные по глубинам внедрения осколков  $x_i$  и их скоростям  $v_i$  при подлете к преграде в таблицы для статистической обработки определения формы ФЗВ. В таблице 1 приведены данные вариант, полученных в результате баллистических испытаний. Сведем их в вариационный ряд в возрастающем порядке с указанием числа наблюдений. Построим статистическое распределение выборки  $x_i$  (мм).

ТАБЛИЦА 1. Фрагмент дискретного вариационного ряда внедрения в преграду полученных в результате испытаний преграды

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Варианты, $x_i$	3,6	3,71	3,96	4,36	4,5	4,53	4,59	4,65	4,85
№ п/п	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Варианты, $x_i$	4,92	4,96	5,26	5,38	5,44	5,48	5,81	5,97	6,24
№ п/п	19	20	21	22	23	24	25	...	27
Варианты, $x_i$	6,25	6,37	6,62	6,9	7,07	7,87	7,93	...	8,8

Для этого вычисляют размах варьирования  $R$  признака  $X$ , как разность между наибольшим и наименьшими значениями признака.

$$R = x_{\max} - x_{\min}.$$

В нашем случае  $R = 8,8 - 3,6 = 6,2$ .

Размах  $R$  варьирования признака  $X$  делится на  $k$  равных частей и таким образом определяется число столбцов (интервалов) в таблице. Число  $k$  частичных интервалов выбирают, пользуясь одним из следующих правил:

1)  $k \approx \sqrt{n}$  или 2)  $k \approx 1 + 3,221 \cdot \ln(n)$  – формула Стерджеса.

$K \approx 5,47 \approx 6$ .

Длина  $\Delta$  каждого частичного интервала определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{R}{k}.$$

Получаем  $\Delta \approx 1,03333$ , округляем до  $\Delta = 1,03$ , что соответствует количеству знаков после запятой у  $x_i$

В таблице 2 представлены данные для перехода к кумулятивной кривой и эмпирической функции распределения.

ТАБЛИЦА 2. Расчетная таблица для перехода к кумулятивной кривой и эмпирической функции распределения

	1	2	3	4	5	6
Интервалы – варианты, $(x_{i-1}; x_i)$	3,6–4,63	4,63–5,66	5,66–6,69	6,69–7,72	7,72–8,75	8,75–8,8
Частоты, $n_i$	7	8	6	2	2	1
Середины интервалов	4,115	5,145	6,175	7,205	8,235	8,775
Относительные частоты $w_i$	0.2692	0.3077	0.2307	0.0769	0.0769	0.0384
Накопленные частоты	0.2692	0,5769	0,8076	0,8845	0,9614	1

На рис. 1 (см. ниже) представлен полигон относительных частот и теоретическая плотность вероятности глубины внедрения осколков для выборки 1 (приложение В).

Наиболее употребительным средним является арифметическое среднее:

$$x_a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Данные для расчета взяты из таблицы 1:

$$x_a = \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = 5,58.$$

Арифметическое среднее является наиболее часто встречающейся оценкой математического ожидания:

$$M(x) = \bar{x}.$$

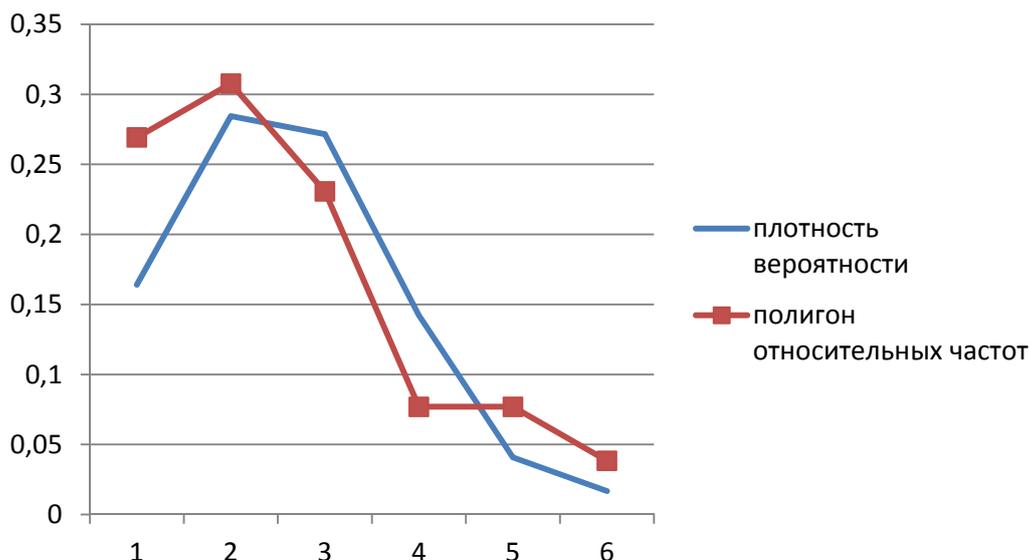


Рис. 1. Полигон относительных частот и теоретическая плотность вероятности глубины внедрения осколков для исследуемой выборки

Это характерно как для генеральной совокупности, так и для выборки. Выборочная дисперсия. Формула дисперсии:

$$D = \bar{x}^2 - [\bar{x}]^2.$$

Найдем ее для нашей выборки 1.

$$D = 1,76.$$

Выборочное среднеквадратичное отклонение (стандарт) определяется как квадратный корень из выборочной дисперсии:

$$\sigma_b = \sqrt{D_b},$$

$$\sigma_b = 1,33.$$

Доверительная вероятность  $P$  – вероятность достоверности принимаемой гипотезы, характеристика надёжности, полученной по выборке оценки того или иного параметра. Сопутствующим параметром доверительной вероятности  $P$  является уровень значимости  $\alpha$  – вероятность допущения ошибок.

Зададимся уровнем доверительной вероятности 95 %,  $\alpha = 0,05$ .

$$\delta = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}.$$

Рассчитаем доверительные интервалы  $\delta$ . Параметр распределения Стьюдента зависит от  $n$  размера выборки:  $\bar{x} - \delta \leq M \leq \bar{x} + \delta$ .

$t = 2,06$ ,  $\sigma = 1,33$ , среднее арифметическое равно 5,58. Таким образом можно записать:

$$\bar{x} \mp \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} = 5,58 \mp 2,06 * \frac{1,33}{\sqrt{27}} = 5,58 \mp 0,52.$$

Определим критерий Фишера с применением использования функции ЛИНЕЙН в Microsoft Excel.

Факторный закон воздействия можно привести к линейному виду.

Применим метод наименьших квадратов.

$$\ln D = \ln D_{50} + \frac{1}{\sqrt{k}} \operatorname{arccerf}((2P-1))$$

или

$$\operatorname{arccerf}((2P-1)) = \sqrt{k} \ln D - \sqrt{k} \ln D_{50}.$$

Логарифмически нормальный факторный закон.

На рис. 2 представлен график ФЗВ (логарифмически нормальный факторный закон).

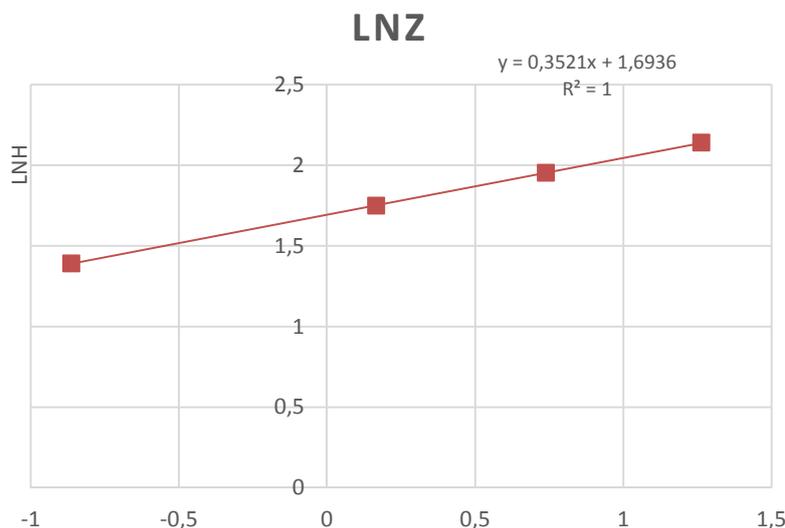


Рис. 2. График ФЗВ (логарифмически нормальный факторный закон)

В таблице представлен состав показателей дополнительной регрессионной статистики.

Проведем статистическое исследование с той же выборкой для определения вида ФЗВ для распределения Вейбула. ФЗВ можно привести к линейному виду методом наименьших квадратов (рис. 3, см. ниже).

По критерию значимости Фишера с применением функции ЛИНЕЙН в Microsoft Excel получены для логарифмически нормального факторного закона – 46183,23, для Вейбула – 406,09. Чем больше  $F$  критерий, тем лучше выборка экспериментальная подходит к выборке, построенной из теоретической модели.

Статистическая проверка показала, что по критерию Фишера для описания действия ПФ источников ЧС на элементы конструкций технического

объекта. не отвергается гипотеза о возможности замены ФЗВ в виде нормального распределения или распределения Вейбула для физических ПФ источников ЧС логарифмически нормальным законом.

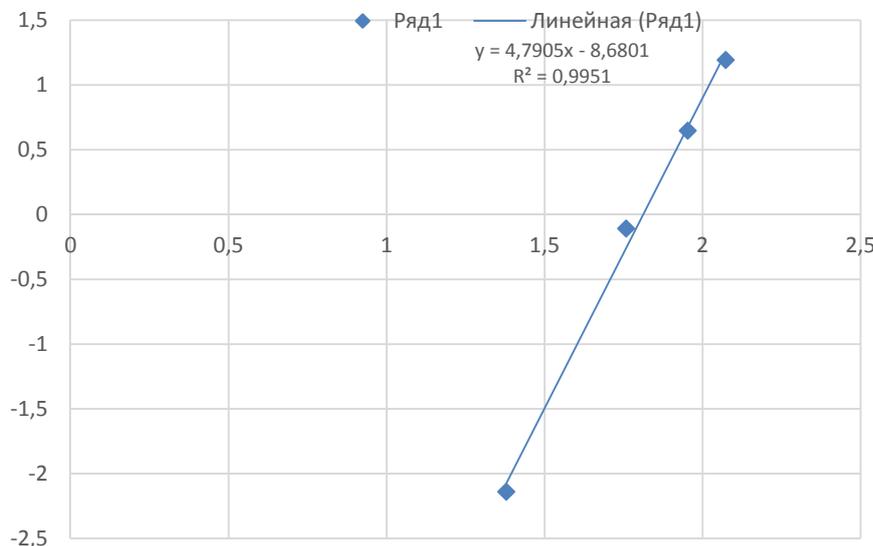


Рис. 3. График ФЗВ (закон Вейбула)

#### Список используемых источников

1. Karmishin A. M., Kireev V. A. Mathematical methods of Pharmacology and Toxicology: monograph / ed. 2-e, revised. and extras. – М. : MGTU named after n. e. Bauman, 2008. – 333 p.: ill.
2. Moody f. 1971 Maximum consumption of single-component two-phase mixture // Proceedings of ASME. Heat transfer 2, 47–56.
3. Tumanov A. Yu. Gumenyuk V. I. Scientific methodological fundamentals of risk assessment natural and man-caused emergencies at hazardous technical objects: monograph. – SPb. : Polytechnic., 2018. – 135 p.
4. G. Petrov and A. Tarmaev. Modeling of railway vehicles movement having deviations in the content of running parts // Proceedings of the International Conference «Aviamechanical Engineering and Transport» (AVENT 2018). Series: Advances in Engineering Research, Atlantis Press, 2018, vol. 158, pp. 410-415. DOI:10.2991/avent-18.2018.79.
5. Tumanov A., Gumenyuk V., Tumanov V. Development of advanced mathematical predictive models for assessing damage avoided accidents on potentially-dangerous sea-based energy facility // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 19. Сер. "Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport, EMMFT 2017" 2017. P. 012027.
6. A. V. Kulinkovich, N. V. Sakova and, A. Yu. Tumanov. Development of the Express Method for Controlling Uranium Compounds in Natural Waters in Emergency Situations on Floating Nuclear Thermal Power Plants // (2019) IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 272. № 022016.
7. A. Tumanov. Risk Assessment of Accidents During the Transportation of Liquid Radioactive Waste in Multimodal Transport // (2019) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 272. № 032078.

УДК 519.718:004.722  
ГРНТИ 49.33.29

## УСЛОВИЯ СТРУКТУРНОЙ РЕАЛИЗУЕМОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ С ТРЕБУЕМОЙ ОБЛАСТЬЮ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ СОЧЕТАНИЯ СПОСОБА СЕЧЕНИЙ И КОМПРОМИССНОГО МЕТОДА, ПРИМЕНИТЕЛЬНО К БЕЗИНТЕРВАЛЬНЫМ СЕТЯМ

Н. И. Фокин<sup>1</sup>, И. Г. Стахеев<sup>2</sup>, О. В. Титова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Представление транспортной сети связи в виде многополюсной сети с многопродуктовым потоком ведёт к необходимости рассмотрения условий реализации данного потока с учётом структурно-топологических особенностей сетей. В настоящее время задача о многопродуктовом потоке окончательно не исследована, а известные частные реализации двухпродуктовых потоков и многопродуктовых потоков с общим приёмником не позволяют решать задачи синтеза сетей общего вида.*

*Данные обстоятельства являются основанием для рассмотрения дополнительных условий реализации многопродуктовых потоков на многополюсных сетях общего вида.*

*транспортная сеть связи, сетевая модель, синтез, сечение, многополюсная многопродуктовая сеть.*

Математической моделью транспортной сети связи (ТСС) является многопродуктовый многополюсный потоковый граф [1] вида  $G(A, B, U, H, \Xi)$ , где  $A = \{a_j\}, j = \overline{1, N}$  – множество вершин графа, соответствующее сетевым узлам и сетевым станциям,  $B = \{b_{ij}\}, j, i = \overline{1, N}, j \neq i, |B| = n$  – множество ребер, представляющих собой линии связи,  $U = \{u_{ij}\}, j, i = \overline{1, N}, j \neq i$  – вектор пропускных способностей линий,  $H$  – вектор надежности сети (т. е. каждому ребру  $b_{ij}$  графа сети ставится в соответствие два числа:  $u_{ij}$  – пропускная способность ребра, то есть величина максимального потока, передаваемого по ребру;  $h_{ij}$  – надежность ребра сети (вероятность исправной работы)),  $\Xi = \{\Xi_T, \Xi_G\}$  – функциональный базис существующего и перспективного телекоммуникационного оборудования –  $\Xi_T$ ,  $\Xi_G = \{\Xi_G \text{ ТСС}, \Xi_G \text{ СЕВ}\}$  – функциональный базис существующего и перспективного генераторного оборудования.

Область допустимых значений многопродуктового потока транспортной сети связи определяется совокупностью сечений  $(\sigma_{Z_1}, \sigma_{Z_2}, \dots, \sigma_{Z_m}, \sigma_{(Z_1, \dots, Z_m)})$ , которые (в общем случае) являются пересекающимися –  $(\sigma_{Z_1} \cap \sigma_{Z_2} \cap \sigma_{Z_3} \cap \dots \cap \sigma_{Z_m} \cap \sigma_{(Z_1, \dots, Z_m)})$ . Откуда следует вывод о том, что взаимосвязь сечений является следствием структурных особенностей сети. Изменение связей данной совокупности сечений обеспечит возможность изменять границы области допустимых значений пропускной способности сети и таким образом, варьировать множеством возможных вариантов распределения частных потоков.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что целенаправленное изменение связности сечений может быть использовано для построения сетей с заданными характеристиками по пропускной способности и надёжности.

В многочисленных работах научной школы доктора технических наук, профессора Лебедева А.Т. отмечалось, что идеальными условиями распределения потоков в многополюсной сети являются такие, при которых имеет место следующее выражение –  $[C_{\min}(\sigma_{Z_k}) - \vartheta_{Z_k}^*] = 0, k = 1, \dots, m$ , где  $C_{\min}(\sigma_{Z_k})$  – верхняя граница пропускной способности сети для  $k$ -го направления связи,  $\vartheta_{Z_k}^*$  – поток, запланированный к передаче на  $k$ -м направлении связи. Однако, в силу того, что направления связи функционируют одновременно, реальные значения потоков  $(\vartheta_{Z_1}, \dots, \vartheta_{Z_m})$ , из-за наличия пересекающихся маршрутов, будут меньше своих потенциальных значений. В связи с чем, для многополюсной сети в целом функцию качества распределения частных потоков можно представить в виде:

$$\sum_{k=1}^m [C_{\min}(\sigma_{Z_k}) - \vartheta_{Z_k}^*]^2 \rightarrow \min. \quad (1)$$

В качестве ограничений выступает система уравнений:

$$\max \sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k} = C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m}), \quad (2)$$

$$\max \sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} \vartheta(\mu_{Z_k}) = C_{\min}(\sigma_{Z_k}), k = 1, \dots, m. \quad (3)$$

где  $\max \sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k}$  – максимальный многопродуктовый поток в сети, а  $C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m})$  – минимальное пересекающее множество линий,  $\vartheta(\mu_{Z_k})$  – потоки  $k$ -й пары корреспондирующих узлов по маршруту  $\mu_{Z_k} \in M$ ,  $C_{\min}(\sigma_{Z_k})$  – минимальная пропускная способность сечения для  $k$ -й пары корреспондирующих узлов.

В работе [2] распределительная задача (1)–(3) на многополюсной сети решалась с помощью метода неопределённых множителей Лагранжа. Для решения задачи (1)–(3) составляется функция Лагранжа:

$$\Phi = \left\{ \sum_{k=1}^m [C_{\min}(\sigma_{Z_k}) - \vartheta_{Z_k}]^2 + \gamma_k \left[ \sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k} - C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m}) \right] + \gamma_k \left[ \sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} \vartheta(\mu_{Z_k}) - C_{\min}(\sigma_{Z_k}) \right] \right\}, \quad (4)$$

где  $\gamma_k, k \in [1, m]$ , – неопределённые множители Лагранжа. Функция (4) исследуется на безусловный экстремум и решается система уравнений с неизвестными  $\vartheta_{Z_1}, \dots, \vartheta_{Z_k}, \gamma_k$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial \vartheta_{Z_k}} &= 0, \\ \max \sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k} &= C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m}), \\ \max \sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} \vartheta(\mu_{Z_k}) &= C_{\min}(\sigma_{Z_k}), k = 1, \dots, m. \end{aligned}$$

После дифференцирования решается система полученных уравнений в результате получаем значения  $m$  координат вектора  $\vartheta_{Z_k}$  и, как побочный результат, значения  $m$  координат вектора  $\gamma$  множителей Лагранжа, при котором уравнения связей выполняются строго.

На основании анализа множителей Лагранжа по величине  $l$ -го множителя можно судить о мере несоответствия  $l$ -го условия связи и требования экстремизации целевой функции [3]. Пусть решение распределительной задачи методом множителей Лагранжа даёт результат  $\vartheta_{Z_k}^* = \vartheta_{Z_k}^0$  (где  $\vartheta_{Z_k}^0$  – экстремум функции  $\sum_{k=1}^m [C_{\min}(\sigma_{Z_k}) - \vartheta_{Z_k}^*]^2$ ) и  $\gamma = 0$ , т. е. требования выполнения ограничения и экстремизации целевой функции не противоречат один другому, и, наоборот, чем дальше точка  $\vartheta_{Z_k}^*$  от  $\vartheta_{Z_k}^0$ , тем больше значение коэффициента  $\gamma$ . Следовательно, множители Лагранжа  $\gamma$  в данной задаче являются векторной мерой, определяющей, насколько уравнения ограничений «препятствуют» достижению экстремума функции  $\sum_{k=1}^m [C_{\min}(\sigma_{Z_k}) - \vartheta_{Z_k}^*]^2$ . Следовательно, может быть получена методика решения, при которой условия связи выполняются не точно, а компромиссно. Проблема состоит в том, чтобы полученное решение отражало компромисс между противоречивыми

требованиями экстремизации целевой функции и выполнения ограничений. Такая ситуация дает основание для привлечения к решению задачи подхода многокритериальной оптимизации [3].

Пусть ограничения  $\sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k} - C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m}) = 0$  и  $\sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} \vartheta(\mu_{Z_k}) - C_{\min}(\sigma_{Z_k}) = 0, k = 1, \dots, m$  таковы, что по физическим соображениям могут быть допущены отступления от строгих равенств в некоторых заданных пределах:  $\sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k} - C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m}) \leq R_1, \sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} \vartheta(\mu_{Z_k}) - C_{\min}(\sigma_{Z_k}) \leq R_2, k = 1, \dots, m$ . Задана некоторая предельная величина, выше которой минимизируемая целевая функция не должна подниматься:  $\sum_{k=1}^m [C_{\min}(\sigma_{Z_k}) - \vartheta_{Z_k}]^2 \leq Q$ . Тогда может быть использована следующая процедура условной оптимизации, основанная на концепции нелинейной схемы компромиссов [3]:

$$\vartheta_{Z_k}^* = \{ \vartheta_{Z_k} \in U \} \left\{ \begin{aligned} & \sum_{k=1}^m R_1 [R_1 - \vartheta_{Z_k} + C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m})]^{-1} \\ & + \sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} R_2 [R_2 - \vartheta(\mu_{Z_k}) + C_{\min}(\sigma_{Z_k})]^{-1} \\ & + Q \left[ Q - \sum_{k=1}^m [C_{\min}(\sigma_{Z_k}) + \vartheta_{Z_k}]^2 \right]^{-1} \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

Анализ данного выражения показывает, что полученное решение является результатом компромисса между стремлением удовлетворить строгие ограничения  $\sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k} - C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m}) = 0, \sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} \vartheta(\mu_{Z_k}) - C_{\min}(\sigma_{Z_k}) = 0, k = 1, \dots, m$  и тенденцией минимизировать целевую функцию  $\sum_{k=1}^m [C_{\min}(\sigma_{Z_k}) + \vartheta_{Z_k}]^2$ . При этом решение осуществляется по нелинейной схеме компромиссов, основанной на принципе «подалее» от предельно допустимых значений  $R_1, R_2$  и  $Q$ . Скалярная свертка уравнений связи и целевой функции по нелинейной схеме (5) представлена в унифицированной форме и не позволяет учесть индивидуальные предпочтения лица, принимающего решение. Для учёта индивидуальных предпочтений лица, принимающего решение в выражение (5) следует ввести весовые коэффициенты, определяющие значимость выполнимости соответствующих ограничений и весовой коэффициент, устанавливающий относительную важность для лица, принимающего решение противоречивых тенденций: выполнения ограничений и минимизации функции цели:

$$\vartheta_{Z_k}^* = \left\{ \vartheta_{Z_k} \in U \right\} \left\{ \begin{aligned} & \theta \sum_{k=1}^m \varkappa_k R_1 [R_1 - \vartheta_{Z_k} + C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m})]^{-1} \\ & + \sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} R_2 [R_2 - \vartheta(\mu_{Z_k}) + C_{\min}(\sigma_{Z_k})]^{-1} + (1 \\ & - \theta) Q \left[ Q - \sum_{k=1}^m [C_{\min}(\sigma_{Z_k}) + \vartheta_{Z_k}]^2 \right]^{-1} \end{aligned} \right\},$$

$$\varkappa_k \geq 0, \sum_{k=1}^m \varkappa_k = 1,$$

где  $\varkappa_k$   $k = 1, \dots, m$  – весовые коэффициенты, определяющие значимость выполнимости соответствующих ограничений;  $\theta$  – весовой коэффициент, устанавливающий относительную важность для ЛПР противоречивых тенденций – выполнения ограничений и экстремизации функции цели.

### Заключение

В настоящей работе были представлены условия структурной реализуемости транспортной сети связи с требуемой областью допустимых значений потоков на основе сочетания способа сечений и компромиссного метода, применительно к безинтервальным сетям. Т. е. к сетям, у которых отсутствует интервал между величиной максимального многопродуктового потока и значением пропускной способности минимального рассекающего множества. При этом проведённые расчёты свидетельствуют о том, что даже незначительный отход от строгого выполнения ограничений позволяет существенно улучшить целевую функцию.

Направлением дальнейших исследований является применение данного подхода к сетям у которых имеется интервал между величиной максимального многопродуктового потока –  $\max \sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k}$  и значением пропускной способности минимального рассекающего множества –  $C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m})$ , т. е. к задачам с ограничениями неравенствами:

$$\max \sum_{k=1}^m \vartheta_{Z_k} \leq C_{\min}(\sigma_{Z_1, \dots, Z_m}), \max \sum_{\mu_{Z_k} \in M_{Z_k}} \vartheta(\mu_{Z_k}) \leq C_{\min}(\sigma_{Z_k}),$$

$$k = 1, \dots, m.$$

**Список используемых источников**

1. Фокин Н. И. Многокритериальная задача распределения информационных потоков транспортной сети связи // Вопросы радиоэлектроники. 2019. № 12. С. 64–69.
2. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: пер. с англ. М. : Мир, 1986. 544 с. ISBN 5-03-000639-7.
3. Воронин А. Н. Компромиссный метод в задачах условной оптимизации // Кибернетика и системный анализ. 2013. № 1. С. 91–95.

**УДК 519.688**  
**ГРНТИ 50.05.19**

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ  
ДЛЯ РАСЧЕТА И ОЦЕНКИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ  
ПО РАЗВЕРТЫВАНИЮ УЗЛОВ СВЯЗИ**

**И. А. Столярчук, В. П. Хоборова**

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В статье представлена программа для выполнения расчета и оценки практических задач по развертыванию узлов связи. Разработанная программа позволит автоматизировать процесс оценивания практических действий подразделений связи, а также процессы расчёта временных показателей развертывания узлов (линий) связи полевых подвижных пунктов управления.*

*полевые узлы связи, специальное программное обеспечение, расчет и оценка временных показателей развертывания узлов связи.*

Основным содержанием управления войсками являются создание и применение системы управления, а также ее совершенствование в зависимости от конкретных условий деятельности войск. Для эффективной работы системы управления необходимо поддерживать ее в постоянной боевой готовности, чего можно достичь лишь частыми тренировками и отработкой практических задач личным составом подразделений связи. Очевидно, что для повышения мастерства выполнения практических задач по развертыванию узлов (элементов узлов) связи пунктов управления необходимо производить их оценку и дальнейший анализ [1].

Каждая задача, выполняемая отдельным подразделением (экипажем, командой) должна быть проверена и оценена назначенными должностными лицами. Исходя из масштабов учений, проводимых Вооруженными Силами Российской Федерации, а также из их интенсивности, можно сделать вывод,

что расчет и оценка практических задач является трудоемким процессом, занимающим большое количество времени.

Для уменьшения трудозатрат для лиц, производящих проверку практических задач по развертыванию узлов (элементов узлов) связи пунктов управления, была произведена оптимизация работы по расчету и оценке данных задач посредством создания специального программного обеспечения на базе языка программирования C++.

Настоящая программа предназначена для выполнения расчёта оценочных показателей (оценок) в ходе выполнения практических задач по развертыванию узлов связи (рис. 1). Программа выполнена на ЭВМ типа IBM-совместимый компьютер с оперативной системой семейства Windows с использованием языка программирования C++. Объём программы составляет 3,44 Мб.

Оценка практических задач по развертыванию узлов (элементов узлов) связи пунктов управления

Исходные данные

Характер местности: равнинная и ср. пересеченная | Нормативное время развертывания аппаратной УС(max), мин \* 50

Погодные условия: от +7°C до +35°C | Время развертывания узла, мин 55

Количество абонентских устройств на узле связи					
АТС-Р	ЗВКС	АРМ(ОС-СПД)	АТС-ВС	ТЛФ ЗАС	ТЛГ ЗАС
6	1	4	15	4	4
10	2	6	20	8	5
14	3	8	25	12	6
20	4	10	30	16	7
24	5	12	35	20	8
28	6	14	40	24	9
32	7	16	45	28	10
36	8	18	50	32	11

Количество направлений связи для обеспечения услуг связи		
ЦК (КТЧ)	поток Е1	поток Ethernet
4	4	2
6	5	3
8	6	4
10	7	5
12	8	6
14	10	7
16	12	8
18	14	9

Оценка: **Отлично**

Вывод оценки | Назад

\_\_\_\_\_  
(Должность, воинское звание) | \_\_\_\_\_  
(Подпись) | \_\_\_\_\_  
(Инициал имени, Фамилия)

20 — г. \*Максимальное время отводимое нормативом для развертывания аппаратной

Рис. 1. Интерфейс программы расчёта и оценки практических задач по развертыванию узлов (элементов узлов) связи пунктов управления

В основе настоящей программы лежит «Методика расчета и оценки практических задач по развертыванию узлов (элементов узлов) связи пунктов управления».

При определении требуемого времени развертывания узла (элемента узла) связи согласно данной методике принят следующий подход:

требуемое время развертывания узла (элемента узла) связи определяется временем развертывания его аппаратной (станции) с наибольшим расходом временного ресурса определяющаяся действующими нормативами;

затраты времени, необходимого для развертывания абонентских сетей, (с учетом количества абонентских терминалов, устанавливаемых на рабочих местах должностных лиц при организации на узле (элементе узла) связи требуемых направлений связи, учитываются дополнительно;

развертывание проводных линий передачи каналов между группами каналообразования рассматривается как развертывание аппаратной (станции) узла (элемента узла) связи.

При расчете требуемого времени развертывания узла (элемента узла) связи также учитываются физико-географические и климатические условия на момент проверки.

Блок-схема расчёта оценочных показателей (оценок) в ходе выполнения практических задач представлена на рис. 2.

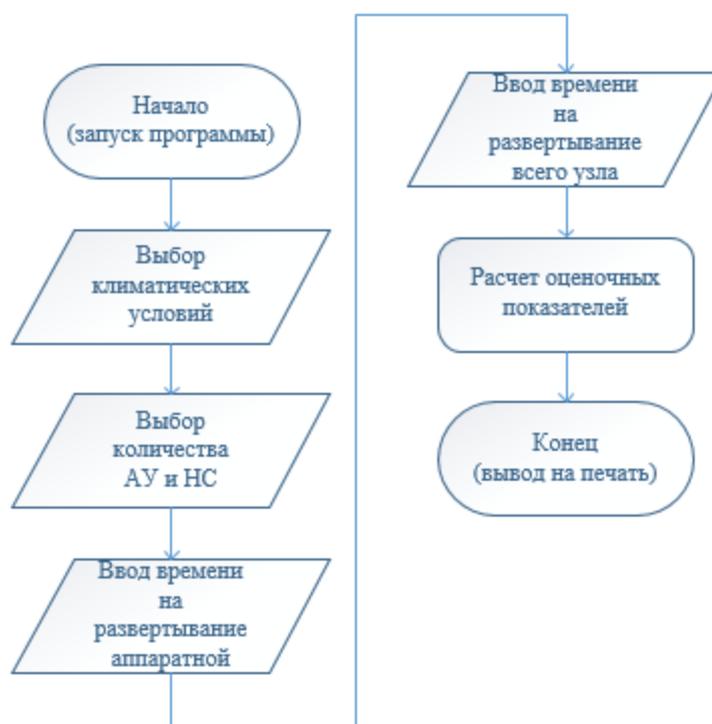


Рис. 2. Блок-схема расчёта оценочных показателей (оценок) в ходе выполнения практических задач

Данная блок-схема иллюстрирует возможности, реализованные в основной части программы, а именно:

- выбор климатических условий при выполнении развертывания узла (элементов узла) связи;
- выбор количества абонентских устройств и количества направлений связи, разворачиваемых на узле связи;
- ввод времени, выраженного в минутах, которое отводится нормативом на развертывание аппаратной (станции) узла (элемента узла) связи

с установлением связи, требующей максимального (из проверяемых аппаратных, станций) расхода временного ресурса;

– ввод времени, выраженного в минутах, которое было затрачено подразделением для выполнения практической задачи;

– вывод на печать в виде формализованного бланка оценочных показателей.

Предполагается, что с помощью программы уменьшается время расчета оценочных показателей. Действия лиц, производящих проверку практических задач по развертыванию узлов (элементов узлов) связи пунктов управления автоматизируются, в следствии чего повышается эффективность и объективность проверки практических задач.

#### **Список используемых источников**

1. Министерство обороны Российской Федерации Боевая подготовка Вооруженных сил Российской федерации. URL: [https:// structure.mil.ru/ mission/ practice.htm](https://structure.mil.ru/mission/practice.htm)

## ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 05.57, 377, 378  
ГРНТИ 82.17.03, 14.85

### МЕТОДОЛОГИЯ, АЛГОРИТМЫ И ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ, РЕАЛИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ КОНТУРАМИ ЕСТЕСТВЕННОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОННОЦИФРОВЫХ И ГИБРИДНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ЦИФРОВОЙ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ HIGH-HUME/HIGH-TECH ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ СУГГЕСТИВНОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ ИТ-КОНТЕНТА УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Г. В. Абрамян**

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена  
Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

*В статье рассматривается методология, алгоритмы и процедуры формирования, реализации и управления контурами естественнофизиологических, электронноцифровых и гибридных интерфейсов взаимодействия субъектов цифровой инфотелекоммуникационной HIGH-HUME/HIGH-TECH образовательной среды на основе суггестивнолингвистического анализа ИТ-содержания каналов и потоков предметного ИТ-контента учебной и профессиональной деятельности*

*методология управления, HIGH-HUME, HIGH-TECH, суггестивная лингвистика, подготовка ИТ-специалистов, анализ, интерфейсы, инфотелекоммуникационная образовательная среда, каналы, потоки, ИТ-контент.*

Визуальные, аудиальные и кинестетические учебные каналы, профессиональные коммуникации и предметный контент субъектов цифровой инфотелекоммуникационной HIGH-HUME/HIGH-TECH образовательной

среды (СЦИОС-ЗНТ) – ИТ-специалистов, ИТ-обучаемых, ИТ-преподавателей, ИТ-руководителей практик, ИТ-тьюторов, ИТ-руководителей, ИТ-сотрудников предприятий и др. реализуются на основе различных интерфейсов взаимодействия и управления подготовкой СЦИОС-ЗНТ:

- 1) традиционных естественнофизиологических,
- 2) современных электронноцифровых,
- 3) гибридных (ТЕФ-СЭЦ-Г) [1, 2, 3].

Для реализации ТЕФ-СЭЦ-Г интерфейсов поддержки предметных ИТ-методик и ИТ-технологий подготовки СЦИОС в докладе предлагается использовать HIGH-HUME/HIGH-TECH методологию [4] суггестивнолингвистического анализа фонетических, фонологических, морфологических, лексикологических и синтаксических особенностей СЦИОС-ЗНТ трансляции и восприятия предметного содержания каналов и потоков ИТ-контента учебной и профессиональной деятельности СЦИОС-ЗНТ с учетом мозговой активности ИТ-обучаемых [5, 6], которые позволят определить, сформировать и реализовать различные последовательности учебных действий обучаемых, алгоритмы, процедуры и интерфейсы управления деятельностью СЦИОС-ЗНТ:

- 1) линейные/командно-пошаговые,
- 2) обратно-реактивные/пакетно-кейсовые,
- 3) открытые/диалоговые,
- 4) закрытые/коррекционно-адаптивные [7].

**Линейные командно-пошаговые алгоритмы и процедуры (ЛКПАП) HIGH-HUME** формирования и реализации традиционного естественнофизиологического, современного электронноцифрового и/или гибридного интерфейса Off-Line управления открытыми контурами ИТ-подготовки СЦИОС на основе OFF-Line обратных связей и взаимодействия СЦИОС-ЗНТ последовательно анализируют и описывают персонифицированный контент завершенных и/или текущих учебных состояний, учебных сеансов, решенных/нерешенных задач, целей обучения [8], сформированных компетенций, контрольных точек, траекторий как переходных процессов между устойчивыми состояниями линейного обучения СЦИОС-ЗНТ [9] и с учетом полученных суггестивнолингвистических данных персонализированного HIGH-HUME описания СЦИОС-ЗНТ моделируют и предлагают для реализации СЦИОС-ЗНТ текущие, перспективные и прогностически ожидаемые линейные HIGH-HUME задания, последовательности действий, учебные состояния и уровневые ступенчатые образовательные переходы СЦИОС-ЗНТ, алгоритмы взаимодействия с ТЕФ-СЭЦ-Г-окружением – другими СЦИОС-ЗНТ, а также результаты и сформированные компетенции СЦИОС-ЗНТ. Реализация ЛКПАП ТЕФ-СЭЦ-Г HIGH-HUME интерфейса предполагает множественное описание, учет, прогнозирование и управле-

ние HIGH-HUME линейными состояниями, траекториями и моделями развития [10, 11], последовательностями учебных переходов при отсутствии интерактивности учебного взаимодействия. Потоки текущей, изучаемой актуальной учебной ИТ-информации последовательно связаны с предыдущими цепочками линейных традиционных и HIGH-HUME последовательностей ИТ-информации прямыми непосредственными ссылками/связями/следствиями/причинами и HIGH-HUME описанием переходных состояний на основе персонифицированного:

1) суггестивнолингвистического профиля анализа линейных учебных потоков, цепочек переходных состояний, текущего и формируемого уровня компетенций и контента учебной деятельности,

2) содержания суггестивнолингвистического HIGH-HUME профиля на основе которого осуществляется формирование банков индивидуальных последовательных ИТ-заданий и размещение их в естественных HIGH-HUME системах и средствах искусственного интеллекта (ССИИ),

3) профиля осуществляется формирование последовательности HIGH-HUME алгоритмов и процедур получения и выполнения каждым ИТ-обучаемым актуальных заданий, их периодическая проверка ИТ-преподавателем или АССИИ полученных от:

3.1) внутренних ИТ-источников - ССИИ преподавателей образовательной организации, ИТ-задачников/учебников,

3.2) внешних ИТ-источников – ССИИ, например, ИТ-платформ, порталов и ресурсов образовательных партнеров, ИТ-компаний, ИТ-экспертов,

3.3) административно вышестоящих элементов ССИИ ИТ-подготовки или параллельных образовательных ИТ-структур (международных, российских, региональных, профильных министерств, ведомств, ИТ-ассоциаций, предприятий, компаний, проводящих, например, профессионально-общественные и общественные аккредитации ИТ-компетенций, разрабатывающие программы и системы независимой оценки ИТ-квалификаций).

**Обратно-реактивные/пакетно-кейсовые алгоритмы и процедуры (ПКАП) HIGH-HUME формирования и реализации традиционного естественнофизиологического, современного электронноцифрового или гибридного и/или интерфейса Off/On-Line управления обратными («положительными» и/или «отрицательными») контурами ИТ-подготовки СЦИОС, которые анализируют и описывают персонифицированные завершённые/решённые и/или нерешённые/незавершённые и/или активные/текущие задания, учебные сеансы, учебные состояния, последовательности действий, цели обучения, контрольные точки, сформированные компетенции и траектории обратного/реактивного влияния контента/взаимодействия с контентом как переходные процессы между устойчивыми обратными реактивными состояниями СЦИОС-ЗНТ и с учетом полученных суггестивно-**

лингвистических данных персонализированного описания СЦИОС-ЗНТ моделирует реактивно обусловленные ожидаемые в ближайшее время и прогностически-перспективные последовательности перспективных учебных задач, компетенций, обратных/реактивных учебных переходов СЦИОС-ЗНТ, а также их взаимодействия с ТЕФ-СЭЦ-Г-окружением – другими СЦИОС-ЗНТ на основе обратных HIGH-HUME связей (текущих обратных потоков, цепочек переходных процессов, активного контента учебной ИТ-информации, связанных с предыдущими HIGH-HUME линейными и реактивными потоками, цепочками переходных HIGH-HUME учебных процессов и предметного содержания ИТ-информации). HIGH-HUME ПКАП осуществляют множественное описание, учет, прогнозирование и управление обратными («положительными» или «отрицательными») и «наведенными» из вне HIGH-HUME состояниями последовательностей учебных переходов СЦИОС-ЗНТ и реализуется на основе:

1) суггестивнолингвистического профиля анализа результатов обратных/реактивных «положительных» или «отрицательных» учебных потоков, цепочек переходных состояний, текущего и формируемого уровня компетенций и контента учебной деятельности,

2) подготовки и размещения в HIGH-HUME ССИИ пакетно-кейсовых алгоритмов и процедур мультимедийных индивидуальных заданий с учетом реактивного «положительного» или «отрицательного» суггестивнолингвистического профиля СЦИОС-ЗНТ,

3) обеспечения реактивных коммуникаций на основе обратных «положительных» или «отрицательных» связей/ссылок, передачи обратного контента для выполнения/исполнения указания СЦИОС-ЗНТ, например, проверку выполненных заданий СЦИОС-ЗНТ в соответствии с заданными персональными контрольными точками - переходными состояниями, либо ИТ-преподавателем, либо автоматизированно используя ССИИ. HIGH-HUME ПКАП обеспечивает более оптимальное использование ИТ-ресурсов и времени СЦИОС-ЗНТ, например, ИТ-преподавателя, чем ЛКПАП.

**Открытые/диалоговые алгоритмы и процедуры (ОДАП) HIGH-HUME** формирования и реализации традиционного естественнофизиологического, электронноцифрового или гибридного интерфейса управления открытыми On-Line контурами ИТ-подготовки СЦИОС анализируют и описывают персонифицированные выполненные задания, незавершенные/неудачные учебные сеансы и/или текущие открытые для диалогов задания, учебные состояния, цели обучения, контрольные точки, формируемые компетенции и текущие активные учебные траектории как переходные процессы между устойчивыми открытыми состояниями СЦИОС-ЗНТ и с учетом полученных суггестивнолингвистических данных персонализированного HIGH-HUME описания СЦИОС-ЗНТ моделируют опережающие системы обучения и предлагают для реализации СЦИОС-ЗНТ ожидаемые

ближайшие текущие и прогностически-перспективные открытые для диалогов HIGH-HUME последовательности учебных задач и переходов СЦИОС-ЗНТ [12]. ОДАП ТЕФ-СЭЦ-Г реализуют множественное описание, учет и прогнозирование открытых, диалоговых прямых и обратных/реактивных учебных взаимодействий между последовательностями учебных переходов СЦИОС-ЗНТ, взаимодействия и управления открытыми HIGH-HUME состояниями, например, если текущая учебная ИТ-информация связана с множеством предыдущей ИТ-информацией и отношениями между ними на основе прямых и обратных HIGH-HUME связей. ОДАП ТЕФ-СЭЦ-Г поддерживает модель прямого открытого интерактивного мультимедийного HIGH-HUME ИТ-взаимодействия между СЦИОС-ЗНТ и предполагает возможность непрерывного On-Line открытого HIGH-HUME обсуждения и анализа предметного ИТ-содержания, например, между ИТ-обучаемым и ИТ-преподавателем, между ИТ-обучаемыми, между ИТ-преподавателями, ИТ-экспертами, ИТ-тьюторами, ИТ-заказчиками и др., обращения к открытым предметным цифровым HIGH-HUME ресурсам, порталам, платформам, ИТ-энциклопедиям, ИТ-сервисам поддерживающим On-Line режим HIGH-HUME интеллектуального диалогового общения. Открытый диалоговый интерфейс предполагает попеременное выполнение СЦИОС-ЗНТ функций операторов/модераторов образовательных услуг и позволяет например ИТ-обучаемым получая задания от одного ИТ-модератора/оператора выступать в качестве сомодератора/сооператора на других альтернативных предметных каналах/площадках, превращаясь из ИТ-исполнителя, ИТ-потребителя в ИТ-источник, ИТ-заказчика, транслируя модернизированный предметный контент для реализации персонального задания/проекта обращаясь за экспертной помощью к «параллельным» учебно-производственным объектам и структурам, например к ИТ-кураторам других образовательных и профессиональных организаций.

**Замкнутые/закрытые адаптивно-коррекционные алгоритмы и процедуры** (ЗАКАП) HIGH-HUME реализации ТЕФ-СЭЦ-Г интерфейса управления реализуются закрытыми Off/On-Line контурами ИТ-подготовки СЦИОС и взаимодействия СЦИОС-ЗНТ на основе суггестивнолингвистического анализа ИТ-содержания каналов и потоков предметного ИТ-контента учебной и профессиональной деятельности с целью моделирования закрытого для общего доступа персонифицированного контента и решения существующих/возникших проблемных/гиперактивных состояний СЦИОС-ЗНТ [13]. Для этого ЗАКАП ТЕФ-СЭЦ-Г анализируют и описывают персонифицированные незавершенные/открытые учебные сеансы, достигнутые/недостигнутые цели обучения, завершенные с проблемами и/или текущие неустойчивые/проблемные элементы/фрагменты учебных контуров – выполненные/невыполненные задания, модули учебных состояний,

сформированные/несформированные компетенции, отсутствующие в учебной траектории контрольные точки, нелинейные траектории, негативные «отрицательные» и «положительные» обратные связи и результаты, открытые/незавершенные учебные траектории как переходные процессы между устойчивыми, неустойчивыми и гиперактивными состояниями СЦИОС-ЗНТ и с учетом полученных суггестивнолингвистических аналитических данных персонализированного HIGH-NUME описания для каждого СЦИОС-ЗНТ моделируется и реализуется траектория адаптации/коррекции учебной программы (индивидуального учебного плана), планируются адаптивнокоррекционные мероприятия, процедуры и интерфейс управления взаимодействием и подготовкой в условиях гиперактивности СЦИОС-ЗНТ. ЗАКАП интерфейс как правило поддерживает замкнутый контур/модель управления подготовкой СЦИОС-ЗНТ, например, в виде HIGH-NUME психофизиологической экспертной поддержки и консультирования. ЗАКАП ТЕФ-СЭЦ-Г интерфейс реализуется на основе персонифицированных данных суггестивнолингвистического анализа прямых и обратных Off/On Line каналов связей и непрерывного мониторинга за состоянием гиперактивностей СЦИОС-ЗНТ со стороны СЦИОС-ЗНТ/ССИИ-окружения, например, ИТ-преподавателя или системы ССИИ, обеспечивающей непрерывный мониторинг психофизиологических данных – зрения, речи, слуха, дыхания, пульса, кровообращения СЦИОС-ЗНТ и др. Например, обратный ЗАКАП-интерфейс может быть реализован на основе периодическом использовании мобильного приложения, которое предлагает СЦИОС-ЗНТ выделить отдельные буквосочетания цветом или голосом, в случаях задержки ответов, ССИИ осуществляет подсказки, выдает сообщения об ошибках, но при этом ССИИ поэтапно формирует суггестивнолингвистическое портфолио, фиксируя контент и осуществляя непрерывный параллельный мониторинг всех открытых индивидуальных учебных СЦИОС-ЗНТ-каналов, переходных процессов. На основе зафиксированного контента внешних потоков и его анализа в зависимости от особенностей СЦИОС-ЗНТ ССИИ непрерывно принимает решения о выборе наиболее оптимальных на данный момент HIGH-NUME алгоритмов и процедур коррекции/адаптации подготовки СЦИОС-ЗНТ, при этом параллельно проектируется предметный ИТ-контент и выбираются оптимальные на данный момент каналы взаимодействия гиперактивного СЦИОС-ЗНТ с внешним окружением, а также его дальнейшие ближайшие индивидуальные образовательные учебные задания а также HIGH-NUME алгоритмы, процедуры и интерфейсы управления образовательными маршрутами.

#### Список используемых источников

1. Абрамян Г. В. Модели и технологии оптимизации телекоммуникаций в науке и образовании северо-западного региона на основе использования SAAS/SOD облачных сервисов // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 27.

2. Абрамян Г. В. Телекоммуникационные модели образования и научной деятельности как облачные сервисы SAAS/SOD взаимодействия в вузе // Перспективы развития науки и образования. 2013. С. 100–101.
3. Ситдииков А. А., Буснюк И. Ю., Тупий Е. О., Абрамян Г. В. Информационная модель оптимизации инфокоммуникаций в вузе на основе интерактивной системы взаимодействия студентов и преподавателей // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 18.
4. Абрамян Г. В. Методы, формы и инструменты HIGH-HUME обучения в условиях цифрового HIGH-TECH образования // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). СПб., 2018. С. 434–439.
5. Абрамян Г. В. Акселерация ИТ-компетенций пользователей цифровых экосистем на основе HIGH-HUME/HIGH-TECH технологий // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 135–137.
6. Абрамян Г. В. Методы и уровни акселерации информационных компетенций субъектов-пользователей цифровых HIGH-HUME, HIGH-TECH экосистем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. СПб., 2018. С. 429–434.
7. Абрамян Г. В. Принципы преподавания информационных технологий на основе инструментов и средств HIGH-HUME/HIGH-TECH обучения // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 337–339.
8. Абрамян Г. В. Технология анализа и таксономии целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях интернационализации образования // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 211–213.
9. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Переходные и стационарные алгоритмы обеспечения континуальной квазиустойчивости системы непрерывного образования в условиях бинарно-открытого информационного пространства и связей на основе механизмов откатов // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–26. С. 5884–5890.
10. Абрамян Г. В. Модели развития научно-исследовательских, учебно-образовательных и промышленно-производственных технологий, сервисов и процессов в России и странах ближнего зарубежья на основе глобализации сотрудничества и интеграции инфотелекоммуникаций // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. СПб., 2015. С. 668–673.
11. Абрамян Г. В. Модели развития учебно-образовательных, научно-исследовательских и промышленно-производственных ИТ-технологий, сервисов и процессов в России и странах ближнего зарубежья в условиях импортозамещения программного обеспечения // Информатика: проблемы, методология, технологии. Информатика в образовании. 2018. С. 363–368.
12. Абрамян Г. В., Марон А. Е. Стратегия и технология развития систем опережающего образования в современных условиях // Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего обучения. 2007. С. 12–13.
13. Абрамян Г. В. Инфотелекоммуникационные проблемы, риски и угрозы высокотехнологичных зон, научных парков и инкубаторов в науке и образовании стран БРИКС // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. СПб., 2015. С. 663–667.

УДК 05.52  
ГРНТИ 82.17.03, 14.85

**СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ  
В ЦИФРОВОЙ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА ОСНОВЕ  
СУГГЕСТИВНОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
КОНТЕНТА УЧЕБНЫХ КАНАЛОВ  
И HIGH-HUME/HIGH-TECH УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ  
КОММУНИКАЦИЯМИ**

**Г. В. Абрамян**

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,  
Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

*В статье рассматривается система подготовки ИТ-специалистов в цифровой информационно телекоммуникационной образовательной среде на основе суггестивно-лингвистического анализа контента учебных каналов и HIGH-HUME/HIGH-TECH управления учебной деятельностью и профессиональными коммуникациями.*

*HIGH-HUME, HIGH-TECH, подготовка ИТ-специалисты, суггестивная лингвистика, образовательная среда, управление учебной деятельностью, профессиональные коммуникации.*

В цифровой экономике и образовании профессионально-предметная и учебная ИТ-информация создается и обрабатывается либо субъектами цифровой инфотелекоммуникационной образовательной или профессиональной средой деятельности (СЦИОПД), либо генерируется, обрабатывается и сохраняется алгоритмами, системами и средствами искусственного интеллекта (АССИИ) [1, 2, 3].

В цифровой инфотелекоммуникационной образовательной среде значительная часть профессиональной, предметной и учебной ИТ-информации поступает к СЦИОПД – ИТ-преподавателям, ИТ-обучающимся (студентам и школьникам), ИТ-руководителям ИТ-практик и компаний, сотрудникам ИТ-компаний через естественные традиционные и цифровые ON/OFF LINE визуальные, аудиальные (вербальные, невербальные, паралингвистические) и кинестетические каналы и коммуникации [4].

Традиционно содержание и технологии профессиональной деятельности и подготовки ИТ-специалистов в инфотелекоммуникационной среде ос-

новано на организации и использовании естественной языковой и/или искусственной виртуально-цифровой предметно-ориентированной среды обработки ИТ-информации, использования индивидуальных лингвистических структур носителей естественных языков общения в конкретном регионе (государственных, национальных, международных) и искусственных ИТ-языков, а также психолингвистических моделей и алгоритмов их обработки мозге СЦИОПД.

Подготовка ИТ-специалистов в условиях как естественного традиционного, так и цифрового инфотелекоммуникационного учебного ИТ-процесса обеспечивается прямыми и обратными естественными и электронными аудиальными каналами обмена учебной ИТ-информацией между ИТ-преподавателем и ИТ-обучающимися посредством слуха и слуховых впечатлений (например, через язык, речевое общение и голос, музыку, шум).

Аудиальные каналы инфотелекоммуникационной среды обеспечивают, прежде всего, вербальный обмен ИТ-информацией между СЦИОПД на основе ИТ-речи (внутренней и внешней). Внешняя ИТ-речь СЦИОПД реализуется письменными и устными ИТ-технологиями. Устная речь СЦИОПД организуется монологическими и диалогическими электронными и традиционными формами и средствами (например, ИТ-беседами, дискуссиями, полемикой, диспутами).

Внутренняя речь СЦИОПД не является средством передачи ИТ-информации в инфотелекоммуникационную среду и согласно данным естественных наук в настоящее время считается, что она не является доступной для внешних СЦИОПД.

Письменная ИТ-речь СЦИОПД реализуется в инфотелекоммуникационной среде пишущим или говорящим на одном из естественных и/или ИТ языков на основе:

- 1) выбора и использования ИТ-терминов, слов и предложений,
- 2) генерации и внешней диффузии новых ИТ-терминов, слов и выражений,
- 3) выбора грамматической формы ИТ-высказывания,
- 4) выбора последовательности ИТ-терминов, слов, выражений и высказываний,
- 5) расстановки ударений, интонаций, тона голоса ИТ-преподавателя или ИТ-обучающегося и т. д.

В условиях HIGH-TECH ИТ-преподавания оптимальное использование современных электронных и цифровых ресурсов, учебных инфотелекоммуникационных каналов и профессиональных коммуникаций доступно лишь хорошо и отлично успевающим обучаемым. Неуспевающие ИТ-обучаемые могут оставаться вне зоны эффективной цифровой учебной инфотелекоммуникационной работы и внимания ИТ-преподавателей, в результате у ИТ-обучаемых может формироваться отрицательное отношение к учебе,

интеллектуальной деятельности и ИТ-знаниям интегрированным в цифровую инфотелекоммуникационную среду [5, 6].

В статье предлагается разработать и использовать HIGH-HUME/HIGH-TECH систему подготовки ИТ-специалистов в цифровой инфотелекоммуникационной образовательной среде на основе суггестивнолингвистического анализа контента учебных каналов, HIGH-HUME/HIGH-TECH управления учебной деятельностью и профессиональными коммуникациями. Результатом суггестивнолингвистического анализа контента и управления с учетом фонетических, фонологических, морфологических, лексикологических синтаксических составляющих подготовки ИТ-обучаемых будет мониторинг и учет мозговой активности и успеваемости обучаемых в инфотелекоммуникационной образовательной электронно-цифровой среде (ИОЭЦС) [7, 8, 9] Для этого необходимо учитывать параметры того как:

1) мозг конкретного СЦИОПД извлекает и распознает звуки, символы и коды ИТ-речи и предметный ИТ-контент из потока акустических сигналов ИОЭЦС, как мозг СЦИОПД отделяет звуки учебной ИТ-речи и предметный ИТ-контент от фонового шума ИОЭЦС,

2) фонологическая система СЦИОПД конкретного ИТ-обучающегося – носителя естественного и/или ИТ-языка представлена в информационной модели его мозга,

3) в мозге ИТ-обучающегося - носителе естественного и/или ИТ-языка организовано хранение предметного ИОЭЦС-контента, лексикона и какие инфотелекоммуникационные средства существуют для доступа к нему,

4) ИОЭЦС предметный инфотелекоммуникационный ИТ-контент объединяется в словосочетания и предложения в мозге СЦИОПД,

5) структурная и семантическая ИТ-информация ИОЭЦС используется при восприятии ИТ-предложений.

Результаты мониторинга, анализа и учета на основе суггестивной лингвистики позволят создавать и генерировать индивидуальные психолингвистические образовательные HIGH-HUME/HIGH-TECH ИТ-маршруты СЦИОПД в ИОЭЦС, предметно-профессиональные коммуникации в ИОЭЦС на основе системы управления вербальными, визуальными и паралингвистическими информационными прямыми и обратными ЭЦ-каналами доставки ИТ-контента для каждого СЦИОПД.

Подготовка ИТ-специалистов в цифровой HIGH-HUME/HIGH-TECH среде на основе суггестивной лингвистики управления учебными каналами и профессиональными коммуникациями предполагает:

1) мониторинг и дифференциацию СЦИОПД по каналам восприятия (предпочтениям) получения и отправки учебной ИТ-информации: аудиальные, визуальные, кинестетические и цифровые,

2) управление процессами цифрового инфотелекоммуникационного слушания и говорения с учетом региональных и национальных особенностей речи, языка и слов,

3) непрерывного анализа смыслов и понимания знаковых общих и предметных инфотелекоммуникационных ИТ-символов имеющих несколько различных значений одновременно,

4) непрерывный системный анализ учебной ИТ-деятельности в инфотелекоммуникационной образовательной среде с учетом параметров:

4.1) учебное инфотелекоммуникационное окружение – ИТ-субъекты и ИТ-объекты,

4.2) учебное инфотелекоммуникационное ИТ-поведение,

4.3.) учебные инфотелекоммуникационные ИТ-компетенции,

4.4) учебные инфотелекоммуникационные ИТ-способности,

4.5) личные инфотелекоммуникационные ИТ-убеждения и ИТ-ценности,

4.6) личная инфотелекоммуникационная ИТ-идентификация,

4.7) личная инфотелекоммуникационная ИТ-миссия и ИТ-сверхцель [10, 11, 12].

На практике формы профессиональных коммуникаций в цифровой HIGH-HUME/HIGH-TECH среде могут быть реализованы, например, в виде инфотелекоммуникационных ИТ-монологов и/или ИТ-диалогов между ИТ-обучаемым и ИТ-преподавателем с использованием одного или нескольких методов суггестивной лингвистики управления учебными каналами и профессиональными коммуникациями:

1) фактического обмена учебной ИТ-информацией с целью поддержки взаимодействия или общения;

2) инфотелекоммуникационного обмена предметной ИТ-информацией;

3) инфотелекоммуникационного выступления/обсуждения учебного ИТ-материала;

4) инфотелекоммуникационного дискуссионного ИТ-обмена при появлении противоречий в двух и более точках зрения на одну и ту же ИТ-проблему с целью влияния на мнение ИТ-обучаемых и ИТ-преподавателей для изменения их ИТ-мнения или ИТ-поведения;

5) инфотелекоммуникационного доверительного ИТ-диалога с ИТ-преподавателем как ИТ-проповедником, который подразумевает, в том числе выражение и обмен ИТ-чувствами и ИТ-переживаниями [13, 14, 15, 16, 17].

#### Список используемых источников

1. Абрамян Г. В. Возможности образовательных технологий в системе компьютерных коммуникаций // Информатика – исследования и инновации. ЛГОУ. РГПУ им. А. И. Герцена. СПб., 1999. С. 58–60.

2. Абрамян Г. В. Система непрерывного образования в условиях информационной среды // Педагогические чтения: философия, педагогика, образование. СПб. : Изд. ЛГОУ, 1997. С. 62–65.
3. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Таксономия и методология определения целей обучения информационным технологиям в условиях цифровизации образования и перехода к ФГОС ВО 3++ // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2019. С. 144–147.
4. Фокин Р. Р., Абрамян Г. В. Метамоделю обучения информационным технологиям в высшей школе // СПб ГУСЭ. СПб., 2011.
5. Абрамян Г. В. Методология и принципы преподавания цифровых инфотелекоммуникационных технологий на основе нейролингвистического программирования познавательной и учебной деятельности обучающихся // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). СПб., 2019. С. 539–544.
6. Абрамян Г. В. Методы, формы и инструменты HIGH-HUME обучения в условиях цифрового HIGH-TECH образования // Информатика: проблемы, методология, технологии. 2019. С. 1795–1798.
7. Абрамян Г. В. Акселерация ИТ-компетенций пользователей цифровых экосистем на основе HIGH-HUME/HIGH-TECH технологий // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 135–137.
8. Абрамян Г. В. Методы и уровни акселерации информационных компетенций субъектов-пользователей цифровых HIGH-HUME, HIGH-TECH экосистем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. СПб., 2018. С. 429–434.
9. Абрамян Г. В. Методы, формы и инструменты HIGH-HUME обучения в условиях цифрового HIGH-TECH образования // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). СПб., 2018. С. 434–439.
10. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Переходные и стационарные алгоритмы обеспечения континуальной квазиустойчивости системы непрерывного образования в условиях бинарно-открытого информационного пространства и связей на основе механизмов откатов // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–26. С. 5884–5890.
11. Абрамян Г. В. Принципы преподавания информационных технологий на основе инструментов и средств HIGH-HUME/HIGH-TECH обучения // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 337–339.
12. Абрамян Г. В., Марон А. Е. Стратегия и технология развития систем опережающего образования в современных условиях // Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего обучения. 2007. С. 12–13.
13. Абрамян Г. В. Инфотелекоммуникационные проблемы, риски и угрозы высокотехнологичных зон, научных парков и инкубаторов в науке и образовании стран БРИКС // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. СПб., 2015. С. 663–667.
14. Абрамян Г. В. Модели развития научно-исследовательских, учебно-образовательных и промышленно-производственных технологий, сервисов и процессов в России и странах ближнего зарубежья на основе глобализации сотрудничества и интеграции инфотелекоммуникаций // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Санкт-Петербург, 2015. С. 668–673.
15. Абрамян Г. В. Модели развития учебно-образовательных, научно-исследовательских и промышленно-производственных ИТ-технологий, сервисов и процессов в России и странах ближнего зарубежья в условиях импортозамещения программного обеспечения // Информатика: проблемы, методология, технологии. Информатика в образовании. 2018. С. 363–368.

16. Абрамян Г. В. Технология анализа и таксономии целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях интернационализации образования // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 211–213.

17. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Таксономия, классификация и методология анализа целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях глобализации образования // Фундаментальные исследования. 2014. № 8–7. С. 1647–1652.

УДК 05.57, 377, 378  
ГРНТИ 82.17.03, 14.85

**ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
HIGH-HUME/HIGH-TECH ЦИФРОВЫХ ВЕРБАЛЬНЫХ,  
ВИЗУАЛЬНЫХ И ПАРАЛИНГВИСТИЧЕСКИХ  
НЕВЕРБАЛЬНЫХ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ  
КОМПОНЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ  
ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ  
ФОНЕТИЧЕСКИХ, ФОНОЛОГИЧЕСКИХ,  
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ, ЛЕКСИКОЛОГИЧЕСКИХ  
И СИНТАКСИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И ФОРМ  
РЕАЛИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ И УЧЕБНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ**

**Г. В. Абрамян**

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,  
Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

*В статье рассматриваются формы организации и использования HIGH-HUME/HIGH-TECH цифровых вербальных, визуальных и паралингвистических невербальных инфотелекоммуникационных компонентов управления подготовкой ИТ-специалистов с учетом региональных фонетических, фонологических, морфологических, лексикологических и синтаксических конструкций и форм реализации познавательной и учебной деятельности обучаемых.*

*HIGH-HUME/HIGH-TECH образование, паралингвистические невербальные инфотелекоммуникационные компоненты, формы организации обучения ИТ-специалистов, цифровая среда обучения, познавательная и учебная деятельность обучаемых.*

Учебная, методическая, организационная, предметная и профессиональная (УМОПП) информация в цифровой инфотелекоммуникационной учебной среде (ЦИУС) принимается, перерабатывается и используется субъектами ЦИУС (СЦИУС) преимущественно на основе традиционного способа обработки информации человеком – психологолингвистической

вербальной деятельности мозга СЦИУС – носителя того или иного естественного языка, но с учетом национальных/региональных (НР) диалектов и фонетических, фонологических, морфологических, лексикологических и синтаксических (ФФМЛС) особенностей и конструкций языков (русского, английского, китайского, немецкого, итальянского и др.). Практически все основные цифровые HIGH-HUME/HIGH-TECH инфотелекоммуникационные учебные процессы кодирования и декодирования мозгом СЦИУС невербальной УМОПП ФФМЛС с учетом НР особенностей информации происходят также вербально.

В национальных языках, например в современном русском языке и его диалектах содержатся те или иные средства диагностики и распознавания входного инфотелекоммуникационного УМОПП контента, которые позволяют СЦИУС настраивать свою мозговую деятельность в HIGH-HUME/HIGH-TECH среде и соответственно в случае необходимости проектировать системы адаптивного и/или опережающего национального/регионального образования [1] перенося и модернизируя модели существующих ФФМЛС данных и их конструкций в свои национальные/региональные системы и средства [2, 3] искусственного интеллекта (НССИИ), содержащие УМОПП-информацию и реализующие УМОПП коммуникации учитывая и используя ФФМЛС настройки, например параметров тона, тембра, эмоционального настроения, жестов цифровых HIGH-HUME/HIGH-TECH моделей СЦИУС (ИТ-обучаемых, ИТ-преподавателей, ИТ-сотрудников, ИТ-руководителей и др.) [4].

Например, в естественной учебной среде и профессиональной деятельности учебные подсказки и предположения ИТ-обучаемыми произносятся, как правило, шепотом, а цели ИТ-обучения и деятельности [5], задачи, указания ИТ-преподавателей, приказы руководителей практик, отделов ИТ-компаний, учебных заведений реализуются административно-командным голосом и тоном. Но в тоже время ИТ-обучаемые и ИТ-преподаватели участвующие в проблемно-поисковой инфотелекоммуникационной деятельности могут демонстрировать противоречия между уровнями громкости произносимых (демонстрируемых) конструкций успевающими ИТ-обучаемыми и скрытыми (латентными) конструкциями содержания мыслей «неуспевающих» СЦИУС [6]. Как правило, в естественной среде ИТ-обучаемый пытается адекватно соотносить имеющееся у него содержание предметной ИТ-информации, имеющиеся ИТ-компетенции с уровнями поставленных задач, требованиями к компетенциям, содержанием предметной информации и компетенциями окружающих его СЦИУС и НССИИ [7, 8]. «Неуспевающий» ИТ-обучаемый пытается как бы «встроиться» в естественную и/или цифровую инфотелекоммуникационную учебную среду как бы «вслушиваясь», «всматриваясь» в окружающий его мобильный есте-

ственный, «живой» и/или цифровой ИТ-коллектив с учетом всего многообразия потоков вербального, невербального и тактильного контента и коммуникаций. В искусственной HIGH-HUME/HIGH-TECH инфотелекоммуникационной электронноцифровой среде в настоящее время реализуется, как правило, в основном визуальный, вербальный и за редким исключением иногда и тактильный УМОПП контент и его формы. В естественной и/или цифровой HIGH-HUME/HIGH-TECH инфотелекоммуникационной среде ИТ-обучаемый декодирует принимаемые УМОПП контент и сопровождающие его ФФМЛС составляющие коммуникаций слушая «что говорят», замечая «что видят», физически и эмоционально чувствуя «живые» и электронноцифровые отношения, симпатии, эмоции и др. [9] Например «что говорят» успевающие ИТ-обучаемые и авторитетные лично для него ИТ-преподаватели, «как относятся» к нему, «что думают о нем» на различных уровнях фонологии, лексики и синтаксиса ФФМЛС УМОПП контента. При этом «неуспевающий» ИТ-обучаемый может не воспринимать или не понимать сущности цифрового ИТ-контента, например, не понимая «как говорят» с учетом сложной или новой терминологии произношения УМОПП контента, не понимать латентного (скрытого) содержания цифрового УМОПП контента, кодируемого, например, на основе особой цифровой УМОПП корпоративной:

- 1) фоносемантики,
- 2) ритмов,

3) подпороговых стимулов естественного или искусственного предметного ИТ-языка или инфотелекоммуникационной среды. Например, если ИТ-преподаватель в своей естественной среде деятельности и/или электронноцифровой инфотелекоммуникационной копии/модели/представительства УМОПП речи, словах, предложениях будет часто использовать «шипящие» и «задненебные» согласные, а также звукобукву «Ы», то в подсознании ИТ-обучаемого будет генерироваться достаточно жесткое и относительно «насильственное» для мозга СЦИУС внешняя угроза вторжения в личное пространство ИТ-обучаемого, а если в этом случае и жесты ИТ-преподавателя будут подтверждать генерируемое естественной и/или цифровой речью намеренье, то соответственно будут усиливаться и подтверждаются и скрытые от сознания ИТ-обучаемого установки (цифровые УМОПП страхи, фобии, неуверенное поведение, панические атаки и др.).

В естественной традиционной учебной среде ИТ-преподавателям и ИТ-обучаемым достаточно трудно научиться принимать и формировать УМОПП потоки, например, слышать и говорить, оперативно контролируя смыслы жестких и/или мягких «звукобукв», слов и предложений на их основе, но современные НССИИ, цифровая среда и интеллектуальные методы формирования, управления и контроля цифрового УМОПП контента на основе суггестивнолингвистического анализа ФФМЛС особенностей СЦОС

позволяют адаптивно подбирать нужные вербальные, визуальные и паралингвистические невербальные компоненты и конструкции, например речь, темп, уровни голоса СЦОС реализуя индивидуальные цифровые инфотелекоммуникационные интерфейсы УМОПП взаимодействия на основе вербальных, визуальных и паралингвистических невербальных компонентов, каналов и средств коммуникаций с ИТ-обучаемым с учетом региональных и национальных особенностей естественных и искусственных языков по адаптации индивидуальных речевых модификаций СЦИУС на основе учета HIGH-HUME/HIGH-TECH вербальных, визуальных и паралингвистических невербальных ФФМЛС компонентов суггестивнолингвистического анализа:

- 1) тона голоса,
- 2) высоты звука и/или голоса,
- 3) ударения,
- 4) темпа и ритма речи,
- 5) пауз,
- 6) интонации,
- 7) скорости речи,
- 8) жестов, выражения лица (например, выражения недоумения, подмигивание и др.),
- 9) поз,
- 10) способов кодирования речи и высказываний с учетом статуса и самооценки в зависимости от ситуаций,
- 11) средств вокальной модуляции, передающих эмоции эффективнее и глубже чем естественный язык, например, смех, плач, стон, вой и др.,
- 12) методов и средств табуирования ИТ УМОПП-контента и поведения СЦИУС и других ФФМЛС параметров несущих и передающих УМОПП смыслы, но непосредственно естественными национальными языками не являющимися.

Для реализации данного подхода и форм управления обучением СЦИУС и НССИИ должны обладать специальными умениями, навыками и функциями поддержки различных видов ФФМЛС цифрового управления коммуникациями на основе:

- 1) вербальных,
- 2) визуальных,
- 3) паралингвистических невербальных информационных УМОПП компонентов и каналов.

Например, на уровне образовательной организации, предприятия, ИТ-портала, ИТ-приложения при невербальном цифровом управлении СЦИУС и УМОПП цифровая коммуникация может быть реализована на основе разработки и использования корпоративной оптикокинетической ин-

фотелекоммуникационной системы знаков. Для этого в образовательной организации может быть разработана и использована особая «корпоративная» интонация и тон голоса, сопровождающая потоки УМОПП речи, эмоции, специальные УМОПП жесты, УМОПП мимика, УМОПП пантомимика (выразительные движения лица, головы, конечностей, туловища), УМОПП позы, взгляды, системы контакта глазами и др. Анализ и непрерывный мониторинг естественных и виртуально-цифровых и инфотелекоммуникационных моделей СЦИУС, средств УМОПП генерации/воспроизведения невербальной цифровой корпоративной коммуникации, воспроизводящих например позы, движения глаз, мимики СЦИУС позволят интерпретировать эмоциональные состояния СЦИУС, например ИТ-обучаемых и ИТ-преподавателей. Данные анализа будут отражать параметры личностного развития, «внутренний мир» СЦИУС. В естественной и в цифровой инфотелекоммуникационной корпоративной среде ФФМЛС составляющие виртуально-цифровых моделей СЦИУС, например, слова-формы и жесты-формы СЦИУС являются цифровыми кодами передаваемых УМОПП сообщений. Для эффективного восприятия этих корпоративных кодов, СЦИУС необходимо владеть ими, понимать и применять их по мере необходимости. Например, СЦИУС носителю русского языка сложно, а иногда и невозможно понять жесты-кодов СЦИУС носителей китайского, японского, английского (американского, британского), итальянского и других языков. Так же и определенные учебные или профессиональные жесты СЦИУС в цифровой корпоративной среде организации могут быть неадекватно или неверно интерпретированы/использованы коллегами или внешним окружением.

Форма и содержание цифровых жестов, передающих целевую УМОПП информацию СЦИУС с учетом параметров личностного развития, соответствующих его внутреннему состоянию, могут быть различны:

- 1) цифровые УМОПП инфотелекоммуникационные иллюстраторы, которые дополняют УМОПП сообщения СЦИУС;
- 2) цифровые УМОПП инфотелекоммуникационные регуляторы, подчеркивающие и проявляющие особые характеристики отношения СЦИУС;
- 3) цифровые УМОПП символы (общепринятые корпоративные цифровые коды, эмблемы и др.);
- 4) цифровые УМОПП инфотелекоммуникационные аффекторы обеспечивающие передачу эмоциональных состояний и оценок СЦИУС:
  - 4.1) уверенности,
  - 4.2) неуверенности,
  - 4.3) самоконтроля,
  - 4.4.) ожидания,
  - 4.5) отрицания,
  - 4.6) расположения;

- 4.7) доминирования,
- 4.7) неискренности,
- 4.8) наблюдения/присмотра и других.

НССИИ управления на основе ФФМЛС анализа особенностей реализации и использования естественных языков, например, могут проводить ФФМЛС мониторинг и распознавание виртуально-цифровых моделей моделей инфотелекоммуникационной мимики и жестов СЦИУС, например, ИТ-обучаемого при входных и выходных потоках УМОПП. При этом исходящий поток виртуальных моделей виртуально-цифровой инфотелекоммуникационной мимики ИТ-преподавателя является способом информирования ИТ-обучаемых, например, при частичной неподвижности виртуально-цифровых моделей лица ИТ-преподавателя как правило теряется 10–15 % всей учебной информации. Если же виртуально-цифровая модель ИТ-обучаемого при генерации выходного УМОПП потока «обманывает» ИТ-преподавателя или что-то скрывает, то его глаза как правило встречаются с глазами ИТ-преподавателя менее трети времени всего учебного инфотелекоммуникационного сеанса/диалога. Мониторинг левой стороны виртуально-цифровых моделей лица ИТ-обучаемых будет чаще и полнее свидетельствовать об эмоциональной составляющей деятельности и отношений к УМОПП потокам, а с помощью мониторинга состояния моделей глаз или моделей искривления губ на исходящих УМОПП потоках СЦИУС, например, мониторинга ИТ-обучаемых, ИТ-преподавателю подаются достаточно точные сообщения о состоянии параметров личностного развития и «внутреннего мира» реальных ИТ-обучаемых. Изменение параметров личностного развития реального СЦИУС происходит в момент изменения поведения виртуально-цифровых моделей зрачков, в частности в моменты их сужения и расширения. В естественной традиционной системе обучения это изменение, как правило, остается вне внимания и контроля ИТ-преподавателя. Поэтому если, например, осуществлять мониторинг поведения виртуально-цифровых моделей зрачков в состоянии «вызова»/опроса реальных ИТ-обучаемых, которые например, испытывают эмоции страха, боязни, фобии или наоборот симпатии к предмету/теме, то соответственно по характерному состоянию виртуально-цифровых моделей зрачков ИТ-обучаемого можно принимать решения по изменению/коррекции/адаптации индивидуального образовательного маршрута [9, 10, 11, 12].

#### Список используемых источников

1. Абрамян Г. В., Марон А. Е. Стратегия и технология развития систем опережающего образования в современных условиях // Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего обучения. 2007. С. 12–13.
2. Абрамян Г. В. Модели и технологии оптимизации телекоммуникаций в науке и образовании северо-западного региона на основе использования SAAS/SOD облачных сервисов // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 27.

3. Абрамян Г. В. Телекоммуникационные модели образования и научной деятельности как облачные сервисы SAAS/SOD взаимодействия в вузе // Перспективы развития науки и образования. Москва, 2013. С. 100–101.
4. Абрамян Г. В. Принципы преподавания информационных технологий на основе инструментов и средств HIGH-HUME/HIGH-TECH обучения // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 337–339.
5. Абрамян Г. В. Технология анализа и таксономии целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях интернационализации образования // Преподавание информационных технологий в РФ. 2018. С. 211–213.
6. Абрамян Г. В. Инфотелекоммуникационные проблемы, риски и угрозы высокотехнологических зон, научных парков и инкубаторов в науке и образовании стран БРИКС // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IV Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. – СПб. : СПбГУТ, 2015. С. 663–667.
7. Абрамян Г. В. Акселерация ИТ-компетенций пользователей цифровых экосистем на основе HIGH-HUME/HIGH-TECH технологий // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 135–137.
8. Абрамян Г. В. Методы и уровни акселерации информационных компетенций субъектов-пользователей цифровых HIGH-HUME, HIGH-TECH экосистем // VII Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. – СПб. : СПбГУТ, 2018. С. 429–434.
9. Абрамян Г. В. Методы, формы и инструменты HIGH-HUME обучения в условиях цифрового HIGH-TECH образования // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. – СПб. : СПбГУТ, 2018. С. 434–439.
10. Абрамян Г. В. Модели развития научно-исследовательских, учебно-образовательных и промышленно-производственных технологий, сервисов и процессов в России и странах ближнего зарубежья на основе глобализации сотрудничества и интеграции инфотелекоммуникаций // IV Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. – СПб. : СПбГУТ, 2015. С. 668–673.
11. Абрамян Г.В. Модели развития учебно-образовательных, научно-исследовательских и промышленно-производственных ИТ-технологий, сервисов и процессов в России и странах ближнего зарубежья в условиях импортозамещения программного обеспечения // Информатика: проблемы, методология, технологии. Информатика в образовании. 2018. С. 363–368.
12. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Переходные и стационарные алгоритмы обеспечения континуальной квазиустойчивости системы непрерывного образования в условиях бинарно-открытого информационного пространства и связей на основе механизмов откатов // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–26. С. 5884–5890.

УДК 377, 378  
ГРНТИ 14.85

## ИТОГОВАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИТ-ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ РФ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА И СПЕЦИФИКАЦИЙ WORLDSKILLS

Г. В. Абрамян<sup>1,2</sup>, Г. Р. Катасонова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,

<sup>2</sup>Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова,

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются возможности организации итоговой государственной аттестации качества подготовки ИТ-выпускников вузов РФ на основе профессионального стандарта и спецификаций WORLDSKILLS с учетом факторов управленческой деятельности, компетенций общения и межличностных отношений, методов решения ИТ-проблем, анализа и проектирования программных решений, разработки, тестирования и документирования программных решений.*

*организация итоговой государственной аттестации, выпускники вузов, качество ИТ-подготовки, профессиональный стандарт, спецификации Worldskills.*

С 2017 года в РФ проводится эксперимент по реализации государственной итоговой аттестации (ГИА) в форме демонстрационного экзамена в соответствии со стандартом WorldSkills по программам среднего профессионального образования (СПО), который позволяет оценить и применить профессиональные навыки в условиях моделирования реальных производственных процессов при выполнении практических профессиональных задач. Актуальность реализации эксперимента возрастает в условиях глобализации [1] и модернизации образования [2], перехода к системе опережающего образования, [3] профессиональным стандартам ВО 3++, реализации программы цифровая экономика РФ, а также возникших рисков для системы высшего и профессионального образования в условиях глобального распространения вирусной пандемии и связанной с ней экономического кризиса [4, 5, 6, 7]. В качестве процедуры ГИА по образовательным программам СПО с 2017 года учитываются стандарты и спецификации WorldSkills-требований к компетенциям выпускников СПО. Планируется, что в период 2020–2025 годов стандартами WorldSkills Russia будут охвачены более 1500 российских заведений СПО и 1,5 млн студентов. Для этого планируется создать более пяти тысяч оборудованных мастерских и более ста центров опережающей профессиональной подготовки [8].

Авторами доклада предлагается учитывать спецификации требований к компетенциям стандарта WorldSkills при моделировании ИТ-обучения [9] и инновационного развития вуза [10, 11, 12, 13] и проведении ГИА выпускников вузов, реализующих ИТ-подготовку, включающей:

1) итоговый государственный экзамен по дисциплине (или итоговый междисциплинарный экзамен);

2) защиту выпускной квалификационной работы [14, 15].

Спецификации компетенций стандартов WorldSkills при аттестации качества высшего ИТ-образования включают в себя учет следующих видов контроля компетенции:

1) организации системы управления деятельностью;

2) общения и межличностных отношений;

3) решения проблем, инноваций и креативности [16];

4) анализа и проектирования программных решений;

5) разработки программных решений;

6) тестирования программных решений;

7) документирования программных решений [17].

В части организации управления деятельностью спецификациями WorldSkills предполагается, что ИТ-выпускник вуза должен понимать, знать и применять навыки информационной культуры [18, 19], эффективной работы в команде; методы оценки информации, собранной из разных источников; принципы функционирования систем, отвечающих за увеличение стабильности и экологической безопасности продуктов, стратегий и навыков. ИТ-выпускник должен уметь планировать каждодневный производственный график в соответствии с временными ограничениями и крайними сроками; использовать инновационные технологии для исследовательских разработок; проводить анализ результатов деятельности компании в сравнении с ожиданиями и потребностями клиента и организации.

Спецификация «Компетенции общения и межличностных отношений» включает в себя понимание и знания соблюдения конфиденциальности при общении с клиентами, партнерами и заказчиками; грамотного использования устных и письменных средств коммуникаций; быстрое разрешение конфликтов при работе с клиентами; установление доверия продуктивных рабочих отношений в коллективе, личностное развитие навыков креативности. ИТ-выпускник вуза должен понимать техническую документацию, системные спецификации и инструкции по организации рабочего места; использовать навыки сбора информации о требованиях клиента, ведения переговоров с партнерами и клиентами о бюджете проекта и сроках его выполнения; регулярно уведомлять клиента о ходе работы над проектом, подтверждая, что разрабатываемое приложение соответствует оригинальным спецификациям, пользоваться коммуникационными навыками для

успешной работы над групповым решением проблем; представлять в удобном для клиента виде окончательные программные решения.

При проектировании программных решений в соответствии со спецификаций WordSkills ИТ-выпускник вуза должен понимать необходимость анализа альтернативных вариантов для выбора лучшего решения, используя методы аналитического суждения и интересы клиента; использовать системный анализа и методологию проектирования (*Unified Modelling Language, Model-View-Control*, фреймворки, шаблоны проектирования и др.); иметь навыки структурного и динамического моделирования, владеть инструментами моделирования; проектировать системы на основе UML-диаграмм (классов, последовательностей, состояний, деятельности); владеть навыками описания реальных объектов и процессов; схем реляционных/объектных баз данных; структур человеко-машинного интерфейса; средств безопасности и контроля.

При разработке программных решений выпускник вуза, согласно спецификации, должен уметь использовать СУБД для управления данными системы, например, MySQL, MS SQL Server и др.; использовать среды для разработки кодов приложений типа «клиент-сервер», например, на базе программного обеспечения .NET, Java; строить многоуровневые приложения; разрабатывать мобильный интерфейс для клиентов на основе серверных систем. Уметь составлять план тестирования (модульного, интеграционного и др.), разрабатывать тест-кейсы, проверять их результаты, исправлять ошибки, составлять отчеты о процедурах тестирования программного обеспечения; эффективно работать с технической документацией и др.

По мнению авторов, спецификации WorldSkills позволят обеспечивать единые подходы и цели опережающего ИТ-обучения [20], унифицировать анализ и управление учебно-производственными процессами [21], тем самым обеспечивая дополнительную устойчивость системы высшего российского ИТ-образования в условиях глобализации международного цифрового образовательного и производственного пространства [22, 23, 24].

#### Список используемых источников

1. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Таксономия, классификация и методология анализа целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях глобализации образования // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 8–7. С. 1647–1652.
2. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Проблемы перехода к подготовке академических бакалавров по направлению подготовки «Бизнес-информатика» в условиях модернизации образовательных стандартов // *Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании*. 2015. С. 1435–1439.
3. Абрамян Г. В., Марон А. Е. Стратегия и технология развития систем опережающего образования в современных условиях // *Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего обучения*. 2007. С. 12–13.

4. Абрамян Г. В. Профессиональная подготовка, становление и адаптация специалиста-информатика в условиях экономического кризиса // Математика, информатика, естествознание и проблемы устойчивого развития. АИО, СПбГУ, РГПУ им. А. И. Герцена, СПбГУА. 2009. С. 23–28.

5. Абрамян Г. В. Система непрерывного образования в условиях информационной среды // Педагогические чтения: философия, педагогика, образование. СПб. : Изд. ЛГОУ, 1997. С. 62–65.

6. Абрамян Г. В. Социально-экономические аспекты и задачи подготовки педагогических кадров на современном этапе // Информатика, исследования и инновации. ЛГОУ, РГПУ им. А. И. Герцена. СПб., 1999. С. 45–51.

7. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Таксономия и методология определения целей обучения информационным технологиям в условиях цифровизации образования и перехода к ФГОС ВО 3++ // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2019. С. 144–147.

8. Информационный портал WorldSkills International. URL: <http://www.worldskills.org/>

9. Фокин Р. Р., Абрамян Г. В. Мета модель обучения информационным технологиям в высшей школе // СПб ГУСЭ. Санкт-Петербург, 2011.

10. Абрамян Г. В. К вопросу о научно-методических аспектах, подходах и возможностях информационного моделирования элементов инновационного развития университетских комплексов на современном этапе // Формирование университетских комплексов – путь стратегического инновационного развития образовательных учреждений. СПбГУСЭ. СПб., 2008. С. 19–23.

11. Абрамян Г. В. Модели развития научно-исследовательских, учебно-образовательных и промышленно-производственных технологий, сервисов и процессов в России и странах ближнего зарубежья на основе глобализации сотрудничества и интеграции инфотелекоммуникаций // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Санкт-Петербург, 2015. С. 668–673.

12. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Переходные и стационарные алгоритмы обеспечения континуальной квазиустойчивости системы непрерывного образования в условиях бинарно-открытого информационного пространства и связей на основе механизмов откатов // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–26. С. 5884–5890.

13. Абрамян Г. В. Модели развития учебно-образовательных, научно-исследовательских и промышленно-производственных ИТ-технологий, сервисов и процессов в России и странах ближнего зарубежья в условиях импортозамещения программного обеспечения // Информатика: проблемы, методология, технологии. Информатика в образовании. 2018. С. 363–368.

14. Катасонова Г. Р., Абрамян Г. В. Технологии подготовки академических и прикладных бакалавров в условиях ФГОС ВО 3+ с учетом российских профессиональных стандартов // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. Пермь, 2015. С. 120–122.

15. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Содержание континуального образования прикладных и академических бакалавров в условиях перманентной модернизации профессиональных и образовательных стандартов // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–26. С. 5891–5897.

16. Абрамян Г. В. Инфотелекоммуникационные проблемы, риски и угрозы высокотехнологичных зон, научных парков и инкубаторов в науке и образовании стран БРИКС // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Санкт-Петербург, 2015. С. 663–667.

17. Техническое описание компетенции «IT-Программные решения для бизнеса» URL: [programmnye\\_resheniya\\_dlya\\_biznesa\\_2017.pdf](#) (дата обращения: 14.03.2020).

18. Атаян А. М. Роль информационной культуры в профессиональном становлении будущих специалистов экономического профиля // Информационные технологии и системы. Наука и практика. Владикавказ, 2009. С. 83–85.

19. Фокин Р. Р., Абрамян Г. В. Совершенствование информационной культуры будущего специалиста как важнейшее направление деятельности вуза // Научная конференция, посвященная 300-летию Санкт-Петербурга. ВАШ. СПб., 2003. С. 159–169.

20. Абрамян Г. В., Марон А. Е. Стратегия и технология развития систем опережающего образования в современных условиях // Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего обучения. 2007. С. 12–13.

21. Катасонова Г. Р., Абрамян Г. В. Современные подходы и информационные технологии моделирования управления образовательными процессами // Российская история. 2012. Т. 2012. С. 238.

22. Абрамян Г. В. Технология анализа и таксономии целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях интернационализации образования // Преподавание информационных технологий в РФ. 2018. С. 211–213.

23. Катасонова Г. Р. Организационные модели функционирования вузов с учетом формирования целей обучения // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 483.

24. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р., Стригина Е. В. Структурные характеристики компетентности специалистов цифровой экономики // Преподавание информационных технологий в РФ. 2019. С. 101–104.

УДК 377, 378

ГРНТИ 14.85, 76.33.43

## ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В РОССИЙСКИХ ВУЗАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Г. В. Абрамян<sup>1,2</sup>, Г. Р. Катасонова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена

<sup>2</sup>Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются особенности и вопросы организации дистанционного обучения студентов в российских вузах. В условиях вирусной пандемии и всеобщего перехода обучающихся на ДО администрации и преподаватели вузов проектируют наиболее оптимальные технические и программные решения, способствующие освоению сетевой, телекоммуникационной форм организации обучения при ограниченных возможностях перемещения. В связи с этим рассмотрены элементы цифровых образовательных технологий электронно-образовательной среды вузов, включающие образовательную методическую систему, цифровые образовательные ресурсы, техническую*

*реализацию среды обучения, специализированную подготовку профессорско-преподавательского состава, автоматизацию управления образовательной организацией. Рассмотрены основные проблемы, возникающие при ДО. Показана эффективность использования электронной информационно-образовательной среды в СПбГУТ.*

*организация дистанционного обучения, электронная информационно-образовательная среда, студенты, российские вузы.*

Интеграция традиционного обучения с элементами информационно-телекоммуникационных форм сетевого обучения в российских вузах осуществлялась последовательно в рамках исследовательских и экспериментальных работ. В последние 10–15 лет стали образовываться виртуально-образовательные сообщества студентов – для организации совместной учебной, научной и досуговой деятельности, преподавателей-тьюторов – для организации профессиональной, учебной, научной и воспитательной деятельности, руководителей-администраторов учебных образовательных программ – для организации коммуникаций, мониторинга учебных процессов, успеваемости обучаемых и деятельности преподавателей-тьюторов. В соответствии с направлениями образовательной подготовки, потребностями учебного процесса и академического статуса образовательной организации (ОО) постепенно внедрялись разнообразные виды дистанционного обучения (ДО), включающие фронтально-коллективную, автономно-групповую, индивидуально-обособленную формы обучения.

Вирусная пандемия, начавшаяся в начале 2020 года, ускорила переход российских вузов на использование новых форм дистанционного обучения студентов [1], основанных на использовании безопасных сетевых и электронных форм реализации образовательных программ (ОП) с использованием систем управления учебным контентом (LMS платформы) на основе предметных баз данных и информационно-телекоммуникационных сетей [2].

Согласно рекомендациям Министерства науки и высшего образования РФ, в 2020 году большинство вузов (МГУ, МФТИ, СПбГУ, СПбГУТ, РГПУ, МГИМО, МГТУ, УрФУ, НГУ, РЭУ имени Г. В. Плеханова) быстро и безболезненно перешли на режим полностью сетевого и ДО, благодаря своевременно созданной или адаптированной аппаратно-технической, программной, предметной, методической и административно-управленческой базы и сервисов поддержки ДО.

Сегодня понятия «цифровое общество», «сетевое обучение», «электронная образовательная среда» стали неотъемлемыми составляющими нашей жизни. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» включает девять направлений, одним из которых являются «Кадры и образование», где в разделе «Система образования» отмечается приоритет формирования персональной траектории обучения для будущих

специалистов цифрового общества. Ключевыми свойствами цифрового общества являются:

- 1) повсеместное использование и продвижение электронных (цифровых) услуг [3];
- 2) оперативная реализация моделей бизнес-идей в различных предметных областях [4];
- 3) качественная коммуникация между организациями, компаниями, органами власти и гражданами в электронной форме.

Использование элементов и форм ДО с возможностью использования видеуроков, онлайн чатов и тестирований, телеконференций гарантировано статьей 16 закона № 273-ФЗ. Опираясь на данный закон российские вузы достаточно давно начали активно устанавливать, наполнять и экспериментально применять различные российские и зарубежные LMS платформы, системы ДО и сетевые телекоммуникации, такие как Moodle, Discord, Google Hangout, Google Meet, Hangouts, Zoom для организации самостоятельной работы обучающихся [5].

В условиях всеобщего дистанционного образования необходимо освоить все элементы цифровых образовательных технологий электронно-образовательной среды (ЭОС):

- 1) образовательную методическую систему с учетом формирования целей обучения [6];
- 2) цифровые образовательные ресурсы;
- 3) техническую реализацию среды обучения;
- 4) специализированную подготовку и развитие профессорско-преподавательского состава;
- 5) автоматизацию управления образовательной организацией.

К основным видам электронно-образовательной среды по методическому назначению относятся:

- 1) информационно-поисковые системы;
- 2) информационно-справочные программные средства;
- 3) программные оболочки для контроля (самоконтроля) уровня знаний;
- 4) демонстрационные программные средства;
- 5) моделирующие программные средства;
- 6) учебно-игровые программные средства;
- 7) имитационные системы;
- 8) программные тренажеры;
- 9) досуговые (виртуальные) программные средства.

Цифровые образовательные ресурсы активно используются всеми участниками образовательного процесса:

- 1) преподавателями;
- 2) специалистами органов управления образованием;

3) студентами на аудиторных занятиях и при самостоятельной подготовке;

4) тьюторами;

5) менторами;

6) разработчиками учебно-методических материалов;

7) родителями.

Коллекции электронных образовательных ресурсов включают разнообразные методические обучающие материалы (текстовые лабораторные практикумы, аудио и видео-лекции), тематические энциклопедии, программное обеспечение для поддержки учебной деятельности и организации учебного процесса.

Кроме этого, в настоящее время востребованными становятся:

1) обучающие тренажеры с удаленным доступом, особенно актуальные для студентов медицинских и технических специальностей [7];

2) обучающие средства на основе геоинформационных систем, полезные для студентов логистических, транспортных специальностей;

3) сложные экспертные обучающие системы и базы знаний с удаленным доступом для сложных специфических специальностей;

4) обучающие системы на основе виртуальной реальности для студентов творческих направлений подготовки.

Техническая реализация среды обучения регламентируется методическими рекомендациями [8] по обновлению материально-технической базы, включающей основные требования:

1) скорость соединения в городской местности с сетью Интернет не менее 100 Мб/с, в сельской – не менее 50 Мб/с;

2) наличие в компьютерных классах общеобразовательных организаций современной вычислительной техники, необходимого лицензионного программного обеспечения, оборудования для демонстрации обучающих видеороликов и презентаций;

3) обеспеченность общеобразовательных организаций информационно-телекоммуникационной инфраструктурой, системами видеонаблюдения, локальными вычислительными сетями, структурированными кабельными системами.

Специализированная подготовка и развитие профессорско-преподавательского состава с учетом активного внедрения дистанционных образовательных технологий (ДОТ) предполагает для полноценной дистанционной реализации образовательных программ повышение квалификации в области создания и управления методической, содержательной, технологической обеспеченности электронной образовательной среды.

Организация удаленных занятий со студентами в режиме онлайн с использованием ДОТ, включает использование:

1) сервисов и платформ для организации видеоконференций;

2) программ для подготовки презентаций, нарезки видео, создания коллажей и инфографики;

3) сервисов для организации дискуссии с помощью мессенджеров;

4) сервисов для общего использования методических материалов и выполненных отчетов. Именно поэтому необходимо выяснить готовность преподавателей к работе с ДОТ, какой у них имеется опыт в области практического дистанционного обучения, что включает опыт использования современных гаджетов, электронных коммуникаций, программных средств и Интернет ресурсов.

Для повышения оперативности процесса передачи знаний и уровня их достоверности в каждом вузе необходимо использовать автоматизированную систему управления образовательным процессом. Автоматизация управления образовательной организации позволяет решить ряд задач:

1) создание единой базы данных профессорско-преподавательского состава вуза и контингента студентов;

2) автоматизация, стандартизация документооборота, переход на электронное делопроизводство;

3) оперативный открытый доступ к актуальной информации всех участников образовательного процесса;

4) качественный и разносторонний анализ состояния образовательного процесса.

Переход в вузах на полностью ДО выявил некоторые недостатки и особенности, а именно у студентов первого года обучения, находящихся в общежитиях или на съёмных квартирах, у которых слабо сформированы навыки правильной организации самостоятельной работы, отсутствует заинтересованность и мотивация в получении знаний без соответствующего контроля. В ряде удаленных и малонаселённых регионах РФ в связи с отсутствием высокоскоростных каналов связи проблемой является периодическое зависание компьютеров и задержка в системах коммуникаций и связи. Часто, у ряда студентов, находящихся на самоизоляции отсутствует специализированное программное обеспечение, которое установлено в компьютерных классах вуза. У студентов естественно-научных, инженерных специальностей приобретение предметных компетенций при традиционном обучении проходит в специально оборудованных лабораториях, которые дистанционно не функционируют, просмотр видеоматериалов не дает возможности получить необходимые навыки, а создание виртуальных моделей эмуляции предметных лабораторий процесс достаточно дорогостоящий и быстро теряющий свою актуальность.

У студентов, впервые перешедших на ДО возникает огромное количество вопросов по поводу самостоятельного выполнения заданий без активной поддержки преподавателем, организации групповых чатов и вебинаров,

вопросы правильности и объективности оценивания деятельности студентов и прочее. Зачастую, отсутствие оперативной online тьюторской навигации приводит студентов в замешательство и к самоустранению от учебного процесса. Такой же стресс испытывают преподаватели старшего поколения цикла гуманитарных дисциплин (история, физкультура, иностранные языки, культурология) при переходе к полностью сетевой системе ДО, привыкшие осуществлять обучение студентов при непосредственном аудиторном контакте. В данной ситуации необходимо оперативно осуществить организацию курсов по освоению сетевых обучающих технологий и навыки работы с основными Интернет-сервисами для организации лекционных, семинарских и контрольно-экзаменационных занятий. С связи с этим во многих вузах РФ разработаны программы по повышению квалификации, где сотрудники ВУЗа и профессорско-преподавательский состав осваивают технологии создания учебных модулей и методы загрузки электронных образовательных ресурсов для дистанционного обучения.

В Санкт-Петербургском университете телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС) включает:

1) автоматизированную систему управления учебным процессом «Кибя»;

2) официальные сайты, официальные сообщества, страницы в социальных сетях, через которые можно получить доступ к оперативной актуальной информации, личному кабинету, портфолио, электронным библиотекам, электронным образовательным ресурсам, рабочим программам и учебно-методическим материалам по всем преподаваемым в университете дисциплинам.

В связи с полной обеспеченностью ЭИОС и необходимой материально-технической базой, университет оперативно перешел на дистанционный формат обучения еще в марте 2020 года.

С переходом на смешанное обучение были расширены функции и возможности личного кабинета преподавателя и обучающегося (рис., см. ниже):

1) прикрепление ссылки на сервис (платформу) для проведения видеолекций;

2) добавление дополнительного методического материала для студентов всей группы или курса;

3) обмен оперативными сообщениями с возможностью прикрепления студентами файлов для проверки и оценки выполненных работ;

4) самостоятельная отметка студентами о посещении занятия в электронном журнале;

5) запросы студентов на пересдачу дисциплин, переэкзаменовку, заполнение и закрытие электронной ведомости преподавателем;

- 6) тесная связь с кураторами учебных групп;
- 7) онлайн участие в различных конференциях, семинарах, олимпиадах, школах актива, днях открытых дверей, творческих мероприятиях.

Система позволяет упростить переход на ДО студентов и преподавателей, обеспечить контроль со стороны администрации за качеством проведения занятий преподавателями, повысить прозрачность и комфортность обучения.

Время	Тема занятия	Тип занятия	Статус	Дополнительно
<b>Понедельник</b>				
6 (16.15-18.50)	Современные технические средства и информационно-коммуникационные технологии	ДОТ	РСО-01а	
7 (20.00-21.35)	Современные технические средства и информационно-коммуникационные технологии	ДОТ	РСО-01а	Файлы загружены Ссылка
<b>Вторник</b>				
1 (09.00-10.35)	Информационные технологии и базы данных в прикладных коммуникациях	ДОТ	РСО-03	Файлы загружены Ссылка
2 (10.45-12.20)	Информационные технологии и базы данных в прикладных коммуникациях	ДОТ	РСО-03	
3 (13.00-14.35)	Информационные технологии и базы данных в прикладных коммуникациях	ДОТ	РСО-05	Файлы загружены
5 (18.30-18.55)	Информационные технологии и базы данных в прикладных коммуникациях	ДОТ	РСО-05	Ссылка
<b>Среда</b>				
2 (10.45-12.20)	Информационные технологии и базы данных в прикладных коммуникациях	ДОТ	СВ-01а	Файлы загружены Ссылка
3 (13.00-14.35)	Информационные технологии и базы данных в прикладных коммуникациях	ДОТ	СВ-01а	Файлы загружены
4 (14.45-16.20)	Дизайн и решение	ДОТ	СВ-01а	Начать занятием
<b>Четверг</b>				
1 (09.00-10.35)	Дизайн и решение	ДОТ	СВ-01а	
<b>Пятница</b>				

Рис. Личный кабинет преподавателя СПбГУТ

В ходе работы со студентами гуманитарного факультета в условиях ДО активно используется онлайн-сервис Slack, помогающий организовать оперативное общение между всеми участниками учебного процесса в форме групповых бесед с возможностью подключения множества дополнительных онлайн-инструментов и возможностью синхронизации со всеми подключенными устройствами.

Перед началом практического занятия студенты проходят опросы в игровой форме с соревновательным эффектом в программе Kahoot!, что мотивирует студентов в повторении пройденного материала и получения дополнительных баллов и бонусов.

Для структурирования учебных материалов и хранения их в облаке используются сервисы Core и Google.com. Система ДО СПбГУТ обеспечивает полноценный доступ к РПД и учебно-методическим материалам, однако сервис core удобно использовать для размещения методических материалов с оцениванием в режиме онлайн выполненных заданий студентами.

Для совместного выполнения проектных работ, которым завершается семестр удобно использовать программу Yougile в которой вся проектная деятельность представлена на привычных досках для знакомства с актуальными задачами, как в Trello и подключением чата, как в Telegram.

Готовый отчет можно отобразить в виде диаграммы Гантта, которая позволяет увидеть общий ход процесса (дату начала и окончания задач, последовательность работ), выполняемых членами команды и управлять ими за счет наглядности.

В условиях всеобщего перехода студентов вузов на дистанционное обучение значимость развития цифровых образовательных технологий резко возрастает. При этом администрация и преподаватели вузов самостоятельно проектируя наиболее оптимальные технические, программные решения и образовательные модели [9, 10] под каждую образовательную программу должны обеспечить кадровый состав, имеющиеся в наличии обучаемых и преподавателей технические возможности и технологии. Это позволит оптимизировать и уменьшить возможные негативные последствия перехода к полностью дистанционной, сетевой, телекоммуникационной форме организации образования при ограниченных возможностях перемещения обучаемых и преподавателей в условиях вирусной пандемии.

#### Список используемых источников

1. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Особенности организации дистанционного образования в вузах в условиях самоизоляции граждан при вирусной пандемии // *Современные проблемы науки и образования*. 2020. № 3. С. 41.
2. Катасонова Г. Р., Абрамян Г. В. Системный подход к формированию целей обучения информационным технологиям в условиях цифровизации образования // *Информационные технологии в образовании. материалы XI Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции*. 2019. С. 109–112.
3. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. Современные аспекты высшего образования в информационно-цифровом обществе // *Вестник Санкт-Петербургского государственного института культуры*. 2018. № 2 (35). С. 138–144.
4. Шкрум А. С., Катасонова Г. Р. Тенденции применения аддитивных технологий в различных предметных областях и в медицинской сфере // *Уральский медицинский журнал*. 2020. № 5 (188). С. 216–220.
5. Катасонова Г. Р. Абрамян Г. В. Современные подходы и информационные технологии моделирования управления образовательными процессами // *Российская история*. 2012. Т. 2012. С. 238.
6. Катасонова Г. Р. Организационные модели функционирования вузов с учетом формирования целей обучения // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5. С. 483.
7. Шкрум А. С. Разработка концепции комплексной диагностики и профилактики состояния гигиены полости рта // *В мире научных открытий*. 2017. Т. 9. № 4–2. С. 288–297.
8. Распоряжение министерства просвещения РФ от 17 декабря 2019 года N P-135 «Об утверждении методических рекомендаций по приобретению средств обучения и воспитания для обновления материально-технической базы общеобразовательных организаций и профессиональных образовательных организаций в целях внедрения целевой модели цифровой образовательной среды в рамках региональных проектов, обеспечивающих достижение целей, показателей и результата федерального проекта

«Цифровая образовательная среда» национального проекта «Образование». URL: <https://www.garant.ru/> (дата обращения 26.11.2020).

9. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. Проектирование модели образовательной деятельности на основе доменной, объектной и сервисной моделей // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 2. С. 159–163.

10. Катасонова Г. Р., Сотников А. Д., Стригина Е. В. Использование моделей информационного взаимодействия в обучении // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 2 т. 2015. С. 1557–1561.

УДК 004.021  
ГРНТИ 28.17.27

## КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД

С. В. Акимов, М. Н. Попова

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Представлены результаты анализа проблемы квалиметрии реализации основных образовательных программ. Рассмотрены принципы построения компетентностной квалиметрической модели учащегося, позволяющей дать количественную оценку уровня освоения компетенции. Под компетенцией понимается система ЗУНов (знания, умения, навыки), обеспечивающая возможность решения определенной группы задач в некоторой сфере профессиональной деятельности. В квалиметрической модели создаются индикаторы освоения компетенции, которые представляют собой функции от уровня приобретенных знаний, умений и навыков, которые определяются с помощью формализованных или полужормализованных контрольно-измерительных материалов, входящих в состав фонда оценочных средств.*

*квалиметрическая модель, компетенция, знания, умения, навыки, образовательный процесс.*

В данной статье представлены результаты исследований в области разработки квалиметрических моделей цифровых образовательных сред. Данные модели предназначены для определения уровня освоения компетенций учащимся [1, 2, 3]. В настоящий момент в литературе существуют различные, часто противоречащие друг другу, определения понятия «компетенции». В данной статье под компетенцией будем понимать систему ЗУН (знаний, умений, навыков), дающие возможность будущему выпускнику решать определенный класс задач в сфере профессиональной деятельности. Такое

определение ближе всего к определению, которое было принято в Федеральных Государственных образовательных стандартах (ФГОС) второго поколения. Последующие определения компетенций являются достаточно размытыми и, опираясь на них, трудно дать формализованное определение компетенции, и выполнить объективное измерение уровня ее освоения учащимся.

Компетенцию можно представить в виде:

$$\text{Competence} \stackrel{\text{def}}{=} \{K, A, S\}, \quad (1)$$

где  $K$  – знания (*knowledges*),  $A$  – умения (*abilities*),  $S$  – навыки (*skills*).

Квалиметрическая модель компетенции может быть представлена путем определения на модели компетенции (1) метрики, позволяющей оценить уровень освоения данной компетенции учащимся (рис. 1, см. ниже):

$$Q_{\text{Competence}} = \langle K, S, A, Q_K, Q_S, Q_A, Q \rangle \quad (2)$$

В выражении (2)  $Q_K, Q_S, Q_A$  – индикаторы освоения знаний умений и навыков ( $K, S, A$ ), являющиеся функциями от результатов вычисления квалиметрических моделей, представленных фондом оценочных средств интерактивного учебно-методического комплекса:

$$\begin{cases} Q_K = f_{\text{КИМ}}(K) \\ Q_S = f_{\text{КИМ}}(S) \\ Q_A = f_{\text{КИМ}}(A) \end{cases} \quad (3)$$

Уровень освоения компетенции (недостаточный, минимальный, базовый, продвинутой) определяется как интегративная функция от индикаторов освоения  $Q_K, Q_S, Q_A$ :

$$Q = f(Q_K, Q_S, Q_A). \quad (4)$$

Концептуальная модель компетенции представлена на рис. 2 (см. ниже). Данная модель может быть использована при программной реализации квалиметрической компетентностной модели учащегося для цифровой образовательной среды.

#### Список используемых источников

1. Гребенюк Т. Б., Панюшкина М. А. Моделирование квалиметрической компетентности на основе концепции индивидуальности // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Филология, педагогика, психология. 2016. № 2. С. 81–91.

2. Васильева Н. О. Оценка образовательных результатов студентов на основе модели компетенций // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. С. 177.

3. Tkhaqarsoyev K. G., Robert K. K., Martin M. Y. To Problems of Qualimetric Estimation of Quality in Education and Science // IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS). 2018. PP. 692–695 [DOI: 10.1109/ITMQIS.2017.8085918].

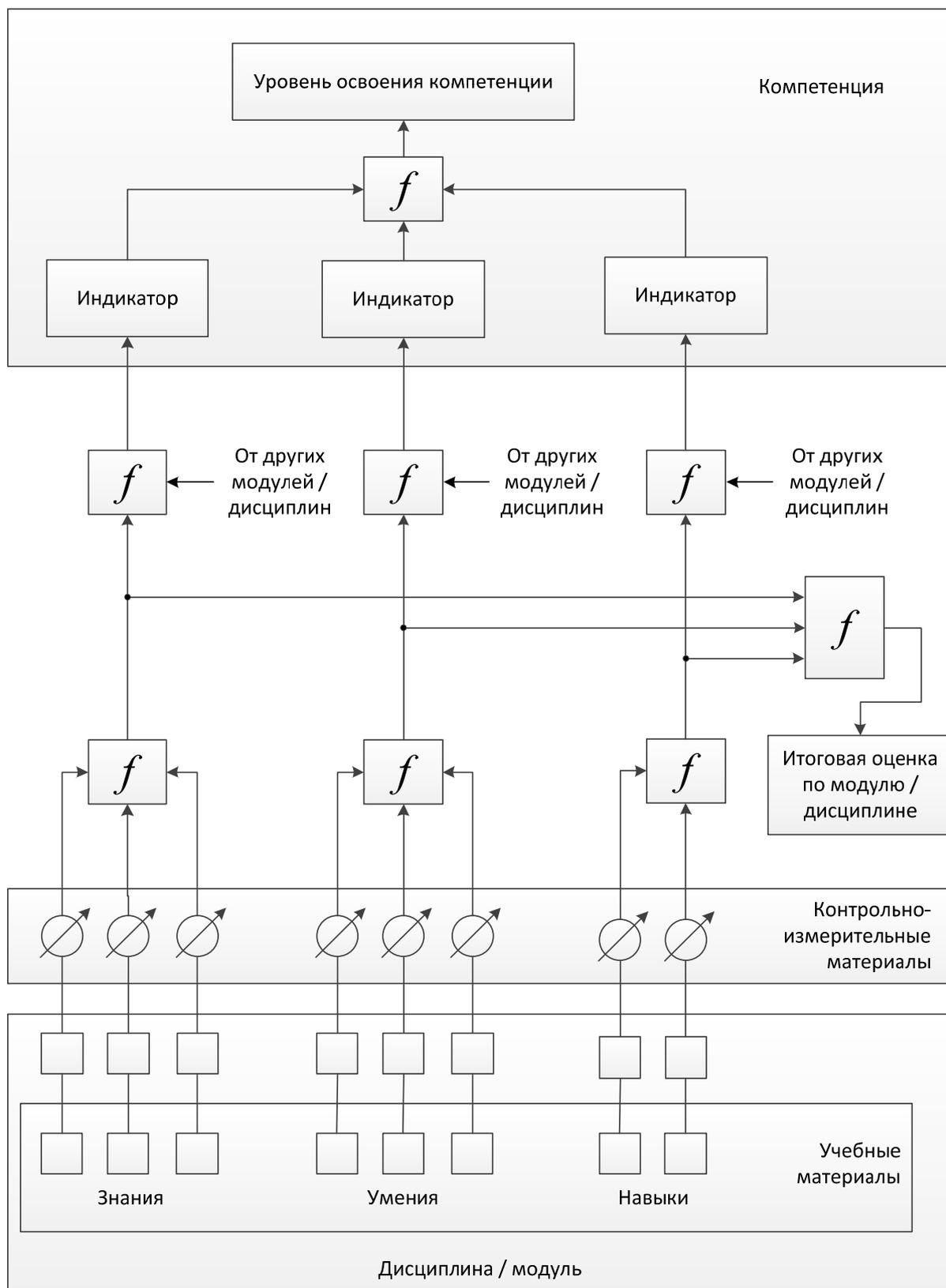


Рис. 1. Квалиметрическая модель определения уровня освоения компетенции учащимся

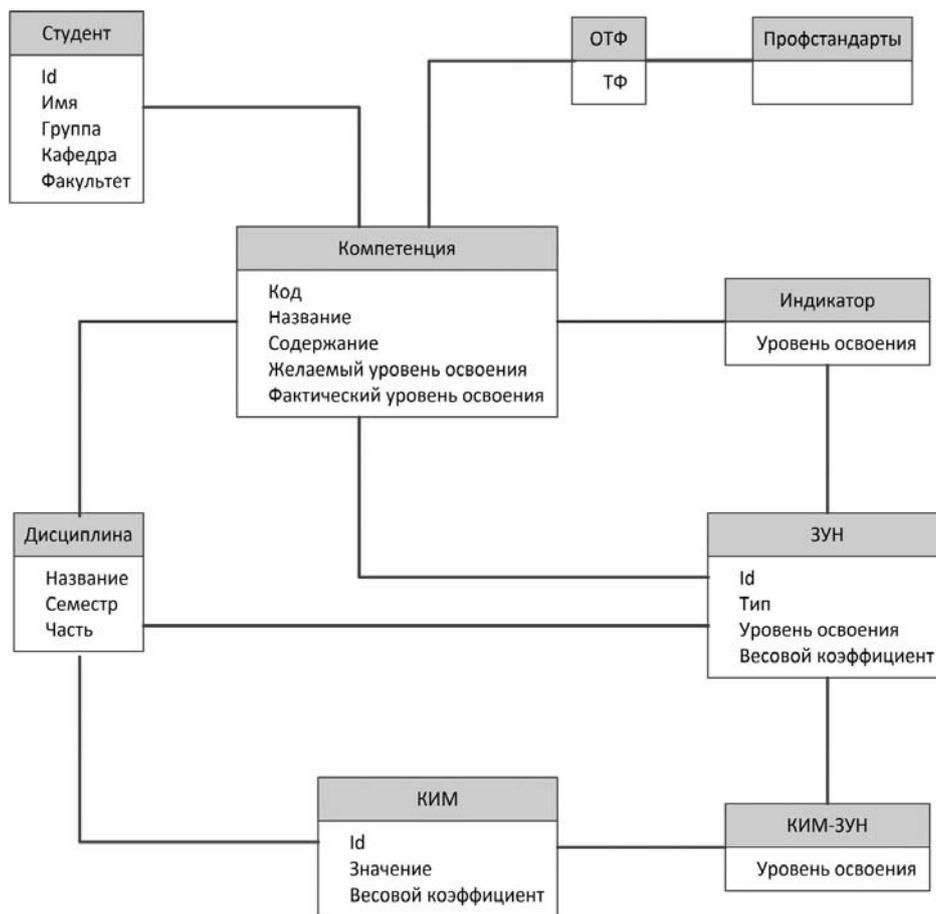


Рис. 2. Информационная модель компетенции

УДК 378.147  
ГРНТИ 14.35.09

## РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ КОММУНИКАЦИЙ В РАЗВИТИИ ОБРАЗОВАНИЯ

**В. И. Акселевич**

Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики

*В статье подчеркивается ведущая роль межличностных и иных коммуникаций в развитии образования, приводятся основные виды коммуникаций. Упор сделан на основных проблемах и «болевых точках» современного образования. В качестве трендов описываются массовизация, цифровизация, компрессия времени, глобализация и пессимистический настрой общества. Среди болячек системы образования выделяются анахронизм, чрезмерное увлечение зубрежкой и тестированием, применение проверок на «антиплагиат», убивающих русский язык, антинациональная наукометрия, тесно*

*связанная с коррупцией бюрократии в образовательной сфере. В качестве панацеи предлагается повсеместный приоритет практики перед неодушевленной теорией, использование в качестве мерил оценки освоения базисных навыков и умений, необходимость научиться универсальным для любого вида деятельности навыкам критического мышления, логики, способности постановки задач, умению выражения своих мыслей в устной и письменной форме, владению основными современными источниками получения и распространения информации и стремлению к самообучению.*

*коммуникации, цифровизация, антиплагиат, наукометрия, коррупция.*

Трудно переоценить значение коммуникаций для инноватики в сфере образования. В XXI веке роль современных коммуникаций в развитии образования постоянно и неуклонно увеличивается. Информация, владение ею, возможности быстрого обмена существенно меняют всю образовательную парадигму. Наличие новых быстрых средств коммуникации, включая сети 4G и 5G, позволяет многократно увеличить объем и скорость передаваемой информации. Встает законный вопрос: как не запутаться в гигантском потоке знаний, которые стали доступны обучаемым? Как усвоить получаемые с помощью различных средств связи неоднородные и неравнозначные материалы?

В 2014 году на Круглом столе, посвященном проблемам образования в рамках 7-го метеорологического съезда, тогдашний ректор Тверского государственного университета Андрей Владленович Белоцерковский высветил основные на тот момент проблемы вузовского образования. Их было 5 и последующие 6 лет образование развивалось практически в рамках обозначенных трендов.

1. Массовизация потребовала трансформации методов и средств обучения для аккомодации более широкого спектра индивидуальных стилей и темпов усвоения новой информации и формирования новых компетенций.

2. Цифровизация привела к стремительному внедрению в образовательный процесс информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), появлению массовых открытых онлайн-курсов ведущих университетов мира.

3. Компрессия времени способствовала тому, что современная модель образования начала готовить людей к деятельности, которая фактически не была продумана ко времени старта обучения. Иначе говоря, практика жизнедеятельности привела к легализации так называемого «пожизненного» обучения, поскольку срок жизни базовых технологий местами стал меньше нормативного срока обучения.

4. Глобализация резко ускорила обмен новыми технологиями и знаниями, потребовала введения некоторых охранительных и запретительных мер, связанных с безудержным прогрессом IT-технологий.

5. Пессимистический настрой общественной элиты вызвал по-настоящему революционное изменение образовательной парадигмы. Действительно, в России в начале XXI века сложилась неблагоприятная демографическая ситуация, зафиксирован серьёзный износ основных фондов, обострилась кадровая проблема. Временами складывается весьма неблагоприятная финансовая ситуация.

Далее в выступлении А. В. Белоцерковского были поставлены простые и актуальные и сегодня вопросы, касающиеся образования.

Кого мы учим? Для чего мы учим? Чему мы учим? Как мы учим? Чему необходимо научиться всем?

Ответы на поставленные вопросы совсем не просты. И если отвечать честно, то нельзя забыть и о некоторых болячках современной высшей школы.

Выпускники школ характеризуются различными темпами, стилями и способностями к обучению, имеют широкий диапазон мотиваций (от желания кратчайшим путем получить диплом до получения возможности реализации явно выраженных способностей и талантов). Многие из них имеют плохо определенную «профориентацию», основанную на выборе комбинации экзаменов по предметам в рамках ЕГЭ, советах родственников и друзей и сегодняшних оценках рынка труда.

Обучение должно проводиться для обеспечения личностной реализации, для повышения конкурентоспособности и инновационного потенциала человека, предприятия, региона, страны, для успешного продвижения выпускников на рынке труда [1].

Цель образования: выработка у обучающегося системного междисциплинарного критического мышления, приспособляющегося к требованиям научно-технического прогресса. Крайне важно «научить учиться» в течение всей жизни. При этом приоритет отдается не содержательной части знаний, которая в современных условиях быстро устаревает и нуждается в постоянном обновлении, а технологии получения знаний – «образование-вовлечение».

Отсюда вытекает ряд «крамольных» мыслей, которые, на мой взгляд, желательно претворить жизнь для облегчения обучения студентов и стимулирования у них интереса к учебе. Очень важна здесь роль коммуникаций между администрацией университетов и профессорско-преподавательским составом. Важнейшее место отводится коммуникации между учителями и обучаемыми. Серьезное внимание надо уделить коммуникациям между обучаемыми и между администрацией и работодателями. В процессе обучения можно выделить ряд так называемых «болевых точек».

Во-первых, на мой взгляд, практически изжило себя конспектирование материалов под запись. При наличии огромного количества гаджетов тре-

бование обязательного ведения конспектов и их проверка отдают анахронизмом. Если рассмотреть проблему дальше, то, наверное, чтобы раз и навсегда забыть о зубрежке и списывании следует разрешить студентам при подготовке к ответу на экзамене или зачете использовать любые записи, смартфоны, планшеты, книги. Значительно важнее научить в кратчайший срок, используя любые гаджеты, найти и четко изложить ответ на заданный вопрос. Положительным побочным эффектом при этом будет исчезновение шпаргалок.

Во-вторых, я считаю, что гораздо важнее научить студента мыслить и логически обосновывать свой ответ, чем требовать дословной зубрежки определений, так как термин легко найти в справочнике, а их в Интернете выложено огромное количество. Исходя из ненужности зубрежки, я плохо отношусь и к различным тестам. Там слишком много субъективности авторов, всевозможных ошибок, неверных или неоднозначных формулировок.

В-третьих, хотелось бы высказать свое мнение относительно «Антиплагиата». Задумка была хорошая - научить авторов своеобразно мыслить и повысить оригинальность их суждений. Однако на практике получился очередной насквозь коррупционный (поскольку за деньги с помощью IT-технологий автоматически волшебным образом преобразуется в оригинальный любой, даже полностью скомпилированный текст) монстр, грозящий похоронить грамотный русский язык, поскольку он не оригинален. Когда чисто механически мощные компьютеры прокручивают тексты в своей постоянно пополняемой базе, они выдают результат «заимствовано» практически каждой грамотно сформулированной фразе. Приходится исхитряться, писать так, как никогда не сказал бы не будь проверки на оригинальность текста. Дошло до того, что подчеркиваются названия статей, фио авторов, практически полностью списки использованной литературы. Фактически не доказать, что используются некоторые мысли собственной ранее написанной и опубликованной статьи, но это не плагиат. Не установлены нормы для цитирования. Считается только оригинальность. Может быть, я стущаю краски, но Антиплагиат стал настоящим бичом для авторов статей, выпускных квалификационных работ бакалавров (ВКР), дипломов, магистерских, кандидатских и докторских диссертаций в масштабе всей страны. Главное, методические указания требуют определенное число ссылок и определенный же процент оригинальности. Между тем одно противоречит другому. Одно дело, если речь идет об открытии или патенте, и совсем другое, если требуется написать статью, контрольную, курсовую, да и ВКР.

В-четвертых, очередной «болевым» точкой стала наукометрия, а точнее определение эффективности научно-исследовательской работы преподавателя по количеству публикаций в Scopus и Web of Science. Это стоит больших денег и является прямым свидетельством коррупции. Где начинаются

деньги, там заканчивается наука. К тому же россияне должны иметь собственную национальную гордость и не должны раболепски обслуживать информационные ресурсы на чужих языках.

Знания, умения, навыки и способы действия передаются студентам в готовом виде и предназначены для воспроизводящего усвоения – «образование-просвещение», часто на физически и морально устаревшем оборудовании.

На самом деле практика – критерий истины. Этот постулат Гегеля, Маркса и Ленина позволяет реально оценивать знания, умения и навыки обучаемых [2]. Студенты должны в приоритетном порядке обучаться основным для данной специальности технологиям и конкретным умениям, и навыкам, а преподаватели определять такие критические параметры, которые являются неким брендом выбранной профессии. Целесообразно установить некоторые базовые навыки, которые сравнительно легко проверить и которые пригодятся в дальнейшей работе. Например, коммерсант должен разработать типичный договор купли-продажи, метеоролог прочесть погоду по карте, специалист государственного и муниципального управления (ГМУ) определить с помощью ГИС экономико-географическое положение муниципального района, врач – сделать укол или наложить повязку и т. п. Без четкого выполнения базовых навыков нельзя допускать студентов к продолжению обучения.

Необходимо более широкое использование деловых игр, введение игровых элементов в семинарские и практические занятия (на которых должны присутствовать группы численностью не более 15–20 человек).

Желательно, чтобы в результате реализации предложенных инноваций у студентов в аудитории загорелись глаза, а специальности, которым они обучаются поднялись в их глазах на высоту, соответствующую востребованности их профессий в повседневной жизнедеятельности.

Итак, всем обучаемым необходимо научиться универсальным для любого вида деятельности навыкам критического мышления, логики, способности постановки задач, умению выражения своих мыслей в устной и письменной форме, владению основными современными источниками получения и распространения информации и, главное, стремлению к самообучению.

Само развитие образования подразумевает наращивание применения различных инноваций. Это необходимая парадигма успешного и устойчивого развития общества [3].

Таким образом, коммуникации и обилие получаемой информации во многом определяют дальнейшее развитие образования. Также необходимо в процессе усвоения материалов производить их строгий отбор, чтобы не заблудиться в огромном количестве информации и разложить все по полочкам для выстраивания верной концепции.

**Список использованных источников**

1. Белоцерковский А. В., Подгайский Э. В., Трубина М. А. Инновационные технологии в образовании и подготовке кадров в области гидрометеорологии // Интернет и современное общество/ IMS-2006.
2. <http://www.philosophica.ru/kanke/62.htm>
3. Акселевич В. И. Инновации в образовании – необходимая парадигма / Роль образования в формировании экономической, социальной и правовой культуры. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – СПб. : Издательство Санкт-Петербургского университета управления и экономики, 2014. – С. 446–449/

УДК 004.02  
ГРНТИ 28.23.19

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ РАСПИСАНИЯ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ**

**А. Р. Берлин, М. В. Котлова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены идеи формирования расписания в высших учебных заведениях. Проанализирован опыт составления расписаний, ведущих высших учебных заведений Российской Федерации. Определена роль интеграции современных подходов и инновационных технологий в методiku составления расписаний учебных занятий. Сформирован перечень основных критериев для формирования расписания. Предложен алгоритм генерации расписания занятий учебных групп высшего учебного заведения.*

*расписание, вуз, автоматизация деятельности, генетический алгоритм.*

Расписание является одним из фундаментальных составляющих учебного процесса. Оно призвано равномерно распределить нагрузку на профессорско-преподавательский состав и обучающихся, эффективно использовать аудиторный фонд образовательного учреждения с учетом специфики дисциплин и помещений, а также учесть пожелания преподавателя по организации рабочего дня. При этом формирование расписания для многих вузов является проблемой, так как требует больших временных затрат и выделения материальных ресурсов [1].

Большинство существующих подходов к составлению расписания в высших учебных заведениях Российской Федерации сводятся к методам, реализация которых осуществляется оператором, который достаточно про-

должительное время занимается формированием учебного расписания в отдельно взятом образовательном учреждении. Формализовать такие методы проблематично, так как оператор руководствуется собственным опытом и интуицией. Решить данную проблему позволит автоматизированная информационная система, главной целью которой является достижение максимального значения функции, определяющей корректность расписания. Для реализации такой системы необходимо определить набор однозначно трактуемых инструкций, следуя которым, будет получен наилучший вариант расписания, обеспечивающий абсолютное соблюдение всех требований и ограничений.

На процесс создания расписания накладывается множество требований и ограничений, разделяющиеся на первостепенные и второстепенные (табл.).

ТАБЛИЦА. Требования к расписанию

Первостепенные требования	Второстепенные требования
1. отсутствие конфликтов занятий; 2. обеспечение группы рабочими местами в аудитории; 3. отсутствие промежутков между занятиями у группы; 4. соответствие аудиторному помещению типу пары; 5. проведение полного объема учебных единиц согласно учебному плану; 6. ограничение на количество занятий в день.	1. равномерное распределение занятий в течение всего семестра; 2. пожелания профессорско-преподавательского состава по организации рабочих дней. 3. минимизация перемещений между зданиями учреждения; 4. цикличность расписания, то есть стремление к одинаковому расписанию каждые две недели.

Несмотря на широкое разнообразие методов целочисленного программирования, необходимость соответствия всем указанным критериям и ограничениям препятствует информатизации процесса составления расписания.

Недостатком классических методов программирования является сложность получаемой математической модели, большое количество сложно описываемых ограничений, экспоненциальный рост временных издержек наряду с увеличением объема используемых данных в силу NP-сложного характера задачи [2]. Автоматизировать процедуру составления расписания можно с помощью эвристического метода, используя генетический алгоритм.

В задаче составления расписания используются следующие множества: группы **G**, занятия **S**, аудитории **A**, преподаватели **P** и единицы времени (пар) **W**. Каждый из элементов этих множеств может иметь дополнительные характеристики, например: занятия можно разделить на лекционные **Sl**, практические **Sp** и лабораторные **Слаб.**; аудитории можно

разделить по численности и оснащенности оборудованием; группы можно разбить на подгруппы и объединять в потоки и т. д.

Поэтому в качестве теоретико-множественной модели расписания можно рассматривать функцию, отображающую декартово произведение множеств.

$$X = G \cup S \cup A \cup P \cup W \times \{0, 1\}.$$

Выражение  $X = 1$  означает, что для группы  $G_i$  проводится занятие  $S_i$  в аудитории  $A_i$  преподавателем  $P_i$  во временном интервале  $W_i$ .

На множество вариантов  $X$  налагаются ограничения, связанные, в частности, с тем, что в одно и то же время в аудитории может быть не более одной группы или одного потока. Это ограничение можно формализовать как:

$$X_{1apw} + X_{2apw} + \dots + X_{gapw} \leq 1,$$

где  $X_i$  – элемент варианта расписания;  $g$  – код группы;  $a$  – идентификатор аудитории;  $p$  – идентификатор преподавателя;  $w$  – идентификатор временного интервала.

Аналогично, два преподавателя не могут проводить одно и то же занятие одновременно:

$$X_{ga1w} + X_{ga2w} + \dots + X_{gapw} \leq 1,$$

где значения интерпретируются аналогично предыдущему выражению. Большинство ограничений может быть представлено в линейном виде. При этом ограничения, как правило, налагаются на одно из множеств.

Теперь подробнее рассмотрим элементы множества  $X$ .

Описание объекта «занятия». Группу элементов  $G$ ,  $S$  и  $P$  мы рассмотрим совместно в качестве агрегированного объекта «занятие».

Описание множества занятий  $Z$  имеет следующий вид:

$$Z = \{ z_i \},$$

где  $z_i$  –  $i$ -й элемент множества занятий  $Z$  (отдельно взятое учебное занятие).

Описание объекта «занятие» можно представить следующим образом:

$$z_i = (z_p^i, z_d^i, z_g^i, z_s^i, z_w^i, z_l^i, z_a^i),$$

где  $z_p^i$  – преподаватель;  $z_d^i$  – дисциплина;  $z_g^i$  – учебная группа или поток из нескольких групп;  $z_s^i$  – признак поточного занятия;  $z_w^i$  – интенсивность занятий (если значение равняется 1, то занятие проводится 1 раз в неделю; если 2, то, соответственно, 2 раза в неделю);  $z_l^i$  – параметр, определяющий тип занятия;  $z_a^i$  – код аудитории.

Описание объекта «единицы времени». Расписание в высшем учебном заведении, в большинстве случаев, формируется на один семестр. Для каждой образовательной программы известен календарный план семестра, то есть число учебных дней и число занятий в день.

Временные интервалы (пары) проведения занятий предлагается описывать в виде множества  $\mathbf{T}$ :

$$\mathbf{T} = \{ t_k \},$$

где  $t_k$  – определенный временной период, используемый для проведения занятий.

Каждый элемент представляет собой кортеж длиной 3, состоящий из номера недели, номера дня недели и номера занятия в течение дня:

$$t_k = (t_w^k, t_q^k, t_r^k),$$

где  $t_w^k$  – идентификатор недели;  $t_q^k$  – идентификатор дня недели;  $t_r^k$  – идентификатор временного промежутка в течение дня.

Описание объекта «аудитории». Аудиторные помещения, имеющиеся в аудиторном фонде образовательной организации, разделяются на три вида (рис.).

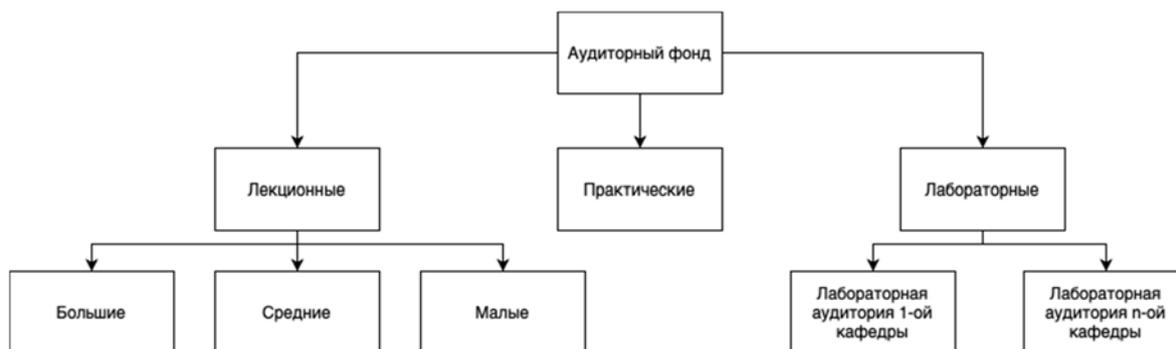


Рис. Классификация множества «Аудитории»

Согласно произведенным процедурам агрегирования и декомпозиции выделяются три множества:  $\mathbf{Z}$  (множество занятий),  $\mathbf{A}$  (множество аудиторий),  $\mathbf{T}$  (множество временных периодов (пар)).

Таким образом, расписание в полной мере определяется двумя векторами  $\alpha$  и  $\tau$ :

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_N),$$

$$\tau = (\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_N),$$

где  $\alpha_i \in \mathbf{A}$  – идентификатор аудитории, назначенной занятию  $z_i$ ,  $\tau_i \in \mathbf{T}$  – идентификатор временного промежутка, назначенного занятию  $z_i$ .

Генетический алгоритм, в контексте задачи формирования расписания, оперирует популяциями и входящими в их состав особями, являющиеся одним из возможных решений, то есть вариантом расписания. Согласно математической модели, предлагается сконструировать особь, состоящую из двух хромосом ( $\alpha$  и  $\tau$ ), то есть из двух объединенных массивов значений.

Хромосомы, в свою очередь, состоят из генов и их значений. Порядковый номер гена в хромосоме соответствует номеру занятия. Первая хромосома содержит идентификаторы аудитории, а вторая – идентификаторы временных промежутков, в течение которого проводится занятие. Например, занятие с идентификатором 1 проводится в аудитории с идентификатором, содержащимся в первом гене  $\alpha$ -хромосомы, во временном интервале с идентификатором, содержащимся в первом гене  $\tau$ -хромосомы.

Алгоритм генетического метода выглядит следующим образом:

Шаг 1. Генерация начальной популяции. Случайным образом генерируется начальный набор вариантов расписания, то есть начальный пул особей. В рамках решения задачи составления расписания это означает поочередную установку некоторого случайного значения в каждый ген первой и второй хромосомы каждой особи. Для первой хромосомы этими значениями являются номера аудиторий из числа доступных, а для второй хромосомы – номер учебного занятия.

Шаг 2. Селекция особей. На данном этапе происходит отбор наиболее подходящих вариантов расписания для участия в последующем скрещивании. Таким образом, только наиболее приспособленные особи, то есть обладатели наилучших генов, будут скрещиваться между собой.

Шаг 3. Кроссинговер (скрещивание) особей. Популяция разделяется на пары по принципу наибольшей приспособленности. Деление длится до тех пор, пока вся популяция не разделится на пары. Далее для каждой пары случайным способом генерируется значение порядкового номера гена, по которому происходит скрещивание родительских особей, и данные особи обмениваются участками хромосом между друг другом.

Шаг 4. Мутация особей. Суть мутаций сводится к случайному изменению случайной аудитории проведения занятия или временного периода проведения занятия на любой другой ген из числа допустимых. Мутации применяются для предотвращения быстрой сходимости генетического алгоритма и для внесения генетического разнообразия в популяцию.

Шаг 5. Переход к шагу 2.

В процессе работы генетического алгоритма в популяции накапливаются наиболее приспособленные особи. В какой-то момент их количество и качество достигнет необходимого уровня, то есть функция оценки расписания на определенном этапе работы алгоритма перестает активно изменяться и принимает относительно постоянно значение (с незначительными колебаниями). Следовательно, данный алгоритмический цикл продолжается до тех пор, пока некоторый процент особей (60–80 %) не достигнет одинакового значения функции приспособленности.

В последнем поколении выбирается та особь, которая удовлетворяет поставленным требованиям и ограничениям.

Эффективность генетического алгоритма во многом зависит от правильно составленной функции приспособленности, исходных данных и точной настройки ключевых параметров.

При корректном подходе этот алгоритм способен решить задачу, которая не под силу стандартным математическим алгоритмам целочисленного программирования.

Генетический алгоритм способен найти наилучшее решение, используя методы и правила, функционирующие в ключевом факторе эволюции – естественном отборе.

#### Список используемых источников

1. Конькова И. С. Использование генетического алгоритма в задаче оптимизации расписания вуза // Вестник ТвГТУ. 2012. № 22. С. 26–31.

2. Кабальнов Ю. С., Шехтман Л. И., Низамова Г. Ф., Земченкова Н.А. Композиционный генетический алгоритм составления расписания учебных занятий // Вестник УГАТУ. 2006. Т. 7, № 2 (15). С. 99–107.

*Статья представлена заведующим кафедрой СПбГУТ,  
доктором технических наук, профессором Л. К. Птицыной.*

УДК 37.032.

ГРНТИ 14.07.03

## ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ «ВЕБ-КВЕСТ» КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОФИЛАКТИКИ ДЕСТРУКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДЕЖИ В СОЦИАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕТ-СЕТЯХ

**А. А. Богатырев<sup>1</sup>, Н. П. Ванчакова<sup>2</sup>, Е. А. Вацкель<sup>2</sup>,  
И. В. Котенко<sup>3</sup>, Н. В. Красильникова<sup>2</sup>, А. В. Тишков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский педагогический государственный университет

<sup>2</sup>Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И. П. Павлова

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный институт информатики и автоматизации РАН

*В статье производится методологическое обоснование продуктивности применения современной педагогической технологии Веб-Квест для формирования коммуникативной и медийной компетенции обучающихся. Приводится типология различных видов веб-квеста и их возможностей в плане формирования медиакомпетентности пользователей социальных сетей и конструктивного коммуникативного медийного поведения с учетом рисков.*

*медиакомпетенция, медиа-образование, коммуникативная компетенция, конструктивное и деструктивное поведение в сетях, типология веб-квеста.*

В настоящее время глобальная информационная сеть Интернет представляет собой обширное пространство, в котором так тем или иным образом взаимодействует множество людей. К активным пользователям социальных Интернет-сетей на сегодняшний день относятся представители поколения, рожденного на рубеже столетий, а также в начале XXI века – дети, подростки, юношество, молодежь. Как правило, большинство из них являются учащимися образовательных учреждений школьного, а также среднего или высшего профессионального образования. Как отмечают исследователи, эти люди могут быть названы – «обучающимися эпохи постмодернизма». Их отличительной особенностью является тот факт, что «язык компьютера» и «цифровых технологий» для них является «родным» (в то время, как людей, рожденных до эпохи «цифровизации», но пользующимися цифровыми технологиями, сегодня можно называть «цифровыми иммигрантами» (Bigdeli S., Kaufman D., 2017) [1]. Каковы бы ни были применяемые учеными для объяснения характера поколения мифологические модели, остается бесспорной высокая активность использования сети Интернет для общения данной возрастной группой.

Несмотря на то, что человечество вступило в цифровую эру, многим людям пространство сети Интернет до сих пор представляется некоей «несерьезной», «факультативной», слишком «виртуальной» реальностью, где можно позволить себе различные альтернативные формы общественного поведения. В период глобальных перемен информационной среде человека, мы сталкиваемся с неразработанностью общественных и социальных механизмов регуляции поведения индивида в сети, что может выступать и выступает фактором риска для представителей молодого поколения пользователей сети Интернет. Например, они рискуют стать жертвами деструктивного интернет-контента, поддаться на «провокации» и повести себя в сети необдуманно. Таким образом, важной психолого-педагогической задачей на сегодняшний день становится задача формирования у обучающихся позитивных моделей и схем поведения в сети Интернет, критичности и осознанности в отношении своего коммуникативного поведения в сетях и в отношении той или иной категории Интернет-контента. Решение данной психолого-педагогической задачи является важным шагом в профилактике деструктивного и / или виктимного поведения молодежи в сети Интернет.

В контексте разнообразных сетевых угроз представляется важным обучение студентов пониманию этических, речевых и коммуникативных рисков и основ конструктивного взаимодействия в цифровом пространстве. Необходимо сформировать у молодежи коммуникативную культуру безопасного и законного поведения в социальных сетях. В то же время, помимо

обучения, собственно, «нормам поведения в сети», «сетевому этикету», необходимо также формировать умения и навыки, связанные с поиском информации, ее отбором, анализом, интерпретацией. Также особую важность приобретает формирование положительных представлений об Интернет-пространстве как о пространстве профессионального роста и личностного развития, и саморазвития. Такой подход может стать одним из продуктивных путей поддержки созидательных и профилактики деструктивных форм поведения в сети.

Для того чтобы формировать представление о сети, как о ресурсе самореализации, ресурсе личностного и профессионального роста, а также развивать навыки конструктивного и корректного взаимодействия с партнерами по коммуникации, высшие учебные заведения могут использовать разнообразные методы и средства обучения, доступные при помощи сети Интернет. Использование в целях обучения Интернет-ресурсов также способствует формированию у обучающихся умения критически мыслить, находить и отбирать важную и второстепенную информацию, критически соотносить информацию из различных источников, осуществлять мета-анализ.

Следует также отметить, что подход, связанный с использованием цифровых ресурсов и сети Интернет позволяет не только развивать навыки эффективной работы и корректного взаимодействия в сети, но и эмоционально обогащает процесс обучения, раскрывая межличностный потенциал новых форматов взаимодействия не только друг с другом, но и с преподавателем.

Для решения психолого-педагогических задач, связанных с формированием конструктивных паттернов поведения в сети Интернет может применяться множество различных образовательных технологий, раскрывающих педагогический потенциал виртуальных сред, создаваемых и транслируемых при помощи цифровых устройств.

Формированию навыков поиска, анализа, интерпретации информации и критичного отношения к информации может способствовать применение технологии веб-квеста. Основатель и создатель данной технологии, Д. Додж (*B. Dodge*), определяет веб-квест как исследовательский, поиско-ориентированный вид деятельности, в рамках которого обучающиеся получают новые знания из источников в сети Интернет и расширяют понимание изучаемого вопроса [2, 3]. Суть метода заключается в следующем: студентам предлагается задание, связанное с поиском, анализом и преобразованием информации по определенной тематике в Интернете, и созданием на основании полученных данных некоего проектного продукта (например, съемки учебного видеоролика, создание и публикация брошюры, посвященной исследуемому вопросу, и т. д.). Этот вид обучения позволяет фор-

мировать навыки поиска и отбора информации, анализа и синтеза, обобщения и классификации, сравнения и оценки, навыки логического рассуждения и навыки презентации общественности новых результатов.

Назовем **три**, на наш взгляд, наиболее актуальные и продуктивные для профилактики деструктивного поведения молодежи в социальных сетях **разновидности обучающего веб-квеста**: тематический (вводный, просветительский), коммуникативный, методологический.

Согласно профессору, С. В. Напалкову, тематический веб-квест содержит информационный контент, обусловленный содержанием обучения и содержанием учебной темы, целями и задачами его изучения, и предусматривает выполнение учащимися поисково-познавательных задач по поиску, отбору, *анализу и синтезу информации с использованием различного рода ресурсов, в том числе электронных, Интернет-ресурсов (но не исключительно из ряда перечисленных)*. Он также предполагает организацию информационного обмена между членами группы / команды учащихся, равно как разносторонней индивидуальной и коллективной рефлексии. Прохождение учащимися веб-квеста призвано способствовать систематизации и обобщению изученного материала, его обогащению и представлению в виде целостной системы знаний, *опыта и готовности обучающихся* [4]. (Примечание. Курсивом обозначены методические уточнения и дополнения от авторов статьи).

Современные обучающие технологии в значительной мере характеризуются комплексным подходом и сочетанием ряда методов, методик и приемов, направленных на формирование целевых компетенций. Одним из образцов такого подхода формирования коммуникативного поведения обучающегося является коммуникативный квест, концепция которого рассматривается в серии публикаций А. В. Тихомировой, посвященных так называемым коммуникативным квестам (Тихомирова 2013, 2017, 2018 и др.) [5, 6, 7]. Для достижения деятельностной цели обучающемуся приходится последовательно решить ряд задач. При этом, в основе успешного решения лежит с одной стороны алгоритм решения поставленной задачи, а с другой – деятельность обучающегося, связанная с разработкой стратегии решения поставленной сверхзадачи в свою очередь связанной с выявлением и творческим освоением алгоритма ее решения. Иными словами, обучающийся осваивает новые знания и умения в режиме деятельности, творчества, исследования, выполнения эвристических действий, выявляющих закономерности, законы, стандарты, правила коммуникативного поведения в рамках искомой коммуникативной культуры.

Сильные стороны такого подхода: индивидуальность, событийность, поиск ответа на жизненный вызов, реалистичность, проживаемость осваиваемых ситуаций, активность обучающегося, эмоциональность и пережива-

емость нового опыта, как своего, выработанного, выстраданного, сформированного с большой долей самостоятельных усилий. Высокий уровень вовлечения обучающегося в решение поставленных задач способствует высокой степени усвоения и присвоения новых компетенций. Это освоение происходит из роли человека в коммуникативной ситуации. Освоение типичных ситуаций с учетом разносторонних подходов к оценке коммуникативных проявлений языковой личности развивает не только умения и навыки поведения человека в сети, но и важный блок мета-коммуникативной и аксиологической *рефлексии и саморефлексии* говорящего / пишущего в конкретной коммуникативной ситуации.

При опоре на новаторские идеи разработки и педагогический инструментарий Берни Доджа сегодня удастся создать ряд обучающих модулей, формирующих новый уровень умелости и осознанности оптимального поведения человека в стандартных ситуациях сетевого общения в условиях таких актуальных вызовов как экстримизм, радикализм и сетевая агрессия. Сильной стороной коммуникативного квеста выступает модульный подход, при котором педагог получает возможность управлять как уровнем насыщенности задач, так и уровнем сложности в коммуникативном задании с учетом подготовленности обучающихся. Другую вариацию квестового подхода можно назвать методологической, при которой задача учащегося заключается не столько в совершении коммуникативных действий, сколько в развитии готовности к анализу системы распространения информационных потоков по различным медийным каналам, которая может выполнять как конструктивную, так и деструктивную функцию. Следует отметить, что при формировании «иммунитета» к деструктивному поведению в сетях, сочетание этих двух подходов способно выступить ресурсом формирования и развития искомой коммуникативной и медийной компетенции.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта РФФИ 18-29-22034 мк и бюджетной темы 0073-2019-0002.*

#### Список используемых источников

1. Bigdeli S, Kaufman D. Digital games in medical education: Key terms, concepts, and definitions. *Med J Islam Repub Iran*. 2017, 31, 117.
2. Dodge B. Some thoughts about webquests. URL: [http://webquest.org/sdsu/about\\_webquests.html](http://webquest.org/sdsu/about_webquests.html)
3. Dodge B. Meet Bernie Dodge: The Frank Lloyd Wright. *Of Learning Environments*. URL: [http://www.educationworld.com/a\\_issues/chat/chat015.shtml](http://www.educationworld.com/a_issues/chat/chat015.shtml)
4. Напалков С. В. Тематические образовательные веб-квесты как средство развития познавательной самостоятельности учащихся при обучении алгебре в основной школе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Напалков Сергей Васильевич. Саранск, 2013. 28 с.
5. Тихомирова А. В. Коммуникативный квест как прообраз современной учебной программы по иностранному языку в неязыковом вузе // *Problems of modern pedagogics*

in the context of international educational standards development. Materials digest of the XL International Research and Practice Conference and I stage of the Championship in Pedagogical sciences., London, January 31 – February 05, 2013, London, 2013. С. 82–84.

6. Тихомирова А. В. Педагогический потенциал интерактивных учебных модулей LEARNINGAPPS как элементов коммуникативного web-квеста // Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки сборник статей участников Международной научно-практической конференции, Арзамас: Арзамасский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского», 2017. С. 232–242.

7. Tikhomirova A. V., Bogatyrev A. A., Bogatyreva O. P. Communicative Quest as an innovative EFL teaching technology // Modern Journal of Language Teaching Methods. Vol. 8, Issue 6, June 2018. P. 119128. URL: <http://mjltm.org/article-1-124-en.pdf>

УДК 37.026  
ГРНТИ 14.85.09

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ «СТАТЬ НАЧАЛЬНИКОМ ПОЛЕВОГО УЗЛА СВЯЗИ» В ХОДЕ ИЗУЧЕНИЯ ТАКТИКО-СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

**Н. А. Васильев, В. Г. Иванов, Г. В. Карабут, П. П. Корчевой**

Военная академия связи Маршала Советского Союза имени С. М. Буденного

*В статье раскрываются вопросы исследования влияния виртуальной обучающей среды на результаты усвоения учебного материала курсантами и кадетами. Проводится анализ программных средств, которые можно использовать при разработке компьютерной игры «Стать начальником узла связи». Представлена последовательность изучения учебного материала по организации применения полевых узлов связи.*

*компьютерные игры, полевые узлы связи, тактико-специальные дисциплины, медиаобразование.*

Создание обучающих компьютерных игр представляет собой одно из важных направлений в компьютеризации обучения [1]. Соединение эмоциональной привлекательности, которое присуще игре, и аудиовизуальных, вычислительных, информационных и других возможностей вычислительной техники несет в себе большой дидактический (обучающий) потенциал, который может и должен быть реализован в образовании. Современные и передовые высшие учебные учреждения принимают в обиход на занятия

игровые процессы и сами компьютерные игры. Не стоит забывать про разницу компьютерных игр в сферах образования и их основных компонентов составляющих структурную целостность [2]. На данном этапе активно используются симуляторы, визуализаторы и различного рода тестирования, которые грубо направлены на обучение, имеют строгие рамки, четко поставленные учебные цели. Введение видеоигр активно наблюдается в дошкольных образовательных учреждениях, так как нет ярко выраженного учебного процесса подготовки. Детей легче привлечь к игровой платформе для развлечения, в которой есть сегмент обучения простым логическим, бытовым и иным сферы жизнедеятельности человека. Для введения игр в образовательный процесс высших учебных заведений следует создать блоки развлекательный и обучающий, продумать сюжет и структуру ограничений действия участника игры. В военной академии связи разработана игра «Стать начальником полевого узла связи» (СНПУС) в целях повышения образовательного процесса и использования в ходе изучения тактико-специальных дисциплин. Изучение организации построения и функционирования полевых узлов связи (ПУС) является одним из наиболее сложных вопросов в ходе изучения тактико-специальных дисциплин, при этом игра должна облегчить процесс усвоения и восприятия такого сложного материала.

При создании игры был составлен алгоритм игры и план ее разработки. Были определены задачи, основными из них являлись: исследовать влияние игры при изучении теоретического материала, на что будет направлена компьютерная игра – повышение качества обучения, за счет непроизвольного внимания, воздействия на когнитивную составляющую мозга обучающегося. В игре реализовано много условий при которых игрок получает необходимы уровень знаний вместе с развлекательной частью. Сюжетная линия продумана таким образом, чтобы фокусировать и завлекать участника игры на происходящих событиях, обеспечивая погружение в атмосферу игры [3]. Игра «Стать начальником полевого узла связи» была разработана на основе соединения структурно-логических схем освоения дисциплины с алгоритмом функционирования процессов игры в среде компьютерной реальности.

Для создания игры были определены такие программы как Unity, Visual Studio, Blender 3D. Их изучение показало, что они наиболее подходят для реализации видеоигры. Описание программных средств представлено на рис. 1. Изучив программное обеспечение, приступили к этапу разработки алгоритма игры «СНПУС». В котором четко определены границы развлекательного сегмента, ясны обучающие цели, отработана и детализирована графика и анимация, также освещена система поощрения и получения игрового опыта. Так как в системе используется система начисления баллов, которая на прямую зависит от игрового воинского звания участника, в ней реализован процесс иерархий и приоритетов.



Рис. 1. Описание программ

Следующим этапом разработки стало прорисовка и проектирование макетов и моделей (аппаратных связи, персонажей, зданий, анимированных объектов) рис. 2 на примере радиорелейной станции Р-431 АМ. Данный этап в разработке занимает значительно большее время, важна детализация объектов, прорисовка характерных черт персонажей и естественных контуров местности.

Нанесение отдельных деталей на макет-прототип полевого узла связи игры имеет значительное отличие от симуляторов и визуализаторов, тем, что они располагаются в составе целого полевого узла связи и имеют свою структуру (организационно-техническое помещение). Размещение аппаратных связи производилось согласно основных руководящих документов Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ).



Рис. 2. Пример создания модели радиорелейной станции Р-431 АМ

Написание кода было на языке C# в среде Visual Studio, он описывает физику игры, закономерность движения пули, автомобиля и т.п., раскрывает взаимодействие игровых объектов на макете полевого узла связи, оживляет действия предмета на карте местности (облака, вода, ветер, движение солнца, тень объектов). Это этап в разработке занимает не мало важную роль, ведь без использования кода не будет эффекта погруженности в планируемую обстановку и игровую реальность.

Перед началом игры пользователю необходимо зарегистрироваться, ввести фамилию и имя, логин и пароль. Регистрация закончена. После этого игроку предоставляется выбрать режим игры, это режимы узел связи командного пункта армии и узел связи командного пункта дивизии, который находится в разработке. Выбрав узел связи командного пункта армии, игрок оказывается на виртуальной площадке возле военного комиссариата, где получает задание на прохождение задания. Получив задание, игрок отправляется к узлу связи, двигаясь по указателям. Начинает изучение с группы каналообразования номер 3 (ГКО-3), все элементы УС подписаны над ними крупными буквами. Подойдя к ГКО-3, персонаж представляется дежурному по элементу УС и озвучивает цель прибытия. Далее игроку предоставляется возможность начать изучение тактико-технических характеристик (ТТХ), состава и предназначения аппаратных связи. Для закрепления полученных знаний и получения «опыта» игрок может пройти тестирование, которое определит уровень его подготовки «опыта» и присвоит соответствующее воинское звание за успешное прохождение элемента. Покинув зону изучения группы каналообразования уже в новом в воинском звании (по игре «сержант») в случайном порядке и любой области могут выпадать кейсы с дополнительными заданиями «бонусами» такими как, стрельба из стрелкового оружия, выполнение приема и передачи радиogramм кодом Морзе, выполнение нормативов по РХБЗ подготовке, знаний положение статей уставов ВС РФ. Фрагмент игры представлен на рис. 3. Внедрение игры положительно может влиять на усвоение учебного материала тактико-специальных дисциплин.



Рис. 3. Фрагмент игры «Стать начальником полевого узла связи»

Вводя такой тип обучения в образовательный процесс, можно активизировать познавательный процесс, упростить саму программу обучения, направив выигранное время на те темы или дисциплины, которые тоже требуют достаточного понимания обучающихся. При изучении курсант должен знать структуры полевых узлов связи, порядок функционирования их элементов, организацию взаимодействия с подчиненными или же вышестоящим узлами связи. Погружаясь в игровую виртуальную атмосферу, участник игры «СНПУС» не только обучается на знание техники связи, но и знания оперативно-технической службы и других вопросов, изучаемых в ходе боевой подготовки военнослужащих. Апробация игры была произведена в Военной академии связи на занятиях по тактико-специальной подготовке, в рамках изучения полевых узлов связи, тактико-технических характеристик аппаратных и техники связи, входящей в состав УС [2]. Так же она показала высокий уровень приобретенных знаний, на много больше, чем у тех курсантов, которые занимались по «классической системе».

Считаем, что, если развивать это направление, продолжить дальнейшее усовершенствование игры, с учетом усложнения сюжетной линии и уровней обучения, то в дальнейшем можно будет использовать игру в профильных учебных заведениях. А также использовать многопользовательскую платформу и осуществлять развитие патриотического воспитания школьников в ходе посещения «фанзоны» клуба болельщиков конкурса «Уверенный прием». Фрагмент игры представлен на рис. 4.



Рис. 4. Фрагмент игры «Стать начальником полевого узла связи»

Подводя итоги, можно с уверенностью сказать, что разработанная игра, выполняет одну из главных целей обучения, а ее использование показывает положительные результаты в ходе изучения тактико-специальных дисциплин. Использование компьютерных игр стоит наращивать и грамотно использовать в дальнейшем. При этом обратить внимание на то, что игра должна иметь развлекательную и обучающую функцию в равном соотношении реализуемых в ней задач.

**Список используемых источников**

1. Jane McGonigal. Reality is broken: why games make us better and how they can change the world. Penguin Books, 2011.
2. Иванов В. Г., Панихидников С. А., Удальцов А. В. Учебно-тренировочные средства в системе подготовки специалистов // Вестник военного образования. 2016. № 2 (2). С. 36–43.
3. Katie Salen and Eric Zimmerman. Rules of Play – Game Design Fundamentals. MIT Press, 2004.

УДК 37.026

ГРНТИ 14.85.09

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР В ХОДЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

**Н. А. Васильев, В. Г. Иванов, В. Е. Пестерев, И. Д. Сикорский**

Военная академия связи Маршала Советского Союза имени С. М. Буденного

*В статье приводится применения компьютерных игр в ходе образовательного процесса. Показано, что высокое информационное развитие человеческого общества неизбежно влечет за собой внедрение новых информационных технологий и, в частности, компьютерных технологий во все сферы человеческой деятельности, а также в сферу образования, при этом все более широкое распространение получают новые методы приема и передачи знаний.*

*компьютерные игры, серьезные игры, образование и обучение, педагогика.*

В течение многих десятилетий игры используются для развития психологического, физического и социального потенциала человека. Как показано на рис. 1 (см. ниже), стремительное развитие игр в социуме человека и плавный переход на компьютерные игры [1].

Что же такое компьютерная игра!?

**Компьютерная игра** – компьютерная программа, служащая для организации игрового процесса (геймплея), связи с партнёрами по игре, или сама выступающая в качестве партнёра [2].

Давайте классифицируем компьютерные игры. Во-первых, классифицируем по количеству платформ, принадлежность к одной или нескольким платформам, что определяет её многоплатформенность (мультиплатформенность). Во-вторых, определение игрового жанра или несколько, а также она может быть и вне жанра. Жанр определяет производитель, геймдизай-

нер, который может утратить игрока, сделав вызов его интеллекту, пора- зить красотой игровых сцен. Выделяют следующие широкие жанры, пока- занные на рис. 2 (см. ниже): приключенческие игры, экшен, стратегическая игра, компьютерный симулятор, головоломка, обучающая игра и игрушки.

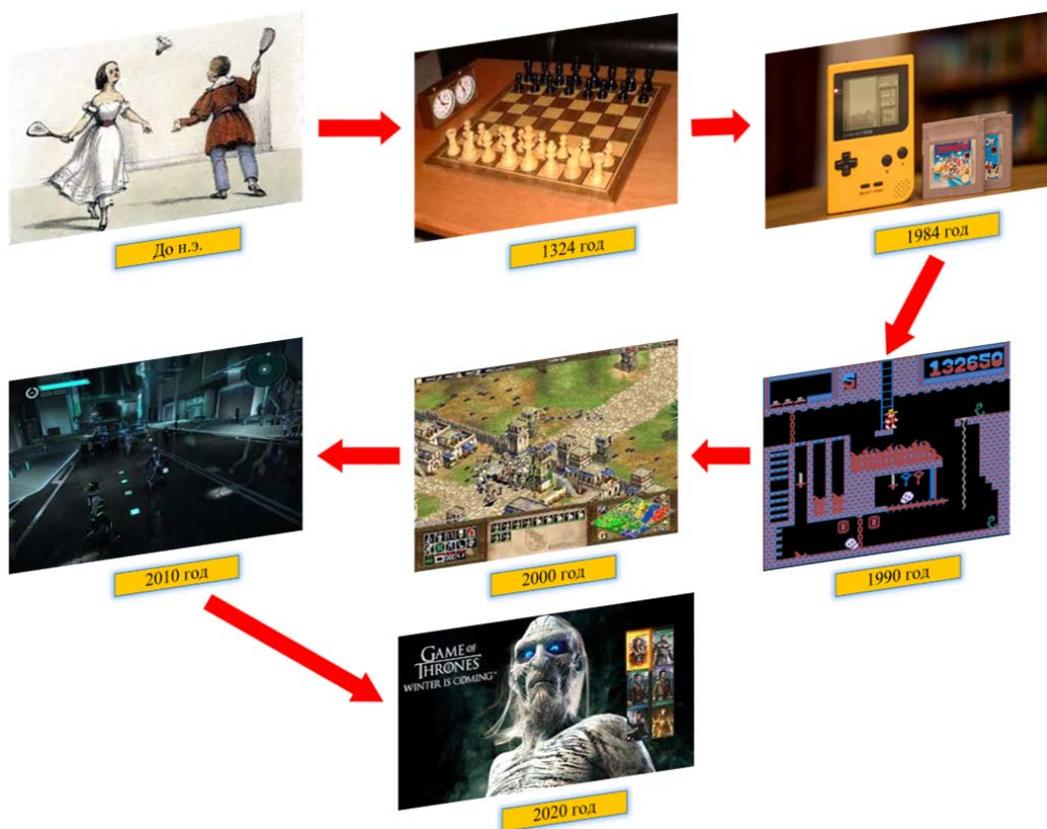


Рис. 1. Развитие игр в истории человечества



Рис. 2. Основные жанры компьютерных игр

Игры делятся на однопользовательские и многопользовательские. Существенное отличие игр, наличие двухмерного или трехмерного пространства, что отличает их по визуальному представлению таких показателей как музыка, анимация, пространственная виртуальная среда и графика [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B0) - cite\_note-gramota-1

**Цифровые обучающие игры** – это предмет исследования педагогики компьютерной игры, которая в свою очередь является частью медиаобразования. Цифровые обучающие игры отличаются от традиционных обучающих игр и не основанного на играх электронного обучения тем, что они используют методы мотивации развлекательных игр, чтобы достичь своих образовательных целей. Таким образом, они довольно часто используют какую-либо историю и парасоциальные отношения между игроком и неигровым персонажем (англ. *non-player character*), чтобы запустить процесс обучения [2].

«**Серьезные игры**» – обучающие игры, которые были разработаны для использования в образовании. Они имеют свою четкую структуру, цели, а их результаты находят практическое применение в жизни [3]. Именно эти характеристики отличают их от развлекательных игр. Игры, которые могут быть предназначены для обучения: образовательные игры, виртуальная реальность, симуляция, игры социального влияния, мотивирующие игры, благотворительные игры, игры с альтернативными целями, игры для социального изменения, игры с обучающими и развлекательными играми, обучение с помощью видеоигр. Основные и существенные различия можно увидеть на рис. 3.



Рис. 3. Разница компьютерных игр

Анализируя предназначение компьютерных игр, следует отметить, что феномен, при котором обычный пользователь современных медиа начинает формировать близкие отношения с медийной личностью, может влиять на положительные результаты в сфере образования, применяя современные цифровые обучающие игры. Достоинством также является следующее, можно расположить мотивационным характером участника игры на успешное её прохождение, поощряя игровыми бонусами, очками и опытом.

Данное достоинство будет заинтересовывать игрока преодолевать различные ситуационные задачи, с максимальным эффективным результатом, который отразится на его успеваемости. Практически любую видеоигру можно рассматривать как «серьезную». Это зависит от актуальности использования игры и восприятия игрока. Основной задачей «серьезных игр» является использование новых игровых технологий в тренинговых или образовательных целях.

Активное использование виртуальных туров и тренажеров применяется в высших профессиональных учреждениях как в нашей стране, так и за границей. Использование симуляторов X-Plane 11 в Санкт-Петербургском Университете Гражданской Авиации, учебного автосимулятора 2 в автошколах способствует экономическим выгодам при тренировке в вопросах эксплуатации и работы на соответствующих изделиях. При неправильных действиях обучающегося происходит автоматическая остановка или блокировка виртуального симулятора, не нанося вреда окружающим и не приводя к поломке самого дорогостоящего оборудования. Военные других стран также используют игры франшизы Call of Duty и SOCOM. Игры такого рода погружают игроков в виртуальную реальность. Используя тактические навыки, игроки пытаются достичь в игре любых, поставленных перед ними целей. Это позволяет военным показать своим солдатам, как справляться с конкретными ситуациями, не рискуя при этом получить ранение на поле боя. Необходимо понимать существенную разницу между видеоиграми и виртуальными турами, данные технологии относятся к новым способам обучения, на основе современных технологий. Поэтому в сфере образования есть определенные сложности использовать компьютерные игры. Какие основные задачи предстоит решить!?

Используя термин «серьезных игр», стоит всегда помнить о педагогической основе этих игр и принципов их использования. Следовательно, перед тем как игры включать в учебный процесс, да и разрабатывать их, необходимо определить требование, структуру и обучающие цели. Должны быть и схожие аспекты с экспертами рис. 4 (Саймон Эгенфельдт-Нильсон, Бен Сойер, Питер Смит и другие) [3]:

1. Наличие явной и неявной обучающей цели;
2. Наличие игровых элементов;
3. Наличие интерактивной сред.



Рис. 4. Аспекты структуры компьютерных игр

Причиной, по которой люди начинают играть в компьютеры – «веселье», такие игры развлекательного характера, а вот для серьезных игр такой аспект может быть или не быть. Не стоит забывать о важном, у «серьезных игр» есть сторона – образовательная стимуляция. Это четко структурированные сценарии, которые содержат тщательно разработанную систему правил, стратегий и заданий. Они созданы с конкретной целью – развить специфические компетенции, которые можно прямо перенести в реальный мир. Мир в компьютерной игре является многопользовательской средой, которая не фокусируется на какой-то определенной цели и подчиняется конкретному сценарию, значит задача разработчика «серьезных игр» является многокритериальной, которая не решается классическими способами оптимизации задачи написания игр. Игра не может гарантировать обучения. Симуляции не всегда бывают увлекательными. Блестящая графика с потрясающей анимацией может быть совершенно не интересной.

Серьезные игры рождаются в результате сочетания педагогики с тремя основными элементами компьютерных игр – сюжета, изображения и программного обеспечения рис. 5, считает Майк Зида: «Они имеют тщательно продуманные и выраженные обучающие цели [3, 4]. Основной целью является не развлечение, хотя это не значит, что игры не должны развлекать». По структуре игр отметим следующее, мир в компьютерной игре должен

быть целостным, согласованным и гармоничным. Положительно отмечается присутствия элемента случайности и неопределённости, который создает её еще более увлекательной и захватывающей.



Рис. 5. Основные элементы компьютерных игр

Игра должна быть интерактивным процессом, а ее решения – иметь последствия. Действия в игре обязаны удерживать внимание играющего и иметь обратную связь. Сам процесс игры должен быть непрерывным и связным, все задачи – принципиально выполнимыми. А относительно элементов реальности – они зависят от контекста. Суть заключается в настолько точном определении целей обучения, чтобы они были понятны играющему. Игровой вызов подразумевает, что без абсолютного изучения всех заданий процесс игры остановится. Игрок, скорее всего, заинтересован в этом, а игра правдиво отражает его условия жизни. Необходимо отметить, что все серьезные игры имеют большой обучающий потенциал. Они могут быть широко использованы в рамках обучения [5]. Однако, эффективность их использования напрямую зависит, как от игроков, так и от преподавателей. На сегодняшний день есть все основания предполагать, что в будущем будет существовать эффективная методология применения игр в процессе обучения. Да и будут разрабатываться они в соответствии с новыми предъявляемыми образовательным сообществом требованиями.

Игры в образовательном процессе еще ранее не были так популярны, но в настоящее время, для развития навыков и популяризации сфер деятельности человека, облегчения работы учителей и преподавателей, приобретают положительный характер. Хотя и есть достаточно сложностей перед тем, как осуществить ввод такого рода продукта в учебную деятельность. После того как ознакомились требования и структурой «серьезных игр», проанализируем их возможности, рассмотрев три поколения образовательных игр.

Первое поколение было создано для образовательно-развлекательной деятельности. За правильные ответы участник игры получает вознаграждение различными видами баллов, опыта и очков. Осуществляя прохождения тестов или игры аркады, что позволяет тренировать моторику и память. Основу этого поколения положил принцип бихевиоризма.

Во втором поколении центром внимания находится игрок, которые может получать звуковую информацию, текстовую и визуальную информацию. Принципом такой формы стал принцип когнитивизма, так как игроку

необходимо анализировать происходящее, оценивать возникшую ситуацию и проблему с помощью соединения символов. Действие и только действие игрока заставляли взаимодействовать процессы обучения и игровые.

В третьем поколении видна социологическая и психологическая теория, – конструктивизм, а также теория познания – конструкционизм [6]. Игрок выбирает путь движение в игре из-за воспринимаемой социальной реальности. Появляется отличная возможность обучать и находить персональный подход к индивиду, так и на группу обучающихся, выставляя разные достижимые цели.

Происходит значительная цифровизация учебного процесса, за счет перехода стандартных и всем уже привычных форм и технологий обучения на современные стандарты. Это облегчает выставление оценки, систематизируя базы данных.

Экономия времени преподавателей на проверку домашних заданий, отчет которого способен приходиться в виде формализованных таблиц с результатами обучающегося.

Возможности обучающих игр обширны, стоит стремиться к активному внедрению такой современной технологии в процесс обучения, как дошкольного, школьного и высших профессиональных образований. Для современности прогресс ощутим, чтобы следовать инновациям в ногу, стоит пробовать среду, в которой присутствует яркая графика, погружение в атмосферу игры создает пространство, пересекаемое со сторонами обучения и педагогики. Все мы прекрасно понимаем, нет гарантий от использования игр и «серьезных игр» в образовательном процессе. Прекрасная графика и удивительная анимация может не завлекать и быть не интересной.

#### Список используемых источников

1. Яблоков К. В. Исторические компьютерные игры как способ моделирования исторической информации // История и математика: Анализ и моделирование социально-исторических процессов / Ред. С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев. М. : КомКнига/УРСС, 2007. С. 263–303.
2. Словарь методических терминов – Компьютерная игра. URL: <https://sanstv.ru/dict/компьютерная%20игра> (дата обращения 07.02.2019).
3. Пользователь Журнала HR-Portal // Использование серьезных игр в обучении. URL: <https://hr-portal.ru/story/ispolzovanie-sereznyh-igr-v-obuchenii7> (дата обращения 07.02.2019).
4. Роллингз Э., Моррис Д. Проектирование и архитектура игр. : пер. с англ. – М. : Вильямс, 2006. 1040 с. – ISBN 5-8459-0914-7.
5. Бершадский А. М. Игровые компьютерные технологии в системе образования // Электронный научно-практический журнал «Современная техника и технологии» 2016. № 9 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2016/09/10429> (дата обращения 07.02.2019).
6. Попова Н. М. Компьютерные игры: взгляд психоаналитика [Электронный ресурс]. URL: <http://psychoanalitiki.ru/computers-games.html> (дата обращения 07.02.2019).

УДК 001.92  
ГРНТИ 43.01.33

## АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИХ РОЛЬ В ОСВОЕНИИ МАТЕРИАЛА

**В. Д. Васильченко, Д. В. Волошинов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены современные ресурсы с материалами для изучения начертательной геометрии, среди них видео- и веб-ресурсы, электронные учебники. Проанализирована роль различных методических материалов, реализуемые ими способы обучения и предоставления информации для пользователей, их доступность, актуальность и качество сопроводительного материала.*

*начертательная геометрия, ресурсы, методические материалы, изучение, информация, популяризация науки.*

Начертательная геометрия как наука широко используется в самых разных сферах деятельности, и с каждым годом диапазон ее применения неуклонно расширяется в связи с развитием науки и появлением новых технологий, таких как 3D-моделирование. Специалистов в этой области не хватает, поэтому возникает необходимость сделать данную науку более доступной для изучения и привлечь к ней как можно больше внимания. В последнее время участились разговоры о том, что начертательная геометрия устаревает, но это является глубоким заблуждением, связанным с крайне небольшим количеством учебных материалов, пригодных для изучения по ним такой сложной науки, что следует из малого круга специалистов в этой обширной области.

Овладение такой многосторонней наукой, как начертательная геометрия достаточно сложно, а с учетом имеющихся на данный момент методических материалов изучение этой науки становится и вовсе невыполнимой задачей для новичков. Учебники на данный момент неумолимо устаревают, нынешнее поколение больше стремится к изучению веб-ресурсов, нежели доскональному изучению печатных изданий, поэтому создание удобного и насыщенного информацией ресурса позволит большему количеству людей изучать начертательную геометрию и проявлять к ней интерес, что, в свою очередь, повлечет развитие данной науки и расширение границ возможностей и сфер применения. Существует мнение, что данная наука уходит

в прошлое, но это далеко от правды. Помимо того, что с помощью начертательной геометрии решается множество задач, на данный момент она также используется в 3D-моделировании, которое на сегодняшний день применяется во многих сферах деятельности: от создания макетов до разработки протезов. И все перечисленное – не предел возможностей начертательной геометрии, поэтому привлечение внимания к этой науке, возможность сделать ее более доступной и понятной для обычного человека – важный шаг в ее развитии и распространении.

Из-за сложности восприятия графических объектов в изучении начертательной геометрии, популярность данной науки невелика, и для того, чтобы популяризировать эту науку, необходимо прежде всего проанализировать имеющиеся материалы и ресурсы, доступные обычным пользователям. Чем подробнее и нагляднее изложена информация, тем легче ее усвоить. Для анализа было отобрано большое количество ресурсов по начертательной геометрии, выдаваемых по соответствующим запросам в поисковых системах, среди них были как веб-ресурсы, так и электронные версии учебников. Кроме того, были изучены обучающие видео-ресурсы по начертательной геометрии.

В ходе анализа было изучено более двадцати ресурсов. Среди них только восемь являлись веб-ресурсами, остальные же представляли собой электронные версии учебников. Электронные версии учебников не позволяют в полной мере усваивать и воспринимать изложенную информацию из-за недостаточной наглядности, что является очень важным аспектом в изучении начертательной геометрии, так как большая часть информации содержится именно в рисунках и других визуальных составляющих материала. В учебниках чаще всего рисунков и сопроводительных материалов либо очень мало, либо вовсе нет, что значительно усложняет процесс изучения, провоцируя непонимание и еще больше усложняя эту науку в глазах тех, кто ее изучает [1]. По представленным материалам усваивать теорию крайне сложно.

Из восьми веб-ресурсов, посвященных начертательной геометрии, больше половины являлись торговыми, предоставляя возможность либо заказать чертежи, либо пройти соответствующие курсы по изучению начертательной геометрии. Методических материалов на таких сайтах было крайне мало, а основную часть информации составляли задачи без сопроводительного методического материала, из-за чего у изучающего веб-ресурс не было возможности решить эти задачи. Сопроводительных рисунков на некоторых ресурсах было недостаточно, а некоторые из них были очень низкого качества, из-за чего появляются дополнительные сложности в их освоении: многие элементы либо попросту отсутствовали, либо были настолько некачественно отображены, что распознать, что есть что на сопроводительных

изображениях, попросту было нельзя [2]. В сравнении с электронными учебниками, веб-ресурсы имеют больше визуальной составляющей материала, что упрощает восприятие, но из-за ошибок в оформлении ресурсов и многих других недочетов проблема изучения также остается актуальной.

Наиболее распространенным недостатком видео-ресурсов является сложность восприятия и недостаточная наглядность освещаемого материала, что делает практически невозможным изучение науки таким образом. В подобных видео чаще всего акцент делался именно на озвучивание методического материала, а не на сопроводительные материалы, позволяющие наглядно объяснить некоторые материалы по начертательной геометрии. Монотонная речь в итоге только усложняет восприятие информации, в сравнении даже с теми же учебниками, а практически полное отсутствие какого-либо наглядного материала не позволяет пользоваться такими видео-ресурсами для изучения начертательной геометрии.

Таким образом на данный момент образуется ситуация, когда широко распространенную и важную науку практически невозможно изучить самостоятельно из-за недостатка качественной информации. Однако существует ряд информационных обучающих ресурсов, которые позволяют не только изучить методическую литературу по начертательной геометрии с подробными иллюстрациями и примерами, но и самостоятельно провести построения в программе СИМПЛЕКС для лучшего усвоения материала. Благодаря сопроводительному материалу по некоторым задачам, эта возможность становится доступной, и это только одна из многих сфер применения программы СИМПЛЕКС [3]. На этих ресурсах некоторые задачи разбираются именно в программе СИМПЛЕКС, что позволяет помимо теоретического изучения материала применить его на практике. Данные ресурсы являются наиболее информативными среди рассмотренных ранее. Помимо наглядного изучения материала с достаточным количеством иллюстраций и сопроводительных материалов, есть возможность самостоятельно повторить задачу, рассмотренную ранее на примере, что позволяет намного лучше воспринимать информацию и понимать саму методику построения и решения таких задач: что за чем следует, как элементы связаны между собой и каким образом они задаются. Одной из новых разработок является возможность использовать программу СИМПЛЕКС прямо внутри браузера, не скачивая программу на компьютер: по мере изучения лекции в одной части экрана можно сразу воспроизводить рисунок в соседней части экрана, не отрываясь от изучения методической литературы и при этом самостоятельно проверяя все изложенное в тексте – на практике.

Одним из решений столь актуальной проблемы, как сложность в изучении науки начертательной геометрии, является создание удобного для пользователя и простого в понимании веб-ресурса, содержащего методический материал, насыщенный наглядными примерами и иллюстрациями, для

упрощения восприятия информации. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что практически все ресурсы в интернете, так или иначе связанные с начертательной геометрией и ее изучением, практически полностью непригодны для изучения данной науки. Электронные учебники имеют недостаточную наглядность для усвоения материала, веб-ресурсы по начертательной геометрии практически отсутствуют, а среди немногих имеющихся представителей начертательная геометрия либо рассмотрена слишком поверхностно, либо зачастую представлена в неудобном для усвоения и понимания виде. Видео-ресурсы из всех рассмотренных материалов являются наименее наглядными и самыми сложными в усвоении и понимании материала, так как на слух часть информации теряется и не воспринимается вовсе, а в совокупности с отсутствием наглядных иллюстраций и сопроводительного материала усвоение такого рода информации практически невозможно. Кроме того, зачастую на ресурсах по начертательной геометрии публикуется устаревшая и неактуальная информация, а новые разработки не рассматриваются вовсе, либо рассматриваются, но на этих ресурсах материалы такого рода нацелены на людей, имеющих соответствующее образование, а люди, только желающие изучить эту науку, не смогут понять подобный материал из-за специфичных терминов и других особенностей.

Роль начертательной геометрии для всего мира очень велика, так как она применима во многих сферах жизнедеятельности человека: от архитектуры до автомобилестроения, и границы ее использования только увеличиваются с течением времени. В связи с этим необходимо популяризировать данную науку и делать ее доступной для каждого, привлекая тем самым свежие умы. Следовательно, разработка веб-ресурса по начертательной геометрии как никогда актуальна и предоставляет возможность привлечь в эту отрасль большее количество людей. Подобный веб-ресурс должен заключать в себе не только методические материалы, но и предоставлять достаточное количество сопроводительных материалов и иллюстраций для лучшего понимания информации. Кроме того, возможность сразу применить изученный материал на практике обеспечит еще большую наглядность, упрощая восприятие материалов по начертательной геометрии. Для этого может использоваться программа Симплекс, а также онлайн-версия данной программы, позволяющая без скачивания программы изучить и опробовать ее основные функции, а также прямо в браузере воспроизвести некоторые задачи из методических материалов.

#### Список используемых источников

1. Жирных Б. Г., Серегин В. И., Шарикян Ю. Э. Начертательная геометрия, 2015 [Электронный ресурс]. URL: <http://rk1.bmstu.ru/files/tutorialdarstellendegeometrie.pdf> (дата обращения 23.09.2018).
2. «Начерт» – Начертательная геометрия, 2010 [Электронный ресурс]. URL: <http://nachert.ru/> (дата обращения 23.09.2018).

3. Волошинов Д. В. Начертательная геометрия [Электронный ресурс]. URL: <http://dww.no-ip.org/toolbook/book.htm> (дата обращения 23.09.2018).

УДК 001.92  
ГРНТИ 43.01.33

## РОЛЬ АНАЛИЗА ЦЕЛЕВОЙ АУДИТОРИИ РЕСУРСА В ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ

**В. Д. Васильченко, Д. В. Волошинов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрен материал проведенного анкетирования на тему заинтересованности аудитории изучением начертательной геометрии и сложностей, возникающих в процессе изучения материала. Представлены ответы на тему наиболее удобных способов самообразования, предполагаемых причин возникновения трудностей, актуальность и востребованность начертательной геометрии. Проведен анализ полученных результатов и выделены возможные пути решения выявленных проблем.*

*анализ целевой аудитории, анкетирование, начертательная геометрия, ресурс, изучение, информация, популяризация науки.*

Анализ целевой аудитории является важной составляющей развития ресурса на каждом этапе проектирования: изначально необходимо подробно изучить область потенциальных пользователей, понять их потребности, а в дальнейшем аналитику необходимо проводить для корректировки проекта. В качестве примера рассмотрим целевую аудиторию ресурса по начертательной геометрии.

Для привлечения новых пользователей и популяризации ресурса с целью повышения общего уровня осведомленности населения о начертательной геометрии необходимо изучать целевую аудиторию максимально подробно. Доскональное изучение целевой аудитории позволит разработать успешный ресурс, скорректировать размещенный материал согласно потребностям пользователей, привлечь новых пользователей за счет ориентированных на аудиторию материалов, правильной подачи информации и грамотно разработанного интерфейса, а также ускорить развитие ресурса. Одним из методов, применяемых для анализа целевой аудитории, является проведение опросов пользователей, позволяющих привлечь внимание, проверить знания и получить обратную связь.

Целью проведенного анкетирования в рамках написания статьи является получение информации о способах повышения эффективности обучения аудитории по дисциплине начертательной геометрии. Актуальность статьи обусловлена необходимостью повышения интереса к начертательной геометрии в связи со спадающим спросом на изучение начертательной геометрии по причине предвзятого мнения о чрезвычайной сложности науки и недостаточной осведомленности. При этом, начертательная геометрия обладает огромным потенциалом, особенно в настоящий момент, когда очень активно развивается сфера моделирования и построения, в совершенно разных сферах деятельности человека [1, 2]. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что начертательная геометрия не может в сложившейся ситуации в полной мере реализовать свой потенциал, а проведение анкетирования позволит выявить основные причины этого и подскажет возможные пути решения.

Задача исследования – на основе составленной анкеты провести опрос среди различных возрастных и профессиональных групп людей с целью выявления потенциальной целевой аудитории образовательного ресурса по начертательной геометрии. Способ решения задачи – анкетирование, сравнение и анализ полученных результатов. Результат решения задачи – выявление целевой аудитории образовательного ресурса по начертательной геометрии, выявление основных существующих проблем в восприятии и понимании предметной области, выявление основных путей решения обнаруженных проблем. На основе полученных результатов анкетирования можно получить необходимую информацию от самой потенциальной аудитории и сделать начертательную геометрию более доступной для любого пользователя сети Интернет.

При проведении опроса необходимо соблюдать ряд требований: создание для всех респондентов одинаковых условий, отсутствие влияния со стороны экспериментатора, а также соответствие этическим нормам. Все вопросы должны быть сформулированы корректно, информативно и понятно каждому респонденту, в случае необходимости – дополнены пояснением. При анализе и интерпретации результатов необходимо учитывать тот факт, что данные, полученные посредством опроса, могут несколько отличаться от реальности. В связи с нежеланием респондентов сообщать некоторую информацию или по причине выбора социально желательных характеристик в результате опроса могут возникать неточности.

Проводимое исследование помогает определить лиц, наиболее заинтересованных в изучении начертательной геометрии, а также определить уровень их осведомленности о данной науке. Помимо прочего, по результатам опроса учитывается общий уровень осведомленности респондентов, в том числе не заинтересованных в изучении начертательной геометрии на данный момент. На основе полученных материалов можно сделать вывод о том,

какие аспекты необходимо учесть, чтобы расширить целевую аудиторию, и в том числе привлечь пользователей, которые изначально не были заинтересованы в изучении начертательной геометрии. В результате проводимого посредством анкетирования исследования можно выявить ранее незамеченные тенденции, скрытые взаимосвязи между разными материалами или другими элементами, а также предоставить основания для подтверждения или отклонения вносимых предложений о стратегиях развития.

Для проведения опроса была разработана анкета для определения заинтересованности потенциальной целевой аудитории в изучении начертательной геометрии с четырнадцатью вопросами, расположенными в логической последовательности. Первые четыре вопроса касались личностных характеристик респондента и были необходимы для структурирования результатов по разным группам: возрасту, полу, роду деятельности и специальности. Ряд вопросов для анкеты был сформирован на основании выводов, полученных по итогам изучения соответствующих научных статей [3, 4]. Тринадцать заданий представляли собой закрытые вопросы с возможностью выбрать один наиболее близкий респонденту ответ из предложенных, а последнее задание являлось открытым вопросом, на который респондент по желанию мог дать произвольный ответ. Открытый вопрос предоставляет возможность свободного высказывания респондента, которое выражается в более конкретном пожелании или замечании, учет которого при разработке ресурса позволит более полно и точно определить потребности пользователей. Анкета носила анонимный характер, не фиксировала личные сведения о респонденте, за исключением пола и возраста, учитываемых в связи с необходимостью составления обобщенного портрета пользователя ресурса, где должен быть определен средний возраст и процентное соотношение мужчин и женщин в качестве пользователей ресурса.

Опрос проводился в конце февраля 2019 года в электронном формате с помощью сервиса Google Forms. Распространение опроса происходило посредством сети Интернет, респондентами выступили лица разных возрастных категорий и видов деятельности. Всего было собрано и обработано 102 анкеты, данные из анкет вносились в единую электронную базу в обезличенном виде. Каждый ответ респондента из заданий 1–13 вносился в базу данных в цифровом эквиваленте (в блоке выбранного ответа ставилась цифра 1, в остальных – 0), после чего все данные суммировались и приводились в виде итоговых цифровых значений. По итогам распределения сумм полученных ответов были построены диаграммы для наглядной демонстрации результатов анкетирования. Ответы на последний вопрос анализировались отдельно в форме экспертной оценки.

В связи с тем, что последний вопрос не являлся обязательным, не все респонденты ответили на него, что также необходимо учитывать при подведении итогов. В количественном выражении были представлены также

суммы ответов, подходящих по смыслу к указанным группам, и на их основании также была составлена диаграмма. По итогам проведенного анкетирования было составлено всего 14 диаграмм, первые четыре из которых связаны с личностными характеристиками респондента и необходимы для составления обобщенного портрета пользователя, а последняя диаграмма представляет собой обобщенные результаты опроса со свободной формой ответа по желанию респондента. Ответы на 5–13 вопросы анкеты можно сравнить с различными личностными характеристиками: возраст, пол, род деятельности, специальность, что позволит проследить общую тенденцию в ответах каждой группы.

По результатам анализа ответов на девять закрытых вопросов по теме анкетирования можно сделать вывод о том, что большинство респондентов недостаточно осведомлены о начертательной геометрии, считают данную дисциплину достаточно сложной для самостоятельного изучения, при этом узконаправленной и малоприменимой, но допускают возможность появления интереса к ее изучению при правильной подаче материала. Произвольные ответы респондентов на вопрос о возможной мотивации к изучению начертательной геометрии были объединены в 7 смысловых групп: общее развитие (саморазвитие, повышение собственного уровня осведомленности и развития эрудиции), применение в работе, личный интерес (решение конкретной задачи, любопытство), высокий заработок, автоматизация процессов (переход от ручного труда к компьютерному), подача материала (внешний вид, простота изложения, занимательность материала), полное отсутствие мотивации или невозможность ее сформулировать. Перечень данных смысловых групп был продиктован записанными ответами, в которых прослеживается способность к анализу собственной мотивации при ответе на основе личного опыта или его отсутствия, при этом показатели по данному вопросу позволяют также сделать вывод о том, что большинство респондентов не смогли дать ответ на поставленный вопрос (рис., см. ниже).

Собранные данные позволяют предположить, что сегодня есть существенная проблема низкой осведомленности о начертательной геометрии, несмотря на ее значимость и широкую сферу применения, из чего следует острая необходимость в популяризации науки [5]. Проблемы возникают на почве нехватки опыта и ресурсов для организации качественного и повсеместного изучения начертательной геометрии, а также со стороны самих потенциальных пользователей наблюдается отсутствие опыта организации самообразования. На основе проведенного анкетирования и анализа результатов можно сделать вывод, что основной проблемой низкого интереса к изучению начертательной геометрии является низкий уровень осведомленности населения о предмете начертательной геометрии, из чего вытекают другие нюансы: предвзятое отношение к науке из-за кажущейся

сложности и узконаправленности. При этом в том случае, если сделать процесс изучения начертательной геометрии увлекательным, а материал – привлекательным, вероятность привлечения внимания к изучению начертательной геометрии многократно возрастает. Подводя итоги, можно сказать, что в настоящий момент необходимо привлекать больше внимания к начертательной геометрии, в том числе посредством разработки современных веб-ресурсов, посвященных этой науке.

#### Список используемых источников

1. Вольхин К. А. Начертательная геометрия глазами студентов // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. 2019. С. 30–39.

2. Волошинов Д. В. К вопросу о содержании и формах организации базовой графической подготовки в техническом вузе // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации. 2011. С. 174–178.

3. Базенков Т. Н., Винник Н. С., Житенева Н. С. Применение компьютерных лекций при изучении начертательной геометрии // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы. 2013. С. 7–10.

4. Хамракулов А. К. Роль информационно коммуникационных технологий в обучении начертательной геометрии и инженерной графики // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. 2016. С. 15–19.

5. Волошинов Д. В. О перспективах развития геометрии и ее инструментария // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. 2019. С. 30–39.

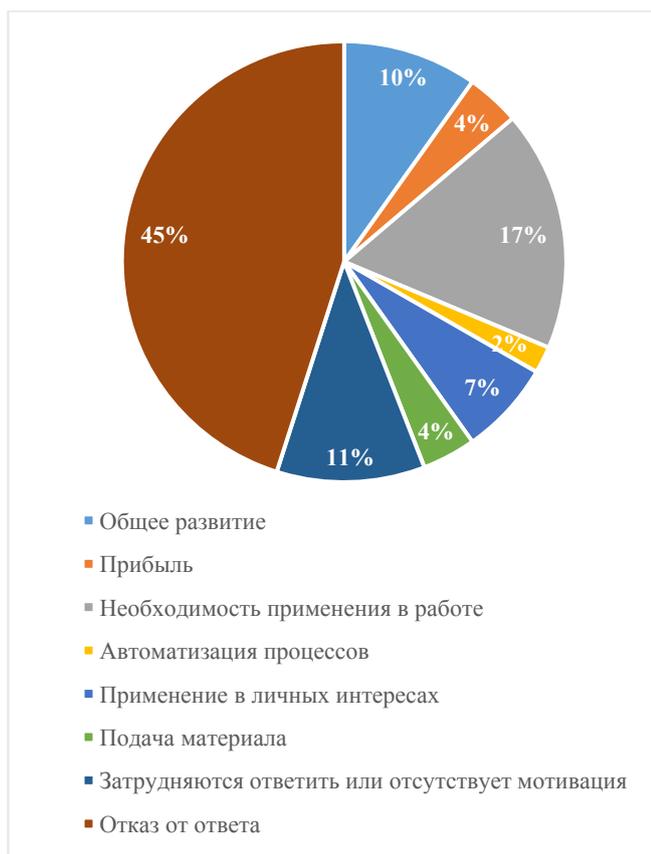


Рис. Возможные мотивации к изучению начертательной геометрии

УДК 004.42  
ГРНТИ 50.41.25

## КРОСС-ПЛАТФОРМЕННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ИМПОРТ РАСПИСАНИЯ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ СПБГУТ В ЭЛЕКТРОННЫЙ КАЛЕНДАРЬ «ГУТ.РАСПИСАНИЕ»

**Г. В. Верхова, М. А. Гордеев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Представлены результаты разработки приложения для операционной системы Android, позволяющее импортировать расписание СПбГУТ в календарь устройства (в локальный календарь Android-устройства и в облачный календарь Google). Данное приложение предоставляет удобный способ планирования рабочего дня как студентам университета, так и преподавателям. Приложение написано на алгоритмическом языке программирования C# в среде Xamarin и поддерживает все версии операционной системы Android, начиная с версии 4.4. Приложение дает возможность пользователю выбрать номер группы, диапазон импорта, возможность выбора конечного календаря, а также возможность добавления номера группы в название события для более удобной его идентификации пользователем. Преподавателю доступна авторизация через учетные данные личного кабинета СПбГУТ и импорт из него расписания занятий данного преподавателя.*

*автоматизация, C#, Android, Xamarin, UWP, управление расписанием, организация процесса обучения.*

Управление расписанием в высшем учебном заведении является одной из важнейших задач, результаты решения которой во многом определяют качество организации учебного процесса, создание удобного режима работы студентов и преподавателей. Учитывая высокую аудиторную нагрузку студентов и преподавателей, широкий спектр используемых аудиторий, возникает необходимость информационного канала, обеспечивающего удобный формат представления информации о предстоящем занятии студентам и преподавателям. На данный момент возможность просмотра расписания реализована в личном кабинете СПбГУТ, пользовательский интерфейс которого оптимизирован под стационарные компьютеры, но не адаптирован под мобильные устройства. Учитывая короткое время сессии, неадаптированный под мобильные устройства дизайн интерфейса, необходимость входа в личный кабинет и выбор пункта меню с текущим расписанием, процесс уточнения расписания нельзя считать оперативным [1, 2].

На решение данной проблемы направлено разработанное приложение. Основная функция данного приложения заключается в загрузке расписания с сервера СПбГУТ, его обработки и добавления в электронный календарь пользователя (например, *Google* Календарь) в виде событий. Принцип работы приложения представлен на рис. 1. Пользователь открывает приложение у себя на ПК или смартфоне под управлением Android или Windows 10, выбирает группу, расписание которой хочет экспортировать, либо вводит свои учетные данные от Личного кабинета, которые будут использованы для получения персонального расписания. После этого осуществляет настройку параметров импорта (оповещения, конечный календарь и т. д.), после чего приложение скачивает расписание, обрабатывает и добавляет его в календарь пользователя.

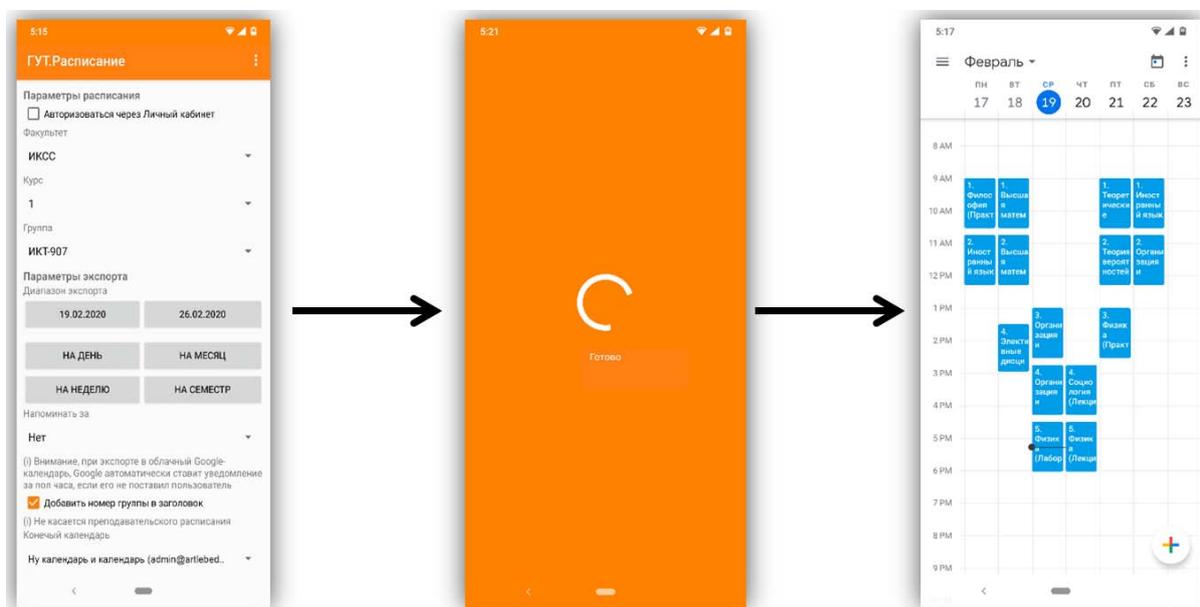


Рис. 1. Принцип работы приложения

Структура любого экспортированного события представлена на рис. 2 (см. ниже). В заголовке события указаны порядковый номер занятия, полное название предмета, а также тип занятия (лекция, практическое занятие или лабораторная работа). Выводятся точные дата и время проведения занятия. В поле «Место» представлен номер аудитории и корпуса (если аудиторий несколько, они разделяются точкой с запятой). В поле «Описание» указываются полные фамилия, имя и отчество преподавателя (или преподавателей). По желанию студента, в заголовок также можно внести номер группы (например, для тех случаев, если студент хочет отслеживать расписание своего знакомого и при этом не путать его со своим), а для преподавателей в самом начале ставится символ 🏠, обозначающий преподавательское расписание (это удобно для аспирантов, которые как проводят занятия, так и посещают свои учебные занятия в аспирантуре). В расписании

преподавателей ФИО преподавателя в описании события заменяется номерами учебных групп.

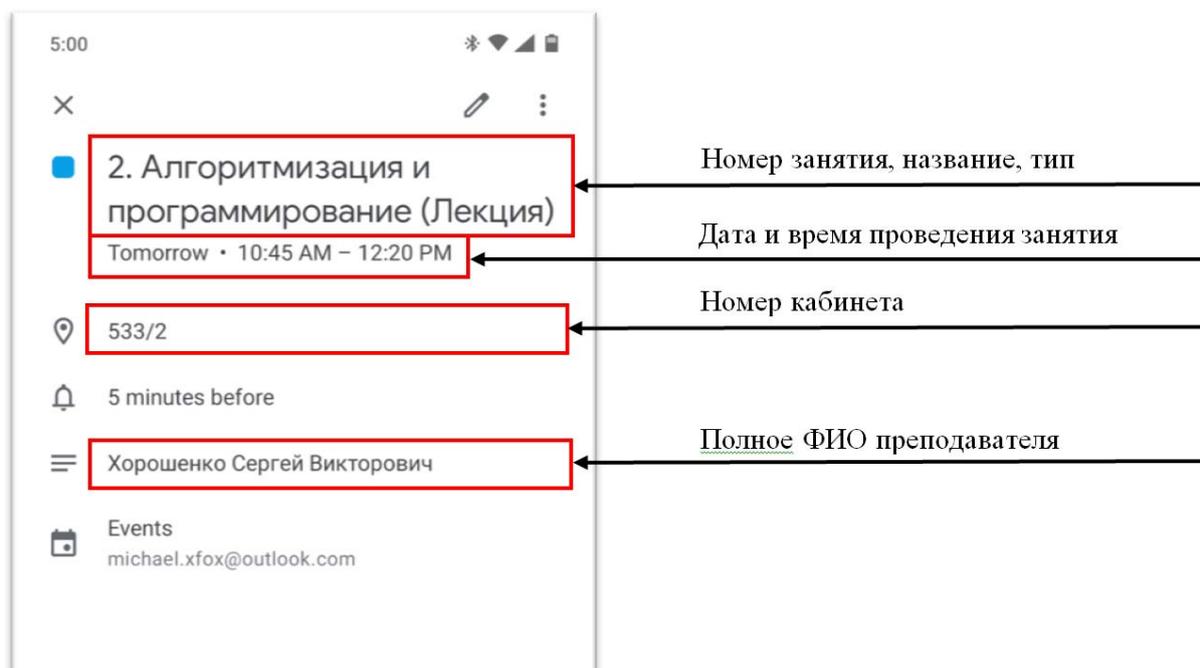


Рис. 2. Информация, добавляемая к событию в календаре

Принцип кроссплатформенности предполагает наличие особой архитектуры приложения. На рис. 3 (см. ниже) показана схема работы и взаимодействия отдельных компонентов приложения и операционных систем, на которых оно в данный момент работает. Разработано три модуля (выделены желтым цветом): модули пользовательского интерфейса приложения, разработанные отдельно для *UWP* и *Android*, а также модуль обработки расписания. Последний модуль является общим и подключается к каждой версии приложения как библиотека, – так как независимо от платформы расписание загружается и обрабатывается одинаково, ввиду чего нет необходимости писать этот блок кода отдельно для каждой платформы.

Параметры пользователей передаются в ядро приложения, которое в свою очередь, скачивает и обрабатывает расписание, после чего отправляет запрос на добавление расписания на блок управления пользовательскими интерфейсами операционной системы, под управлением которой работаем приложение.

В процессе разработки использована методология объектно-ориентированного программирования. Проект реализован на алгоритмическом языке программирования *C#* с использованием платформ *Xamarin.Android*, *Universal Windows Platform* и *.NET Standard*. В дальнейшем модуль обра-

ботки расписания будет интегрирован в ядро более масштабного приложения, целью которого является объединение всей электронной среды Университета в едином интерфейсе.

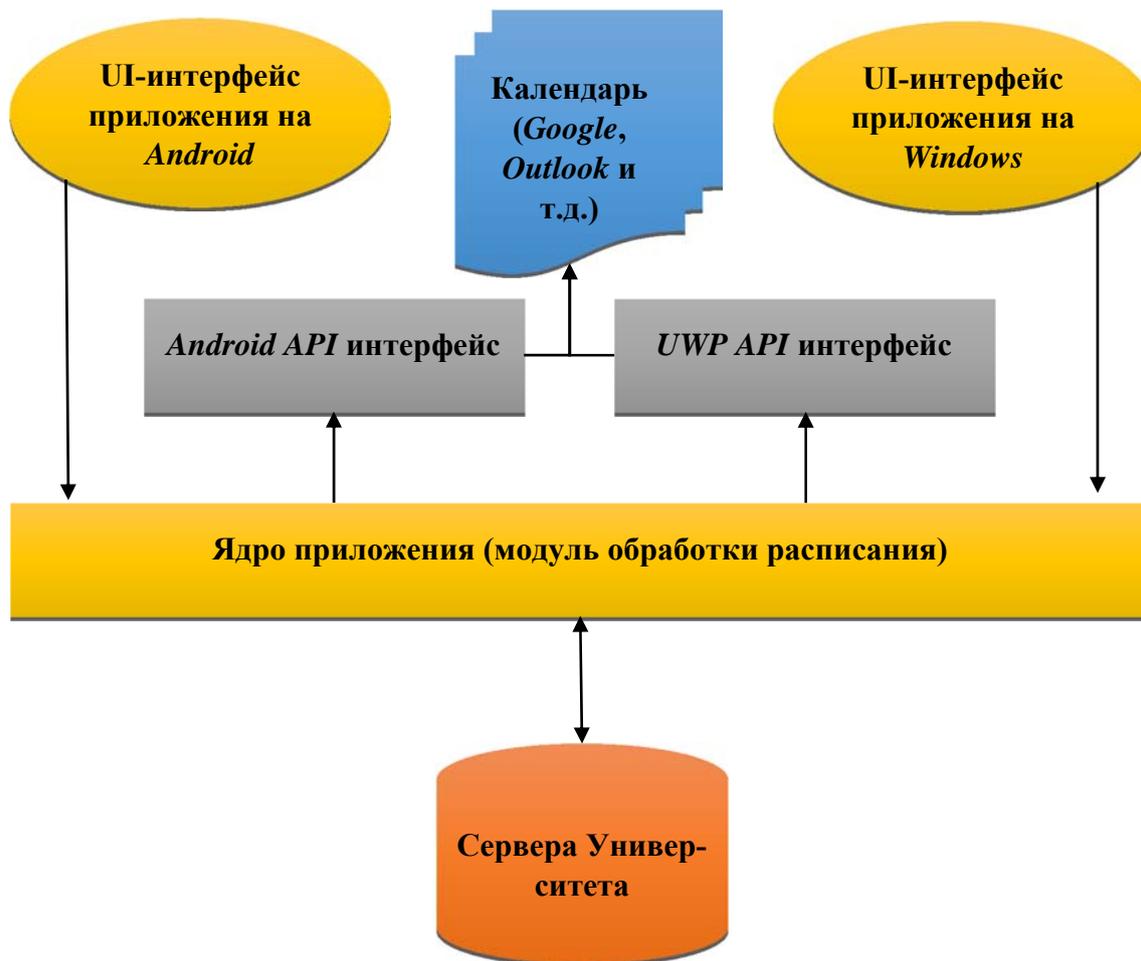


Рис. 3. Архитектура приложения

На данный момент проект является завершенным и имеет открытую исходную кодовую базу. Приложение доступно для скачивания по адресу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.xfox111.gut.schedule>. сходный код проекта можно найти на сервисе *GitHub*: <https://github.com/xfox111/GUTSchedule>.

#### Список используемых источников

1. Корпорация Майкрософт, Microsoft Docs. Техническая документация, материалы по API и примеры кода. UML: <https://docs.microsoft.com/> (дата обращения 27.03.2020).
2. Гордеев М. А. Репозиторий исходного кода проекта «ГУТ.Расписание» на интернет-ресурсе *GitHub*. UML: <https://github.com/xfox111/GUTSchedule> (дата обращения 27.03.2020).

УДК 004.891+378.1  
ГРНТИ 78.15+20.15.13

## ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БАЗИСА ДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КОРАБЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ КУРСАНТОВ

**П. С. Войцеховский, Л. К. Птицына**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Обоснованы причины обновления подходов к организации практик курсантов в контексте компетентностной парадигмы образования и интенсивного развития цифровой экономики и искусственного интеллекта. Систематизировано представление знаний о методах и информационных системах составления расписаний. Описаны преимущества динамического планирования корабельной учебной практики студентов. Выделены источники формирования исходной информации для планирования. Представлены ключевые особенности организации и применения подсистемы тестирования уровня подготовки специалистов при планировании. Сформирован базис алгоритмов планирования. Формализовано описание базиса.*

*динамическое планирование, искусственный интеллект, корабельная практика.*

Важность развития цифровых интеллектуальных технологий в России подтверждается широкой востребованностью интеллектуальных информационных инфраструктур и интеллектуальных информационных систем для решения профессиональных, экономических, социальных и политических задач. Высокая степень подобной важности раскрывается в Программе «Цифровая экономика России» и Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года.

Объективная необходимость интенсивного развития цифровой экономики и искусственного интеллекта отображается на первоочередные задачи повышения качества высшего образования, решаемые в соответствии с компетентностной парадигмой образования. Формируемые при реализации образовательных программ компетенции определяются на основе согласования образовательных и профессиональных стандартов, актуализируемого согласно состоянию национальной экономики и готовности социума к активизации механизмов повышения качества жизни. При этом особая роль отводится практикам обучающихся, в процессе которых устанавливаются устойчивые сквозные связи между формируемыми компетенциями в условиях воспроизведения реальных ситуаций профессиональной деятельности

конкретной направленности определённой образовательной программы. Условия проведения корабельной учебной практики курсантов характеризуются высокой степенью соответствия реальным ситуациям, присущим последующей их службе на флоте. В подобном ракурсе при организации корабельной учебной практики курсантов проявляется достаточно обширный спектр новых обстоятельств, характерных для современного этапа совершенствования организационных основ высшего образования.

Прежде всего, новые обстоятельства касаются индивидуализации и персонализации образовательных траекторий с неизбежной необходимостью сохранения командной состоятельности и достижения поставленной перед командой цели в условиях априорной неопределённости относительно состояния окружающей среды и её активности по отношению к деятельности команды и используемым ею средствам.

Практика организуется и проводится в соответствии с Руководством по учебной практике курсантов военно-морских учебных заведений и Положением об учебной практике курсантов военно-морских учебных заведений на учебных кораблях. Несмотря на достаточно продолжительный период развития компетентностной парадигмы высшего образования, используется традиционный подход к организации корабельной учебной практики курсантов, при котором основное внимание уделяется составлению расписания на определённый период времени с учетом имеющихся ресурсов и кадров [1].

При этом в качестве формальной основы для автоматизации процесса составления расписания используются классические методы теории исследования операций или методы многокритериальной оптимизации с применением генетических алгоритмов либо нейронных сетей, не предусматривающие оценку качества реализуемого образовательного процесса.

В настоящее время предлагается несколько программных продуктов для автоматического составления расписаний [2]. К наиболее развитым средствам относится программный продукт «1С: Автоматизированное составление расписания. Университет». Данный программный продукт, разработанный компанией «Большие числа» в сотрудничестве с лабораторией № 68 «Теории расписаний и дискретной оптимизации» Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, предназначается для решения задач автоматизированного составления учебных расписаний и оперативного управления помещениями в вузах. Однако ни им, ни другими автоматизированными системами не предусматривается ориентация на компетентностный подход к решению задач организации корабельной практики курсантов.

Во всех известных подходах к составлению расписания не предусматривается реактивная составляющая адекватного парирования тех изменений, которые происходят в окружающей среде.

Возникающие изменения состояния окружающей среды и её активности по отношению к деятельности команды и используемым ею средствам сопровождаются активизацией экстренного «ручного» режима внесения коррекции в составленное расписание, не анализируемого с позиций её влияния на качество образования.

Изложенные обстоятельства являются ярким подтверждением объективной необходимости развития технологического процесса организации корабельной учебной практики курсантов, обеспечивающего непрерывное повышение качества образования в условиях априорной неопределённости относительно состояния окружающей среды и её активности по отношению к деятельности команды и используемым ею средствам.

При развитии рассматриваемого технологического процесса позиционируется новая концептуальная основа динамического планирования корабельной практики курсантов военно-морских институтов.

Первое отличительное положение новой концептуальной основы заключается в том, что обучение на корабельной практике является, прежде всего, деятельностью обучаемых. Деятельность образуется в результате выполнения системы взаимосогласованных действий. Каждое действие должно синхронизироваться с элементами формирования той системы компетенций, которая предопределяется во взаимосогласованном сочетании требований образовательного и группы профессиональных стандартов, выбираемой согласно направленности образовательной программы.

Второе отличительное положение новой концептуальной основы позиционируется с тем, что для каждого вида действий и деятельности существует определённая совокупность предусловий и постусловий.

Согласно методологическим аспектам системной инженерии физическому проектированию предшествует функциональное проектирование [3, 4, 5]. В соответствии с этим исследование концепции архитектуры динамического планирования корабельной практики курсантов военно-морских институтов начинается с определения функциональной структуры системы динамического планирования корабельной практики курсантов военно-морских институтов.

В контексте выше представленной концепции на системы динамического планирования корабельной практики курсантов возлагается часть функций управления обучением:

- функции мониторинга учебной деятельности обучаемого;
- функции оценивания учебной деятельности обучаемого;
- функции диагностики усвоения (обнаружения причин ошибок и недостатков учебной деятельности обучаемого).

Требования к реализации этих функций содержатся в технических заданиях на разработку оценочных средств, определяемых заказчиком подготовки кадров. В результате контекстного обобщения содержания подобных технических заданий формируется следующая совокупность требований:

- автоматизированная оценка действий обучаемых на основе анализа выходных контролируемых параметров при проведении одиночной и групповой подготовки;
- автоматизированное документирование всех действий обучаемых в объеме, обеспечивающим повторную деятельность и разбор учебного занятия;
- реализация автоматизированной диагностики знаний и действий обучаемых в целях выявления ошибок в действиях обучаемых и причин их возникновения.

В процедурах текущего корректирующего контроля процессов подготовки курсантов предусматривается интеграция методов инструментального наблюдения и критериально-ориентированного тестирования.

Формирование опорного базиса алгоритмов планирования расписания практики курсантов осуществляется исходя из анализа основных представлений об их деятельности в условиях определённых требований, предъявляемых к характеру и последовательности приобретаемых ими компетенций в результате решения поставленных задач при предусматриваемом разнообразии состояний окружающей среды. При этом любая деятельность представляется системой взаимосогласованных действий. В опорный базис включаются алгоритмы нелинейного планирования действий [6].

Представленная совокупность компонент может использоваться для генерации новых алгоритмов планирования путем комбинирования имеющихся элементов, что представляется более важным с практической точки зрения с целью последующей оптимизации планирования расписания практики курсантов.

Список всех возможных вариантов для каждого компонента обобщенного алгоритма планирования с учетом взаимно-однозначного соответствия между типом конструктора решений и способом выбора подцели представляется следующим образом:

- 1) Конструктор решений и выбор подцели:
  - проверка условия завершения и выбор подцели на основе МКИ (*MTC*).
  - проверка условия завершения на основе пустоты текущего множества подцелей и произвольный выбор подцели из текущего множества подцелей (*ARB*).
- 2) Консервация:
  - не используется (*NC*).
  - односторонняя защита казуальных связей (*SGL*).

– двусторонняя защита казуальных связей (*DBL*).

3) Оптимизация:

– не используется (*NO*).

– разрешение конфликтов (*CFT*).

– дополнительное упорядочивание шагов (*ORD*).

В скобках приводятся используемые в дальнейшем сокращения.

Таким образом, определяется пространство алгоритмов планирования  $\Omega$  как множество элементов вида:

$$\langle \omega^S, \omega^C, \omega^O \rangle,$$

где  $\omega^S \in \Omega^S = \{MTC, ARB\}$  – способ выбора подцели;  $\omega^C \in \Omega^C = \{NC, SGL, DBL\}$  – используемая стратегия консервации;  $\omega^O \in \Omega^O = \{NO, CFT, ORD\}$  – стратегия оптимизации.

Включаемые в опорный базис существующие алгоритмы нелинейного планирования соответствуют следующим элементам пространства алгоритмов:  $NONLIN = \langle ARB, SGL, CFT \rangle$ ,  $TWEAK = \langle MTC, NC, NO \rangle$ ,  $SNLP = \langle ARB, DBL, CFT \rangle$ ,  $UA = \langle MTC, NCE, ORD \rangle$ .

Предлагаемая концепция динамического планирования корабельной практики курсантов военно-морских институтов и выделенный базис алгоритмов планирования обеспечивает развитие организации образовательных процессов высшего образования соответствующих направленностей на основе применения интеллектуальных информационных технологий.

#### Список используемых источников

1. Птицына Л. К., Войцеховский П. С., Птицын А. В. Планирование практик обучающихся в системе высшего образования // Наука. Информатизация. Технологии. Образование: материалы XIII международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании и науке НИТО 2020» 24–28 февраля 2020 г. Екатеринбург, 2020. – С. 176–179.

2. Селезнев А. Д. Краткий обзор наиболее важных вопросов, связанных с составлением системы автоматизированного составления расписания занятий в учебном заведении // Сборник статей III Международной научно-практической конференции : в 2 ч.. 2018. – С. 74–76.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – М. : Стандартинформ, 2006. – 94 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-15288-2005> (дата обращения: 17.11.2019).

4. ГОСТ Р 57193-2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – М. : Стандартинформ, 2016. – 96 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200141163> (дата обращения: 19.10.2019).

5. ГОСТ Р 57100-2016/ISO/IEC/IEEE 42010:2011 Системная и программная инженерия. Описание архитектуры. – М. : Стандартинформ, 2016. – 54 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200139542> (дата обращения: 25.11.2019).

6. Птицына Л. К. Интеллектуальные системы и технологии : учебное пособие. СПбГУТ. – СПб., 2019. – 231 с.

УДК 372.862  
ГРНТИ 14.35.09

## МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН НАПРАВЛЕНИЯ 09.03.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**И. В Гвоздков, С. В. Хорошенко**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Вопрос внедрения в учебный процесс индивидуальных образовательных траекторий является актуальным, поэтому в статье рассматривается методика применения индивидуальных траекторий в обучении студентов, отличающимися не разными дисциплинами, а разной сложностью изучения одной и той же дисциплины.*

*Предлагается методика применения траектории повышенной сложности показана на примере дисциплины для направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии».*

*траектории повышенной сложности, организации обучения, лекции, практические занятия.*

### *Организация учебного процесса по траектории повышенной сложности*

На начальном этапе обучения осуществляется отбор кандидатов для обучения по траектории повышенной сложности.

Для этого на первой лекции и первом практическом занятии студентам доводится информация о дисциплине, её месте в учебном плане, связи с другими дисциплинами учебного плана, а также о двух траекториях обучения и их особенности.

Детально рассматривается отличие траектории повышенной сложности от стандартной траектории обучения по объему изучаемого материала, методике организации обучения, доводятся преимущества обучения по траектории повышенной сложности и отбираются студенты, высказавшие желание обучаться по траектории повышенной сложности. На втором практическом занятии для отобранных студентов проводится входной тест для оценки их уровня подготовки с целью оценить их возможность освоения этой программы. Студенты, успешно прошедшие входной тест, служебными записками подтверждают своё согласие на применение в учебном процессе элементов электронной и дистанционной формы обучения [1, 2, 3].

Базовые положения организации обучения по траектории повышенной сложности:

– студентам разрешается посещать любые виды занятий, проводимые по стандартной траектории сложности;

– студентам разрешается не посещать лекции очно, а осваивать материал лекций самостоятельно с использованием электронных курсов в электронной обучающей среде Netacad, доступной через информационно-образовательную среду университета;

– материал практических занятий отрабатывается студентами самостоятельно и дистанционно, также с помощью электронной обучающей среды Netacad и среды моделирования работы и анализа компьютерных сетей Packet Tracer;

– индивидуальные консультации для студентов проводятся преподавателем в запланированное время дистанционно;

– последнее практическое занятие каждой темы проводится по расписанию очно с преподавателем, где отрабатывается сложный учебный материал темы и выполняются тесты на знание материала пройденной темы;

– при обнаружении отставания студента от плана рабочей программы дисциплины, он переводится на стандартную траекторию обучения;

– заканчивается изучение дисциплины сдачей усложненного, по сравнению с традиционной траекторией, итогового теста во время сессии с выставлением оценки;

– при успешной сдаче итогового теста по дисциплине студенты, дополнительно к оценке, получают сертификат, дающий дополнительные баллы при поступлении в магистратуру университета по направлению 09.04.02. Количество баллов утверждает Ученый Совет университета.

Материалы лекций предоставляются студенту в обучающей среде Netacad. Система позволяет контролировать дату отработки, затраченное время и объем лекционного (количество страниц) материала.

При обучении по траектории повышенной сложности критерии составляют:

– установленные сроки отработки лекционного материала,  
– затраченное время обязательное для самостоятельного изучения материала 4 часа на лекцию,

– объем не менее 90 % страниц электронной лекции.

Преподаватель в процессе обучения контролирует установленные сроки отработки затраченное время и объем отработанного лекционного материала.

Необходимость более глубокого изучения материала связана с тем что количество обязательных для отработки практических работ для студентов по траектории повышенной сложности увеличены и они включают в себя комплексные вопросы. Так например для студентов обучающихся по стандартной траектории обучения это выполнение в задании последовательных полностью раскрытых действий по заданию, а для уложенной траектории

это поиск ошибок в настройке устройств или комплексное задание на отработку полной настройки устройств без полной повторяющейся последовательности действий.

Подготовка к сдаче тестов по теоретическому траектории повышенной сложности также требует более глубокого творческого изучения теоретического материала так как им предоставляется сдача усложнённого теста, куда входят больше вопросов с выбором нескольких вариантов ответа (от двух до трех), в вопросах используются графические материалы, по которым необходимо провести анализ и выбрать некоторую последовательность настройки устройств или способов отыскания неисправности.

Материал практических занятий отрабатывается студентами самостоятельно и дистанционно с использованием среды моделирования работы и анализа компьютерных сетей Packet Tracer. Доступ ко всем практическим занятиям открыт из электронной обучающей среды Netacad. Задание оценивается средой моделирования. Необходимый отработанный процент выполнения задания фиксируется. В начале выполнения каждого задания студент вводит свои учетные данные, которые сохраняются при закрытии задания.

Студенту при обучении по траектории повышенной сложности необходимо выполнить следующие требования:

- установленные сроки отработки практических занятий,
- задание выполняется только после ввода своих учетных данных,
- задание оценивается средой моделирования. Необходимый и отработанный процент выполнения задания должен совпадать,
- выполненные задания сохраняются в виде отдельных файлов и высылаться преподавателю по электронной почте, для проверки.

Преподаватель контролирует установленные сроки отработки каждого задания, учетные данные студента выполнившего задание и необходимый и отработанный процент выполнения задания.

Промежуточный и итоговый контроль предполагает проверку знаний студентов. Форма – тест. При обучении по траектории повышенной сложности студенту предлагаются варианты теста повышенной сложности в котором используются многоальтернативные и многошаговые тестовые задания.

Таким образом траектория повышенной сложности предполагает дополнительную работу преподавателя над методическими материалами дисциплины, а для студента более высокий уровень начальной подготовки и умение планировать свою самостоятельную работу. Это направлено на выработку более высоких практических навыков и умений студентов и повышении статуса и стандартов подготовки их квалификации.

#### **Список используемых источников**

1. Машевская Ю. А., Смыковская Т. К., Коротков А. М. Теория и практика проектирования индивидуальных образовательных траекторий освоения информатических

дисциплин будущими учителями [Электронный ресурс] : учебно-методич. пособие. – Волгоград : Волгоградский государственный социально-педагогический университет, 2016. – 76 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/57787.html>

2. Волошина А. С. [и др.] Организация асинхронного обучения в университетах Европы и России [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2013. – 120 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/47047.html>

3. Цибульский Г. М., Вайнштейн Ю. В., Есин Р. В. Разработка адаптивных электронных обучающих курсов в среде LMS Moodle [Электронный ресурс] : монография. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. – 168 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/84105.html>.— ЭБС «IPRbooks»

**УДК 004.89**  
**ГРНТИ 20.19.01**

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

**М. Д. Григорьев, С. А. Давыдова, Н. В. Кривоносова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

*Нейронные сети широко применяются в промышленности, строительстве, аналитике. Возможность использования аппарата нейронных сетей в образовании для оптимизации человеческих потребностей – вопрос крайне актуальный. Внедрение такого решения в образовательной организации позволит повысить качество образовательного процесса.*

*персептрон, нейрон, нейронные сети.*

При проведении опроса среди преподавателей Санкт-Петербургского колледжа телекоммуникаций была выявлена проблема, связанная с тем, что для работы с информацией, имеющейся только в печатном издании, им приходилось тратить много времени для переноса её в электронный формат. С целью обойти многочасовой перенос информации с бумажного носителя в цифровой был найден такой способ, как сканирование. Далее возникла следующая проблема: информация преобразовывалась в виде картинок и её нельзя было редактировать. В связи с этим возникла потребность в проектировании продукта, который решил бы данные проблемы. Наиболее оптимальным решением оказалось создание нейронной сети [1].

Нейронная сеть – это своеобразная заимствованная модель работы мозга человека. Нейроны, находящиеся в теле человека, принимают определенную информацию, обрабатывают ее и выдают результат.

Для начала рассмотрим тип (модель) искусственного нейрона – персептрон. Он был разработан в 1950–1960 годах Фрэнком Розенблаттом. Персептрон способен обучаться, основываясь на статических данных. Информация об образе распределяется по весовым коэффициентам, которые в совокупности описывают фрагменты образа. Работа персептрона построена так: он принимает несколько двоичных входов (сигналов) и производит двоичный выход (рис. 1).

На схеме (рис. 1) персептрон имеет 3 входа, но также входов может быть больше или меньше.

Итак, может быть  $n$ -ое количество входных сигналов  $x(n)$ , которые передаются в блок, производящий преобразования и выдающий некоторые выходные данные.

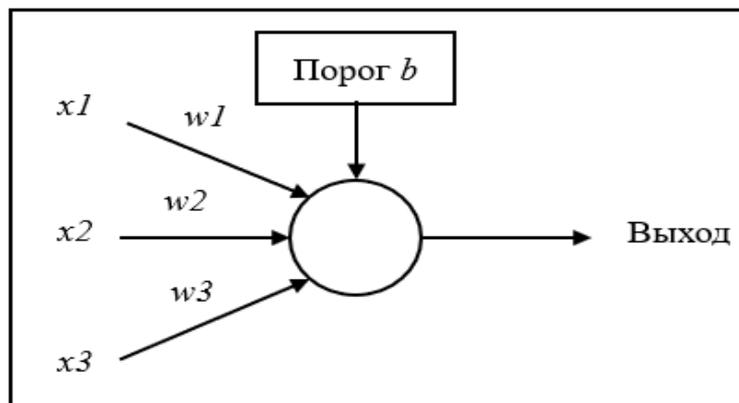


Рис. 1. Визуализация работы персептрона

Для вычисления результата были введены веса  $w_1, w_2, \dots, w(n)$  – действительные числа, выражающие важность соответствующих входных данных для вывода. Если достижение взвешенной суммы

$$\text{Выход} = \sigma \left[ \sum_{i=1}^N w_i * x_i \right] = \sigma [w^T * x - b]$$

где  $w$  – вес, а  $b$  – пороговое значение. Это параметры нейрона, благодаря которым может производиться вычисление.

$$\text{Выход} \begin{cases} 0, \text{ если } \sum_{i=1}^N w_i * x_i \leq \text{порог} \\ 1, \text{ если } \sum_{i=1}^N w_i * x_i \geq \text{порог} \end{cases}$$

Если выход больше или меньше некоторого порогового значения, выводится соответственно (0 или 1). Это выход нейрона. Также можно для удобства преобразовать:

$$\sum_{i=1}^N w_i * x_i = w * x;$$

как скалярное произведение, где  $w$  и  $x$  векторы, компоненты которых являются весами и входами. Также можно переместить порог на другую сторону неравенства и заменить его персептроном «смещения»,  $b \equiv$  – порог.

Смещение представляется как мера того, насколько легко персептрону принять решения (вывести 1 или 0).

Таким образом, это устройство обрабатывает полученный сигнал, взвешивая все предоставленные доказательства, и, принимая соответствующее решение, выводит результат.

По своей сути сигмовидные нейроны похожи на персептроны, разница их устройства в том, что небольшие изменения их веса и смещения вызывают только небольшие изменения их выхода. Т. е. если у персептрона выход мог равняться 0 или 1, у сигмовидных нейронов он может принимать любые значения от 0 до 1, например, 0,999.

Сеть, описанная ниже (рис. 2), называют многослойными персептронами или MLP, хотя состоит она из сигмоидальных нейронов, а не персептронов. В этой сети первый столбец нейронов (первый слой) принимает три очень простых решения, опираясь на входные данные. Далее во втором слое каждый из нейронов принимает решение, взвешивая результаты первого уровня принятия решения. В отличие от первого уровня нейронов, во втором слое нейроны могут принимать решение на более сложном, абстрактном уровне. И также еще более сложные решения могут приниматься на следующем уровне. Поэтому многослойная сеть нейронов способна участвовать в принятии сложных решений. Эта сеть имеет только один скрытый слой, но их может быть больше.

Существуют несколько видов нейронных сетей.

Нейронные сети с прямой связью – сети, в которых выходные данные одного слоя используются в качестве входных данных следующего слоя (рис. 2).

Рекуррентные нейронные сети – в них возможны петли обратной связи. Суть такой нейросети в содержании нейронов, которые срабатывают в течении какого-то отрезка времени, прежде чем станут спокойными. Срабатывание активизирует другие нейроны, которые сработают позже, тоже в течение определенного отрезка времени. Через промежуток времени получается каскад запуска нейронов. Циклы не вызывают проблем

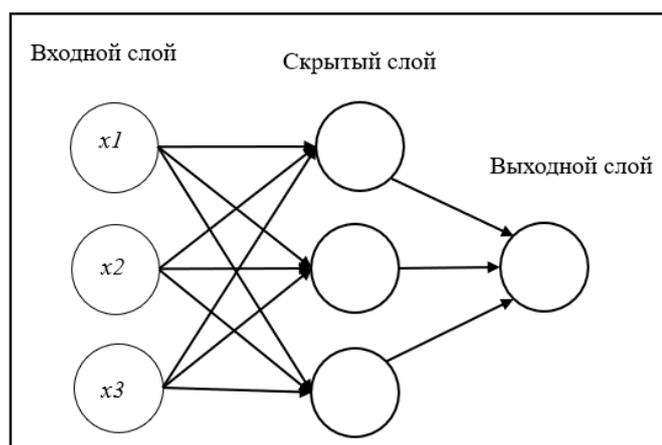


Рис. 2. Многослойные персептроны (MLP)

в этой модели, т. к. выход нейрона влияет только на его вход через определенный отрезок времени, а не мгновенно.

Но на данный момент рекуррентные сети являются менее эффективными, чем сети с прямой связью. Поэтому проектирование архитектуры будет производиться именно по виду нейросетей с прямой связью.

Для создания нейросети распознающей изображение нескольких символов, нужно найти способ разделить изображение посимвольно (разбить изображение на сегменты). Далее необходимо идентифицировать каждый отдельный символ.

После сканирования изображения получается входной слой с определенным количеством нейронов (число пикселей в размере изображения, возведённое в квадрат, например, в изображении размером 20 пикселей будет содержаться 400 нейронов.)

Для примера будет взята архитектура трехслойной нейронной сети для распознавания цифр от 1 до 9, для остальных символов технология будет аналогичной. Для наглядности количество входных нейронов будет сокращено до 6 штук. (рис. 3).

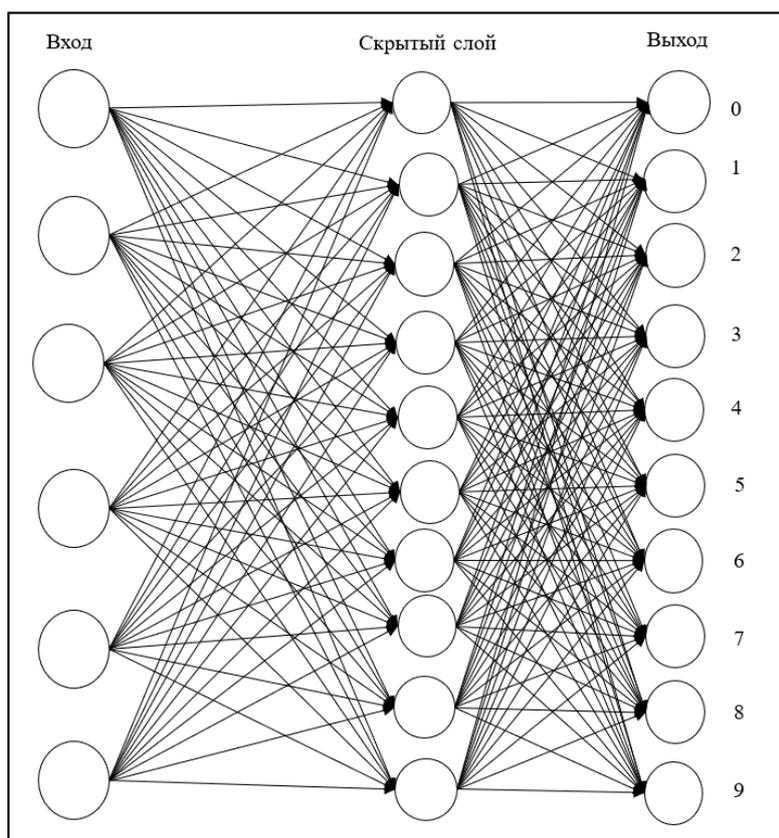


Рис. 3. Фрагмент архитектуры трехслойной нейронной сети с прямой связью

Входной слой сети будет содержать нейроны, кодирующие значения входных пикселей. Входные пиксели представлены в оттенках серого,

со значениями 0,0 → белый цвет, 1,0 → черный цвет, и между этими значениями, постепенно затемняющийся, серый.

Пример скрытого слоя  $n = 9$  нейронов.

Второй уровень сети – это скрытый слой нейронов. Количество нейронов в этом слое будет обозначено  $n$ , далее будет подбираться комбинация, удовлетворяющая поставленным требованиям.

Выходной слой содержит 9 нейронов. Каждый из них обозначает определенную цифру от 1 до 9. Т. е. при срабатывании нейрона сеть считывает соответствующую ему цифру. Эта проверка всех фрагментов нужна для определения, какой нейрон имеет наибольшее число активаций, на основе этого определяется цифра, которая находится на изображении.

Это упрощенная схема обработки изображения нейронной сетью. По аналогии такая же архитектура будет у символов и букв.

В итоге было принято решение осуществить разработку данного продукта по архитектуре, описанной выше, тем самым давая преподавателям возможность своевременно вносить, изменять, удалять данные в учебных материалах, что увеличит качество обучения и сократит время, потраченное на переписывание текста вручную, позволив преподавателям распределить его более продуктивно.

#### Список используемых источников

1. University of Montreal, Deep Learning Tutorial, LISA lab, 2015.

УДК 004.896  
ГРНТИ 81.14.11

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-3D В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО СТУДЕНТА НАВЫКАМ ЧЕРЧЕНИЯ

**В. В. Громов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются методика формирования навыков студента по использованию и системы автоматизированного проектирования Компас-3D при выполнении учебных заданий по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.*

*интеллектуальные САПР и АСУ. Инженерная и компьютерная графика.*

Методика формирования навыков студента по использованию системы автоматизированного проектирования (САПР) Компас-3D при выполнении учебных заданий по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» в Санкт-Петербургском Государственном университете телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича была разработана в 2010 г. на кафедре «Инженерной графики».

С 2013г., по мере совершенствования учебного процесса по освоению использования САПР Компас-3D, возникла необходимость в применении и использовании более нового программного обеспечения в учебном процессе. Большинство преподавателей и студентов стремились использовать в учебном процессе более новые версии ПО Компас-3D. Начался «марафон» в котором участвовали преподаватели и «продвинутые студенты».

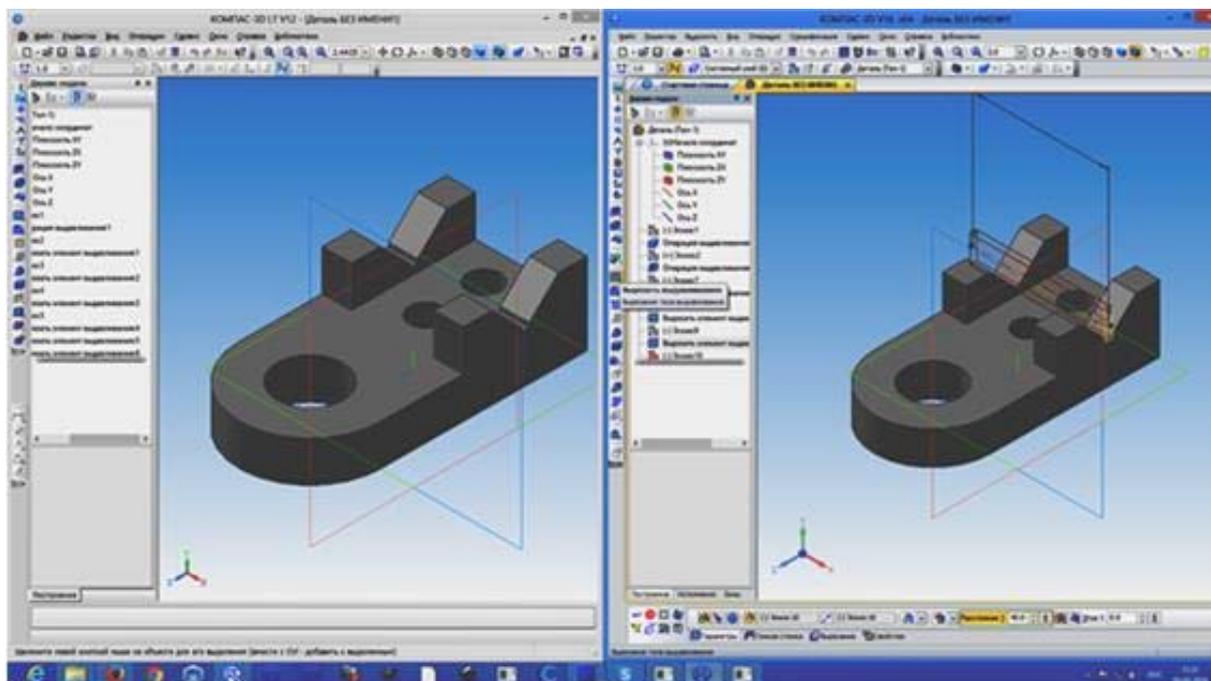


Рис. 1. Версии САПР «Компас-3D»

На рис. 1, показаны две версии САПР «Компас-3D» версии 12 – слева от читателя и версии 16 справа. По мере выпуска новых версий Компас-3D начались некоторые трудности в учебном процессе, связанные с усвоением студентами нормативных документов и стандартов.

Если в версиях 12–16 САПР «Компас-3D» требовалось изначально правильно выбрать главный вид детали т. е. формально требовались навыки конструктора и пространственного мышления, чтобы затем создать модель и чертеж, то в версиях 17 и 18 данной функции от оператора не требуется

т. к. формально нам нужна скорость в построении детали, а ориентацию (базирование) подправит более грамотный специалист, используя функцию «Главный вид по текущей ориентации» [1].

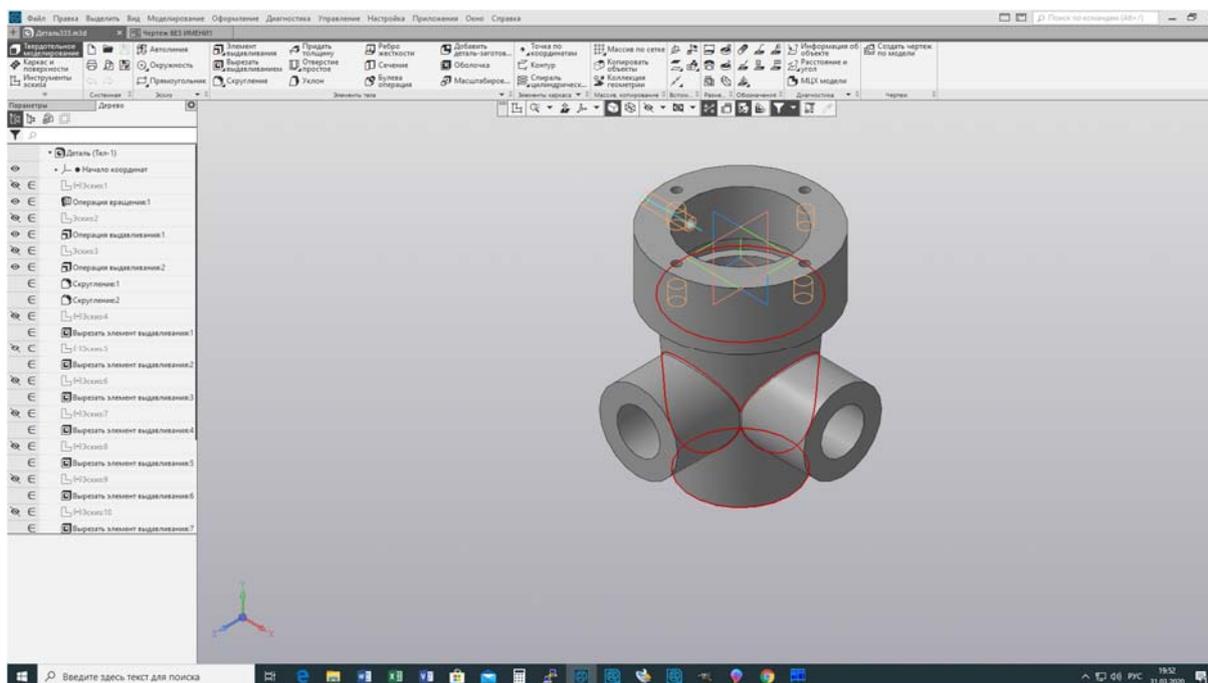


Рис. 2. Интерфейс 17 и 18 версии САПР «Компас-3D»

На рис.2 показано как резко сменился интерфейс в 17 и 18 версии, который стал отдаленно похож на стандартный интерфейс программы типа Inventor, исчезли некоторые функции, которые часто использовались инженерами при работе с несколькими источниками (функция «Окон»). Следует отметить, что 17 и 18 версии увеличилась скорость построения трехмерной модели сборочной единицы, появились дополнительные программные продукты в начальной комплектации ПО, например – «Компас Электрик», который раньше для младших версий (15 и 16 версии) покупался отдельно [1].

В целом, необходимо констатировать, что САПР «Компас-3D» хорошее программное обеспечение Российского производителя – ООО «Аскон», которое предназначено для автоматизации процессов разработки на производстве и процессе подготовки молодых специалистов.

Из опыта эксплуатации САПР «Компас-3D» версий 10–18 рекомендуем следующую схему обучения:

1. Знакомство «Компас-3D» необходимо использовать САПР «Компас-3D LT» (версия 12) и выполнение моделей и чертежей по темам «Виды», «Разрезы», «Сечения» и «Резьбовые соединения» [1].

2. Для создания сборочных единиц «Компас-3D» необходимо использовать САПР «Компас-3D» версии 16 [1].

3. Для подготовки к работе на производстве необходимо использовать САПР «Компас-3D» версии 17 и 18 [1].

Главный вопрос: «Почему именно так?». Отвечаю: «В процессе обучения студентов, выявилась следующая закономерность – студенты, прошедшие обучение и владеющие навыками САПР «Компас-3D» версий 12–16 легко переучиваются на САПР «Компас-3D» версии 17,18. В обратную сторону процесс обучения более болезненный и длительный. Были случаи, когда студенты не могли выполнить задание с использованием САПР «Компас-3D» версии 15,16 т. к. дома выполняли чертежи в САПР «Компас-3D» версии 17 или 18 и новый («старый») интерфейс вводит их в состояние растерянности при выполнении задания в версии 16 САПР «Компас-3D».

В САПР «Компас-3D» версии 12 отсутствует функция обозначения резьбы в моделях, а как следствие – отсутствие навыков обозначение резьбы на чертежах в случае использования при обучении САПР «Компас-3D» версий 16–18.

Было отмечено, что большинство студентов, проходивших обучение, в период с 2018 по 2020 гг., не используют учебники и методические пособия которые разработаны профессорско-преподавательским составом университета. Чтение литературы им заменяют мобильные устройства и стандартная фраза «Ok Google!», которая позволяет им найти информацию по запросу, но данная информация студентами не фильтруется и берется первая попавшаяся строка из всего контекста поиска.

В итоге мы получаем глобальные разногласия между преподавателем и студентом, которые выражаются в отсутствии классического восприятия дисциплины и сведения реальной оценки студентом к нарушению его гражданских прав и неадекватности преподавания дисциплины преподавателем.

Хотелось бы привести пример отношения студентов к учебно-методической литературе и обучению в университете в целом. Данный пример характеризует нынешнее поколение студентов и показывает какие проблемы ждут нас (имеется виду государство Россия), после того как данные молодые специалисты сменят нынешнее поколение рабочих, инженеров и различных специалистов на производстве. В качестве примера рассмотрим случай, который произошел в первом семестре 2019 г. Один из студентов (староста группы) предложил объяснить материал (проецирование модели в чертеж) и продемонстрировать его вместо лекции. На стандартный вопрос преподавателя: «Читали ли Вы методические указания?», был получен такой же стандартный ответ «Нет!». Вместо извинений и уточнений как называется методические рекомендации, где можно изучить данный материал прозвучал вопрос: «Вам жалко, что ли объяснить?».

Поэтому была выбрана схема последовательного перехода к выполнению работ в САПР «Компас-3D» версии 12, затем в версии 16, и на старших курсах обучения (магистратура) – «Компас-3D» версии 17 или 18.

Применение данной схемы обучения студентов с обязательным выполнением в САПР «Компас-3D» версии 12 чертежей деталей с обязательным построением разрезов, сечений и элементов, имеющих резьбу в продольном сечении (разрезе), позволяет студентам лучше освоить материал и запомнить основополагающие стандарты и стать высококвалифицированными, а также сформировать специалистов начального уровня имеющих навыки работ по созданию, проектированию моделей и чертежей в любых версиях САПР «Компас-3D».

Приведенная методика основана на многолетнем опыте обучения студентов в период с 2013 по 2020 гг. и позволила провести обучение студентов навыкам работы в САПР «Компас-3D» и позволила сократить количество студентов, не сдавших зачет по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика».

#### Список используемых источников

1. Волошинов Д. В., Громов В. В. Инженерная компьютерная графика. – М. : Академия, 2020. – 208 с. ISBN 978-5-4468-8583-1.

УДК 74.01/.09  
ГРНТИ 819533

## ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА СОЗДАНИЯ РЕКЛАМНОГО ПЛАКАТА

**Е. В. Гунина**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Печатная рекламная продукция продолжает сохранять свои позиции в общем потоке создаваемой рекламы. При создании макета полиграфии необходимо учитывать основные правила и приемы в создании печатной продукции. Этот этап является самым сложным и требует не только творческого решения, но и умение организовать разнообразные визуальные элементы в единое целое, т. е. композицию. Теоретики и практики в области дизайна рекламы выделяют несколько основных правил, соблюдение которых позволит добиться хороших результатов.*

*рекламная продукция, правила и приемы композиции.*

Печатная рекламная продукция продолжает сохранять свои позиции в общем потоке создаваемой рекламы. Дизайн полиграфии отличается

от других видов дизайна, например, веб-дизайна. Следовательно, при создании макета полиграфии необходимо учитывать основные правила и приемы в создании печатной продукции. В разработке рекламного плаката дизайн решает две наиболее важные задачи: первая – функциональность, которая обеспечивает легкость восприятия и вторая – эстетичность, что помогает делать плакат привлекательным и приятным для глаз.

В начале работы над рекламой лежит творческий процесс, который состоит из нескольких этапов. Первый этап – это эскиз, основой которого является выражения идеи. Известный факт – хорошая идея всегда делает рекламу эффективней [1].

Далее эскиз превращается в макет. На этом этапе решаются вопросы цветовой гаммы, подбора шрифта и расположения основных элементов. Этот этап является самым сложным и требует не только творческого решения, но и умение организовать разнородные визуальные элементы в единое целое, т. е. композицию. Она позволяет выстраивать зрительную информацию в наиболее эффективном для восприятия виде – интересно, логично, понятно. Теоретики и практики в области дизайна рекламы выделяют несколько основных правил, соблюдение которых позволит добиться хороших результатов.

Одним из правил в построении рекламного макета является пространственное расположение элементов [2] или направления взгляда [3] или порядок подачи информации [4] и предполагает просмотр рекламы сверху вниз и слева направо. В большинстве макетов учитываются эти естественные движения глаза, но для создания наибольшей выразительности при помощи направляющих акцентов можно заставить двигаться взгляду по неожиданной траектории.

Не менее важным в работе над композицией рекламы является размещение элементов. Это требует их сбалансированного положения на плоскости формата. Существуют два типа баланса: симметричный и асимметричный. Симметричность элементов относительно центральной оси макета – это, пожалуй, самый консервативный и стабильный вид баланса. Наибольшее внимание уделяется асимметричному расположению элементов, которые обеспечивают макету визуальный динамизм за счет уравнивания элементов относительно друг друга.

Решение ассиметричной композиции всегда сложнее и требует знания законов и правил. В организации основных элементов макета возможно использование одно из двух самых известных правил, которое называется «Правило третей». Это правило является наиболее популярным и представляет собой размещение главных композиционных элементов на пересечении с воображаемыми линиями, которые разделяют изображение на трети, по горизонтали и по вертикали. В качестве примера можно взять наиболее

известные рекламные плакаты, где данное правило просматривается достаточно хорошо (рис. 1).

Композиции по «третьям» создают асимметрию, помогающую придать изображению ощущение драматичности, которое может отсутствовать в идеально симметричной картинке [5].

Правило третей является одним из наиболее простых правил композиции, и не все относятся к нему однозначно. Так, известный советский и российский фотограф Александр Лапин считал: «так называемое правило третей придумано для начинающих, которые просто не знают, как скомпоновать кадр» [6].

Еще одно правило композиции пришло к нам из искусства Древней Греции. Впервые о «золотом сечении» упоминает древнегреческий математик Евклид около 300 лет до нашей эры. В шестой книге своего трактата «Начала» Евклид дает определение «золотого сечения» и выводит соотношение отрезков так, что большая часть относится к меньшей, как весь отрезок к большей [7]. Для практических целей используется соотношение  $5 \times 3$  или  $5 \times 8$ . Деление формата на основе золотого сечения позволяет найти наиболее гармоничное расположение главных элементов композиции (рис. 2, 3).

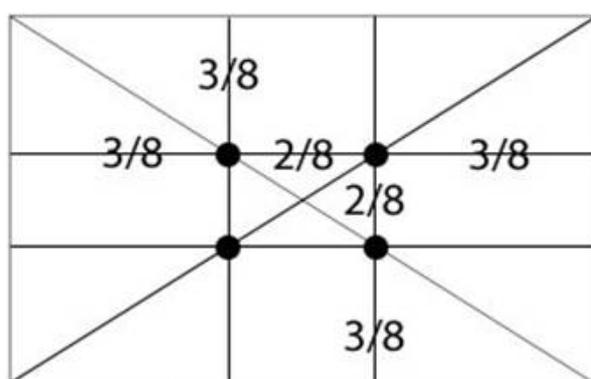


Рис. 2. Деление формата на основе золотого сечения



Рис. 1. Расположение главных элементов композиции вдоль линий, которые разделяют изображение на трети

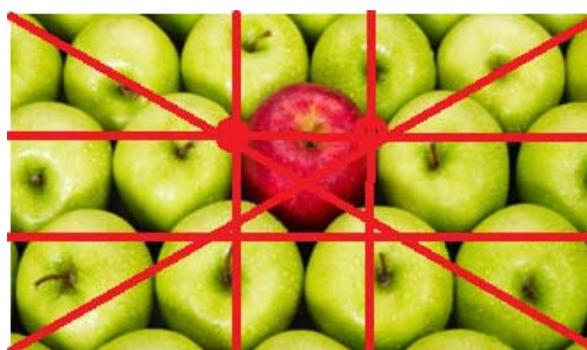


Рис. 3. Смещение главного элемента от геометрического центра в верхнюю треть

В работах современных дизайнеров достаточно часто используется в построении композиции и выделении главного в рекламном плакате так называемая «Спираль Фибоначчи» (рис. 4). Спираль создается при помощи

четверти кругов, которые нарисованы внутри квадратов на основе последовательности Фибоначчи.

Следующее правило, которое необходимо учитывать при создании плаката является наличие доминирующего элемента. При этом следует помнить, что в рекламе такой элемент может быть только один, все остальные должны ему подчиняться. Большое количество равных элементов в равных пропорциях в печатной рекламе визуально неинтересны, поскольку создают ощущение монотонности. Два изображения одного размера борются друг с другом за внимание, и ни один из них не вызывает интереса [3]. Для решения проблемы выделения главного в композиции плаката применяется закон контрастов, который помогает выделить один элемент на фоне других и указывает на его важность. Контраст обеспечивается за счет различия в размере, цвете или тоне. Следует отметить, что цвет – один из наиболее эффективных способов донести сообщение до адресата или привлечь его внимание. На этапе первого визуального восприятия от рекламы, когда еще адресат не прочитал и не понял текст, цвет помогает получить определенное впечатление от рекламного продукта. Цвет является средством мгновенной передачи информации [2]. Использовать это мощное средство необходимо очень внимательно, опираясь на законы цветовой гармонии. В этом случае на помощь приходит цветовой круг и основные правила распределения цветов по их положению в круге, так же количественное соотношение цветов, понимание доминирующего цвета в соответствии с идеей создаваемой рекламы.

Не менее важным является выбор размера доминирующего элемента рекламы. Самый распространенным вариантом является тот, в котором используется один доминирующий визуальный элемент, занимающий 60–70 % площади формата. Под ним располагаются заголовок и текст рекламы. Самый нижний ряд в рекламном плакате занимает логотип или реквизиты рекламодателя. Возможны и более сложные решения организации формата макета. В первую очередь они связаны с изменением размера основного элемента. Например, изображение заполняет весь формат, тогда текст будет вписываться в изображение.

Достаточно распространенным является создание рекламного плаката с использованием только текста, следовательно, главным является шрифт, который играет роль художественного образа. Реклама с доминированием текста может содержать изображение, но оно в этом случае встраивается



Рис. 4. Построения кадра на основе «Спирали Фибоначчи»

в текст. Шрифт должен привлечь внимание зрителя и помочь ему сосредоточиться на чтении текста, выделить наиболее важную информацию. В этом случае большое значение имеет стиль и рисунок шрифта, который придает тексту своеобразную эмоциональную окраску. Психологи установили определенные закономерности восприятия рекламного текста исключительно в зависимости от его графического исполнения [2]. Следовательно, выбирая шрифт необходимо решать несколько задач: найти неповторимый, запоминающийся дизайн шрифтовой композиции и в то же время, так организовать формат, чтобы чтение было легким и понятным. Поэтому, большое значение имеет правильный выбор размера шрифта, расстояние между буквами и строчками, длина строк. Таким образом, для выполнения условия легкого чтения является правило оптического равенства пробелов между буквами, согласованность содержания с чередованием строк и межстрочных интервалов.

Наиболее современным решением шрифтовой композиции является нелинейное размещение элементов, при котором последовательность чтения текста не имеет значения. Такой стиль макетирования рекламы ориентирован на молодежь, которая быстрее привыкает к нелинейным форматам [3].

На основе выше изложенного можно сделать вывод о том, что рекламный плакат является одной из наиболее популярных форм визуальной рекламы. Это быстрый, эффективный способ привлечения потенциальных клиентов. Для решения задач создания яркого и запоминающегося рекламного образа необходимо соблюдать основные правила композиции. В первую очередь, организовать разнородные визуальные элементы в единое целое, определить положение и размер доминирующего элемента, что помогает выразить основную идею.

#### Список используемых источников

1. Назаренко Д. 10 правил эффективного дизайна в наружной рекламе. Наука о рекламе. – 2018. URL: <http://www.advertology.ru/article36547.htm> (дата обращения 03.01.2020).
2. Глибенко Н. В., Басова С. Н. Психология дизайна рекламы и средств её распространения // Молодой ученый. 2012. № 8. С. 259–267.
3. Уэллс У. Реклама. Принципы и практика. – СПб : ООО «Питер Пресс», 2017. – 736 с.
4. Дизайн полиграфии. Правила и ошибки. / Эксперт – Полиграф. URL: <https://expert-polygraphy.com/dizajn-poligrafii-pravila-i-oshibki/> (дата обращения 02.01.2020).
5. Парк Т. Правила композиции / Фотомонстр. URL: <https://photomonster.ru/books/read/pravila-kompozitsii> (дата обращения 02.01.2020).
6. Правило третей / Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE\\_%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE_%D1%82%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9) (дата обращения: 02.01.2020).

7. Золотое сечение / Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B5\\_%D1%81%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) (дата обращения 02.01.2020).

УДК 007 378.1  
ГРНТИ 28.17.31

## ИМИТАЦИОННО-ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

Л. Ф. Данилова<sup>1</sup>, Н. А. Двуреченская<sup>1</sup>, А. Н. Полетайкин<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики

<sup>2</sup>Кубанский государственный университет

*В статье рассматривается гибридная математическая модель оценивания профессиональной эффективности сотрудников вуза на основе системы показателей и их балльно-рейтинговой оценки. Предметом исследования является технология рейтинговой оценки научно-педагогических работников, которая является аналогом эффективного контракта и имеет целью материальное стимулирование целесообразных видов деятельности работников. Модель позволяет получать оптимальные значения рейтинговых показателей по социальным и экономическим критериям эффективности. При фиксированных показателях результативности для выбранных целевых критериев проведено имитационное моделирование и оптимизация рассматриваемой технологии рейтингования научно-педагогических работников, результаты которых представлены в докладе.*

*гибридная математическая модель, имитационно-оптимизационная модель, рейтинг, профессиональная эффективность.*

Системы рейтинговой оценки деятельности научно-педагогических работников (НПР) в настоящее время в той или иной степени существуют практически в каждом учебном заведении [1]. Они всё глубже встраиваются в информационную систему вуза и, будучи инструментом стимулирования актуальных видов деятельности, являются основой эффективного контракта НПР, частью системы менеджмента качества организации либо просто позволяют ориентироваться на выполнение внешних требований директивного характера [2]. В России в настоящее время в области образования и науки действует государственная политика, которая направлена на вхождение и весомое присутствие образовательных организаций в мировых рейтингах,

базах, системах [3]. С другой стороны, требования предъявляются со стороны профильных министерств, контролирующих органов, ВАК, а также определяются стратегией самой организации. Современные системы рейтинговой оценки, как правило, включают в себя показатели по видам деятельности: учебная и учебно-методическая, научная, инновационная, общественно-воспитательная [4]. Требования к эффективности профессиональной деятельности, которые предъявляются к вузу, налагаются и на НПП как на единицу, которая создает продукцию. Поэтому актуальной является задача стимулирования эффективной деятельности НПП.

В СибГУТИ начиная с 2015 действует система рейтинговой оценки деятельности НПП [5], которая регулярно модернизируется (меняются показатели и их веса) в зависимости от актуальных задач и условий. По результатам рейтингования преподаватели ежемесячно получают стимулирующую надбавку. Однако, несмотря на существующие меры, количество (напр., число публикаций, НИР) и качество (напр., тип публикации, база научного цитирования, объем НИР) создаваемой продукции является недостаточным. В этой связи возникла задача построения аналитической модели показателей системы рейтинговой оценки, её имитационное моделирование и оптимизация с целью увеличения количества и качества создаваемой продукции при увеличении стимулирующей надбавки, минимизируя при этом затраты вуза. В работе приводятся предварительные результаты моделирования.

Перечень рейтинговых (аккредитационных) показателей, используемых в СибГУТИ [5], показан в табл. 1. Публикационная работа (показатели 1.1–1.8) рассматривается за последние пять лет и делится на число авторов. Также в течение пятилетнего периода анализируются данные по научному руководству (показатель 2.1) и повышению квалификации (показатель 3.1), причем последний учитывается по профилю читаемых учебных дисциплин. Все остальные показатели анализируются за отчетный год. По показателям 2.4 и 2.5 только НИОКР, финансируемые через СибГУТИ.

ТАБЛИЦА. Показатели аккредитации НПП СибГУТИ

Номер и наименование показателя	Единица измерения	Оценка в баллах
<b>1. Учебно-методическая и научная работа</b>		
1.1. Публикация монографии	печатный лист	50
1.2. Публикация учебника или учебного пособия		30
1.3. Публикация в международных научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science	статья, доклад	200
1.4. Публикация в международных научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus и др. спец. проф. базах	статья, доклад	150
1.6. Публикация статьи в изданиях из списка ВАК	статья	100
1.7.1. Публикации в изданиях, индексируемых в РИНЦ	статья	25

Номер и наименование показателя	Единица измерения	Оценка в баллах
1.7.2. Публикации в изданиях, индексируемых в РИНЦ	доклад	10
1.8.1. Прочие публикации	статья	15
1.8.2. Прочие публикации	доклад	5
1.8.3. Прочие публикации	тезисы	2
1.9. Получение патента, свидетельства о регистрации программы для ЭВМ	патент, свид-во	50
1.10. Проведение курсов повышения квалификации для преподавателей СибГУТИ	один курс	30
1.11. Создание курса в ЭИОС	один курс	100
<b>2. Научно-исследовательская работа</b>		
2.1. Результативное руководство работой докторанта, аспиранта	один чел.	300 / 150
2.2. Защита научно-педагогическим работником университета диссертации докторской, кандидатской	диссертация	150 75
2.3. Получение гранта докторантом, аспирантом, соискателем, студентом	грант	20
2.4. Руководство НИОКР или грантом. Объем: до 100 / 500 / 1000 / и более тыс. руб.	одна НИОКР, грант	40 / 100 / 160 / 300
2.5. Участие преподавателя в х/д НИОКР; работе по гранту	одна НИОКР, грант	20
2.6. Научное руководство программой аспирантуры, магистратуры	одна программа	100
2.7. Занятие преподавателем призового места, получение медали, премии на международных / всерос. конкурсах и выставках	диплом, медаль	20 / 10
2.8. Руководство НИРС и УИРС: – публикация студентом научной работы в журнале ВАК / РИНЦ – публикация студентом по итогам научной конференции – завоевание студентом призового места на соревнованиях, олимпиадах, конкурсах международных / общероссийских, региональных / городских – участие в олимпиаде, конкурсе проф. мастерства и т. п.	статья доклад, тезисы грамота, премия, студент	50 / 25 5 / 2 50 / 25 / 15 5
<b>3. Организационная работа и повышение квалификации</b>		
3.1. Повышение квалификации и переподготовка – ИПК, ФПК, стажировка / переподготовка – аспирантура / докторантура – утверждение в учёном звании доцента / профессора	один курс за весь период, за весь период	4 / 50 7 / 15 50 / 100
3.2. Работа в комитетах конференций, редакционных советах научно-технических изданий международных / национальных / региональных		15 / 10 / 5

Номер и наименование показателя	Единица измерения	Оценка в баллах
3.3. Работа в диссертационных советах	один совет	100
3.4. Работа в качестве эксперта по аккредитации образовательной деятельности (или надзора в области образования)		10
3.5. Получение почетного звания, ордена, медали федерального уровня		100
3.6. Получение премии государственного уровня		500
<b>4. Воспитательная работа</b>		
4.1. Кураторство в студенческих группах	группа	15
4.2. Организация и проведение внутри- и межвузовских олимпиад, конкурсов, спортивных соревнований	отчет зав. кафедрой	5
4.3. Завоевание студентом (командой) призового места в соревнованиях международных / общероссийских, региональных / городских	грамота, кубок	50 / 25 / 10
4.4. Участие в профориентационной работе школьников (организация и проведение конкурсов и олимпиад для абитуриентов, проведение экскурсий, открытых уроков, в т. ч. в школах)	мероприятие	15

Внешнее дополнение задачи выработки оптимальных значений показателей аккредитации показано на рис. 1. Изобилие внешних требований дает представление о степени внешнего влияния на задачу. Следует отметить иногда противоречивые требования (например, требование повышения объемов НИОКР при ограничении бюджетных средств), что вносит в решение задачи фактор неопределенности.



Рис. 1. Структура задачи выработки оптимальных значений показателей аккредитации

Ретроспективные данные за 5 лет фрагментарно показаны на рис. 2 с дифференциацией по должностям НПП. Общий объем накопленных данных за 5 лет функционирования аккредитационной системы составил 5697 записей.

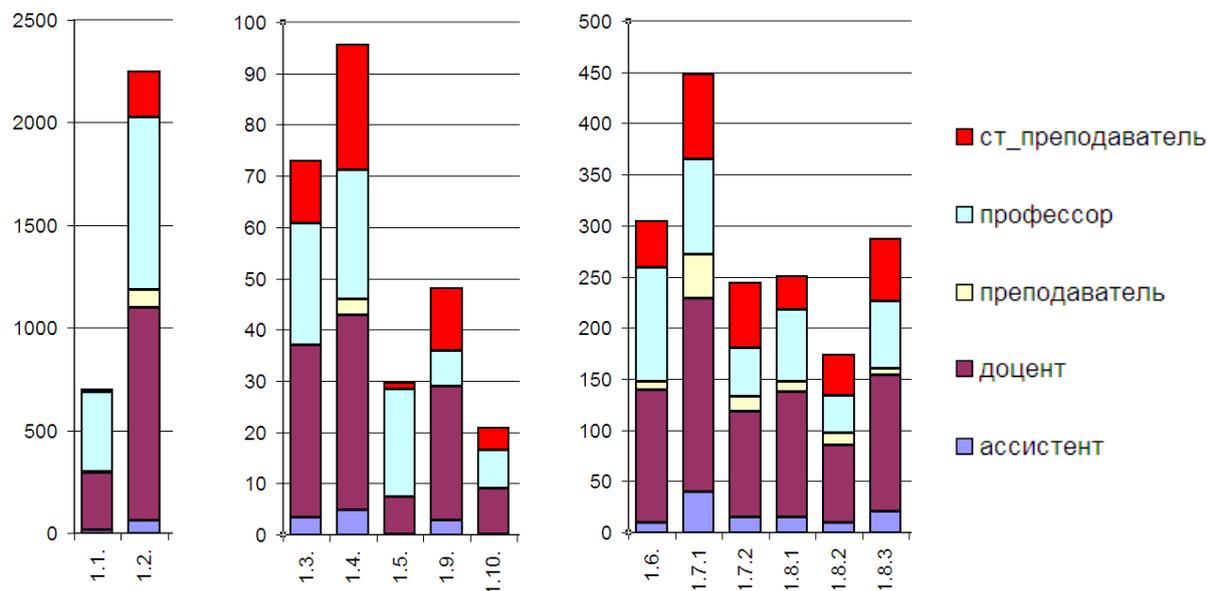


Рис. 2. Статистика по накопленным данным за 5 лет функционирования системы: публикационная активность (секторы столбцов расположены по порядку согласно легенде, номера показателей соответствуют номерам в табл.)

Структура имитационно-оптимизационной модели выработки оптимальных значений показателей аккредитации показана на рис. 3 (см. ниже). Данная модель является гибридной и предполагает циклическое взаимодействие имитационной и оптимизационной составляющих. Имитационная модель осуществляет дискретно-событийное моделирование процесса производства научной и образовательной продукции с полученным набором параметров системы аккредитации. Последние вырабатываются оптимизационной моделью, реализованной на базе генетического алгоритма, который получает от имитационной модели интегральную оценку их качества. Такой замкнутый контур управления достаточно эффективен при гибридации математических моделей, что было практически доказано в авторском исследовании [6].

#### Список используемых источников

1. Васильева Е. Ю., Граничина О. А., Трапицын С. Ю. Рейтинг преподавателей, факультетов и кафедр в вузе: метод. пособие. СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2007. 159 с.

2. Хлебович Д. И. Кадровая политика вуза в условиях институциональных изменений: магистерская диссертация. URL: [https://www.hse.ru/data/2014/02/16/1331052701/VKR\\_Magistratura\\_Khlebovich\\_Last\\_Version.docx](https://www.hse.ru/data/2014/02/16/1331052701/VKR_Magistratura_Khlebovich_Last_Version.docx) (дата обращения 15.03.2020).

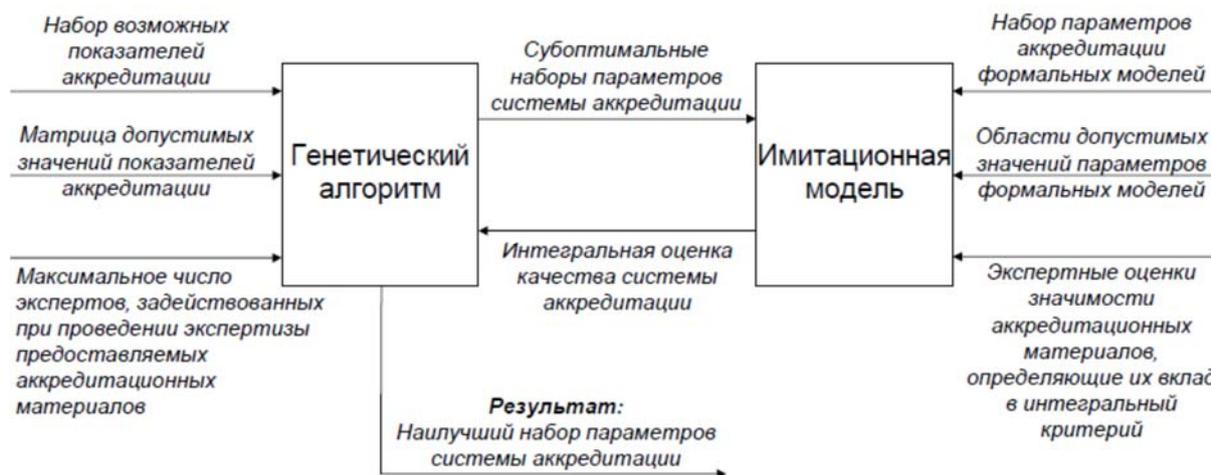


Рис. 3. Структура имитационно-оптимизационной модели выработки оптимальных значений показателей аккредитации

3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки».

4. Рождественская Е. А. Рейтинговая система оценивания деятельности преподавателей вуза // NovaInfo.Ru. 2019. № 96. С. 187–191. URL: <https://novainfo.ru/article/16125> (дата обращения 15.03.2020).

5. Аккредитация профессорско-преподавательского состава / Официальный сайт СибГУТИ. URL: <https://sibsutis.ru/science/akkreditatsiya-pps/> (дата обращения 15.03.2020).

6. Полетайкин А. Н. Гибридный подход к построению системы поддержки принятия решений при продвижении товаров на региональный рынок // Вестник СибГУТИ. 2015. № 1. С. 45–59.

УДК 378.146

ГРНТИ 14.35.09

## ОРГАНИЗАЦИЯ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИКЕ В СПБГУТ

**В. М. Деткова, О. А. Долматова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматриваются проблемы, возникающие при подготовке курса физики для бакалавров инженерных специальностей. Отмечена роль курса физики в структуре инженерной подготовки. Проанализированы недостатки системы физического образования, наблюдаемые в настоящее время при осуществлении учебного процесса. Предложена балльно-рейтинговая система оценивания знаний студентов по физике. Описаны ее особенности и обоснована необходимость организации данной системы*

*оценивания в течение семестра. Предложена методика оценивания учебной деятельности студентов 1 курса во 2 семестре, приведен пример балльно-рейтинговой шкалы по физике для специальности 11.03.04 факультета Фундаментальной подготовки. Проведен сравнительный анализ балльно-рейтинговых систем оценивания знаний в нескольких ведущих технических вузах.*

*инженерное образование, физическое образование, бакалавриат, балльно-рейтинговая система контроля знаний.*

Для подготовки высококвалифицированных специалистов по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи» дисциплина «Физика» является обязательной. Проблемные вопросы, связанные с организацией преподавания курса физики бакалаврам инженерных направлений подготовки, рассматриваются в научно-педагогической среде [1]. Прежде всего, наблюдается существенное сокращение трудоемкости дисциплины. В настоящее время наблюдается резкое падение уровня знаний школьников по физике, что неизбежно приводит к снижению уровня подготовки студентов, как по самой дисциплине, так и по дисциплинам технического профиля, знания которых опираются на фундаментальные физические законы.

В статье представлен один из возможных подходов к системе мониторинга и контроля знаний – разработка балльно-рейтинговой системы оценивания знаний для бакалавров на кафедре физики СПбГУТ.

Структура предметной подготовки по физике традиционно представлена несколькими формами педагогической деятельности: лекции, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа и консультации. К сожалению, в практике преподавания часто отсутствует стройная логическая связь между отдельными видами учебной деятельности.

К недостаткам существующей организации учебного процесса по физике можно отнести неравномерную работу учащихся в течение семестра. Текущие задолженности по разным предметам могут накладываться друг на друга, что ведет к резкому возрастанию активности студентов в определенные периоды времени. Такая ситуация обычно наблюдается во время зачетной недели и экзаменационной сессии. Вчерашним школьникам тяжело воспринимать учебу в университете, стиль которой резко отличается от школьных уроков. Отсутствие постоянного контроля за выполнением домашних заданий и посещением занятий приводит к снижению успеваемости первокурсников по сравнению со школьной.

Всевозможные рейтинговые системы контроля знаний используются многими преподавателями для увеличения мотивации студентов и более равномерному распределению учебной нагрузки в течение семестра. Многочисленные исследования, посвященной этой проблеме, отмечают положительное влияние рейтингового обучения на успеваемость и учебную дисциплину студентов, повышение прочности знаний [2, 3].

В качестве примера приведем рейтинговые системы оценивания, применяемые в Томском политехническом университете, ТПУ (табл. 1) и Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), СПбГЭТУ (табл. 2, см. ниже).

ТАБЛИЦА 1. Рейтинг по дисциплине «Общая физика»

№ п/п	Вид занятий	Кол-во баллов	Кол-во занятий	Макс. баллов
1	Посещение лекции	1	16	16
2	Посещение практики	2	7	14
3	Выполненная и сданная в срок (на следующем занятии) лабораторная работа	2	5	10
4	Каждое ИДЗ	2	12	24
5	Коллоквиум	10	2	20
<b>Итог</b>				<b>84</b>
Бонус	Участие в олимпиаде по физике: I-е место II-е место III-е место IV–X-е место участие	15 10 5 3 2		
Бонус	Обязательное участие в тестировании по физике: Оценка 5 Оценка 4 Оценка 3 Оценка 2 Отсутствие	5 3 2 0 –5		
Бонус	5 баллов за реферат, написанный студентом на предложенную им самим или преподавателем тему			
<b>Таблица соответствия оценок</b>				
Рейтинг в баллах	Результат	Оценка		
≥ 90	отлично	5		
70–89	хорошо	4		
55–69	удовлетворительно	3		
< 55	неудовлетворительно	2		

Главное преимущество рейтингового обучения заключается в постоянном стимулировании регулярной работы в течение всего семестра. Для оптимального использования преимуществ рейтингового обучения предлагается семестровый курс физики разделить на две примерно одинаковые

части, структурно включающих все виды учебных занятий. Все виды учебной деятельности студентов контролируются и оцениваются согласно рейтинговой шкале.

ТАБЛИЦА 2. Балльно-рейтинговая шкала по дисциплине  
«Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму»

№ п/п	Вид занятий	Диапазон баллов	Максимум	Минимум
<b>1 контрольная точка</b>				
1	Лабораторная работа № 1	0–5	5	3
2	Лабораторная работа № 2	0–5	5	3
3	Лабораторная работа № 3	0–5	5	3
4	Лабораторная работа № 4	0–5	5	3
5	Тест № 1	0–5	5	3
<b>Рейтинг по 1 контрольной точке</b>			<b>25</b>	<b>15</b>
<b>2 контрольная точка</b>				
1	Лабораторная работа № 5	0–5	5	3
2	Лабораторная работа № 6	0–5	5	3
3	Лабораторная работа № 7	0–5	5	3
4	Тест № 2	0–5	5	3
<b>Рейтинг по 2 контрольной точке</b>			<b>20</b>	<b>12</b>
<b>Практические занятия</b>		<b>0–15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>
<b>Общий рейтинг по курсу</b>			<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Экзамен</b>			<b>40</b>	<b>25</b>
<b>Итог</b>			<b>100</b>	<b>61</b>
<b>Таблица соответствия оценок</b>				
Рейтинг		Результат	Оценка	
91–100		отлично	5	
76–90		хорошо	4	
61–75		удовлетворительно	3	
< 61		неудовлетворительно	2	

При выборе шкалы оценивания учитывается удобство расчета рейтинга, соответствие его различным видам учебной деятельности, а также использование гибкой системы «штрафов» и «бонусов». Ниже описывается методика расчета рейтинга для всех типов занятий.

*Лекции (Л).* В последние годы для студентов стало возможным использование большого количества электронных пособий и учебников для изучения теоретического материала. Поэтому лекции не всегда являются основным источником знаний по предмету. Несмотря на это, в предлагаемой схеме организации процесса обучения посещение лекций контролируется. Если студент по итогам работы в первой части семестра не набрал 55 % от максимально возможного значения, то в дальнейшем за каждую пропущенную лекцию вычитается три балла из его рейтинга.

*Практические занятия (ПЗ).* За каждое практическое занятие студент может максимально получить 10 баллов. В предлагаемой нами схеме начисление баллов по данному виду учебных занятий проводится по результатам экспресс-контрольных (ЭК), проводимых в начале каждого занятия и включающих одну задачу по теме предыдущего занятия. Проведение ЭК может быть заменено, на усмотрение преподавателя, выполнением индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) или проведением контрольных работ (КР). Оценивание ИДЗ происходит по результатам собеседования.

*Лабораторные работы (ЛР).* За данный вид учебной деятельности максимально начисляется 10 баллов. Оценивание ЛР проводится по двум составляющим: сдача теории и выполнение работы, которое завершается написанием отчета. Максимальное число баллов за каждую составляющую – по 5. Зачастую не удается обеспечить синхронность лекций и выполнения лабораторных работ, поэтому подготовка теоретического материала может предполагать самостоятельное изучение студентами нового учебного материала. С другой стороны, выполнение самой работы и написание отчета достаточно трудоемкое занятие. Студент обязан сдать теорию в начале лабораторного занятия, иначе он не допускается к ее выполнению. Выполнение работы отмечается преподавателем и на следующей лабораторной работе сдается оформленный отчет. При расчете баллов учитывается система «штрафов»:

- а) не сдал теорию с первого раза – минус 1 балл;
- б) не сдал вовремя отчет – минус 1 балл; каждая неделя отсрочки уменьшает рейтинг на 1 балл;
- в) пропуск занятия – минус 5 баллов.

*Коллоквиум (К).* Данный вид учебной деятельности оценивает знания теоретического материала за каждую часть семестрового курса лекций по физике. Предлагается письменная форма контроля, включающая вариант из 10 вопросов, каждый из которых оценивается максимально в 10 баллов.

В качестве примера приведем расчет рейтинга студента 1 курса факультета Фундаментальной подготовки, обучающегося по направлению 11.03.04 (табл. 3). В течение 2 семестра учитывается в рейтинге 18 лекций, 16 практических занятий, 4 лабораторные работы и 2 коллоквиума.

ТАБЛИЦА 3. Балльно-рейтинговая шкала по дисциплине «Физика»

№ п/п	Вид занятий	Количество занятий	Диапазон баллов
1	ПЗ	16	0–160
2	ЛР	4	0–40
3	К	2	0–200
<b>Итого</b>			0–400

При выставлении оценки на экзамене необходимо учитывать рейтинг студента. Для успешного осуществления предлагаемой балльно-рейтинговой системы преподаватель на первом занятии должен подробно ознакомить студентов с общими требованиями к учебной деятельности и методикой расчета баллов за каждый вид занятий.

Итоговая оценка определяется значением рейтинга, т. е. количеством баллов, набранных студентом в течение семестра, исходя из таблицы 4.

ТАБЛИЦА 4. Таблица соответствия оценок

Рейтинг в %	Рейтинг в баллах	Результат	Оценка
90–100	360–400	отлично	5
75–89	300–359	хорошо	4
55–74	220–299	удовлетворительно	3
< 55	< 220	неудовлетворительно	2

На экзамене студенты, не набравшие необходимого количества баллов или желающие улучшить свои результаты, получают задания, позволяющие увеличить свой рейтинг.

Предлагаемая балльно-рейтинговая система организации учебного процесса по физике позволяет обеспечить структурную и содержательную целостность семестрового курса, дает возможность сформировать положительную мотивацию в изучении предмета. Данная система способствует формированию навыков самоорганизации, позволяет активно участвовать студенту в выборе собственной образовательной траектории.

#### Список используемых источников

1. Физика в системе современного образования (ФССО – 15): Материалы XIII Международной конференции, Санкт-Петербург, 1–4 июня 2015 г. Т.1. – СПб. : Изд-во ООО «Фора-принт», 2015. – 514 с
2. Каган В. И., Сыченков И. В. Основы оптимизации процесса обучения в высшей школе: научно-метод. пособие. – М. : Высшая школа, 2007. – 143 с.
3. Клещева Н. А. Модульно-рейтинговая организация системы предметной подготовки по физике бакалавров инженерных специальностей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 11. С. 447–451.

УДК 007.621.391  
ГРНТИ 49.01.79

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ В ХОДЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН

А. И. Еременко

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

*Подготовка специалистов в области инфокоммуникаций, направления повышения интенсификации высшего образования, применение инновационных методов в ходе преподавания дисциплин общепрофессионального цикла, формирование системы дидактических целей, особенности разработки и применения дидактического комплекса информационного обеспечения общеинженерных дисциплин.*

*интенсификация высшего образования (ВО), технология обучения, инновационная деятельность, дидактический комплекс информационного обеспечения (ДКИО).*

Важнейшим фактором обеспечения устойчивого и поступательного развития страны является состояние системы образования. Образование является одной из важнейших подсистем социальной сферы государства, обеспечивающей процесс получения человеком систематизированных знаний, умений и навыков с целью их эффективного использования в профессиональной деятельности. Стратегию современного ВО составляют развитие и саморазвитие личности. Эта стратегия воплощается в принципиальной направленности содержания и форм образовательной деятельности высшей школы на приоритет личностно-развивающих и профессионально-ориентированных технологий обучения. Под *технологией обучения* понимают более высокую стадию развития методики, когда наряду с ее персонификацией производится детальная разработка основных составляющих – целеобразование, прогнозирование, выбор оптимальных форм, методов и средств обучения, организация взаимодействия участников учебного процесса, оценка, контроль и коррекция знаний, навыков и умений обучающихся с целью гарантированного достижения дидактических целей [1].

Требования к квалификации специалистов в области инфокоммуникаций возрастают, увеличивается сумма знаний, которой они должны владеть. Это требует повышения интенсификации учебно-воспитательного процесса (УВП) без снижения его качества. К основным направлениям интенсификации УВП можно отнести следующие:

1. Разработка и корректировка содержания учебного курса дисциплин общепрофессионального цикла с учетом перспективных технологий и методов обработки, хранения и передачи информации в инфокоммуникационных системах, оптимального соотношения теоретической и практической подготовки, введения новых видов занятий и их комплексирования, акцентирования каждой темы дисциплины на конечный результат с его оцениванием, проведения НИР по вопросам содержания и методики преподавания курса [2].

При разработке учебной программы должны учитываться изменения к требованиям квалификационных характеристик, потребности специалистов с учетом полученного практического профессионального опыта, опыт других вузов, особенности организации УВП, а также практика преподавания профессионально-ориентированных дисциплин на отдельных кафедрах. Программа учитывает последние достижения науки, техники, теории и практики организации и обеспечения специальной связи, психологии обучения и воспитания специалистов с учетом предстоящей профессиональной деятельности.

2. Комплексный подход при разработке разделов учебного курса, т. е. учет квалификации специалистов по дисциплинам общетеоретического и общепрофессионального циклов, установление тесной взаимосвязи между учебными дисциплинами и активное использование научных знаний одних разделов курса при изучении других. Все темы учебного курса должны иметь тесное проникновение, взаимообуславливая и дополняя друг друга.

3. Повышение информационной емкости содержания каждого вида занятий, в т. ч., за счет выбора и применения инновационных методов с использованием компьютерных технологий при проведении занятий и т. д.

Таким образом, одним из важнейших методов повышения эффективности подготовки специалистов можно выделить разработку инновационных методов и их применение в ходе образовательной деятельности.

Важнейшим требованием к выпускнику ВУЗа является обеспечение его профессиональной компетентности. Под *компетентностью* понимают не только сформированное ядро знаний, умений и навыков фундаментального и специального характера в соответствии с ГОС ВО РФ [3], но и сформированное творческое инженерное мышление [4]. Такая трактовка обусловила существенные изменения в подходах к реализации образовательного процесса. Для формирования компетенций, необходимых выпускникам в предстоящей профессиональной деятельности, в ходе изучения общепрофессиональных дисциплин рекомендуется использование подхода, когда формируется система дидактических целей [5]: системные, предметные, модульные и цели конкретного занятия (рис. 1).

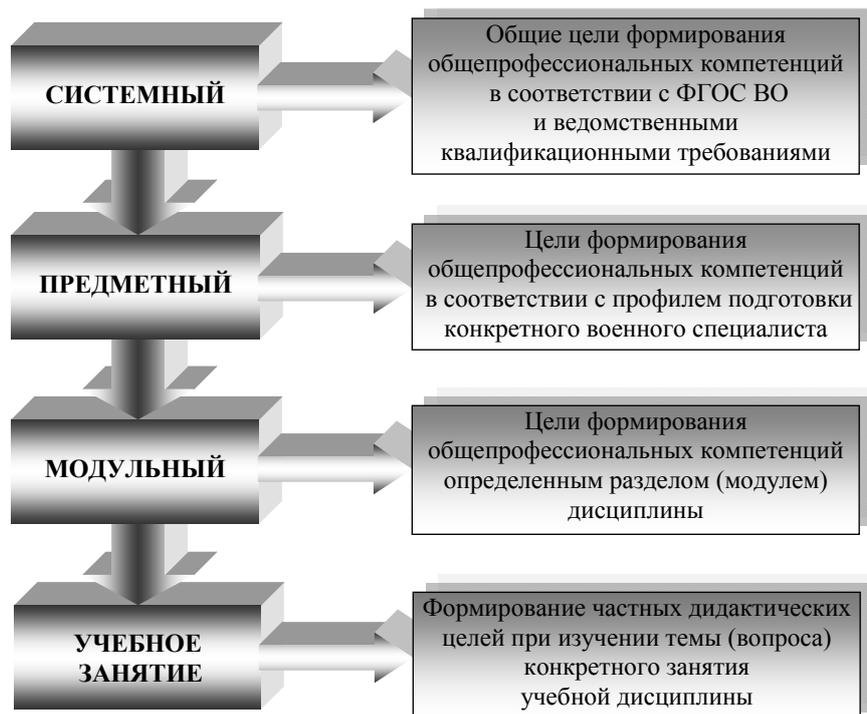


Рис. 1. Иерархическая система формирования целей

Социальный заказ общества выражается в общей цели педагогического процесса – обеспечении всестороннего личностного развития обучающегося, подготовленности его к успешному решению профессиональных задач в соответствии с полученной в вузе квалификацией. При этом следует иметь в виду, что цель, будучи выражением заказа общества и интерпретированная в педагогических терминах, выступает в роли системообразующего фактора.

К *системным* целям можно отнести такие, как формирование системы необходимых знаний, умений и навыков, необходимых для успешной реализации должностных полномочий на объектах профессиональной деятельности, например, системах, сетях, комплексах и средствах связи; воспитание полноценного гражданина Российской Федерации, готового выполнить свой гражданский долг, способного проводить анализ социальных явлений, процессов исторического, социально-политического и экономического характера.

Систему целей, которые можно определить для *модульного* уровня, можно показать в виде семейства векторов, где отражены цели изучения отдельных разделов (модулей) учебной дисциплины. В качестве *предметных* целей определяются конкретные цели изучения учебной дисциплины.

Формирование творческого потенциала специалиста требует использования и новых педагогических методов, и технологий, а также критериев оценки обучающихся.

Для инновационного образовательного процесса, ориентированного на профессионально-творческую подготовку, характерны нетрадиционные

задачи с избыточными или недостаточными, противоречивыми, а иногда и намеренно недостоверными исходными данными, которые имеют множественные и вероятностные решения.

Подготовка обучающихся по дисциплинам общепрофессионального цикла, таким как «Теория электрической связи», «Теория радиотехнических сигналов», «Теория информации и кодирования» и др. также требует высокой степени интенсификации обучения. С этой целью разработаны и внедрены ряд инновационных методов, среди которых можно выделить метод: «Применение в учебном процессе ДКИО дисциплины «Теория электрической связи»». Назначение ДКИО состоит в активизации учебно-познавательной деятельности обучающихся, повышении мотивационной основы изучения дисциплины, автоматизации процессов информационно-методического обеспечения учебного процесса, предоставлении обучающимся необходимых информационных ресурсов для эффективного изучения дисциплины.

ДКИО представляет систему, в которую интегрируются прикладные программные педагогические продукты (ППП), базы данных и знаний в изучаемой предметной области, а также совокупность дидактических средств и методических материалов, всесторонне обеспечивающих и поддерживающих учебный процесс, как показано на рис. 2 [6].

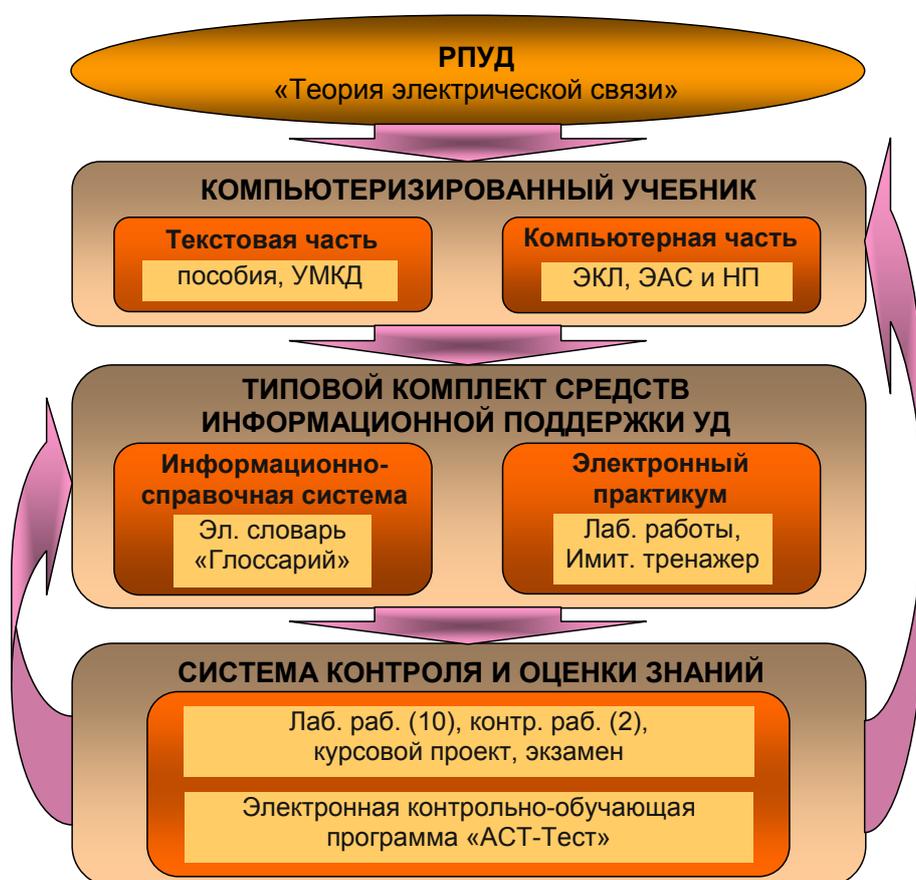


Рис. 2. Состав и взаимосвязь элементов ДКИО

Исходя из целей подготовки специалистов, содержания обучения, которое реализовано в образовательном процессе академии и методики преподавания, в состав ДКИО включены рабочая программа учебной дисциплины (РПУД), компьютеризированный учебник (КУ), типовой комплект средств информационной поддержки учебной дисциплины, система контроля и оценки знаний обучающихся.

Компьютерная часть КУ представляет собой совокупность двух ППП, представленных электронными конспектами лекций (ЭКЛ) и электронным альбомом схем и наглядных пособий (ЭАС и НП). Информационно-справочная система представляет собой электронную гипертекстовую структуру и включает электронный словарь «Глоссарий».

Электронный практикум (ЭП) позволяет обучающимся исследовать основные преобразования сигналов при их формировании, прохождении по системе электрической связи и обработке на приеме. В составе ЭП предусмотрено использование инновационных методов, позволяющих обучающимся самостоятельно отрабатывать сложные вопросы.

Среди задач ДКИО определена оценка и контроль знаний обучающихся. Для ее решения в составе комплекса предусмотрена Электронная контрольно-обучающая программа «АСТ-Тест».

Применение инноваций для преподавания общеинженерных дисциплин академии позволило активизировать познавательную активность обучающихся, повысить интенсификацию обучения [7].

Анализ итоговых результатов по годам обучения позволяет сделать вывод об эффективности применения инновационных методов. Результативность применяемых методов оценивается ежегодно путем экспертной оценки по результатам промежуточной аттестации и контроля остаточных знаний обучающихся на выпускающих кафедрах. По результатам обсуждения вносится соответствующая корректировка в тематических планах дисциплин и методических разработках.

#### Список используемых источников

1. Образцов П. И. Психолого-педагогические аспекты разработки и применения в вузе информационных технологий обучения: Монография. Орёл : ОрёлГТУ, 2000. 145 с.
2. Боголюбов В. И. Педагогическая технология. Пятигорск: ПГЛУ, 1997. 245 с.
3. ГОС ВО. Классификатор направлений и специальностей высшего профессионального образования // Вузовские вести. 1994. № 6.
4. Современный словарь по педагогике / Сост. Е. С. Рапацевич – Мн.: «Современное слово», 2001. 928 с.
5. Образцов П. И., Коновалов Н. М., Маттенков А. С., Родны И. В., Уваров Ю. М. Технология обучения по дисциплине «Психология и педагогика» : учебно-метод. пособие. Орёл : Академия ФАПСИ, 2001. 166 с.

6. Образцов П. И. Дидактический комплекс информационного обеспечения учебной дисциплины в системе дистанционного обучения // Открытое образование. 2001. № 5. С. 39–44.

7. Еременко А. И. Особенности современных технологий подготовки специалистов для инфокоммуникаций // Информационные и телекоммуникационные технологии. Подготовка специалистов для инфокоммуникационной среды : материалы 34-ой ВНТК, 21.03.09 г. Рязань: ВВКУС им. Маршала Сов. Союза М. В. Захарова. Ч.1. С. 419–421.

УДК 007.621.391  
ГРНТИ 49.01.79

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НА БАЗЕ SDR-СОВМЕСТИМЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕД В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА

**А. И. Еременко, С. Н. Савельев, С. Н. Шведов**

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

*Развитие инфокоммуникационных технологий и систем требует постоянного повышения качества подготовки специалистов. С этой целью используется компьютерное моделирование сигналов и процессов их обработки как в ходе занятий, так и в ходе дипломного проектирования. С появлением в широком доступе относительно недорогих устройств программно-конфигурируемого радио возникает возможность преодолеть главный недостаток моделей – отсутствие реального физического сигнала.*

*программно-определяемое (конфигурируемое) радио, аппаратно-программные модули, визуальное программирование, лабораторные работы.*

Для подготовки и переподготовки специалистов в области инфокоммуникационных систем большое значение имеют дисциплины, связанные с анализом и обработкой сигналов. Важное место в их изучении занимают лабораторные работы, при выполнении которых используется компьютерное моделирование. Для повышения эффективности формирования обще-профессиональных компетенций обучающимся необходимо решать задачи приема и обработки реальных физических сигналов. При этом аппаратно-программные модули, которые можно использовать в учебном процессе, должны отличаться минимальной аппаратной частью и достаточной гибкостью программного обеспечения (ПО) для реализации основных процедур обработки сигналов [1].

В настоящее время наиболее полно данным требованиям отвечают SDR-устройства [2]. ПО позволяет управлять конфигурацией устройства, т. е. для добавления новых функций обработки не требуется изготовления нового устройства. К числу недостатков устройств программно-конфигурируемого радио (SDR) относится сложность ПО от большого количества неизвестных разработчиков [3]. Потенциальное наличие «недекларированных возможностей», которые могут нанести ущерб безопасности, ограничивает применение такого ПО для программной реализации процедур анализа и обработки сигналов. Поэтому целесообразно разрабатывать свои программные модули. Один из вариантов решения проблемы – использование *визуального программирования*.

Получить доступ к реальным сигналам без программирования на классических языках позволяет Simulink – один из инструментов среды MatLab фирмы MathWorks. Соответствующие программные блоки для поддержки SDR-устройств были добавлены в 2014 г. и доступны на сайте фирмы при условии установки лицензированного ПО [4].

Более простой доступ к компонентам сигнала предоставляют варианты ПО SDR-приемников в LABVIEW [5]. Программирование в LABVIEW сводится к составлению графической блок-диаграммы, которая компилирует алгоритм в машинный код, что помогает решать задачи различного типа, затрачивая значительно меньше времени и усилий по сравнению с написанием традиционного программного кода; кроме того, имеется возможность импорта C-, MATLAB- и VHDL-кода.

LABVIEW – многоплатформенная среда, которая может быть установлена на компьютерах с операционными системами семейства Windows, MacOS или Linux.

Недостаток данного ПО – для построения тракта требуется несколько гигабайт памяти. Причем при инсталляции продукта в диспетчере задач появляются другие сторонние программы от разработчика. Большой проблемой является тот факт, что файл, созданный в более поздней версии, не запустится в предыдущих версиях.

Пристального внимания заслуживает еще одно средство визуального программирования для разработки радиосистем, работающих по принципу SDR – GNURadio [6]. Этот набор инструментов и готовых программных модулей можно использовать на всех платформах, но на ОС «Windows» имеются трудности в компиляции и добавлении новых блоков. В линукс-подобных системах (*Ubuntu*) все необходимые блоки, количество которых постоянно увеличивается, имеются в свободном доступе, а их добавление и установка каких-либо трудностей не вызывает. Для упрощения использования GNURadio существует среда разработки GNURadio Companion (GRC), которая позволяет создавать проекты с помощью графического

редактора схем. При сохранении проекта в файле «.grc» среда GRC дополнительно автоматически сохраняет в той же папке скрипт на языке Python.

При владении данным языком можно самостоятельно изменить скрипт. Это позволяет использовать функции, которые не включены в GRC, и сколь угодно расширять возможности.

Достоинством рассмотренных сред визуального программирования является возможность использования в качестве источников как имеющиеся образцы SDR-устройств, так и файлы с IQ-записью сигналов.

Анализ доступных устройств показывает, что наиболее подходящим для решения учебных задач по критерию цена-функционал является изделие фирмы Lime Microsystems – LimeSDR Mini [7]. Устройство обеспечивает работу в режиме полного дуплекса. Для стабильной работы модулей необходимо 8 Гб оперативной памяти и 64-битные ОС, например Windows Pro 10, Linux Ubuntu 18.04 LTS.

На рис. представлен пример программной модели в среде GNURadio, которая может быть использована для изучения характеристик дискретных (цифровых) сигналов.

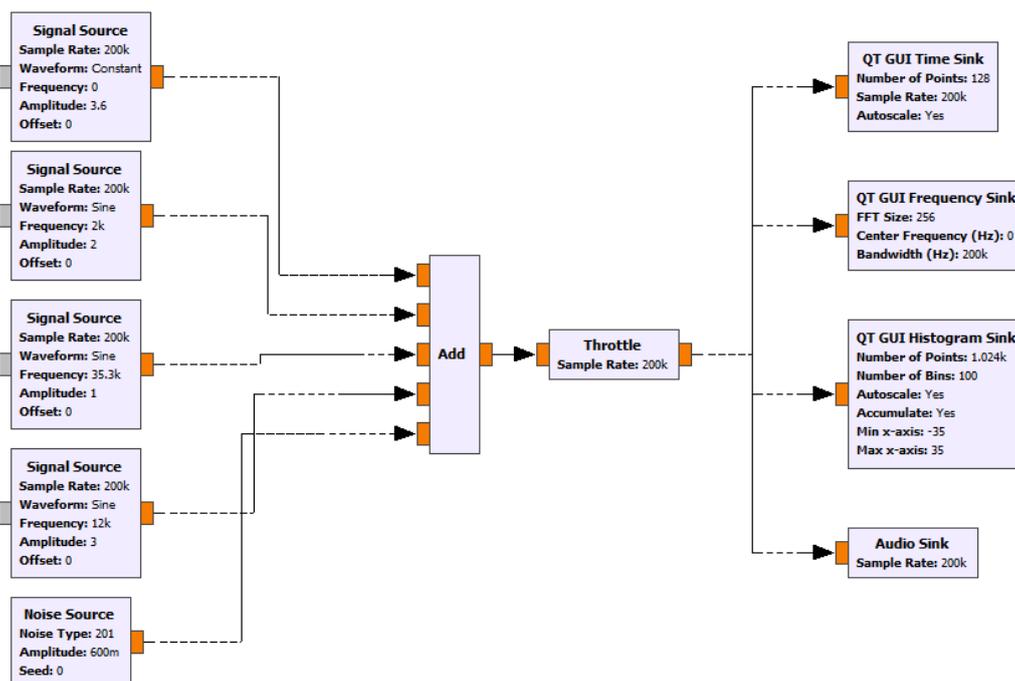


Рис. Программная модель для формирования и анализа дискретного (цифрового) сигнала

На базе LimeSDR Mini с использованием рассмотренных средств визуального программирования возможно создание аппаратно-программных модулей для проведения лабораторных работ по следующим темам:

– исследование методов модуляции в СПИ и способов повышения их эффективности;

- исследование корректирующей способности помехоустойчивых кодов;
- исследование влияния помех, замираний и искажений при прохождении сигналов по непрерывным каналам связи;
- демодуляция и исследование помехоустойчивости принимаемых дискретных сообщений;
- прототипирование приемников ВЧ-ОВЧ диапазонов и т. д.

Комплексы лабораторных работ на базе недорогих SDR-устройств могут быть использованы в обучении технических специалистов в области инфокоммуникаций в рамках реализации программ основного и дополнительного профессионального обучения.

#### Список используемых источников

1. Сергиенко А. Б. О возможности использования USB-приёмников на базе демодулятора RTL2832U в учебном процессе // Сборник трудов международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA–2014)». С.126–130.
2. Галкин В. А. Основы программно-конфигурируемого радио. М. : Горячая линия-Телеком, 2013. 372 с.
3. Суранов А. Я. Моделирование беспроводных систем передачи сигналов и данных на LabVIEW. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2014. 107 с.
4. Communications System Toolbox Support Package for RTL-SDR Radio. User Guide. MathWorks, 2013.
5. Andris B. SDRLab: an RTL-SDR Interface to LabVIEW for Educational Purposes [Электронный ресурс]. URL: <http://ha5kfu.sch.bme.hu/sdr/lab/> (дата обращения: 08.10.2019).
6. User Guide. SDR Radio. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gnuradio.org/> (дата обращения: 07.11.2019).
7. User guide LimeSDR Mini [Электронный ресурс]. URL: <https://www.crowdsupply.com/> (дата обращения: 06.12.2019).

**УДК 681.51**  
**ГРНТИ 47.05.05**

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

**З. В. Зайцева, Н. К. Логвинова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рассматриваются методические аспекты, сопровождающие процесс формирования и контроля остаточных знаний студентов в техническом университете. К ним относятся выбор базового учебного материала контролируемой учебной дисциплины;*

*определение уровня сложности тестов, необходимого и достаточного для контроля остаточных знаний по технической дисциплине; методическое сопровождение процесса формирования контрольно-измерительных материалов: форма проведения тестирования.*

*остаточные знания, качество обучения, контрольно-измерительные материалы, обучающая виртуальная среда Moodle.*

Современные образовательные стандарты обеспечивают гарантии качественной подготовки выпускников высших учебных заведений. Весь учебный процесс в вузе направлен на получение профессиональных знаний, умений, навыков и компетенций, способствующих формированию будущего специалиста. Для решения поставленных задач необходимо повышать качество обучения, выбирая эффективные методы обучения и контроля. Как правило, в техническом вузе данной проблеме уделяется большое внимание. Однако вопрос оценки устойчивости знаний, которую можно получить в процессе контроля остаточных знаний, часто недостаточно хорошо проработан в методическом плане.

Будем считать, что «выявление остаточных знаний – это определение особых знаний, навыков или умений, которые студент должен проявить после определенного периода обучения» [1]. Таким образом, остаточные знания – это те знания, которые остались в памяти студентов по окончании изучения конкретной дисциплины, и которые необходимы для усвоения последующих дисциплин учебного плана.

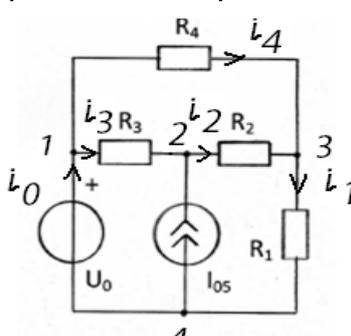
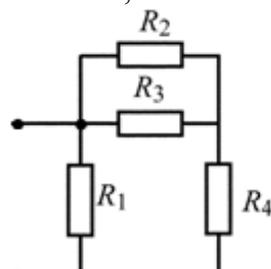
Рассмотрим организацию контроля остаточных знаний по дисциплинам «Основы теории цепей», «Теория электрических цепей», «Электротехника и электроника» с использованием виртуальной обучающей среды Moodle [2, 3]. По данным дисциплинам разработаны контрольно-измерительные материалы для текущего контроля освоения данных дисциплин [4, 5, 6]. Они позволяют провести тестирование как очных студентов, так и студентов, обучающихся дистанционно [7]. Данные материалы могут быть взяты за основу для контроля остаточных знаний. При этом возникают определенные трудности. Это связано с тем, что проверять остаточные знания по конкретной дисциплине необходимо с учетом междисциплинарных связей, т. е. востребованности результатов ее освоения при изучении последующих дисциплин учебного плана. Выбор разделов учебной программы конкретной дисциплины для формирования КИМ и контроля остаточных знаний должен проводиться на основе анализа требований, формируемых выпускающими кафедрами.

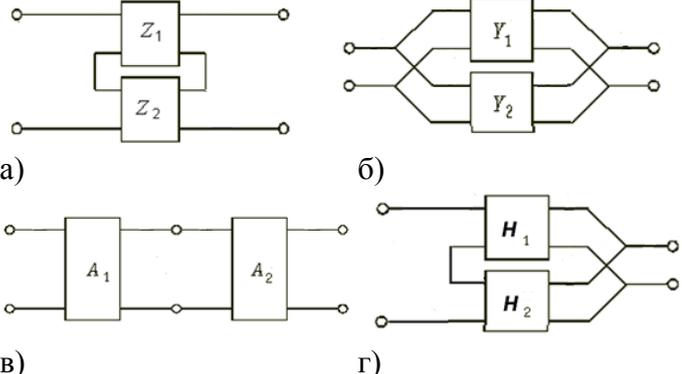
По вышеперечисленным дисциплинам с учетом их специфики в качестве вопросов были выбраны тесты, рассматривающие основные определения, законы, простейшие схемы, по которым требуется выполнить расчеты или составить выражения для законов и характеристик. Ответы на вопросы могут быть различными: тексты, формулы, векторные диаграммы, графики,

выражения и численные расчеты. При этом количество правильных ответов варьируется от одного до трех.

В качестве примера в таблице приведены тесты по шести разделам дисциплины «Теория электрических цепей».

ТАБЛИЦА. Примеры тестов на оценку остаточных знаний

Текст вопроса	Варианты ответов
<p>Уравнение по первому закону Кирхгофа для 2-го узла в цепи, приведенной на рис. 1:</p>  <p>Рис. 1. Схема электрической цепи</p>	<p>а) <math>-i_3 - i_4 + i_0 = 0</math>;  б) <math>-i_3 - i_{05} + i_2 = 0</math>;  в) <math>i_3 + i_{05} + i_2 = 0</math>;  г) <math>i_3 + i_4 - i_0 = 0</math></p>
<p>Напряжение на зажимах линейной электрической цепи определяется формулой <math>u(t) = 5 \cdot \cos(\omega t + 45^\circ)</math>, В. Комплексная амплитуда напряжения <math>\dot{U}_m</math> равна:</p>	<p>а) <math>\dot{U}_m = 45 \cdot e^{-j5^\circ}</math>, В;  б) <math>\dot{U}_m = 5 \cdot e^{-j45^\circ}</math>, В;  в) <math>\dot{U}_m = 5 \cdot e^{j45^\circ}</math>, В;  г) <math>\dot{U}_m = 5 \cdot e^{-j5^\circ}</math>, В</p>
<p>Чему равно входное сопротивление цепи (рис. 2) при <math>R_1 = 60</math> Ом, <math>R_2 = 70</math> Ом, <math>R_3 = 30</math> Ом, <math>R_4 = 19</math> Ом?</p>  <p>Рис. 2. Схема электрической цепи</p>	<p>а) 20 Ом;  б) 24 Ом;  в) 30 Ом;  г) 40 Ом</p>
<p>Комплексной передаточной функцией <math>H(j\omega)</math> называется</p>	<p>а) отношение комплексных амплитуд напряжения или тока на выходе цепи к комплексным амплитудам напряжения или тока на входе цепи;</p>

Текст вопроса	Варианты ответов
	б) отношение комплексных амплитуд напряжения или тока на входе цепи к комплексным амплитудам напряжения или тока на выходе цепи; в) отношение комплексной амплитуды воздействия к комплексной амплитуде реакции в четырехполюснике; г) отношение комплексной амплитуды реакции к комплексной амплитуде воздействия в четырехполюснике
Схема каскадного соединения четырехполюсников представлена на рисунке:	
Законы коммутации:	а) $i_C(0_+) = i_C(0_-)$ б) $u_C(0_+) = u_C(0_-)$ в) $u_L(0_+) = u_L(0_-)$ г) $i_L(0_+) = i_L(0_-)$

После выбора содержимого тестов и их уровня сложности по каждому разделу дисциплины возникают организационные проблемы проведения контроля остаточных знаний. Это связано с различным объемом изучаемой дисциплины на разных направлениях подготовки студентов, поэтому в соответствии с учебными планами нужно составить определенные алгоритмы формирования совокупности тестов для контроля остаточных знаний.

При разработке тестов необходимо учитывать вопрос отсроченности контроля остаточных знаний: один, два или три семестра, и как это влияет на их сохранность для изучения последующих дисциплин.

При изучении вопроса контроля остаточных знаний в университете важно выделить ряд проблем разработки заданий тестового контроля, решение которых позволит получить достоверные сведения о качестве изучения контролируемой дисциплины. Наиболее важными из них можно считать:

- выбор учебного материала определенного уровня сложности для тестов;
- определение периода отсроченности контроля остаточных знаний;
- объем контролируемого материала в соответствии с учебной программой для различных направлений подготовки;

- количество заданий в тестах;
- автоматизация процесса тиражирования заданий одинакового уровня сложности по каждому разделу дисциплины;
- разработка алгоритмов случайного выбора нужного количества заданий по соответствующей теме.

В Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича этот процесс можно организовать, используя виртуальную обучающую среду Moodle. Поскольку в университете организовано дистанционное обучение студентов, то имеющаяся база контрольно-измерительных материалов в виде тестовых заданий может быть использована для контроля остаточных знаний. Система Moodle позволяет тиражировать вопросы тестов, создавать задания для тестирования путем набора из имеющихся заданий, выбирать интересующие разделы курса, выбирать количество вопросов для тестирования, выбирать виды вопросов по уровню сложности. Это могут быть простые вопросы, которые направлены на узнавание, составление соответствия, выбор нескольких верных ответов, а также более сложные вопросы, предполагающие решения типовой задачи. Тот или иной выбор тестов определяется местом контролируемой дисциплины в конкретном учебном плане.

Любое контрольное задание, предъявляемое студенту, может содержать от 20 до 30 тестов в зависимости от изучаемого материала.

Для проверки знаний по любому курсу, тесты каждого раздела должны иметь определенные метки, чтобы была возможность формировать в системе Moodle тестовое задание, включающее все требуемые разделы контролируемой дисциплины.

Такой подход к разработке тестов для проверки остаточных знаний студентов и методы организации автоматизированного контроля могут давать объективные оценки устойчивости знаний студентов, обеспечивающих эффективное изучение последующих дисциплин.

#### **Список используемых источников:**

1. Крицкая А. Р., Белов Ю. С. К вопросу о формировании остаточных знаний и педагогических измерительных материалов для их контроля в техническом университете // Гуманитарный вестник. 2015. № 10 (36). С. 4.
2. Кравченко Г. В., Волженина Н. В. Работа в системе Moodle: руководство пользователя: учебное пособие. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2012. – 116 с.
3. Rice W. Moodle E-learning Course Development: A complete guide to successful learning using Moodle. – PacktPublishing. – 256 p.
4. Зайцева З. В. [и др.] Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие. СПб. : СПбГУТ. Ч. 1 : Контрольно-измерительные материалы. Разделы 1 и 2. – 2018. – 55 с.
5. Зайцева З. В. [и др.] Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие. СПб. : СПбГУТ. Ч. 1 : Контрольно-измерительные материалы. Раздел 3. – 2018. – 39 с.

6. Зайцева З. В. [и др.] Теория электрических цепей [Электронный ресурс] : учебное пособие. СПб. : СПбГУТ. Ч. 1 : Контрольно-измерительные материалы. Разделы 4 и 5. – 2018. – 42 с.

7. Зайцева З. В., Логвинова Н. К. Особенности разработки контрольно-измерительных материалов для дистанционного обучения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2017). VI Международная научно-методическая конференция. СПб. : СПбГУТ, 2017. С. 272–276.

УДК 378.146  
ГРНТИ 14.15.15

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ОТ ВЫБОРА ДИСЦИПЛИН

**И. А. Зикратов, Е. А. Новиков**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Рассматривается задача определения взаимосвязи между выбором студентами элективных дисциплин и их успеваемости по данным дисциплинам. В качестве примера, объектом анализа был выбран опыт внедрения дисциплин по выбору на факультете ИСиТ СПбГУТ. Результаты исследования могут быть использованы в разработке основных образовательных программ бакалавриата при формировании блоков элективных дисциплин.*

*математическая статистика, точечные и интервальные оценки, успеваемость, качество образовательного процесса, элективные дисциплины, образовательная траектория, интеллектуальные рекомендательные системы.*

В настоящее время в организации высшего образования применяются различные меры по персонализации образовательного процесса. В частности, применяются индивидуальные образовательные траектории (ИОТ) и элективные дисциплины (ЭД). Достоинства и недостатки этих форм широко обсуждались различными авторами [1, 2, 3].

Целью данной работы является анализ качества обучения студентов высшего учебного заведения при использовании в образовательном процессе ЭД. Под качеством обучения в данной работе понимается точечные и интервальные статистические оценки результатов промежуточной аттестации обучающихся. В качестве исходных данных для анализа использовалась информация о результатах выбора тех или иных ЭД, и успеваемости по ним 108 студентов 3 курса факультета информационных систем и технологий СПбГУТ.

В ходе работы для проведения анализа были взяты за основу результаты успеваемости учебных групп, изучающих различные ЭД. Для каждой ЭД и каждой группы было исследовано значение среднего балла по ЭД. В частности, были построены доверительные интервалы математического ожидания среднего балла в отдельности для 2-х подгрупп студентов: студентов, которые выбрали ЭД и изучали её, и студентов, которые не выбрали, но тем не менее оказались в данной учебной группе. Одна из таких таблиц (с наиболее сбалансированной выборкой) представлена на рис. 1 в качестве примера.

ИСТ-612					
Студенты, которые выбрали и изучали данную дисциплину					
Выборочное среднее	Кол-во студентов	Уровень значимости	Отклонение	Нижняя граница	Верхняя граница
4,50	10	0,01	0,73	3,77	5,00
Студенты, которые не выбрали но изучали данную дисциплину					
Выборочное среднее	Кол-во студентов	Уровень значимости	Отклонение	Нижняя граница	Верхняя граница
4,22	9	0,01	1,09	3,14	5,00
Все студенты					
Выборочное среднее	Кол-во студентов	Уровень значимости	Отклонение	Нижняя граница	Верхняя граница
4,37	19	0,01	0,55	3,82	4,92

Рис. 1. Пример анализа успеваемости по группам

Кроме анализа по группам, было также проведено исследование зависимости среднего балла студентов от выбора ЭД и среднего балла по базовым дисциплинам. Для этого анализа студенты условно были разделены в зависимости от среднего балла по базовым дисциплинам на 3 категории следующим образом:

- «отличники» (средний балл от 5 до 4,3),
- «хорошисты» (от 4,3 до 3,3)
- «двоечники» (менее 3,3).

Для каждой из этих категорий были также построены доверительные интервалы математического ожидания среднего балла (уровень значимость было также выбран 0,01) для обеих подгрупп студентов. Полученные результаты представлены на рис. 2.

Категории по общему среднему баллу	Средний балл по базовым дисциплинам	Средний балл по всем предметам	Разделение	Выбранные ЭД			Невыбранные ЭД		
"Двоечники" (ср. балл до 3,2)	2,8276	2,8818	Доля от категории	0,6207			0,3793		
			Поле	средний балл	нижняя граница	верхняя граница	средний балл	нижняя граница	верхняя граница
			Значение	3,0728	2,7405	3,4050	2,9167	2,4638	3,3695
"Хорошисты" (ср. балл от 3,3 до 4,3)	3,8903	3,8387	Доля от категории	0,7419			0,2581		
			Поле	средний балл	нижняя граница	верхняя граница	средний балл	нижняя граница	верхняя граница
			Значение	3,5870	3,2466	3,9273	4,0625	3,3783	4,7467
"Отличники" (ср. балл >4,3)	4,6500	4,6220	Доля от категории	0,7188			0,2813		
			Поле	средний балл	нижняя граница	верхняя граница	средний балл	нижняя граница	верхняя граница
			Значение	4,5386	4,3528	4,7245	4,5647	4,2560	4,8735

Рис. 2. Результаты анализа успеваемости студентов по ЭД

### Выводы

Из полученных результатов можно отметить следующее:

– Выбор студентов, как правило, влияет на успеваемость. Об этом свидетельствует разрыв между нижними границами доверительного интервала –  $>0,6$  балла – для исследуемых подгрупп студентов;

– Наибольшее влияние выбора на успеваемость заметно для студентов из категории «Двоечники» (разница между нижними границами  $\approx 0,3$  балла). Предположительно, это связано со слабой мотивированностью студентов к участию в образовательном процессе, которая повышается при изучении интересной для них дисциплины.

Из всего выше приведенного можно заключить, что выбор студента изучать определенную дисциплину действительно может влиять на успеваемость. Это вполне соответствует выводам других исследований, изучавших возможность внедрения ИОТ и ЭД в образовательный процесс [4]. Таким образом, можно заключить об успешности данного опыта.

Дальнейшим направлением исследования может являться разработка интеллектуальных рекомендательных систем, позволяющих выявлять студентов, проявляющих склонность для того или иного вида профессиональной деятельности и предлагать им соответствующую траекторию обучения.

### Список используемых источников

1. Макарова Е. А., Хакунова Ф. П., Макарова Е. Л. Роль индивидуальных образовательных траекторий в формировании психологически комфортной образовательной среды // Вестник адыгейского государственного университета. Серия 3: педагогика и психология. 2013. № 3. С. 125–133.

2. Шкерина Л. В. Профильные дисциплины по выбору // Высшее образование в России. 2011. № 5. С. 119–123.

3. Машкова Т. В. Выбор студентами колледжа индивидуальной образовательной траектории в системе непрерывного многоуровневого образования: автореф. дис ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Машкова Татьяна Владимировна. Кемерово, 2006. 24 с.

4. Шеманаева М. А. Индивидуальная образовательная траектория как форма синхронно-асинхронной образовательной деятельности // Научно-методический электронный журнал концепт. 2017. № 9. С. 29–39.

УДК 004.891.2  
ГРНТИ 28.23.35

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТОВ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

**И. А. Зикратов, А. В. Самарин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В настоящее время при поступлении в высшее учебное заведение, абитуриент выбирает направление подготовки по названию, редко изучая программу каждой дисциплины, которая входит в состав этого направления. В процессе обучения из-за такого подхода к студентам часто приходит понимание, что не совсем правильно выбрано направление своей подготовки. При этом качество образования в целом ухудшается, так как степень удовлетворенности ожиданий различных участников образовательного процесса падает. В связи с этим предлагается рекомендовать абитуриентам оптимальное направление подготовки, набор дисциплин заранее, дабы избежать таких ситуаций в дальнейшем с помощью экспертной рекомендательной системы.*

*экспертные рекомендательные системы, коллаборативная фильтрация, классификация.*

Получить рекомендацию можно, например, на сайте высшего учебного заведения в личном кабинете абитуриента или при очной подаче заявления на зачисление. Если в учебном заведении присутствует возможность выбора некоторых дисциплин на одну из потенциальных позиций для изучения, то можно сделать рекомендации и среди них. В итоге всем абитуриентам может быть предложена индивидуальная траектория обучения в учебном заведении по их результатам прохождения единого государственного экзамена, внутренних экзаменов, достижений, ключевым словам по интересам.

Причем этот список может быть расширен в зависимости от той информации, которая будет собираться учебным заведением и значимой для рекомендации. Если абитуриент не согласится с определенными предложенными элементами, то можно будет посмотреть список, отсортированный по убыванию степени этой рекомендации.

Предлагаемое решение – экспертная рекомендательная система, которая может являться лишь частью полной информационной системы личного кабинета абитуриента. При этом будет предоставляться определенная структура REST API запросов к сервису, заранее обозначенная в документации программного продукта. Здесь могут быть различные типы запросов для добавления, редактирования, удаления, хранения данных. Получается, что отображение информации пользователю по рекомендации может происходить уже в интерфейсе информационной системы личного кабинета после получения ответа от экспертной системы.

Для легкой интеграции в любую информационную систему можно использовать технологию контейнеризации для отделения сервиса в отдельный самостоятельный элемент этой системы. При этом достаточно будет произвести начальную настройку под типы значимых для рекомендаций параметров, внести исходные данные по результатам выпускников высших учебных заведений, учащихся, интегрировать экспертную систему в существующую информационную систему. При этом возможно решение с периодическим добавлением данных от выпускников учебного заведения, для последующих рекомендаций с учетом этих новых данных.

Данная экспертная рекомендательная система в рассматриваемой ситуации использует подход коллаборативной фильтрации. Коллаборативная фильтрация, совместная фильтрация – это один из методов построения прогнозов в рекомендательных системах, использующий известные предпочтения (оценки) группы пользователей для прогнозирования неизвестных предпочтений другого пользователя. Его основное допущение состоит в следующем: те, кто одинаково оценивали какие-либо предметы в прошлом, склонны давать похожие оценки другим предметам и в будущем [1]. В рамках данного подхода рекомендации генерируются на основании схожих интересов других студентов, их достижений.

Предполагается, что чем лучше успеваемость студента по определенной дисциплине, тем, возможно, он выше оценивает его полезность, значимость. Поэтому в качестве оценки дисциплины могут быть также использованы и показатели успеваемости по ней. Если по результатам единого государственного экзамена можно найти данные прошлых лет, то интересы студентов скорее всего не регистрировались ранее и найти их не получится. Поэтому при введении данной системы может быть проблема холодного старта, и, возможно, необходимо в таком случае опросить сегодняшних сту-

дентов о ключевых словах их интересов. Данная проблема частично решается благодаря достижениям студентов, которые хранятся в документах отчетности с момента приема их на зачисление.

В подходе коллаборативной фильтрации существует три основных часто используемых метода [2], результаты использования которых можно будет проанализировать и сравнить друг с другом, с определенными предоставленными входными данными высшего учебного заведения по результатам обучения студентов:

1. Метод ближайших соседей, основывается на оценивании сходства объектов. Классифицируемый объект относится к тому классу, которому принадлежат ближайшие к нему объекты обучающей выборки. Для обучения классификатора необходимо иметь набор объектов, для которых заранее определены классы. Это множество называется обучающей выборкой, её разметка производится вручную. Является самым простым алгоритмом классификации;

2. Сингулярное выражение (SVD), является удобным методом при работе с матрицами, показывает геометрическую структуру матрицы и позволяет наглядно представить имеющиеся данные. Разложение используется при решении разных задач от приближения методом наименьших квадратов и решения систем уравнений до сжатия и распознавания изображений;

3. Машина Больцмана, в ней осуществляется настройка весовых коэффициентов нейронов искусственной нейронной сети. Одной из разновидностей данного метода является ограниченная машина Больцмана. Она используется для глубинного обучения многослойных искусственных нейронных сетей. Принцип ее использования состоит в предварительном послойном обучении без учителя и последующем обучении с учителем всей сети в целом [3].

При дальнейшем изучении возможно использование дополнительных методов или некоторые их изменения из-за специфичности рассматриваемой предметной области. Выбор алгоритма определения рекомендации во много зависит от тех данных, на основе которых, будет производиться классификация студентов.

Данная тема актуальна, поскольку в момент написания статьи рекомендательные системы не используются в высших учебных заведениях для определения оптимальной учебной траектории абитуриентов, а наличие такой системы может быть потенциально важной консультирующей составляющей личного кабинета для обеспечения лучшей успеваемости абитуриентов, вовлеченности в процесс обучения, экономии времени при выборе направления, минимизации фактора ошибки этого выбора.

**Список используемых источников**

1. Королева Д. Е., Филиппов М. В. Анализ алгоритмов обучения коллаборативных рекомендательных систем // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. №. 6. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/816.html> (дата обращения 21.12.2019).
2. Николенко С. А. Рекомендательные системы. – СПб. : Изд-во Центр Речевых Технологий, 2012. 53 с.
3. Абросимов М. А., Бровко А. В. Метод обучения слоев свертки в искусственной нейронной сети с помощью ограниченной машины Больцмана // Информационные технологии. Вестник Саратовского государственного технического университета. 2015. № 3. С. 114–117.

**УДК 550.34.013.2**  
**ГРНТИ 20.53.21**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

**М. Р. Калистратов, Г. Н. Смородин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Обоснована актуальность применения технологий виртуальной и дополненной реальности в школьном образовании. Проведено сравнение сферы школьного образования Российской Федерации со странами, в которых наиболее активно происходит внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности. Описаны проблемы внедрения существующих комплексов виртуализации. Предложена собственная методика внедрения современных технологий виртуальной и дополненной реальности в процессы школьного образования. Представлены результаты исследования применения технологий виртуальной и дополненной реальности в школьном образовании.*

*информационная система, технологии виртуальной и дополненной реальности, школьное образование.*

### *Введение*

Технологии виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности стремительно развиваются в последние годы, и, за счёт возможности создания среды, которая воспринимается человеком через органы чувств. Программно-аппаратные средства VR и AR позволяют смоделировать комфортную среду для усвоения новых знаний и таким образом сформировать у учеников высокую мотивацию к обучению.

Для использования дополненной реальности необходимо иметь специальные метки, например, QR-коды и устройство, оснащенное камерой для считывания меток и экраном для вывода 3D-изображения. Также используется специальное программное обеспечение, которое анализирует картинку с камеры, определяет метку и затем выводит нужное 3D-изображение на экран. С помощью дополненной реальности можно демонстрировать различные предметы и осматривать их с разных сторон. Специальные метки, могут являться и манипуляторами, управляя которыми у учеников появляется возможность выполнять лабораторные работы.

Для создания виртуальной реальности применяются специальные очки, изображение в которых разделено на две отдельные картинки для каждого глаза и специально модифицировано, чтобы создать вокруг пользователя иллюзию трехмерного пространства. Человек имеет возможность вращать голову, и программа автоматически перестраивает изображение, что создает эффект реального присутствия.

В настоящее время, стоимость устройств, работающих с этими технологиями, сильно уменьшилась и стала доступна широкому кругу пользователей, что привело к появлению новых методов внедрения технологий в различные сферы нашей жизни.

Одной из таких сфер является образование и перспективы внедрения технологий смешанной реальности очень высоки.

### *Образовательный процесс в школах США, Великобритании и России*

Школьное образование – важный элемент образования в современном обществе, формирующий у ребенка базовые знания и навыки. Для того, чтобы определить возможность внедрения современных технологий в образовательный процесс Российской Федерации, необходимо сравнить школьное образование с другими странами, которые в настоящее время активно внедряют технологии виртуальной и дополненной реальности, например, с США и Великобританией.

В Российской Федерации школьное образование закрепляется Федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС), в которых описано как проводится обучение и на что оно направлено.

Структура школьного образования в РФ состоит из 3 основных ступеней:

- начальное общее образование (1–4 кл.);
- основное общее образование (5–9 кл.);
- среднее общее образование (10–11 кл.).

Срок обучения составляет 11 лет, возможен подготовительный (0-нулевой) класс. Обучение производится по 5-дневной, либо 6-дневной учебной неделе. В основном уроки длятся 45 минут, за исключением начальной школы, в которой определены особые правила проведения занятий.

Ученики 1–4 классов могут использовать технические средства не более 15 минут, с 5–7 класс допустимо занятие длиной в 20 минут, а ученикам с 8 по 11 класс – 25 минут [1].

В отличие от многих других стран, образование в США сильно децентрализовано, основную роль играют штаты и местные школьные советы, а роль министерства образования сводится лишь к распределению бюджета и обеспечению равного доступа к образованию. Правительства штатов устанавливают общие образовательные стандарты. Школьное образование делится на 3 вида, аналогично отечественному. Уроки могут длиться от 40 до 60 минут. Возможное время использования технических средств около 40 минут с паузами. Оснащенность школ устройствами AR и VR на данный момент около 18 процентов [2].

В Великобритании школьное образование также разделено на 3 части: Preparatory school, Secondary school, A-level. Обучение является обязательным с 5 лет до 16-летнего возраста. Учебный год разделен на триместры. В школах обычно по 5 уроков в каждом классе. Уроки длятся в среднем по 45 минут. Оснащенность школ устройствами смешанной реальности около 6 %. [3] Полное сравнение можно увидеть в таблице.

ТАБЛИЦА. Сравнение школьного образования

	США	Великобритания	Россия
Структура	(1) / 1-5 / 6-8 / 9-12	1–5 / 6–9 / 10-11	(0) / 1-4 / 5-9 / 10-11
Длительность обучения	12 лет	12 лет	11 лет
Длительность работы за компьютером	~ 40 мин.	не установлено	от 15 до 25 мин.
Длительность занятия, мин.	От 40 до 60	45	45
Стоимость обучения	бесплатное	бесплатное	бесплатное
Процент использования VR и AR технологий, %	18	6	1

Стоит отметить, что структура школьного образования в этих странах во многом очень схожа с нашей и это говорит о возможности внедрять в наши образовательные программы устройства смешанной реальности, опираясь на опыт зарубежных коллег.

*Преимущества технологии смешанной реальности  
в образовательном процессе*

Технологии смешанной реальности позволяют сконструировать иммерсивную среду обучения с использованием игровых сценариев, в которых могут взаимодействовать как учителя, так и ученики.

На основе такой дисциплины как физика в полной мере можно раскрыть преимущества изучения материала с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности. Физика является экспериментальной наукой, самое дорогостоящее часть обучения – это эксперименты. Большинство школ не имеют нужного объема ресурсов для поддержаний лабораторий и проведения школьниками достаточного числа экспериментов. Для компенсации недостатка лабораторной практики ведутся разработки различных технологий, призванных заменить школьную лабораторию.

В настоящее время существует несколько основных продуктов, которые позволяют создать полноценный класс с устройствами смешанной реальности. Одной из таких систем является образовательный комплекс по физике «увлекательная реальность» [4]. Он включает в себя цифровое интерактивное методическое обеспечение для изучения физики с повышенным уровнем вовлечения в учебный процесс за счет трехмерной графики и 3D-стереоскопии. Также данный комплекс включен в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

Данный комплекс позволяет преподавателю проводить увлекательные и наглядные 3D-демонстрации физических процессов и явлений на классных теоретических занятиях одновременно все ученикам класса. В комплексе разработано более 100 демонстраций и виртуальных лабораторных работ по ключевым темам школьного курса физики, в которых используется более 300 интерактивных анимированных 3D моделей. Курс охватывает 8 разделов физики, что полностью покрывает школьные темы.

Основными плюсами использования данной системы в образовательном процессе являются:

1. Высокая усваиваемость материала от объяснения, в котором принимают участие сами ученики. Этот показатель доходит до 90 %.

2. Полное покрытие школьного курса физики, включая лабораторные работы, методические материалы и практические занятия.

3. Недорогая стоимость комплекса. На полный класс с дополненной реальностью, который включает в себя лицензии до 40 рабочих мест, комплект маркеров, сопроводительные материалы, обновления и поддержку на год обойдется в 23 840 р.

4. Ненужно закупать оборудование для лабораторных работ.

5. Больше ненужно отдельное пространство для хранения оборудования для лабораторных работ.

6. Выполнение лабораторных работ абсолютно безопасно для учеников.

Недостатками данной системы являются:

Отсутствие 3D-устройств в комплекте, их необходимо покупать отдельно.

VR-технология позволяет сконструировать «виртуальную лабораторию», в которой не будет существующих в реальности ограничений. Виртуальная лаборатория позволяет провести эксперименты, требующие опасных или дорогих реактивов и оборудования, сократить время выполнения рутинных операций, выдвигая на первый план существенные и убирая несущественные на данном этапе моменты эксперимента. Например, после проведения многостадийного синтеза ученик имеет возможность поместить продукт в анализатор и получить анализ содержимого в виде списка веществ или ионов. В виртуальной лаборатории ученики могут отходить от предполагаемого хода лабораторной работы, имеют возможность самостоятельно выбрать путь решения экспериментальной задачи и увидеть результат своего выбора. Допустимо также нарушение техники безопасности, что позволит посмотреть какие последствия это будет иметь, но конечно на здоровье не будет оказано никакого влияния. Появляется возможность многократного повторения экспериментов, как с преподавателем, так и без него.

Таким образом, применяя технологии смешанной реальности, можно с уверенностью сказать, что они будут положительно влиять на уровень знаний школьников, поскольку запоминаемость информации при таком подходе гораздо выше, чем изучая обычные учебники.

Наше правительство заметило данный факт после проведенного в 2019 году эксперимента, при котором 2000 школ оснастили технологиями смешанной реальности. Руководство страны поставило следующую цель в национальном проекте «Образование»: к 2024 году оснастить 25 % школ Российской Федерации технологиями смешанной реальности [5].

#### *Основные проблемы существующих комплексов на данный момент*

Несмотря на то, что у применения данных комплексов имеется множество плюсов. У них также есть и общие недостатки, которые мешают их внедрению в образовательный процесс.

Одной из проблем является то, что разработкой учебных материалов и 3D контента занимаются различные частные компании. Для того, чтобы внедрить полную образовательную программу в школы, необходимо будет собирать комплексы от разных компаний в одну общую систему, отсюда возникает также множество проблем с их взаимной интеграцией.

Также может подвергаться сомнению соответствие данных курсов федеральным образовательным стандартам.

И самой главной проблемой является сам процесс применения новых технологий в учебном процессе. В этих комплексах отсутствует какой-либо учебный материал для педагогического коллектива, в котором изложено, как и где применять данные технологии.

### *Собственная методика внедрения технологий смешанной реальности в сферу школьного образования*

Так как до выполнения национального проекта «Образование» остается 4 года, а технические решения не готовы для внедрения в образовательный процесс, который бы соответствовал федеральным государственным стандартам, предлагается следующая методика по внедрению новых технологий.

Необходимо разработать государственную информационную систему, в виде сайта-портала, в котором должна быть реализована возможность создания виртуальных классов. В эти классы преподаватели смогут добавлять своих учеников для отслеживания прогресса их обучения и управления их устройствами виртуальной реальности (например, запускать курсы на каждом устройстве в классе).

Также на этом портале должны храниться методические материалы, пользовательские инструкции и различная информация по применению данных устройств в процессе образования. Должна присутствовать возможность обратной связи от учителей и возможность обсуждения ими собственных моделей применения новых технологий.

Также данная информационная система должна накапливать в себе образовательные материалы и 3D-контент.

Наличие такой системы позволит в несколько раз упростить процесс внедрения технологий смешанной реальности, поскольку вся материальная база будет находиться в одном месте, также она будет иметь соответствие всем федеральным государственным стандартам, поскольку перед добавлением образовательных материалов в систему, они будут проверяться компетентными людьми. Учителя смогут проходить удаленное обучение по использованию новых технологий в образовательном процессе, таким образом будет достигаться более эффективное доведение информации о возможностях современных технологий до педагогического коллектива.

### *Заключение*

В ходе исследования было выявлено, что наша страна отстает от мировых темпов внедрения технологий смешанной реальности в школьное образование, но наше руководство страны заметило перспективность применения данных технологий в учебном процессе и поставило своей целью обеспечить 25 % школ технологиями смешанной реальности до 2024 года. Однако существуют некоторые технические проблемы, которые мешают

внедрению новых технологий. Исходя из этого была предложена собственная методика внедрения современных технологий в структуру школьного образования Российской Федерации, которая все описанные технические проблемы.

#### Список используемых источников

1. Федеральные государственные общеобразовательные стандарты // Портал «[www.fgos.ru](http://www.fgos.ru)» <https://fgos.ru/> (дата обращения 12.03.2020).
2. Система образования в Америке // <https://www.iqconsultancy.ru/articles/sistema-obrazovaniya-usa/> (дата обращения 12.03.2020).
3. Департамент школьного образования Великобритании // <https://www.gov.uk/> (дата обращения 12.03.2020).
4. Образовательный комплекс по физике «Увлекательная реальность» // <https://funreality.ru/lp/> (дата обращения 12.03.2020).
5. Национальный проект образование // <https://edu.gov.ru/national-project/> (дата обращения 12.03.2020).

УДК 004.4  
ГРНТИ 50.41.25

## ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОЙ ПРОВЕРКИ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

**Е. А. Карелин, Д. П. Морозов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Основные проблемы, с которыми сталкивается преподавательский состав заключаются с высокой тратой времени на проверку задач, влиянием человеческого фактора и отсутствием автоматизированных систем, способных оптимизировать процессы дистанционной проверки задач. Автоматизированная система должна минимизировать влияние человеческого фактора и максимально сократить затрачиваемое время на проверку работ.*

*анализ, анализатор, работы студентов, языки программирования.*

Проверка лабораторных работ студентов трудоёмкий и долгий процесс, сильно подверженный влиянию человеческого фактора, что повышает вероятность возникновения ошибок.

Автоматизированная система (АС) должна обладать следующим функционалом:

1. Загрузка (сохранение) файлов на сервер.
2. Просмотр кода до и после выполнения анализа.
3. Хранение результатов проверки и данных о студентах и преподавателях.
4. Возможность составлять свой шаблон (набор параметров).
5. Выбор параметров для проверки работ из уже имеющихся вариантов.
6. Возможность использовать, ранее созданные, общие, шаблоны.
7. Возможность просмотра и изменения ранее внесенных данных.

Критерии проверки работ:

1. Наличие требуемых структур в файле кода.
2. Наличие требуемой логики в файлах классов и методов.
3. Проверка соответствия типа данных.
4. Проверка на допустимость вводимых значений.
5. Проверка работоспособности программы.
6. Проверка вывода, требуемого результат.

Существует два основных типа анализаторов:

1. Статические – анализ кода производится без выполнения программы.
2. Динамические – анализ производится во время выполнения программы, включая результаты её работы [1, 2].

На основе проведенного анализа были выделены следующие, наиболее популярные, программные средства:

1. Clang Static Analyzer – статический анализатор с открытым исходным кодом, для запуска которого на системах отличных от MAC OS нужно собирать анализатор из исходного кода.

Имеются следующие инструменты:

Scan-Build – это старый и простой инструмент командной строки, который генерирует предупреждения статического анализатора в виде HTML-файлов при компиляции вашего проекта. Результат можно просмотреть в веб-браузере.

Работает на всех основных платформах (Windows, Linux, macOS) и доступна в виде пакета во многих дистрибутивах Linux.

CodeChecker – это веб-сервер, который запускает статический анализ на сервере, записывая ошибки в базу данных.

Поддерживает инкрементальный анализ: результаты могут быть сохранены в базе данных, последующие результаты анализа могут быть добавлены к базе данных, содержащей результаты прошлых анализов с возможностью сравнения.

Является довольно мощным и одновременно простым в использовании. На вход для обработки может подаваться исходный код любого семейства языка C (C, C++, Objective C)

Принцип работы:

Clang преобразует исходный код, превращая его в абстрактное синтаксическое дерево (AST), но вы всегда можете получить ссылки на исходный код [3].

2. Axivion Bauhaus Suite – коммерческий продукт, в который входит пакет программного обеспечения, предоставляющий широкий спектр возможностей по анализу проектов. Начиная от поиска ошибок в коде программ, заканчивая архитектурным моделированием проекта, верификацией архитектуры и поиском мёртвых участков кода.

В возможности продукта входят:

Архитектурное моделирование.

Axivion Bauhaus Suite содержит полный инструмент для моделирования архитектур, который создает минимальные препятствия для начала работы.

Проверка архитектуры.

Проверка архитектуры позволяет в течение нескольких секунд автоматически определять, соответствуют ли фактические зависимости в коде архитектурным требованиям.

Обнаружение и управление клонами.

Анализ обнаруживает как дубликаты, так и похожие строчки в исходном коде и отслеживает их с течением времени, тем самым поддерживая последовательный процесс непрерывной разработки.

Поддержка всех версий (стандартов) языков C и C++. Проверка правил кодирования.

Axivion Bauhaus Suite предлагает более тысячи правил анализа. Правила можно гибко настраивать, с возможностью определять собственные условия анализа, что позволяет проверять соглашения об именовании переменных.

Статический анализ кода.

Анализ включает в себя масштабируемые данные и проверки потока управления. Это позволяет своевременно обнаруживать такие ошибки, как переполнение или деление на ноль [4].

3. Spprcheck – простой, открытый и бесплатный в использовании анализатор кода с довольно удобным графическим интерфейсом, также есть возможность запуска через командную строку. Позволяет произвести проверку сразу после установки, без внесения каких-то изменений в настройки. Нужно просто указать директорию проекта. Анализатор фокусируется на обнаружении неопределенного поведения и опасных конструкций кодирования.

Однако, чтобы более эффективно использовать данный анализатор, следует интегрировать его в среду разработки и выставить настройки. Сообщения подразделяются на группы [5].

4. PVS-studio – коммерческий продукт, мощный анализатор кода, поддерживающий статический и динамический анализ. Однако обладающий не интуитивно понятным интерфейсом. Особенности PVS-Studio:

Автоматический анализ отдельных файлов после их перекомпиляции.

Удобная и простая интеграция с Visual Studio 2010–2019.

Удобная online-справка по всем диагностикам, которая доступна и из программы, и на сайте, а также документация в .pdf одним файлом.

Сохранение и загрузка результатов анализа. Возможность сохранить результаты анализа в формате HTML с полной навигацией по коду.

Mark as False Alarm – разметка в коде, чтобы анализатор не обращал внимание данный фрагмент.

Интерактивная фильтрация результатов анализа (лога) в окне PVS-Studio: по коду диагностики, по имени файла, по включению слова в текст диагностики.

Утилита BlameNotifier. Инструмент позволяет рассылать письма разработчикам об ошибках, которые PVS-Studio нашел во время ночного прогона.

Большое количество вариантов интеграции в проекты, разрабатываемые под Linux и macOS.

Статистика ошибок в Excel – можно посмотреть темпы правки ошибок, количество ошибок во времени и т. п.

Возможность исключить из анализа файлы по имени, папке или маске; возможность проверять файлы, модифицированные за последние  $N$  дней.

Интеграция с SonarQube. Это открытая платформа для обеспечения непрерывного контроля качества исходного кода [6].

Согласно таблице, ни одна из рассмотренных систем не удовлетворяет в полной мере всем требованиям. Все они не обладают достаточной гибкостью в настройке параметров поиска, либо вовсе не имеют возможности настраивать поиск. Не маловажным является и денежная сторона вопроса. Анализаторы с обширным функционалом и гибкой настройкой поставляются по подписке. Такой вариант подходит не для каждого учреждения или компании.

ТАБЛИЦА. Сравнительный анализ анализаторов

Анализаторы	Некоммерческий	GUI	Формирование отчётности	Настройка параметров анализа	Тип
Clang	+	+	+	–	STATIC
Axivion Bauhaus Suite	–	–	+	+	STATIC / DYNAMIC
Cppcheck	+	+	+	–	STATIC
PVS-studio	–	+	+	+	STATIC / DYNAMIC

Для решения рассмотренных проблем необходимо создание автоматизированной системы проверки студенческих работ в электронном формате, которая способна удовлетворить всем предъявляемым требованиям.

#### Список используемых источников

1. Статический анализ кода [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7\\_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B0) (дата обращения 20.01.2020).
2. Динамический анализ кода [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7\\_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B0) (дата обращения 20.01.2020).
3. Официальный сайт Clang Static Analyzer [Электронный ресурс]. URL: <https://clang-analyzer.llvm.org/> (дата обращения 02.02.2020).
4. Официальный сайт Axivion Bauhaus Suite [Электронный ресурс]. URL: <https://www.axivion.com/> (дата обращения 05.02.2020).
5. Официальный сайт Cppcheck [Электронный ресурс]. URL: <http://cppcheck.sourceforge.net/> (дата обращения 10.02.2020).
6. Официальный сайт PVS-Studio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.viva64.com/ru/pvs-studio/> (дата обращения 15.02.2020).

*Статья представлена заведующим кафедрой ПИВТ СПбГУТ, кандидатом технических наук, профессором Л. Б. Бузюковым.*

**УДК 37.02**  
**ГРНТИ 14.35.09**

## **СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИКАТОРОВ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ХОДЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНОГО ПРОФИЛЯ**

**Г. Р. Катасонова**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассмотрены вопросы формирования индикаторов достижения обще- профессиональной компетенции дисциплины «Управление ИТ-сервисами в гуманитарной сфере» для бакалавров направления подготовки 42.03.01. «Реклама и связи с общественностью». В систему формирования индикаторов достижения компетенции входит анализ учебной дисциплины, распределение элементов ИДК по модулям программы дисциплины, ориентация на профессиональные стандарты. Одним из важных элементов*

*при составлении ИДК является достаточность, обеспечивающая наличие полного перечня индикаторов для определенной компетенции. Предложенные индикаторы достижения компетенции соотнесены также с опытом преподавания данной дисциплины и с модернизацией лабораторного практикума.*

*компетенция, индикаторы достижения компетенции, содержание обучения, программные продукты и сервисы.*

В эпоху развития цифровой экономики необходимо, чтобы студенты творчески применяли имеющиеся знания в быстроразвивающейся цифровой среде, обладали критическим мышлением, способностью к самообучению, умением полноценно использовать цифровые ресурсы, программные продукты и сервисы в будущей профессиональной деятельности [1].

Классическая модель формирования знаний, умений и навыков (ЗУН), в общем своем понятии, представляет процесс трансляции знаний от преподавателя к студенту [2]. Современная компетентностная модель предполагает персональную траекторию обучения на основе базовой платформы информационно-образовательной среды (ИОС), обеспечиваемая:

- 1) администрацией вуза;
- 2) создателем образовательного контента;
- 3) профессорско-преподавательским составом;
- 4) исследователем студенческого научного общества;
- 5) ментором;
- 6) тьютором;
- 7) специализированным программным обеспечением [3];
- 8) сервисами и моделями обучения [4, 5, 6];
- 9) другим обучаемым.

Таким образом, основополагающими принципами современного процесса обучения являются индивидуализация и разнообразие путей получения знаний, ориентация на цифровую экономику [7], глобальная интеграция систем, ресурсов, знаний и культур, погружение в современные цифровые технологии [8]. Реалиями образовательного процесса становятся доступность, опережающий характер, активное вовлечение студента в процесс обучения, развитие у обучающегося элементов креативности.

Навыки «цифровой» экономики, формируемые и приобретаемые студентами в процессе обучения, можно разделить условно на три группы. К первой группе относятся специалисты, связанные со сложноорганизованной деятельностью на основе использования сложных ИТ-платформ. Вторая группа – это специалисты в области разработки, производства и обслуживания информационных продуктов и услуг. В третью группу входят представители различных профессий, которым необходимы общие навыки в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Представители данной группы в процессе обучения должны получить систему знаний, умений в области использования современных программных средств

и сервисов, навыки организации планирования и управления профессиональной деятельностью с использованием информационных технологий (ИТ), навыки группового использования специализированных сервисов и инструментальных средств, иметь общее представление об адаптации, модификации, цифровизации процессов профессиональной деятельности.

Базовая система навыков в области использования средств ИКТ включает технологии обработки текстовой, табличной, графической информации, мультимедийные и гипертекстовые технологии, знания по защите информации. Основными результативными целями в процессе обучения являются:

- 1) развитие личности в условиях информатизации современного общества и внедрения цифровой экономики;
- 2) повышение мотивации и эффективности процесса обучения за счет использования ИКТ в аудиторной и самостоятельной деятельности, использования балльной рейтинговой системы (БРС), командной формы обучения, метода взаимооценивания;
- 3) подготовка обучаемого к самостоятельной продуктивной деятельности.

Новые стандарты 3++ позволяют в пределах установленной компетенции делать акцент на конкретных видах профессиональной деятельности, которые раскрываются через индикаторы достижения компетенций (ИДК). ИДК уточняют и раскрывают формулировку компетенции в виде суммарной качественной характеристики выполнения конкретных действий выпускником, освоившим данную компетенцию. ИДК отображают этапы системного приобретения обучающимися навыков практической работы, которые описываются на основе формирования цели и содержания обучения [9] и обобщенного многолетнего опыта преподавания дисциплины. В итоге представляется логическая цепочка: результат освоения образовательной программы – установленные компетенции – ИДК – результат обучения по дисциплинам и практикам. ИДК удобнее представлять в виде перечня конкретных действий (действия/знания/умения или знания/умения/практический опыт и другое), выполняемых обучающимся, который освоил необходимую компетенцию.

Вопросы практического использования в будущей профессиональной деятельности современных программных средств и сервисов рассматриваются в рамках дисциплины «Управление IT-сервисами в гуманитарной сфере». Компетенция ОПК-6 для студентов направления подготовки 42.03.01. «Реклама и связи с общественностью» формируется на всем этапе изучения дисциплины: «способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности» [10].

В систему формирования индикаторов достижения компетенции входит:

- 1) анализ учебной дисциплины на основе поставленной цели, задач и содержания дисциплины;
- 2) распределение элементов ИДК по модулям программы дисциплины;
- 3) ориентация на профессиональные стандарты.

Одним из основных и труднореализуемых элементов при составлении ИДК является достаточность, обеспечивающая наличие полного перечня индикаторов для определенной компетенции.

Для общепрофессиональных компетенций конкретного направления подготовки, наряду с экспертной оценкой, важная роль принадлежит обобщению существующего опыта преподавания. В связи с чем, в ходе модернизации структуры лабораторного практикума дисциплины «Управление ИТ-сервисами в гуманитарной сфере» были выделены основные модули:

- 1) программные продукты и сервисы для организации командной работы и управления бизнес-проектами;
- 2) инструментальные средства для разработки информационно-рекламного сайта бизнес-проекта;
- 3) обзор средств и методик обеспечения компьютерной безопасности.

Лабораторные задания модернизированы с учетом формирования определенных действий на основе общепрофессиональной компетенции ОПК-6. Включают командную разработку бизнес-проекта, формирование команды студентов с организацией «мозгового штурма» для выбора конкурентоспособного вида бизнеса; разработка бизнес-плана с расчетом чистой прибыли, подбор помещения в аренду, перечень персонала с примерной заработной платой; создание пакета необходимой сопутствующей документации; организация управления взаимоотношениями с будущими клиентами; разработка информационно-рекламного сайта с оригинальным контентом, перечень основных этапов продвижения и PR-компания бизнес-проекта; разработка презентации и доклада для публичной защиты проекта.

Выполняемые в рамках данной компетенций конкретные действия должны быть проверяемы как в процессе формирования компетенции (текущий и промежуточный контроль, включая курсовую работу и проект), так и при итоговой аттестации (экзамен).

Для компетенции ОПК-6 дисциплины «Управление ИТ-сервисами в гуманитарной сфере» предлагаемыми индикаторами достижения являются:

- 1) ОПК-6.1. – использует средства и технологии для поиска и обработки больших объемов информации по поставленной проблематике с учетом требований информационной безопасности;
- 2) ОПК-6.2 – знает структуру, основные компоненты и характеристики программных средств, сервисов и информационных систем, необходимых

для организации командной работы, разработки бизнес-плана и управления проектами;

3) ОПК-6.3 – применяет современные цифровые устройства, платформы и программное обеспечение на всех этапах создания коммуникационных продуктов и поддержки связей с общественностью.

Индикаторы достижения компетенций, формируемые в процессе освоения дисциплины «Управление IT-сервисами», подготовят студентов не только к будущей профессиональной деятельности, но и позволят эффективно использовать в дальнейшем обучении полученные навыки, такие как:

1) поиск, сбор, обработка, хранение, передача информации;

2) структурирование, систематизация полученных данных;

3) использование программных продуктов, сервисов для организации и управления командной работы, подготовки научных, курсовых, дипломных работ, докладов и презентаций.

Предложенные индикаторы достижения компетенций соотнесены с опытом преподавания дисциплины «Управление IT-сервисами в гуманитарной сфере» и с модернизацией лабораторного практикума, которые позволят студентам приобрести опыт работы в единой информационной системе с актуальными на сегодняшний день программными инструментами и сервисами, обеспечат должный уровень профессиональной компетентности специалистов в области рекламы и связей с общественностью, востребованных на рынке труда в условиях развития «цифровой» экономики.

#### Список используемых источников

1. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. К вопросу о значимости образовательной системы в условиях развития цифровой экономики // Цифра в помощь учителю сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Чебоксары, 2020. С. 56–60.

2. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р., Стригина Е. В. Модели информационного взаимодействия в системе непрерывного образования // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. С. 484.

3. Катасонова Г. Р. Программные продукты компании «1С» в контексте формирования индикаторов достижения компетенций для студентов гуманитарной сферы обучения в условиях перехода на ФГОС 3++ // Новые информационные технологии в образовании Сборник научных трудов 20-й международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Д.В. Чистова. 2020. С. 229–231.

4. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р., Стригина Е. В. Анализ современной системы образования на основе доменной модели инфокоммуникаций // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–26. С. 5930–5934.

5. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. Модели прикладных и социально-ориентированных инфокоммуникационных систем // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–27. С. 6070–6077.

6. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. Современные аспекты высшего образования в информационно-цифровом обществе // Вестник Санкт-Петербургского государственного института культуры. 2018. № 2 (35). С. 138–144.

7. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. Проектирование модели образовательной деятельности на основе доменной, объектной и сервисной моделей // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 2. С. 159–163.

8. Катасонова Г. Р. Компетентностно-ориентированный подход при подготовке студентов гуманитарного профиля в условиях перехода на ФГОС 3++ // Конструктивные педагогические заметки. 2020. № 8–1 (13). С. 143–157.

9. Катасонова Г. Р. Организационные модели функционирования вузов с учетом формирования целей обучения // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 483.

10. Приказ Минобрнауки России от 08.06.2017 № 512 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 42.03.01 Реклама и связи с общественностью» <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minobrnauki-Rossii-ot-08.06.2017-N-512/> (дата обращения 13.03.2020).

УДК 37.018.43  
ГРНТИ 20.01.45

## ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

**А. И. Ликарь, С. К. Морозов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*С каждым днем растет потребность в высоко квалифицированных специалистах для разработки программного обеспечения, области информационных технологий. При изучении программирования, студенты более глубоко понимают, как работает компьютер, какие его возможности, границы применения, что помогает в решении сложных задач.*

*Хорошие результаты в изучении материала обеспечивает модульно-рейтинговая система обучения, которая повышает эффективность учебного процесса, делая его более динамичным, индивидуальным. Используются учебные модули, основанные на стандартной учебной программе.*

*Модульно-рейтинговая система, в которой модули, составляющие учебный материал (практические и лабораторные работы) объединяются с результатами учебной деятельности (оценками). Рейтинговая оценка – это сумма баллов, набранных студентом по всем модулям с использованием всех видов контроля. Те, кто выполняет задания вовремя и правильно, имеют более высокий рейтинг, а соответственно, и оценку по предмету. Это хороший стимул для учебы.*

*программирование, модульно-рейтинговая система, баллы, высшее учебное заведение.*

Одной из основных частей информатики является программирование, особенно для подготовки специалистов в области информационных технологий. Цифровизация нашей жизни и экономики, это будущее. Реализация потребует большого количества хороших специалистов в различных областях, в том числе и в программировании [1, 2, 3].

Материал изучается в соответствии с рабочей программой. Программировать будем на C++, используя кроссплатформенную бесплатную программу CodeBlocks. Вначале мы изучаем материал по разработке линейных алгоритмов и алгоритмов с ветвлениями. Мы решаем задачи, создавая алгоритмы их решения. Мы решаем ее вместе со всей группой студентов, рассматривая все возможные варианты решения. Далее мы выполняем самостоятельное решение задач, учитывая сложные моменты в их решении. После изучения и закрепления материала на следующем занятии мы изучаем алгоритмизацию циклических процессов. Мы рассматриваем примеры вместе, всей группой, и решаем их самостоятельно в классе и дома. Для всех задач, которые рассматривались в классе и решались самостоятельно дома, составляем алгоритмы, в дальнейшем мы будем писать программы. Материал (учебные модули) разрабатывается в электронном виде для каждого практического и лабораторного занятия. Выдается на занятиях, с использованием сетевых ресурсов кафедры.

Хорошие результаты в изучении материала дает модульно-рейтинговая система обучения, которая повышает эффективность учебного процесса, делает его более динамичным и индивидуализированным. При обучении используются учебные модули, составленные на основе типовой учебной программы.

Модульно-рейтинговая система, в которой модули, составляющие учебный материал (практические и лабораторные работы) объединяются с результатами учебной деятельности (оценками). Рейтинговая оценка – это сумма баллов, набранных студентом по всем модулям с использованием всех видов контроля. Те, кто выполняет задания вовремя и правильно, имеют более высокий рейтинг, а соответственно, и оценку по предмету. Это хороший стимул для учебы.

Преимущества модульного обучения: высокая эффективность; формирования компетенций на основе личностных качеств; индивидуализация обучения; дифференцированный подход к обучению; адаптация учебного материала к дидактическим условиям; равномерное распределение учебной нагрузки; оценка знаний соответственно выполненной работе (что четко выражается в количестве баллов за учебную деятельность и снижает вероятность субъективизма педагога); сокращение времени обучения; возможность дистанционного обучения.

Недостатки:

- высокий уровень самостоятельной работы;

- существует вероятность некорректной компоновки учебного материала в модулях;
- строгий лимит времени, отводимого на выполнение заданий (а иногда его не хватает в соотношении к необходимому объему выполненной работы);
- разработка модульных программ и материалов занимает много времени;
- требуется определенная адаптация к системе.

Рассматривая технологии обучения, рассмотрим те, которые могут быть использованы в качестве совместных и самостоятельных элементов образовательного процесса:

- модульные формы обучения, позволяют повысить степень включенности студента в процесс самостоятельного овладения необходимой информацией и знаниями под руководством преподавателя. Данная форма предполагает повышение ответственности студента за результат собственной работы, роль преподавателя заключается в постановке ключевых задач по освоению дисциплины, корректировке образовательного пути и проверке полученных студентом знаний. Позволяет более полно использовать время, отведенное на занятия для сильных студентов, и уделить больше времени для студентов, для которых изучение предмета вызывает определенные трудности;

- использование сетевых и серверных возможностей кафедры (учебного заведения) в учебном процессе. В данном случае речь идет об использовании учебных модулей, составленных на основе типовой учебной программы. По мере изучения дисциплины, на каждое практическое и лабораторное занятие на сервер выкладывается учебный модуль с материалом занятия. Материал как с основными теоретическими выкладками, (напоминание об изучаемом материале), так и непосредственно с заданиями и задачами на данное занятие. Материал загружается каждым студентом себе на флешку и используется для работы в классе и при самостоятельной работе;

- использование интернета при изучении материала дисциплины. В данном случае можно говорить о применении методов обучения, с использованием информационного сайта преподавателя. На сайт по мере изучения дисциплины, как и при использовании сервера кафедры (учебного заведения) на каждое практическое и лабораторное занятие выкладывается учебный модуль с материалом занятия.

Использование возможностей сети и сервера кафедры (учебного заведения), и (или) возможностей Интернета с использованием информационного сайта преподавателя в качестве вспомогательного средства при модульной форме обучения (выдача учебных модулей, предоставление

выполненных работ, ведение журналов групп, ознакомление учащихся с оценками и т. д.).

Сайты поддержки учебных занятий являются эффективным инструментом для преподавателей, использующих информационные технологии и ресурсы в учебном процессе. Такие сайты позволяют планировать учебный процесс, размещать учебно-методические материалы для студентов и коллег по аудиторной и самостоятельной работе, публиковать сообщения на форумах учебных групп, осуществлять персонализированное общение со студентами, получать материалы выполненных заданий и многое другое из того, что справедливо относят к преимуществам учебных компьютерных сетей.

#### Список используемых источников

1. Гвоздков И. В., Ликарь А. И., Хорошенко С. В. Автоматизация расчета бально-рейтинговой системы для различных форм обучения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 3-х т. СПб. : СПбГУТ, 2016. Т. 2. С. 287–290.

2. Юркова Е. А. О возможности свободной регистрации доменного имени для образовательных проектов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 3-х т. СПб. : СПбГУТ, 2016. Т. 2. С. 164–166.

3. Ликарь А. И., Морозов С. К. // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2017. Т. 4. С. 291–293.

*Статья представлена заведующим кафедры БИС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом С. В. Хорошенко.*

УДК 004.85  
ГРНТИ 28.23.25

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

**Н. И. Лиманова, А. А. Поскиваткина**

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

*В статье рассматриваются вопросы создания и применения элементов искусственного интеллекта в образовательном процессе. Представителями программ, частично обладающих искусственным интеллектом, являются обучающие чат-боты.*

*В условиях высокой загрузки преподавателей боты могут стать неотъемлемыми участниками учебного процесса. Работники образовательных учреждений тратят 70–80 % рабочего времени на однообразные задачи: опросы, напоминания, ответы на одни и те же вопросы, отправку почты. В современных условиях такую рутинную работу можно автоматизировать с помощью чат-ботов. В работе показаны этапы практической разработки и реализации программ-ботов в современном мессенджере, приводится пример разработанного бота. Рассматриваются вопросы применения обучающих чат-ботов в сфере образования, а также их актуальность и перспективы использования.*

*искусственный интеллект, образование, чат-боты.*

Задачей применения искусственного интеллекта в образовательном процессе является повсеместное вовлечение слушателей в обучение, ориентируясь на их естественное обращение с мобильными устройствами, используя недорогую технологию. Решением поставленной задачи является создание и использование обучающих чат-ботов, то есть чатов с элементами искусственного интеллекта. Обучающий чат-бот позволяет доводить практическую информацию до своего ученика. Важно, что обучаемые воспринимают бота как живого собеседника, поддерживая с ним диалог. При наличии хорошо структурированного материала можно начинать обучение даже с ботом, разработанным в начальной стадии, дорабатывая его на основе мгновенной обратной связи.

Популярными платформами создания чат-ботов являются Google Assistant, Facebook Messenger, Slack, Telegram, Skype, Viber. В работе пример создания бота приведен на основе использования мессенджера Telegram [1].

Telegram-бот – специальная программа, обладающая элементами искусственного интеллекта, написанная для мессенджера Telegram. Основной задачей бота является автоматический ответ на введенную пользователем команду. Программа воссоздает действия пользователя, делая использование таких ботов гораздо легче и доступнее. В зависимости от ответа пользователя, он будет реагировать по-разному, учитывая различные варианты ответов, как в реальном диалоге.

Интерес к ботам стал столь велик, что Telegram создал отдельную управляющую ботами среду – botfather. Теперь любой желающий, владеющий базовыми навыками работы с программными интерфейсами приложений, может создать неограниченное количество чат-ботов [2]. Простого бота можно написать даже без знания языков программирования. Но такой бот ограничен, он отвечает только на определенные, занесенные в его память команды. Если вы введете не ту фразу, на которую запрограммирован чат-бот, а похожую, не заложенную в программу, то не получите нужного ответа или не дождетесь ответа вовсе.

Создать своего бота можно, запустив в Telegram бота @BotFather и следуя его инструкции. Отклик бота @BotFather представлен на рис. 1.

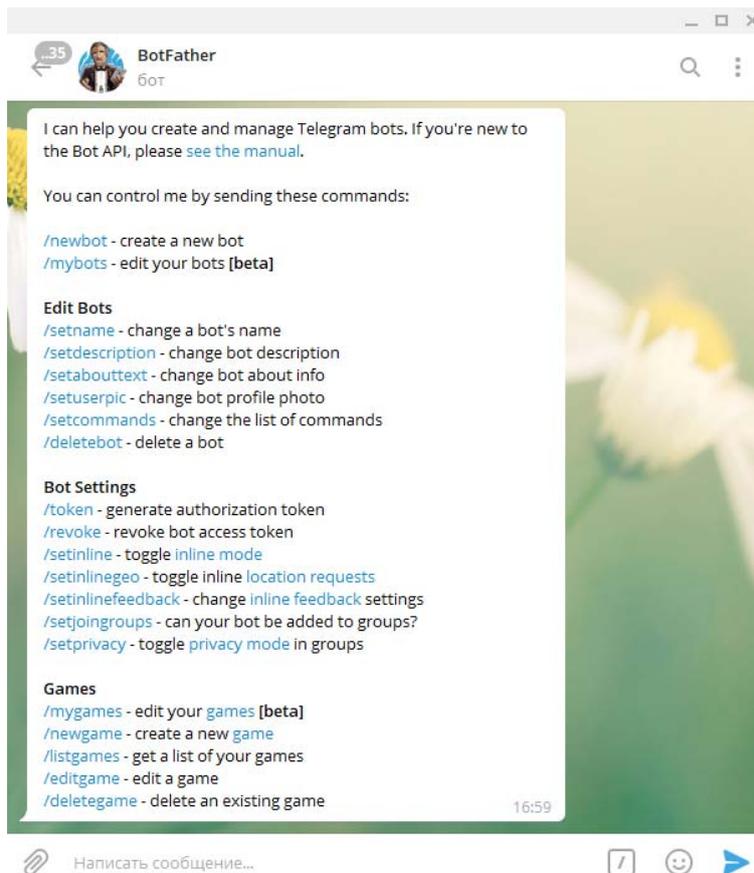


Рис. 1. Возможности бота @BotFather

Далее необходимо следовать инструкции.

1. Выбрать команду `/newbot` (создание нового бота).
2. После ответа BotFather вводится имя бота. Оно должно заканчиваться на «bot».
3. Создать описание бота.
4. Получить уникальный «токен» от BotFather. Токен – это последовательность символов, которой должен обладать пользователь, чтобы получить доступ к ресурсу.

Приведенные пункты позволяют создать бот на базовом уровне, однако, чтобы он научился выполнять какие-либо функции, потребуется написать код на языке программирования. Такой бот будет иметь элементы искусственного интеллекта, а его работа основана на машинном обучении. Бот в автоматическом режиме самообучается на определенных массивах, типичных ответах и вопросах. Не нужно специально подбирать фразы для того, чтобы быть понятным ботом. Он понимает живую речь, а не только команды, и постоянно учится, получая новую информацию из диалогов.

В условиях высокой загрузки преподавателей боты могут стать неотъемлемыми участниками учебного процесса. Работники образовательных учреждений тратят 70–80 % рабочего времени на однообразные задачи: опросы, напоминания, ответы на одни и те же вопросы, отправку почты.

В современных условиях такую рутинную работу проще автоматизировать с помощью чат-ботов. На учебных занятиях можно использовать бота для анализа уровня знаний и умений студентов. Бот находит в базе задание для студента, а после отправки им ответа, выдает правильный ответ. Результат выполнения задания присылается преподавателю.

На рис. 2 показана стартовая страница бота.

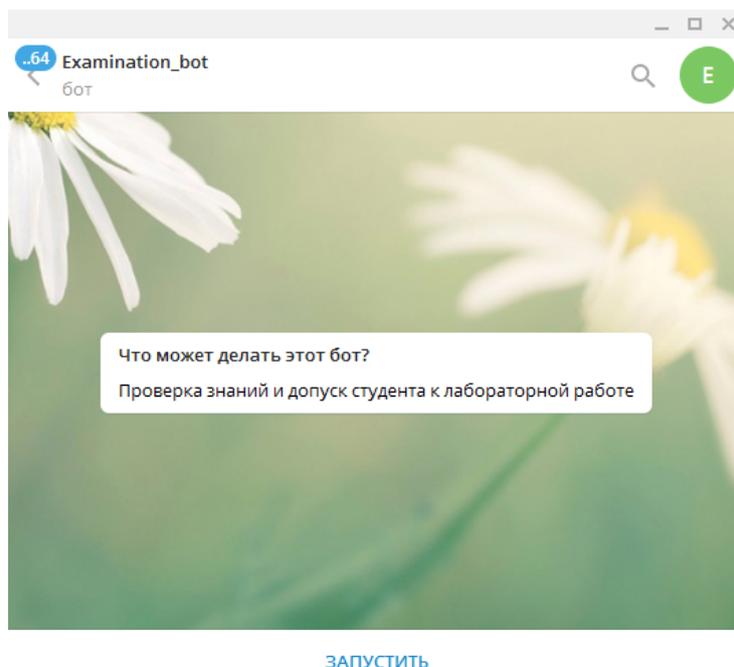


Рис. 2. Стартовая страница бота

Этот бот осуществляет проверку знаний студента и дает допуск к выполнению лабораторной работы. Пример функционирования бота представлен на рис. 3 (см. ниже).

Разработанный чат-бот после нажатия на кнопку «Запуск» уточняет, к какой лабораторной работе студент желает получить допуск. В зависимости от введенного номера работы бот выбирает вопросы, соответствующие данной работе, и последовательно задает эти вопросы студенту. При верном ответе на поставленный вопрос бот присылает следующий, если ответ окажется не верным, бот об этом сообщит и попросит ответить еще раз. Этот цикл повторяется до тех пор, пока не будут верными ответы на все вопросы. После этого бот сообщает о том, что студент допущен к лабораторной работе.

Можно сделать вывод о том, что Telegram является удобным бесплатным средством коммуникации студента и преподавателя, который ускоряет и упрощает их взаимодействие. Несмотря на недостатки, связанные с возможностью списываний, достоинства очевидны: применение чат-ботов в образовательном процессе экономит время и расходы на распечатку бумажных материалов для проведения контрольных работ.



Рис. 3. Пример функционирования бота

### Список используемых источников

1. Гатулин Р. Р., Колупаева Д. А. Использование мессенджера Telegram для реализации технологии электронного обучения в вузе // Санкт-Петербургский образовательный вестник. 2017. № 11–12 (15–16). С. 31–33.
2. Смыслова Л. В. Чат-бот как современное средство интернет-коммуникаций // Молодой ученый. 2018. № 9. С. 36–39.

УДК 378.147  
ГРНТИ 14.35.09

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МОБИЛЬНОГО И МИКРООБУЧЕНИЯ

**А. П. Маринская**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Статья рассматривает такие современные педагогические технологии как мобильное и микрообучение, приводятся определения данных феноменов. В работе анализируются социально-экономические и психолого-педагогические предпосылки развития вышеуказанных технологий, обосновывается их актуальность при обучении студентов цифрового поколения.*

*современные педагогические технологии, мобильное обучение, микрообучение, цифровое поколение.*

Сегодняшний уровень социального развития характеризуется в терминах цифровое поколение, общество 4.0, сетевая личность, отражая информатизацию различных сфер человеческой жизнедеятельности. В современном обществе складываются новые формы массовой коммуникации и социального общения, новый стиль мышления и образ жизни.

Всеобъемлющая информатизация существенным образом отражается и на образовательном процессе. Сегодня активно разрабатываются новые педагогические технологии, методы и приемы, которые должны отвечать социальному заказу.

Одними из наиболее обсуждаемых тем в педагогическом и HR сообществах являются мобильное и микрообучение. Под мобильным обучением мы понимаем новый этап развития электронного обучения, сущность которого заключается в целенаправленном и систематичном применении мобильных устройств связи, с целью оперативного доступа к учебным материалам, персонализированного получения знаний, а также формирования навыков и умений вне зависимости от пространственно-временных рамок. Микрообучение можно рассматривать как один из принципов или требований к мобильному учебному контенту, или, в более широком смысле, как отдельную педагогическую технологию, реализуемую через дробление подлежащего усвоению материала на микроблоки или микрозадания, и опосредованную мобильными устройствами. Интерес педагогики к данным феноменам не случаен, а продиктован целым рядом социально-экономических

и психолого-педагогических факторов. Настоящая статья имеет своей целью проанализировать эти факторы и обосновать актуальность вышеуказанных педагогических технологий.

Очевидно, что в результате социализации в киберпространстве у человека возникает целый ряд новых киберонтологических интересов, мотивов и целей, потребностей и установок, а также форм психологической и социальной активности [1].

Факт влияния информационных технологий на жизнь человека констатируется многими психологами, психолингвистами, философами. Исследователи указывают как на аксиологический характер изменений [1, 2], так и на психологические трансформации человеческого сознания, обусловленные сменой средств коммуникации [3]. Так, согласно культурно-исторической концепции Л. С. Выготского, развитие знаков и семиотических систем способствует изменению высших психических функций человека. Поэтому использование социальных сетей, Интернета и других ИКТ-технологий, как особой знаковой системы, опосредующей его деятельность, становится фактором трансформации общественного сознания, психических процессов и функций (восприятие, память, мышление) [4].

В то время как вопрос о трансформации мышления остается спорным, изменения в процессах восприятия и памяти уже не вызывают сомнения. Среди особенностей восприятия выделяют:

- приоритет визуального восприятия информации;
- одновременность восприятия разнородных элементов виртуальной среды и многозадачность деятельности человека;
- фрагментарность («клиповость») восприятия как результат формирования защиты от информационной перегруженностью;
- укороченное время концентрации внимания [3].

Ввиду проистекания высших психических функций в двух пространствах – виртуальном и реальном – изменяются и функции памяти. Поскольку доступ к информации стал моментальным и безграничным, человеческое сознание начинает выполнять роль оперативной памяти, в то время как большие объемы информации хранятся «в кармане», на внешних носителях. Следовательно, по-другому происходит отбор единиц для запоминания, актуальным становится хранение не элементов информации самих по себе, а способов и путей доступа к ним. В результате этих процессов, функции долговременной памяти отходят на второй план и не получают должного развития.

Учитывая вышеупомянутые психологические особенности цифрового поколения, педагоги все чаще применяют технологии, подразумевающие дробление учебного материала, его многократную повторяемость, визуализацию и геймификацию.

Важный аспект технического прогресса – изменение структуры и особенностей потребностей человека. Новые технические средства формируют новые, а также изменяют прежние способы удовлетворения уже существующих потребностей. Так, с развитием мобильных технологий существенно сокращается время реализации гносеологических и коммуникативных потребностей. Интересно отметить, что исключение мобильных средств рассматривается представителями цифрового поколения как посягательство на право быстрого удовлетворения этих потребностей [5]. Работа и обучение в виртуальной среде, напротив, воспринимается им как естественная.

В связи с изменением психологии обучающихся и их отношения к информации меняются и требования к получению знаний: сегодня оно (знание) должно быть оперативным, своевременным, достаточным, а не избыточным, и в существенной степени персонализированным [6]. Поскольку информация и знания быстро устаревают, повышается необходимость в ее быстром обновлении и практико-ориентированности. Социально-экономические реалии также диктуют необходимость открытого, общедоступного и независимого от пространственно-временных рамок получения знаний. Таким образом, значительно изменяются условия, формы и содержание образовательного процесса, повышается необходимость в неких интегративных технологиях, которые замещали и дополняли бы различные методы, виды и технические средства обучения, расширяя вариативность учебных заданий, увеличивая площадь, на которой можно тренировать и практиковать различные навыки и умения [7].

Учитывая объективные требования к совершенствованию компонентов образовательной системы, обусловленные социально-экономическими и психолого-педагогическими факторами, наиболее актуальными тенденциями в развитии образования представляются интеграция в процесс обучения мобильных технологий и развитие микрообучения.

Данные тенденции тесно взаимосвязаны и являются результатом одних и тех же процессов. Они способны обеспечить высокую степень географической, временной и психологической доступности, интерактивности, индивидуализации и персонификации. Так, микрообучение учитывает такие особенности цифрового поколения как укороченное время концентрации внимания и его фрагментарность, а также дефицит долговременной памяти. При этом микроконтент информативно насыщен, максимально лаконичен и практико-ориентирован. Мобильные технологии позволяют сделать этот материал максимально доступным, визуально наглядным и интерактивным. Таким образом, технологии мобильного и микрообучения в своей совокупности обладают потенциалом для удовлетворения социального заказа, то есть тех требований, которые предъявляются к обучению и участникам образовательного процесса.

**Список используемых источников**

1. Плешаков В. А. Виртуальная социализация как современный аспект квазисоциализации личности // Проблемы педагогического образования: сб. науч. ст. / Под ред. В. А. Слостенина, Е. А. Левановой. М. : МПГУ-МОСПИ, 2005. С. 48–49.
2. Traxler, J. Mobile learning for languages: Can the past speak to the future. Monterey, CA: TIRF, 2013.
3. Обыденкова В. К. Предпосылки становления киберпедагогика как науки XXI века [Электронный ресурс] // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. 2015. № 2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/predposylki-stanovleniya-kiberpedagogiki-kak-nauki-xxi-veka> (дата обращения 07.02.2020).
4. Войскунский А. Е. Концепция Л. С. Выготского как основа становления и развития киберпсихологии // Знак как психологическое средство: субъективная реальность культуры / Под ред. В. Т. Кудрявцева. Москва, 2011. Т. 1. С. 13–17.
5. Ахаян А. А. Сетевая личность как педагогическое понятие: приглашение к размышлению [Электронный ресурс] // Письма в Эмиссия. Оффлайн: электрон. науч. изд. 2017. URL: <http://www.emissia.org/offline/2017/2560.htm> (дата обращения 8.01.2020).
6. Титова С. В., Авраменко А. П. Мобильные устройства и технологии в преподавании иностранных языков : учеб. пособие. Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Фак. иностранных языков и регионоведения. – М. : Изд-во Московского ун-та, 2013. – 223 с. ISBN 978-5-19-010821-7.
7. Маринская А. П. Мобильные технологии как новая форма электронного обучения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2017. С. 149–153.

*Статья представлена заведующим кафедрой ИиРЯ СПбГУТ,  
кандидатом филологических наук, доцентом Е. Ф. Сыроватской.*

**УДК 378.1**  
**ГРНТИ 78.15**

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТОДИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

**А. А. Марченков, А. Н. Музыкантов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Образовательная деятельность является основным видом деятельности военного учебного центра. Составляющей образовательной деятельности и одним из основных видов деятельности профессорско-педагогического состава военного учебного центра*

*является методическая работа. Методическая работа проводится с целью повышения эффективности и качества проведения занятий по военной подготовке, а также для совершенствования методики преподавания. Кафедра является центром методической работы военного учебного центра. Качество организации методической деятельности при реализации военно-профессиональных компетенций влияет на уровень подготовки военных специалистов.*

*методическая работа. реализация военно-профессиональных компетенций. военный учебный центр.*

Образовательная деятельность является основным видом деятельности военного учебного центра (ВУЦ). Учебная, методическая и воспитательная работы формируют образовательную деятельность ВУЦ [1].

Одним из основных видов деятельности профессорско-преподавательского состава (ППС) ВУЦ является методическая работа. Она заключается в повышении качества занятий со студентами ВУЦ, эффективности их проведения и модернизации методик преподавания [2]. Кафедра является центром методической работы военного учебного центра.

Основные задачи методической деятельности ВУЦ:

- усовершенствование методик подготовки студентов;
- улучшение качества проведения учебных занятий, их эффективности;
- повышение профессиональной подготовленности ППС ВУЦ;
- поэтапное совершенствование и формирование у обучающихся военно-профессиональных компетенций, а также навыков в организации и проведении ими военно-политической работы;
- модернизация проведения и организации образовательной деятельности ВУЦ.

Составляющие методической работы:

- создание, переработка учебно-методических материалов (УММ) для методического обеспечения и проведения занятий;
- повышение профессиональной подготовленности ППС ВУЦ;
- подготовка и проведение научно-методических конференций, семинаров, учебно-методических сборов и методических занятий;
- организация и осуществление контроля проведения учебных занятий по военной подготовке;
- осуществление педагогических (методических) экспериментов и их апробация в учебном процессе ВУЦа;
- обсуждение методик обучения на заседаниях предметно-методических комиссий кафедр ВУЦ.

План методической работы ВУЦ на учебный год регламентирует ее проведение в течение учебного года. Сроки и темы проведения учебно-методического сбора ППС ВУЦ, методических совещаний, занятий и семинаров составляют содержание плана методической работы на учебный год.

Формами методической работы ВУЦ являются:

- учебно-методический (методический) сбор (УМС);
- методические совещания и семинары;
- научно-методические конференции (семинары);
- методические занятия (инструкторско-методические, показательные, открытые, пробные).

УМС проводится, как правило, в начале учебного года. В ходе его проведения: подводятся итоги образовательной деятельности ВУЦ за предыдущий период, формируются общие взгляды по организации и проведению методической, учебной и воспитательной работы; проводятся методические занятия, лекции по педагогическим, научным, методическим и специальным темам; доводится порядок реализации в образовательной деятельности требований новых нормативно – правовых актов, передового опыта локальных войн и войсковых учений. Материалы проведенных УМС сдаются начальнику учебной части – заместителю начальника ВУЦ и доступны для ППС ВУЦ.

С целью решения определенных вопросов методической, воспитательной и учебной работы, усовершенствования и согласования междисциплинарных связей, организации подготовки расписания занятий, разработки методик проведения тактико-специальных занятий, стажировки, учебного сбора и др. проводятся методические совещания и семинары. Материалы проведения методических совещаний, как правило, хранятся в учебной части ВУЦ и доступны для всего ППС ВУЦ. Все принимаемые решения методических совещаний носят рекомендуемый характер и не обязательны для исполнения.

Результаты определенных научных исследований в области высшего и военного образования, новые академические базы обучения и воспитания студентов (курсантов), проблемы научной организации труда ППС, появление новейших технологий, средств и методик преподавания являются темами научно-методических конференций (семинаров). Материалы конференций находятся в учебной части ВУЦ, являются доступными для всего ППС.

Методические занятия могут быть:

- инструкторско-методическими занятиями (ИМЗ). Проводятся, как правило, руководящим составом ВУЦ и кафедр по наиболее значимым и трудным темам учебной программы, с привлечением максимального количества ППС. Целью проведения ИМЗ является формирование общей методики организации и проведения учебных занятий в ВУЦ, изучения

новейших, наиболее результативных методических приемов обучения. Результаты проведения ИМЗ не обсуждаются, принимаются к руководству в образовательной деятельности.

– показательные занятия; Организуются и проводятся руководством ВУЦ и кафедр, лучшими педагогами ВУЦ с целью показа образцовой организации и методики проведения учебных занятий, наиболее разумного использования учебного времени, приоритетных приёмов и способов применения традиционных и инновационных технологий обучения, рационального использования опыта войн, военных конфликтов и войсковых учений, а также УМБ ВУЦ (лабораторного оборудования, вооружения и военной техники). Проведение показательных занятий планируется в плане работы ВУЦ на месяц, на данные занятия приглашаются все не задействованные в проведении занятий со студентами преподаватели ВУЦ. Обсуждение показательных занятий не предусмотрено. В планах работы на год и на месяц ВУЦ и кафедр отражаются темы, время проведения и руководители занятий.

– открытые. Такого рода занятия проводятся в соответствии с расписанием учебных занятий. Открытые занятия проводятся с целью обмена опытом, оказания помощи преподавателям в организации учебных занятий и методике их проведения. Каждый семестр планируются темы, время и руководители открытых занятий. На таком занятии обычно присутствуют незадействованные в плановых занятиях преподаватели. Немаловажную роль играет обсуждение и подведение итогов, которое проводится в составе коллектива, присутствующего на занятии.

– пробные. Пробные занятия проводятся с целью определения подготовленности ППС и его допуска к самостоятельному проведению занятий со студентами. Проводятся такие занятия по решению начальника ВУЦ. Они необходимы для определения эффективности и адекватности применения разного вида техник (вычислительной, аудио- и видеотехники), методов обучения и новых технологий. Они проводятся по новым учебным темам и вопросам. Пробные занятия проводятся преподавательским составом без присутствия студентов.

Офицеры, прибывшие из других образовательных организаций, назначенные на должности преподавательского состава, к самостоятельному проведению занятий по дисциплинам кафедры и цикла допускаются только после проведения пробного занятия. Занятие, проведенное вновь назначенным преподавателем или прибывшим из других образовательных организаций, должно быть обсуждено на заседании предметно-методической комиссии кафедры (цикла) (ПМК) с принятием решения о допуске или не допуске данной категории преподавательского состава к самостоятельному проведе-

нию учебных занятий. После успешного проведения преподавателем пробного занятия издаётся приказ об установлении учебной нагрузки и допуске преподавателя к проведению учебных занятий со студентами ВУЦа.

При оценке занятия необходимо учитывать такие основополагающие понятия, как глубина теоретической подготовленности преподавателя, научность и обоснованность содержания занятия, эффективность применяемых методических приемов, организационная целесообразность занятия, доступность учебного материала для обучаемых, соответствие объема учебного материала отводимому на занятие времени, обоснованность материального обеспечения и применяемых ТСО. По результатам пробного занятия присутствующими делается письменное заключение. Пробные занятия обсуждаются на заседаниях ПМК кафедры и цикла, либо того коллектива преподавателей, которые присутствовали на учебном занятии, а результаты принятого решения (допуск к самостоятельному проведению занятий, одобрение предложенной методики обучения и т. д.) заносятся в протокол ПМК. Проведение учебных занятий со студентами начинающими преподавателями без проведения ими пробных занятий недопустимо.

Педагогические (методические) эксперименты являются составляющими методической работы ВУЦа. Проводятся по решению ПМК, являются практической проверкой рекомендаций по результатам научных исследований в области военного образования, их реализации в образовательном процессе. Такие эксперименты проводятся на новых технологиях обучения, достижениях педагогической науки и практики. Результаты экспериментов анализируются и обсуждаются на совещании ВУЦ (заседании кафедры).

В организации и проведении методической работы ВУЦа ведущую роль играет предметно-методическая комиссия, которая является совещательным органом и создается на кафедре (на цикле) в соответствии с приказом начальника ВУЦ. На первом заседании, в начале учебного года обсуждается персональный состав комиссии и количество участников. Результаты обсуждения кандидатуры руководителя, персональный состав каждой комиссии оформляются протоколом заседания и подписывается руководителем ПМК. Руководитель ПМК утверждается начальником военного учебного центра.

Для совершенствования методики, улучшения качества и повышения эффективности проведения учебных занятий по военным дисциплинам необходимо организовывать контроль их проведения.

Контроль учебных занятий может быть плановым и внеплановым. Контроль осуществляется должностными лицами ВУЗа, руководством ВУЦа, кафедр и циклов, а также профессорами, доцентами и старшими преподавателями ВУЦа.

В ходе контроля занятия контролирующий проверяет:

- соответствие учебных вопросов и темы учебного занятия тематическому плану учебной дисциплины;
- соответствие занятия утвержденному расписанию учебных занятий;
- адекватности и достижимости определения целей занятия;
- наличия у преподавателя плана проведения занятия и необходимых учебно-методических материалов для его проведения;
- уровень владения преподавателем учебным материалом проверяемого занятия,
- применением преподавателем традиционных и инновационных технологий обучения;
- «продуктивности» использования учебного времени занятия;
- уровень усвоения учебного материала студентами;
- отношение обучаемых к преподавателю и проведенному занятию;
- выполнение преподавателем утверждённого распорядка дня ВУЗа (время начала и окончания учебного занятия);
- наличие студентов на занятии, а также, причины отсутствия каждого обучающегося;
- выполнение требований по ведению журнала учета учебных занятий (аккуратность и правильность ведения);
- соблюдение внешнего вида, формы одежды преподавателем и студентами, а также воинской дисциплины во время проведения занятия;
- выполнение требований общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации, соблюдения правил воинской вежливости и норм воинского этикета;
- уровня подготовленности УМБ и средств ТСО к учебному занятию;
- другие вопросы содержания, организации и методики проведения занятия.

Контроль учебного занятия может проводиться как по отдельным элементам проверки, так и в целом.

При контроле проверяющий имеет право оценить, как один элемент проверки, так и несколько элементов учебного занятия. Например:

- соответствие учебных вопросов и темы тематическому плану учебной дисциплины и расписанию занятий,
- адекватности определения целей занятия,
- наличия у преподавателя необходимых УММ,
- согласованности проведения занятия утвержденной методики по его организации;
- эффективность использования мультимедийного оборудования или других ТСО;

применение методов и приемов, активизирующих познавательную деятельность студентов; другие элементы проверки учебного занятия.

Результаты контроля отражаются в листах контроля занятий с обязательным ознакомлением с ними проверяемого под личную подпись.

Организация контроля учебных занятий играет важную роль при повышении качества проводимых занятий. Требования НПА определяют, что контроль проведения занятий доцентами, старшими преподавателями и преподавателями осуществляется не реже двух раз в семестр. Учебные занятия, проводимые заместителями начальника ВУЦ, начальниками кафедр и их заместителями, профессорами – не реже одного раза в семестр. Начальник ВУЦ контролирует проведение занятий своих заместителей и начальников кафедр (отдельных циклов).

Немаловажную роль играет внеплановый контроль учебных занятий. Он проводится должностными лицами в соответствии с их личными планами работ.

Результаты контроля учебных занятий обсуждаются и анализируются ежемесячно на совещаниях ПМК кафедр (циклов), так же не реже одного раза в семестр на заседаниях ВУЦ. Проверяемые занятия оцениваются в соответствии с критериями по 4-х бальной системе.

Таким образом, грамотная организация методической работы ВУЦ при реализации военно-профессиональных компетенций повышает уровень подготовки военных специалистов.

#### **Список используемых источников**

1. Постановление Правительства РФ от 3 июля 2019 г. № 848 «Об утверждении Положения о военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

2. Приказ Министра обороны Российской Федерации и Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 июля 2009 г. № 666/249 «Об организации деятельности учебных военных центров, факультетов военного обучения и военных кафедр при федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования».

*Статья представлена начальником ИВО СПбГУТ,  
кандидатом педагогических наук, доцентом А. А. Лубянниковым.*

УДК 378.1  
ГРНТИ 78.15

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ  
ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА. ОСОБЕННОСТИ  
ОРГАНИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ  
ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА**

**М. А. Мирошник, А. Н. Музыкантов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Повышение эффективности педагогического контроля при реализации военно-профессиональных компетенций в условиях технического вуза, а именно военного учебного центра достигается путем организации тестирования студентов, что приобретает немалую значимость на сегодняшний день в связи с проблемой подготовки грамотных и высококвалифицированных специалистов.*

*педагогический контроль, тестирование.*

В современном мире оптимальная организация образовательного процесса в высших учебных заведениях не представляется без конкретной и четкой постановки системы контроля успеваемости обучающихся, так как учет и оценка их знаний, навыков и умений являются важным средством управления качеством обучения [1].

Организация образовательного процесса при подготовке специалистов, в том числе и военных, требует определенной процедуры (технологии) проверки, измерения и оценки уровня подготовки студентов.

В таком случае, именно тест способен отразить актуальную информацию о качестве процесса обучения. Именно такая система обладает четким алгоритмом действий, оптимальным уровнем технологичности, единым подходом к проведению контроля, проверке и оценке его результатов. Тестовая система помогает получить объективные результаты, которые удовлетворяют требования информативности и реализуют изученные ранее такие педагогические принципы как системность проверки и оценки знаний, индивидуальная направленность, дифференцированность оценки успеваемости студентов; единство требований преподавателя к обучаемым и объективность выставяемой ими оценки [2].

Тестирование – одно из направлений повышения эффективности педагогического контроля, в том числе и при реализации военно-профессиональных компетенций в условиях технического вуза.

Тестирование как определенная система заданий, проверенная на основе научных критериев, реализуется в образовательной деятельности для педагогического измерения в тех или иных целях.

Целями тестового контроля являются:

1. Общая – повышение качества обучения.
2. Локальные (частные): объективная оценка объема знаний, обучающихся; выявление структуры знаний у обучающихся; оценка системы полного усвоения знаний; оценка эффективности работы кафедры, преподавания дисциплин; итоговая аттестация и аккредитация вузов.

Основным достоинством тестирования является большая объективность контроля, так как исключается негативное воздействие на результаты тестирования. Факторами такого воздействия являются настроение, уровень квалификации и прочие индивидуальные особенности каждого преподавателя. Жесткая процедура проведения тестирования, обработка результатов и интерпретации данных, единые критерии оценки, стандартные условия проведения предполагают равные условия для всех обучающихся. Таким образом, тестовая система регламентирует отношения между испытуемыми и проводящими тестирование. [2]

Тестовая система – обладает двумя основными системными особенностями: содержательный аспект тестовых заданий, образующих наилучшую целостность и увеличением трудности от задания к заданию.

Разработка тестовых заданий – трудоемкая работа, требующая профессионального подхода, творческого потенциала, поиска, глубокого знания своего предмета и психологии студентов.

Тестовая форма подразделяется на четыре основные группы заданий:

1. Задания, где необходимо выбрать правильный вариант ответа из нескольких предложенных.
2. Задания с открытым ответом, где необходимо дополнить высказывание или утверждение.
3. Задания на определение соответствия.
4. Задания на установление правильной последовательности.

Для разработки теста требуется иметь необходимое количество заданий в тестовой форме. Такие задания должны соответствовать следующим показателям: цель; лаконичность; доступность; правильность формы; логичность построения заданий; соответствовать определенным правилам оценки ответов; наличие конкретного места для ответов; адекватность расположения элементов задания; одинаковость инструкции для всех обучающихся; соответствие инструкции форме и содержанию задания.

Тестовая система характеризуется следующими параметрами (характеристиками): содержание; форма; степень трудности; степень надежности; дифференцирующая способность; локальная независимость; информативность; дискретность; определенность; практичность; коррелируемость с критерием; объективность.

Что же касается правил, то разработаны определенные правила тестирования, используемые в настоящее время: использование однообразных условий для всех испытуемых; определенно установленное время тестирования; отсутствие посторонних в месте проведения тестирования; необходимые оборудование и обстановка, располагающая людей к тестированию; доступные для понимания инструкции и четкое понимание обучающимися, что нужно делать.

### *Особенности организации тестирования студентов военного учебного центра*

В военном учебном центре тестирование активно реализуется при входном, текущем, тематическом, промежуточном и итоговом контроле знаний, умений и навыков студентов. Это позволяет определить не только исходный уровень подготовленности тестируемых, но и непрерывно отслеживать степень усвоения ими изучаемого учебного материала (определенной темы, модуля, раздела или учебной дисциплины в целом).

По каждой военно-профессиональной дисциплине разработаны фонды оценочных средств (ФОС), которые удобны для проведения компьютерного тестирования. Они выполнены в виде отдельного документа по каждой дисциплине и утверждены на предметно-методических комиссиях учебных подразделений.

ФОС является частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения студентами учебного материала высшего образования, способствует реализации гарантии качества образования и является приложением к рабочей программе по дисциплине.

Необходимо отметить и то, что развитие компьютерных технологий является наиболее приоритетным направлением в разработке и внедрении в образовательный процесс специализированной системы проверки знаний обучающихся. Именно поэтому студенты проходят все виды тестирования в специально оборудованной аудитории и в специализированной программе.

По результатам выполнения теста выставляется оценка, но критерии оценки устанавливаются разработчиками теста и зависят от сложности содержания и планируемой трудности задания.

В военном учебном центре при выполнении тестов критерием оценки студента являются полученные баллы за тестирование, которые затем пере-

водятся в стандартную систему оценок. Таким образом, если студент выполнил более 90 % заданий, то он получает оценку «отлично», выполнивший от 75 до 90 % заданий – «хорошо», от 50 до 75 % – «удовлетворительно».

Из всего вышесказанного следует, что обучение в высшей школе не представляется возможным без систематичной и объективной оценки качества усвоения обучающимися учебного материала.

На сегодняшний день повышение эффективности педагогического контроля при реализации военно-профессиональных компетенций в условиях технического вуза, а именно военного учебного центра действительно достигается путем организации тестирования студентов, что приобретает немалую значимость в связи с проблемой подготовки грамотных и высококвалифицированных специалистов.

#### Список используемых источников

1. Лубянников А. А., Мальцева О. Л., Штеренберг И. Г., Елисейкин М. М., Архипенко Н. П., Коровай В. И. Мониторинг образовательного процесса военной подготовки : монография; СПбГУТ. – СПб., 2017. – 302 с.
2. Казиев В. М. Введение в практическое тестирование. – М. : НОУ «Интуит», 2016. – 98 с.

*Статья представлена начальником ИВО СПбГУТ,  
кандидатом педагогических наук, доцентом А. А. Лубянниковым.*

УДК 378.1  
ГРНТИ 78.15

## ХАРАКТЕРИТИКА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА И ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ВОЕННОГО ПЕДАГОГА. ЛИЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО ИХ РАЗВИТИЮ

**М. А. Мирошник, А. Н. Музыкантов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Формирование, развитие и основы педагогического мастерства, педагогическая техника и педагогическая инноватика, а также личностные качества педагога, их роль в профессиональной деятельности – все это приобретает немалую значимость на сегодняшний день в связи с проблемой сохранения высококвалифицированных кадров в сфере высшего образования, и в частности военного образования.*

*педагог, педагогическое мастерство, педагогическое творчество.*

В современном мире проблема сохранения высококвалифицированных кадров в сфере высшего образования, и, в частности, военного образования является актуальной, так как развитие того или иного государства прямо связано с людьми и их профессионализмом [1, 2, 3, 4, 5, 6].

### *Основы педагогического мастерства*

В деятельности преподавателя всегда имеются такие компоненты, как мастерство и творчество, они взаимосвязанные и обеспечивают условия для создания инновационного педагогического опыта.

Творчество педагога объединяет множество компонентов: интенция к новому, быть индивидуальным и оригинальным в сфере своей деятельности, умение использовать новейших технологий и другие, отражающие положительное отношение педагога к своей профессиональной деятельности.

Педагогическое творчество обуславливается особенностями работы педагога. Воспитание, обучение и развитие – это сложный процесс, который включает множество различных педагогических ситуаций, оказывающих воздействие на личность, мировоззрение и поведение обучаемых. Творчество педагога проявляется в поиске подходов, способов и средств решения этих вопросов, в грамотном применении технологий их использования.

Педагогическое мастерство – это высший уровень профессиональной деятельности преподавателя, включающий в себя постоянное саморазвитие и грамотное применение своих творческих способностей. Эти способности отражаются в грамотном и результативном решении различных педагогических ситуаций, помогающих достичь цели в обучении и воспитании.

Кроме того, педагогическое мастерство – это постоянно меняющаяся и развивающаяся система знаний, умений, навыков, психических процессов, особенностей личности, обеспечивающая выполнение педагогических задач.

Педагогическое мастерство включает в себя:

- профессионально-педагогическую ориентированность личности преподавателя;
- профессиональные необходимые знания, способности, умения и навыки;
- педагогически-ориентированное творчество.

Мастерство и творчество тесно переплетаются друг с другом: мастером может стать только творческая индивидуальная личность, которая познает секреты педагогического труда и на их основе, внося свой творческий потенциал, воплотит и реализует их в работе с обучающимися.

Определяя эффективность работы того или иного преподавателя, учитываются следующие факторы:

- научно-методическая и технологическая направленность учебных и воспитательных планов;
- сформированность профессиональных умений и навыков;
- сформированность профессионально необходимых качеств личности педагога.

Деятельность педагога подразумевает постоянное проявление творческого потенциала, а также умение быстро принимать решения в различных ситуациях. Зачастую они носят нестандартный характер, поэтому важно подобрать нужный вариант решения конкретной проблемы. Это достигается путем проявления творчества и профессионализма в своей работе.

Рассмотрим основные признаки проявления творчества педагогов в своей профессиональной деятельности:

- непрерывная педагогическая деятельность, реализующая профессиональные цели и задачи;
- грамотное использование влияния коллектива и его мнения на конкретную личность обучающегося;
- умение преподать сложный учебный материал в доступной для всех обучающихся форме;
- способность привлечь внимание учащихся к своему предмету, а также дать возможность каждому научиться самостоятельно «добывать» необходимую информацию и применять ее на практике;
- постоянная работа с передовым опытом других педагогов;
- внедрение новейших педагогических и инновационных технологий в процесс обучения;
- умение создавать необходимые психологические, эстетические и материально-технические условия для улучшения эффективности образовательного процесса.

### *Формирование и развитие педагогического мастерства*

Многие годы вопрос педагогического мастерства был предметом обсуждения различных исследователей. Это связано с тем, что процесс обучения является одной из наиболее сложной сферой деятельности человека. Развивающаяся личность – это наиболее сложная система из всех известных на сегодняшний день, с которой работает педагог. Для корректного воздействия на такую личность необходимо не только обладать положительными личными качествами, но и профессиональными умениями и способностями, отражающими компетентность педагога в данной сфере и педагогическое мастерство.

Образование педагога является неотъемлемой частью педагогического мастерства. Педагогический процесс постоянно изменяется, и педагог должен непрерывно развивать свое мастерство и повышать свою квалификацию.

*Роль личностных качеств педагога в профессиональной деятельности*

Личностные качества педагога оказывают немаловажную роль в процессе обучения. Таким качествам нельзя научиться, они отражают индивидуальность каждого педагога.

Такие личные качества как целеустремленность, трудолюбие, настойчивость, наблюдательность, скромность являются необходимыми для личности педагога. Отдельно рассматриваются и считаются важными чувство юмора, ораторские и артистические способности. Важно также умение педагога понимать различные психические состояния студентов и умение грамотно построить взаимодействие с обучающимися.

Исследователи отмечают, что не менее важным является наличие у педагога «педагогического такта», который выражает культуру и профессионализм педагога.

Для достижения успешной деятельности каждый педагог должен иметь определенные педагогические способности:

- умение делать учебный материал легким в усвоении для каждого учащегося;
- проявление творчества в профессиональной деятельности;
- корректное, тактичное влияние на студентов;
- умение организовать группу студентов;
- заинтересованность и любовь к детям;
- эмоциональная окраска речи, ее образность и легкость восприятия;
- способность проводить межпредметные связи и приводить примеры из жизненного опыта и реальной жизни;
- внимательность, чуткость и наблюдательность;
- справедливость и разумная требовательность.

*Педагогическая техника как основополагающий признак педагогического мастерства*

Очевидно, что педагогическая техника занимает важное место в структуре профессиональной деятельности и становлении педагогической культуры педагога.

Педагогическая техника – это комплекс различных умений, способов и особенностей поведения педагога, направленных на продуктивную реализацию выбранных им средств и приемов учебно-воспитательной работы с каждым учащимся или коллективом в соответствии с поставленной целью обучения и воспитания в зависимости от объективных и субъективных условий.

Педагогической техникой можно назвать такие умения как способность управлять своими эмоциями, мимикой, жестами, речью, которые позволяют воздействовать на студентов, их родителей и коллег при общении.

В педагогической практике в последнее время исследователи часто используют понятие педагогической инноватики.

Педагогическая инноватика – педагогические новшества, введенные в образовательный процесс, их оценка с точки зрения современных требований. Таким образом, при выборе способов, средств и форм работы педагогу необходимо учитывать свои знания и опыт, умения и возможности, цель конкретной работы, а также отличие от ранее использованных, традиционных видов работы.

К числу педагогических инноваций также можно отнести принципы сотрудничества, интерактивные методы, конкурсы и логические тесты, которые активно используют педагоги в настоящее время. Они позволяют решить различные задачи и проблемы в процессе обучения:

- удовлетворить интересы учащихся их желания и запросы;
- сделать значимыми их ответственность за выполнение определенных обязанностей;
- развивать способности самостоятельного приобретения знаний;
- создать условия для более быстрой адаптации в обществе каждого студента.
- убедить студентов в необходимости постоянного развития и обогащения своих знаний, умений, навыков и совершенствования своих личностных качеств;
- сформировать умения и навыки критического мышления;

Таким образом, проблема сохранения высококвалифицированных кадров, а именно преподавателей, обладающими педагогическими мастерством и творчеством, действительно является актуальной на сегодняшний день.

#### Список используемых источников

1. Бизяева А. А. Психология думающего учителя: педагогическая рефлексия. Псков : ПГПИ имени С. М. Кирова, 2004.
2. Занина Л. В., Меньшикова Н. П. Основы педагогического мастерства. – Ростов на Дону : Феникс, 2002.
3. Мижериков В. А., Юзефовичус Т. А. Введение в педагогическую деятельность. – М. : Педагогическое общество России, 2005.
4. Зязюн И. А., Кривонос И. Ф., Тарасевич Н. Н. и др. Основы педагогического мастерства : учеб. пособие для педагогических спец. высших учеб. заведений / Под ред. И. А. Зязюна. – М. : Просвещение, 1989.
5. Руднева Т. И. Основы педагогической профессии. – Самара : Самарский институт управления, 1995.
6. Хмель Н. Д. Теоретические основы профессиональной подготовки учителя : (Педагогика для учителя). – Алматы : Ғылым, 1998. – 320 с. ISBN 5-628-02561-5.

*Статья представлена начальником ИВО СПбГУТ,  
кандидатом педагогических наук, доцентом А. А. Лубянниковым.*

УДК 004.415.2  
ГРНТИ 50.41.25

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

**Д. П. Морозов, А. В. Слепнев**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Анализ работ студентов - достаточно трудоемкий и долгий процесс, сильно зависящий от человеческого фактора. Усталость, утомление от однотипной работы, настроение человека и другие факторы повышают риск ошибки при проверке. У автоматизированной системы нет таких ограничений. Разрабатываемая система позволит учебному персоналу уменьшить время и повысить удобство проверки работ студентов, с любого устройства через адаптивный веб-сервис.*

*анализатор, Python, Svelte, Celery, C, C++, автоматизированная система, проверка работ.*

Проверка лабораторных работ студентов – это долгий, утомительный и сложный процесс. Один из вариантов решения данной проблемы – разработка автоматизированной системы проверки лабораторных работ.

Основные требования, предъявляемые к автоматизированной системе (АС):

1. Анализ работ студентов, написанных на языках C/C++ и представленных в виде текстового файла или файла с исходным кодом.
2. Возможность настройки параметров поиска.
3. Возврат результатов проверки работ и исходного кода программы – сообщение о наличии ошибок и требуемых конструкций в коде программы.

Для реализации используются следующие технологии:

1. Python 3, так как программный код проверяемой работы рассматривается в виде текстового файла, высокоуровневый язык программирования с динамической типизацией идеально подходит для решаемой задачи, за счет высокого быстродействия и базовых возможностей обработки текста.

2. Svelte – это компонентный фреймворк, похожий на React или Vue, но с важным отличием. Svelte работает во время сборки, преобразуя компоненты в высокоэффективный императивный код, который с высокой точностью обновляет DOM. Что заметно улучшает производительность приложения [1].

3. Celery – это простая, гибкая и надежная распределительная система для обработки большого количества сообщений, обеспечивая при этом инструменты, необходимые для обслуживания такой системы.

4. Celery создает асинхронную очередь задач, основанную на распределенной передаче сообщений [2].

5. RabbitMQ – это приложение для работы с очередями сообщений. То есть программное обеспечение, в котором могут быть определены очереди [3].

6. Redis – резидентная система управления базами данных класса NoSQL с открытым исходным кодом, работающая со структурами данных типа «ключ — значение» [4].

7. PostgreSQL – свободная объектно-реляционная система управления базами данных (СУБД) [5].

Архитектура системы представлена на рис. 1 и 2. Взаимодействие пользователя с системой осуществляется через веб-приложение. Веб-приложение разработано на базе фреймворка Svelte. И взаимодействует с серверной частью посредством http запросов к API. При поступлении http запроса создается задача на анализ/обработку файла и помещается в очередь задач. Если обработка не требуется необходимые (запрошенные) данные, в формате json, отдаются синхронно (сразу) без помещения в очередь. Поддержанием постоянных очередей занимается брокер задач – Rabbit MQ. В брокер помещаются сериализованные задачи. Работники (*workers*) Celery обрабатывают поступающие задачи в порядке заданной очереди. Результат выполненной задачи сохраняется в базу данных, либо отправляется в Redis для временного хранения и последующего использования работниками. База данных выступает в роли хранилища файлов работ, данных о студентах и преподавателях.

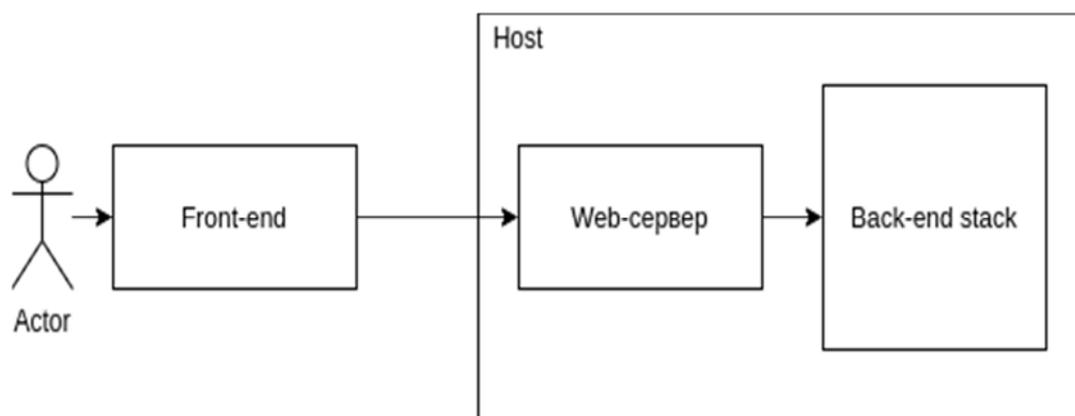


Рис. 1. Общая архитектура АС

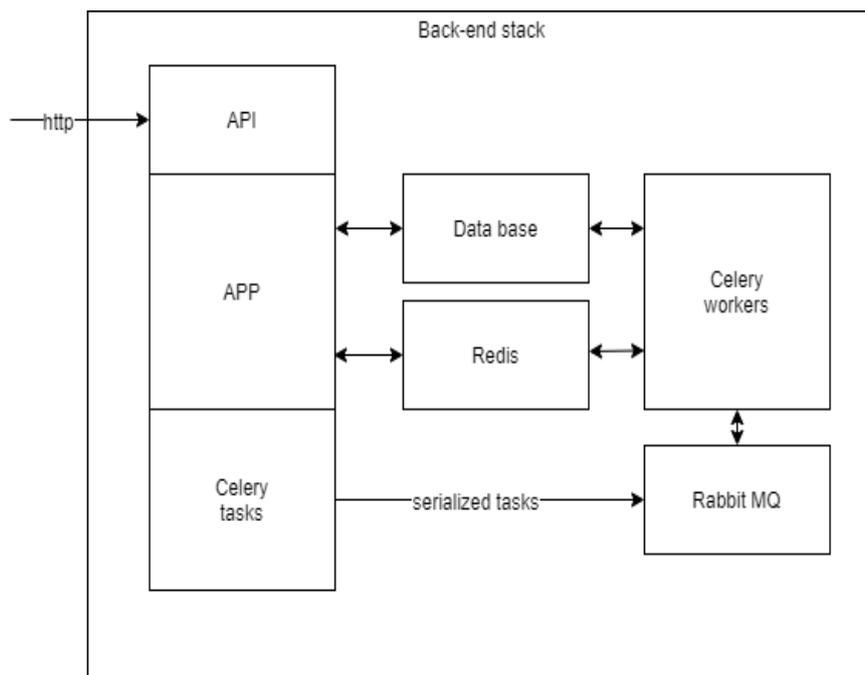


Рис. 2. Архитектура back-end части АС

Главным модулем автоматизированной системы является анализатор, его общая структура представлена на рис. 3. Анализатор работает следующим образом: из исходного кода работы студента составляется массив строк без комментариев и лишних пробелов.



Рис. 3. Архитектура ядра анализатора

После чего, построчно, из массива составляется древовидная коллекция объектов. Основная структура коллекции изображена на рис. 4. Были описаны классы базового объекта коллекции, класса, метода, конструктора и деструктора, входных параметров, переменных и тела конструкции, которые зависят друг от друга. Базовый класс включает в себя коллекцию классов и методов. Метод, конструктор, и деструктор включают в себя описание конструкции и объект тела. Тело содержит коллекции переменных, операций, условий, циклов и вызовов методов. Все условия и циклы разбиты по типам и содержат описания своих тел.

Для составления коллекции в файле производится поиск подключаемых библиотек, объявлений пространств имён, классов и методов.

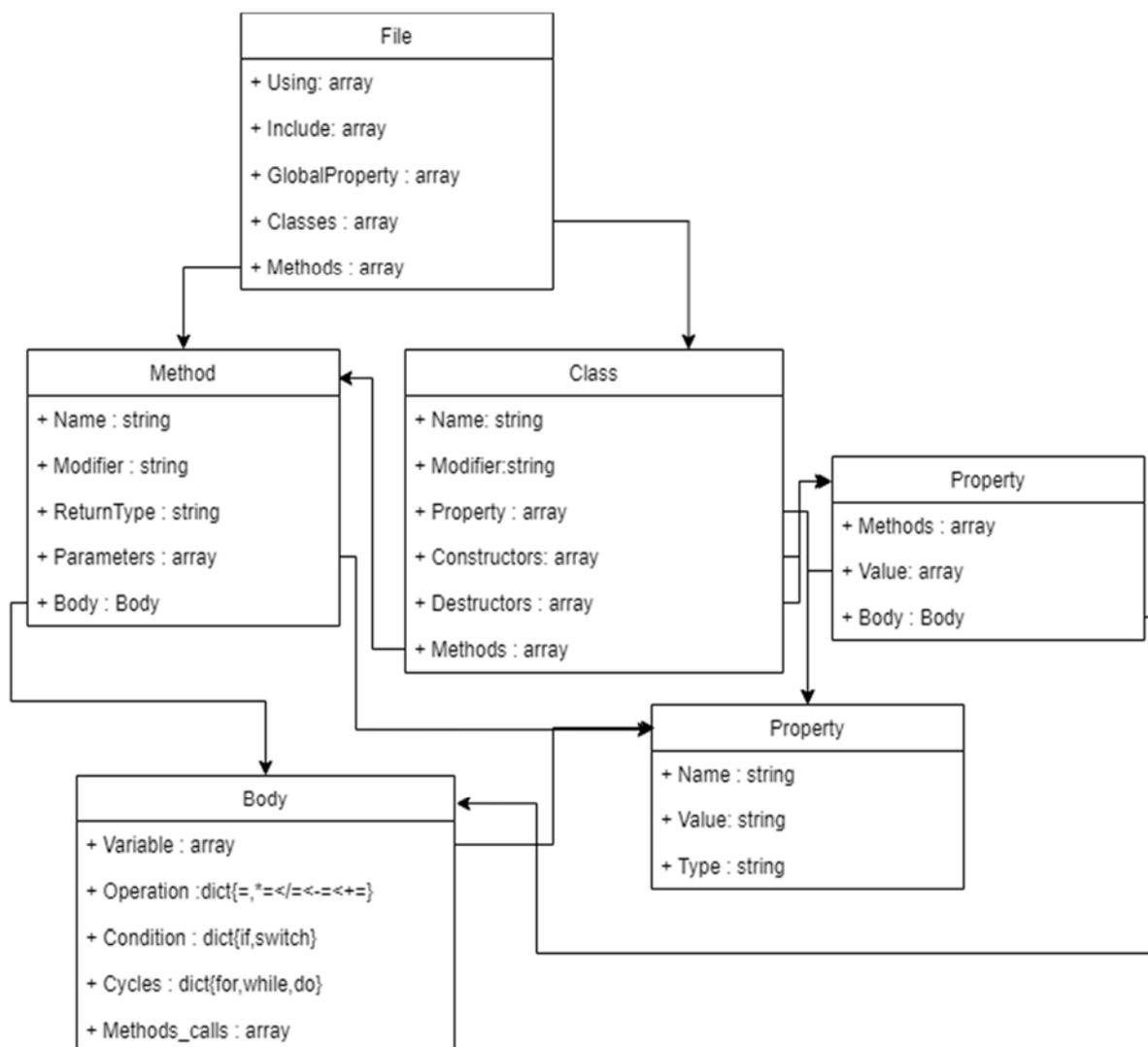


Рис. 4. Структура коллекции объектов данных

При анализе класса сначала проверяется: является ли она методом, если нет, то является ли конструктором или деструктором, если нет, то является ли глобальной переменной. Если это конструктор, деструктор или метод, запускается анализ тела конструкции, проверяется является ли строка циклом, условием переменной, операцией или вызовом метода. Если это цикл или условие, то заново рекурсивно вызывается анализ тела конструкции. На каждом шаге производится сбор информации и её добавление в коллекцию. Чтобы понять содержание строки, строка проверяется на соответствие определённым конструкциям. Схематично этот процесс показан на рис. 5.

После чего производится проверка на наличие в коллекции тех пунктов, что указаны в шаблоне. Результат работы сохраняется в базе данных, для дальнейшей обработки.

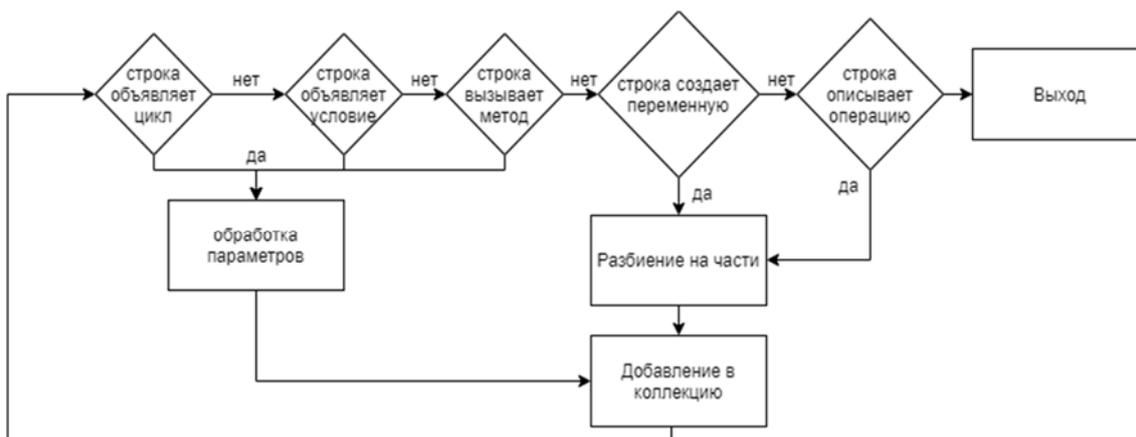


Рис. 5. Процесс работы анализатора

На рис. 6 показана структура спроектированной базы данных. В базе хранятся данные о студентах (таблица *Profile* и расширяющая ее таблица *Student*) и преподавателях (таблица *Profile*), о загруженных работах (таблица *Labs*). Привязка работы к студенту осуществляется через таблицу *Labs\_result*. Также в базе хранятся шаблоны (таблица *Test*) и результаты анализа (таблица *Result*). Шаблоны и лабораторные работы представляют собой текстовые файлы, хранящиеся на сервере, в базе данных хранятся ссылки на них. Результат анализа связывается с шаблоном и работой через таблицы *Test\_result* и *Labs\_result* соответственно.

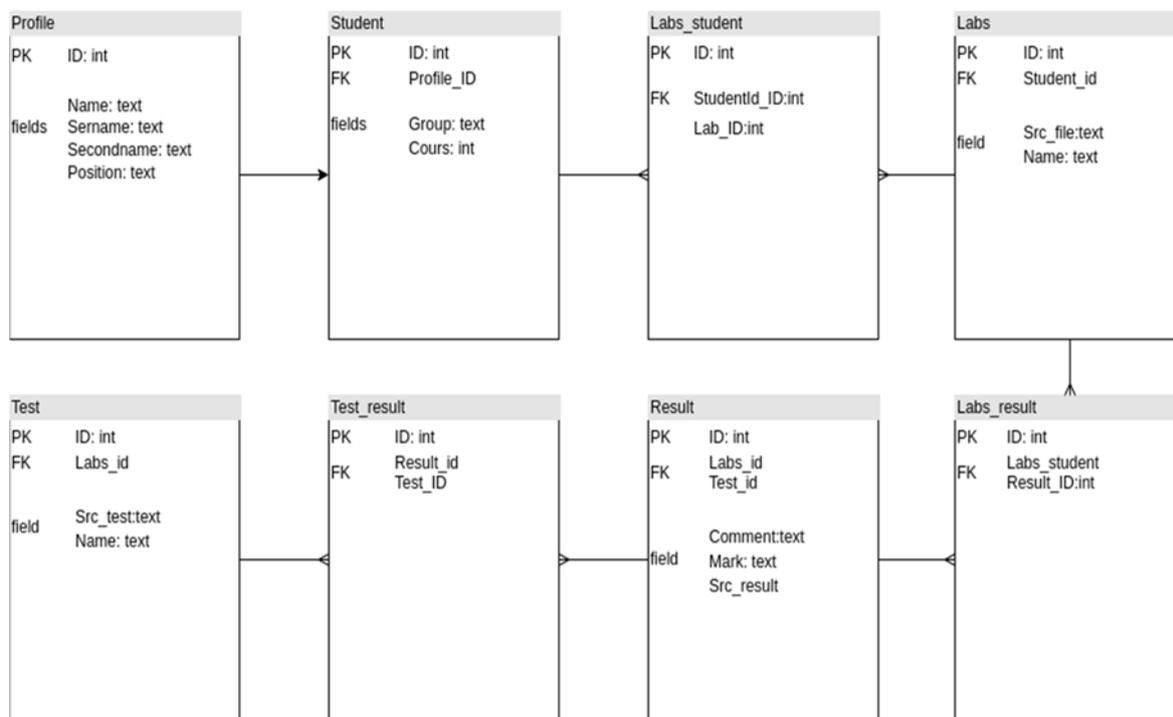


Рис. 6. Структура базы данных

#### Список используемых источников

1. Официальный сайт фреймворка svelte.js [Электронный ресурс] // Svelte. URL: <https://svelte.dev/> (дата обращения 10.01.2020).
2. Официальный сайт библиотеки Celery [Электронный ресурс] // Celery project. URL: <http://www.celeryproject.org/> (дата обращения 15.01.2020).
2. Официальный сайт брокера RabbitMQ [Электронный ресурс] // RabbitMQ. URL: <https://www.rabbitmq.com/> (дата обращения 15.01.2020).
3. Официальный сайт Redis [Электронный ресурс] // Redis. URL: <https://redis.io/> (дата обращения 16.01.2020).
4. Официальный сайт PostgreSQL [Электронный ресурс] // PostgreSQL. URL: <https://www.postgresql.org/> (дата обращения 10.02.2020).

*Статья представлена заведующим кафедрой ПИВТ СПбГУТ, кандидатом технических наук, профессором Л. Б. Бузюковым.*

УДК 002.6  
ГРНТИ 20.53.01

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕНАЖЕРНЫХ СИСТЕМ В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ

**А. М. Мудранов, Ю. Н. Островский, Д. О. Федосеев**

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Применение обучающих систем, в частности тренажерно-обучающих систем, является эффективным способом организации образовательного процесса, который позволяет приблизить обучение к работе с реальной системой.*

*обучающая система, тренажерно-обучающая система, тренажеры.*

Процессу обучения сотрудников в современных компаниях уделяется огромное внимание и тратятся значительные финансовые и человеческие ресурсы.

Для видов деятельности, где сотрудникам приходится работать со сложными системами, в которых важную роль играет время реакции сотрудника, и малейшая ошибка может привести к значительной финансовой потере, а также потере времени на восстановление данных, целостность которых была нарушена неквалифицированным сотрудником, необходимо прежде чем допустить сотрудников к работе с реальной системой проверить компетенцию сотрудников.

Для этих целей предлагаются современные методы и средства обучения. Важнейшим критерием, предъявляемым к таким средствам, является способность работы с реальной системой после окончания обучения.

Необходимыми элементами современной системы обучения являются.

1. Специальное программное обеспечение.
2. Аппаратное обеспечение, которое чаще всего представлено рабочим компьютером персонала.
3. База данных, в которой хранятся курсы, персональная информация об обучающихся и результаты обучения.
4. Электронные курсы, (текстовая, фото и видео материалы).

Процесс обучения можно проводить не с реальной системой, а с имитацией этой системы, что позволит минимизировать риски, связанные с работой в реальной системе неопытного, неквалифицированного сотрудника. И соответственно после обучения необходимо проверить компетенцию в той же имитации системы. Использование имитации системы в обучении оправдано в случаях, когда ошибка может привести к непоправимым последствиям. Очень важно научить оператора атомной электростанции или пилота самолета грамотно действовать в аварийной ситуации, желательно при этом не взорвать настоящую станцию и не разбить самолет [1].

Существует следующие виды компьютерной имитации:

- анимации (*animation*);
- ролевые игры (*role-playing*);
- практические упражнения (*hands-on practice*);
- имитация процесса «если-тогда» (*if-then process simulation*);
- интерактивные модели «что если» (*"what-if" interactive models*);
- модели виртуальной реальности (*virtual reality*);
- игры (*games*).

Компьютерная имитация обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционным способом обучения:

- ускорение процесса обучения – достигается за счет применения современных методов подачи информации, а в таких обучающих системах, как тренажерно-обучающие системы, работа сотрудника приближается к работе с настоящей системой, что в свою очередь повышает эффективность сотрудника;

- масштабируемость – реализация возможности одновременного обучения большого количества обучающихся;

- доступность – выполнение упражнений доступно с любого компьютера и в любое время;

- минимизация стоимости – стоимость имитационных систем намного меньше, чем реальных систем;

– повышение внимания к обучению – за счет использования мультимедийных технологий повышается концентрация обучающего на самом процессе.

Так как зачастую имитируются сложные системы, реализация которых возможна только с использованием специальных аппаратно-вычислительных средств, использование компьютерной имитации возможно только в специальных лабораториях или классах (военная, медицинская сферы и т. п.) [2].

Использование имитаций может оказаться весьма эффективным при обучении навыкам управления людьми (ролевые игры), навыкам работе с клиентами (ролевые игры, интерактивные модели «что если»), работе с оборудованием (анимация, виртуальная реальность).

Групповое обучение может быть обеспечено за счет реализации многопользовательского доступа.

Создавать имитации можно как с помощью средств разработки программ общего назначения, таких как Java или Macromedia Flash, так и с помощью специализированных инструментов. В числе таких инструментов могут продукты Simulab и Simentor.

Компьютерные имитационные системы помогают поддерживать профессиональные навыки, т.к. ежедневные, рутинные операции притупляют более общие навыки, которые применяются редко, а экстренная ситуация может выявить неготовность или уже давно забытые навыки ее решения. Кроме того, такие системы могут помочь в разработке, создании и отладке различных комплексов и систем, моделируя реальные процессы и среды, сигналы с внешних источников данных и датчиков [3].

Решения с использованием компьютерных технологий позволяют значительно снизить стоимость подготовки специалистов и коллективов различных сфер деятельности, поскольку позволяют моделировать разнообразные реальные процессы, а также различные внештатные ситуации, воспроизводство которых в реальности сложно, а иногда и невозможно.

Решение может быть также программно-аппаратным (тренажеры), с использованием реальных приборов, на "вход" которых подаются сигналы с модели.

Тренажеры необходимы для массовой подготовки специалистов различных областей, которые работают на однотипном оборудовании, либо их действия связано со схожими бизнес-процессами.

Тренажерные технологии – это сложные комплексы, системы моделирования и симуляции, компьютерные программы и физические модели, специальные методики, создаваемые для того, чтобы подготовить личность к принятию качественных и быстрых решений [4].

В современных тренажерах необходимо закладывать принципы развития практических навыков, но одновременно с этим обучающимся необходима теоретическая подготовка.

С использованием современных технологий возможна разработка различных видов тренажеров для военной сферы (например, имитация боевых действий, симуляторы бронетехники), приложений с использованием виртуальной реальности для медицины (проведение операций на виртуальном пациенте).

Тренажерные технологии возникли и получили наибольшее развитие там, где ошибки при обучении на реальных объектах могут привести к чрезвычайным последствиям, а их устранение – к большим финансовым затратам: в военном деле, медицине, ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации и космосе.

Тренажеры реализуются как программно-аппаратный комплекс. Общая структура такого комплекса представлена на рис.

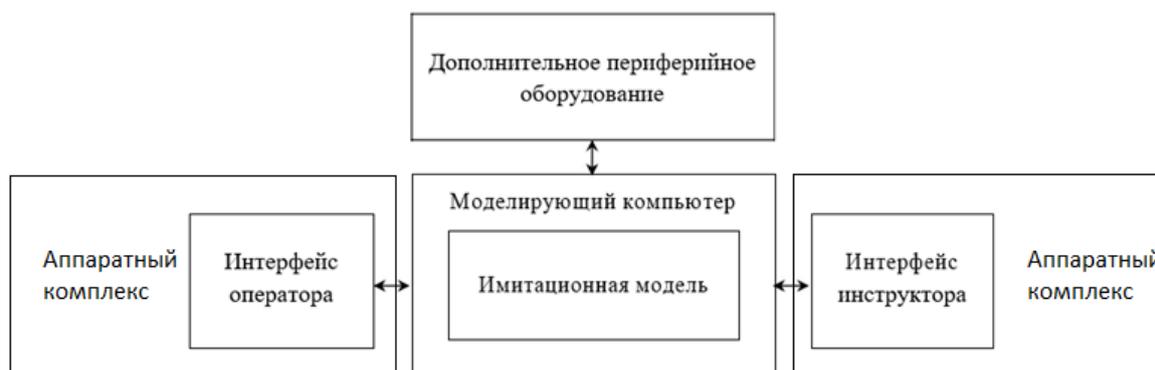


Рис. Структура тренажера

Существуют также тренажеры, в которых не используется специальный аппаратный комплекс (компьютерные тренажеры). Роль интерфейса в данном случае выполняют стандартные устройства ввода-вывода. Такие тренажеры применяются в случаях, когда не используются специальные оборудования.

Таким образом, использование тренажерно-обучающих систем позволяет наиболее эффективно организовать процесс обучения, и его применение возможно в самых различных сферах.

#### Список используемых источников

1. Исследовательский центр «СПЕКТР» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rc-spectr.ru>, свободный.
2. Экспериментальный Научно-Исследовательский и Методический Центр «Моделирующие Системы» (ЭНИМЦ МС) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ssl.obninsk.ru>, свободный.
3. Computer Training Systems for Russians armored vehicles [Электронный ресурс]. URL: <http://logos.mephi.ru>, свободный.

4. Научно-технический учебный тренажерный центр vehicles [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ntutc.ru>, свободный.

УДК 378.1  
ГРНТИ 78.15

## ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

**А. Н. Музыкантов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Основным видом деятельности военного учебного центра является образовательная деятельность, она включает в себя организацию и проведение учебной, методической и воспитательной работы. Уровень подготовки военных специалистов напрямую зависит от качества организации учебной работы при реализации военно-профессиональных компетенций.*

*Организация образовательного процесса в военном учебном центре включает следующие функции: постановка целей и задач подготовки студентов по дисциплинам кафедр; проработка содержания учебных дисциплин; организацию учебной деятельности, анализ и внедрение наиболее эффективных форм и методов обучения, разработку методик и технологий обучения по дисциплинам кафедр; повышение квалификации преподавательского состава; обеспечение материально-технической базы образовательного процесса.*

*организация учебной работы. реализация военно-профессиональных компетенций. военный учебный центр.*

Образовательная деятельность является ведущим видом деятельности военного учебного центра. Она включает в себя организацию и проведение учебной, методической и воспитательной работы [1].

Образовательная деятельность – процесс подготовки людей по специально созданным программам обучения.

Образовательная программа является совокупностью различных методических и оценочных материалов, программ ведения учебных дисциплин и предметов, календарного графика обучения и представляет собой единый комплекс, который включает в себя планируемые результаты, содержание и объем.

Как указывают многие исследователи, в современных условиях непрерывного расширения научных знаний обеспечить высокий уровень подготовки становится все труднее. Решение этой задачи зависит от организации учебной работы на кафедрах вуза и требует большого коллективного труда, сочетания глубокой научной эрудиции преподавателей с логической изобретательностью, знанием форм и методов обучения, психологии контингента обучающихся [2].

Непрерывный процесс обучения в течение всей жизни является приоритетным в современном подходе к образованию.

Инновационное образование приходит на смену «поддерживающего» образования, которое было ориентировано на опыт прошлых лет. Таким образом, меняется смысловая задача образования. Познание существующего мира (техники, технологии) меняется на целенаправленное преобразование, на творчество и синтез нового [2].

Меняется объем информации, необходимый специалисту и обучающимся. Он динамично растет и постоянно изменяется. Освоение традиционными способами такого объема новой информации стало не продуктивно.

На тех кафедрах, где учебная работа является основным видом деятельности преподавателей в большей степени удается сократить разрыв и убрать противоречие между содержанием образования и уровнем науки.

Организация образовательного процесса в военном учебном центре включает следующие функции [2]:

1. Постановка целей и задач подготовки студентов по дисциплинам кафедр.

Цели и задачи подготовки, обучающихся излагаются в государственных образовательных стандартах и квалификационных требованиях. Основной целью подготовки в вузе является овладение студентами необходимого уровня профессиональной компетентности. Выпускники должны уметь эффективно осуществлять профессиональную деятельность в среде современных телекоммуникационных технологий в течение нескольких лет без повышения квалификации, а также самостоятельно изучать и осваивать новые телекоммуникационные технологии мирового уровня.

2. Формирование содержания учебной дисциплины.

Определение содержания учебной дисциплины является важным этапом в процессе обучения, поскольку оно зависит от уровня развития науки, техники и экономики. Содержание не может оставаться неизменным, оно корректируется, дополняется и обновляется. Особенно это касается военных учебных центров технических вузов, так как разработка содержания курсов и дисциплин должно основываться на сформулированных целях и задачах, реально существующей системы военной связи и перспектив ее развития.

3. Организация учебного процесса, разработка и внедрение наиболее эффективных методов и форм обучения.

Обучение в ВУЦ – это организованный процесс будущих специалистов войск, который основывается на формировании конкретных знаний, навыков и умений, а также овладением способов и приемов профессиональной военной деятельности. Обучение в военном учебном центре включает в себя следующие понятия:

– преподавание – это ведущая деятельность тех, кто обучает будущих специалистов войск связи. Основой данного понятия является управление учебно-познавательной деятельностью обучающихся в соответствии содержанием образования, которое определяется задачами подготовки специалиста соответствующего профиля (специальности, специализации).

– тактико-специальное занятие – основная деятельность обучающихся, выполняющих определенные действия для достижения поставленных целей и результата, побуждаемые тем или иным мотивом.

Эффективность таких занятий достигается благодаря рациональному отбору и распределению учебного материала. Высокая мотивация обучающихся достигается за счет применения психолого-педагогических приемов и средств. Это дает стойкий положительный результат в усвоении учебного материала и на познавательной деятельности будущих специалистов [3].

4. Подготовка и повышение квалификации профессорско-педагогического состава.

В деятельности военного учебного центра педагогическое мастерство преподавателей постоянно совершенствуется. Это достигается за счет создания различных вариантов проведения лекций, практический и других видов занятий. Образцы таких занятий демонстрируются опытнейшими преподавателями на показательных или открытых занятиях. Таким образом, преподаватели получают общее представление о тактике проведения различных видов занятий. Такие занятия называются моделями. Важным подготовительным этапом в проведении занятий является моделирование собственной деятельности [2]

Дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации профессорско-преподавательского состава военных учебных центров осуществляется в военных образовательных организациях высшего образования или по согласованию с ректорами образовательных организаций в различных образовательных учреждениях. Стажировка профессорско-преподавательского состава ВУЦ осуществляется в образовательных организациях, в том числе подведомственных Министерству обороны Российской Федерации, и в войсках, а также на учениях и испытаниях вооружения и военной техники [3].

5. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса. Подготовка военного специалиста требует современной учебно-материальной базы (УМБ). Задача руководства вуза и военного учебного центра – подготовить предложения по ее развитию и совершенствованию, а также добиться своевременного и точного выполнения спланированных мероприятий. Ее проектирование должно осуществляться системно, с возможностью совершенствования, модернизации, максимального удовлетворения потребностей образовательного процесса.

УМБ необходима для осуществления образовательного процесса военных учебных центров, а также выполнения определенных задач по реализации программы военной подготовки будущих специалистов. Она включает комплекс сооружений, зданий, материальных и технических средств [3].

Немаловажным условием является размещение военного учебного центра. Оно должно обеспечивать его изолированное расположение от других подразделений вуза, возможность организации и поддержания внутреннего порядка в соответствии с требованиями общевоинских уставов Вооруженных Сил Российской Федерации [3]. Кроме того, учебные помещения военного учебного центра оборудуются согласно военно-профессиональным учебным дисциплинам и программам военной подготовки. Они используются только для проведения занятий и самостоятельной работы студентов ВУЦ.

Данные аудитории содержат необходимые для изучения образцы вооружения, военную технику, материальные средства, технические средствами обучения, учебную литературу, приборы плакаты, макеты узлов и агрегатов. Кроме того, необходимо использование полевой учебной базы воинских частей, полигонов, военно-учебных заведений и учебных центров Министерства обороны. Это необходимо для практической реализации военно-профессиональных компетенций будущих специалистов.

Военная подготовка в вузе реализуется по конкретным военно-учетным специальностям в соответствии с программой военной подготовки. Она определяет перечень основных документов по учебной работе и включает в себя [3]:

1. Квалификационные требования военно-учетного направления будущих специалистов войск подготавливаются на каждую военно-учетную специальность. Такие требования представляют собой дополнение к федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по военной специальности и определяют область применения, организацию военной подготовки, характеристику военно-профессиональной деятельности выпускников, требования к результатам освоения программы военной подготовки и к структуре программы военной подготовки; требования к условиям реализации программы военного обучения, а также к оценке качества усвоения программы военной подготовки обучающихся.

2. Общий расчет часов по программе обучения и распределение учебного времени отражает наименование и группы учебных дисциплин; количество зачётных единиц и часов, в том числе учебных занятий с преподавателем; формы промежуточной аттестации (экзамены и зачёты); время на подготовку и сдачу экзаменов и зачётов, выносимых на сессию и на самостоятельную работу для военно-технических (военно-специальных), тактических и тактико-специальных, обще военных занятий и практик (учебного сбора и стажировки) и время на итоговую аттестацию по военной подготовке.

3. В соответствии с вышеуказанными документами, на каждую военно-учетную специальность подготавливаются рабочие учебные планы, программы учебных дисциплин, практик, учебных сборов (стажировок) граждан и их итоговой аттестации по военной подготовке.

3.1 Учебный план устанавливает перечень обязательных военно-профессиональных учебных дисциплин, учебных сборов и практик, войсковых (флотских) стажировок, последовательность их изучения (проведения) по семестрам обучения, учебное время, отводимое на изучение каждой учебной дисциплины, его распределение по курсам, семестрам и видам учебных занятий; формы промежуточной аттестации по каждой военной учебной дисциплине, содержание итоговой аттестации по программе профессиональной подготовки и др.

3.2 Учебные программы включают в себя конкретные задачи, установки и методические разработки; распределение учебного времени по семестрам, темам и видам учебных занятий, содержание разделов и тем по конкретным военным специальностям и профессиональным учебным занятиям. Учебные программы отражаются в сборнике учебных программ.

На основе учебной программы разрабатывается тематический план изучения военно-профессиональной учебной дисциплины, которая является немаловажным документом военного учебного центра и преподавателя, конкретизирует содержание и организацию изучения учебной дисциплины, содержит перечень учебных вопросов, организационно-методические рекомендации по проведению и материально-техническому обеспечению каждого учебного занятия. В тематический план оперативно вносятся все необходимые изменения, касающиеся содержания, организации и методики преподавания учебно-профессиональной дисциплины. Они подписываются начальником военного учебного центра [3].

Структурно-логическая схема изучения дисциплин военной подготовки отражается в логической последовательности изучения учебного материала, разделов тем военной подготовки, а также согласования их содержания и прохождения по времени с изучением дисциплин по основной образовательной программе [3].

Программа военной подготовки предусматривает теоретические и практические занятия в образовательном учреждении, а также учебные сборы (стажировки), проводимые в воинских частях.

Общее количество учебных часов на реализацию программы военной подготовки устанавливается квалификационными требованиями. Учебное время формируется за счет вариативной части федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по родственным специальностям высшего профессионального образования, реализуемым образовательным учреждением и времени, выделяемого на проведение учебных сборов [3].

Планирования учебного процесса военного учебного центра осуществляется в учебном графике, в котором отражается порядок и сроки прохождения учебной программы военной подготовки при условии строгого соблюдения очередности изучения дисциплин и тем, тактическая (тактико-специальная) подготовка с другими военными дисциплинами. График-календарь разрабатывается по годам военного обучения студентов для каждой военно-учетной специальности.

Занятия со студентами проводятся в соответствии с утвержденным начальником военного учебного центра расписанием занятий.

На каждое учебное занятие преподаватель подготавливает план его проведения. При необходимости, проект плана, учебно-методические материалы, необходимые для проведения учебных дисциплин могут быть рассмотрены на заседании военного учебного центра, кафедры или предметно-методической комиссии и утверждены председателем предметно-методической комиссии.

Отчетными документами являются журналы учета учебных занятий по военной подготовке на каждую учебную группу.

Главными показателями выпускника военного учебного центра являются его компетентность и мобильность. В связи с этим, основные аспекты при изучении военно-профессиональных дисциплин переносятся на процесс познания, эффективность которого непосредственно зависит от познавательной активности студента.

Успешность достижения таких показателей зависит не только от того, что усваивается (содержание обучения), но и от того, как организована учебная работа по реализации военно-профессиональных компетенций в военном учебном центре технического ВУЗа.

#### **Список используемых источников**

1. Постановление Правительства РФ от 3 июля 2019 г. № 848 «Об утверждении Положения о военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

2. Коровай В. И., Лубянкин А. А., Штеренберг И. Г., Гирш В. А. и др. Организация военной подготовки студентов в высшем учебном заведении. – М. : СПбГУТ, 2006.

3. Приказ Министра обороны Российской Федерации и Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 июля 2009 г. №666/249 «Об организации деятельности учебных военных центров, факультетов военного обучения и военных кафедр при федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования».

*Статья представлена начальником ИВО СПбГУТ,  
кандидатом педагогических наук, доцентом А. А. Лубянкиным.*

УДК 378.1  
ГРНТИ 78.15

## ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВУЗА

А. Н. Музыкантов<sup>1</sup>, К. Е. Музыкантова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

<sup>2</sup>ГБОУ гимназия № 426 Санкт-Петербурга

*Основным видом деятельности военного учебного центра является образовательная деятельность. Она включает в себя организацию и проведение учебной, методической и воспитательной работы. Уровень подготовки военных специалистов напрямую зависит от качества организации учебного процесса, реализующего военно-профессиональные компетенции и формирующего педагогическую готовность. При их реализации, самостоятельная работа, ее планирование и организация в условиях военного учебного центра вуза рассматривается как одна из важных задач по усвоению учебного материала для самосовершенствования личности обучающегося, всестороннего творческого саморазвития и как углубление фундаментальных и профессионально-прикладных знаний по выработке компетентного подхода к избранной специальности. Самостоятельная работа способствует формированию целостного мировоззрения, индивидуального стиля в оценке окружающих явлений, самостоятельности в принятии решений, умения добиваться успеха в сложных жизненных и воинских ситуациях, идти на оправданный риск в служебной и научной деятельности. Самостоятельная работа приучает обучающегося к получению глубоких и прочных знаний в процессе систематического труда, воспитывает волевые качества, критическое отношение к имеющимся знаниям и накопленному опыту, необходимости их постоянного пополнения.*

*организация учебной работы. реализация военно-профессиональных компетенций. военный учебный центр. организация самостоятельной работы студентов. формирование педагогической готовности.*

В настоящее время, в Вооруженных Силах Российской Федерации, предъявляется повышенное внимание к уровню подготовки квалифицированных кадров, свободно владеющих своей профессией.

Для решения задач подготовки высококвалифицированных специалистов, Министром обороны принято решение о подготовке офицеров кадра не только в системе военного образования, но и в военных учебных центрах (ВУЦ) профильных вузов с использованием всего научного, методического и материально-технического потенциала гражданского вуза. Данный вид подготовки является наиболее востребованным при подготовке технических специалистов.

Организация и проведение учебной, воспитательной и методической работы непосредственно связана с образовательной деятельностью, которая является основной для ВУЦ [1]. Она включает в себя следующие аспекты:

- организация образовательной деятельности;
- постановка целей и задач подготовки студентов по дисциплинам кафедр;
- изучение и использование новейших и эффективных форм и методов обучения;
- разработка новых методик и технологий обучения по дисциплинам кафедр;
- проработка содержания учебных дисциплин;
- повышение квалификации преподавательского состава;
- обеспечение материально-технической базы образовательного процесса.

Нормативно-правовые акты, регламентирующие образовательную деятельность ВУЦ определяют, что виды учебных занятий, при реализации военно-профессиональных компетенций и формировании педагогической готовности, устанавливаются типовым положением об образовательном учреждении высшего профессионального образования. Также они устанавливают дополнительные виды учебных занятий со студентами в ВУЦ: групповые упражнения и занятия, тактические (тактико-специальные) занятия и учения, военные (военно-специальные) игры, тренировки, а также самостоятельная работа под руководством преподавателя.

Самостоятельная работа играет немаловажную роль в учебном процессе. Ее соотношение с аудиторной работой реализуется по образовательным программам в соответствии с ГОС ВПО и ФГОС ВО, а также по рабочим учебным планам в соответствии с направлением подготовки.

Самостоятельная работа студентов – это образовательный, научно-исследовательский, общественно-занимаемый вид учебной деятельности,

который направлен на развитие профессиональных и общих компетенций, выполняемый обучающимися без непосредственного участия с преподавателем или управляемая им с помощью различных учебных методов [2].

Планирование и организация самостоятельной работы студентов при реализации военно-профессиональных компетенций, формировании педагогической готовности в условиях вуза рассматривается как одна из важных задач по усвоению учебного материала для самосовершенствования личности обучающегося, всестороннего творческого саморазвития и как углубление фундаментальных и профессионально-прикладных знаний по выработке компетентного подхода к избранной специальности.

Самостоятельная работа способствует формированию целостного мировоззрения, индивидуального стиля в оценке окружающих явлений, самостоятельности в принятии решений, умения добиваться успеха в сложных жизненных и воинских ситуациях, идти на оправданный риск в служебной и научной деятельности [4].

Самостоятельная работа приучает обучающегося к получению глубоких и прочных знаний в процессе систематического труда, воспитывает волевые качества, критическое отношение к имеющимся знаниям и накопленному опыту, необходимости их постоянного пополнения. Повышение требовательности к себе является необходимым условием для научной и практической подготовки обучающихся [3].

Самостоятельная работа студентов ВУЦ выполняется в аудиторной и внеаудиторной формах без непосредственного участия преподавателя, но под его руководством и контролем.

Самостоятельная аудиторная работа студентов ВУЦ осуществляется следующим образом: на лекции, консультации, лабораторных, практических и групповых занятиях, а также при организации научно-методических и учебно-исследовательских работ.

Основной задачей самостоятельной аудиторной работы является развитие у обучающихся навыков практического применения знаний, полученных в ходе теоретических занятий, а также контроль преподавателем основных видов самостоятельной работы [2].

Проводимая преподавателем самостоятельная работа регламентируется расписанием занятий. На нее отводится не более 5 процентов от запланированных учебных часов, предназначенных для изучения военно-профессиональной учебной дисциплины.

Основная цель данного вида занятий состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом [4].

Такого рода занятия успешно реализуются при подготовке военных студентов в ВУЦ вуза. Они проводятся под руководством преподавателя при изучении военно-технических и военно-специальных дисциплин.

На данных занятиях преподаватель проводит специальную работу со студентами по отработке учебных норматив и задач на технике связи, средствах РЭБ, написанию рефератов, выполнение расчетно-графических и вычислительных работ, моделирования, и других творческих заданий в соответствии с учебной программой. Материальная часть техники вооружения занимает далеко не последнюю роль в образовательном процессе. Для достижения наилучшего результата образовательного процесса используется военная техника, оружие, разнообразные макеты, схемы и стенды. Повторение соответствующих руководств, наставлений, инструкций и справочной литературы чередуется с самостоятельным изучением оружия и техники.

В ходе самостоятельного освоения изученного материала, студенты объединяются в группы по 3–4 человека. В небольших группах поддерживается необходимый эмоциональный тонус, учащиеся помогают друг другу в освоении нового материала. Такая работа способствует наиболее эффективному образовательному процессу.

Целью таких занятий является обучение студентов навыкам самостоятельной работы с материалом конкретной дисциплины, оружием и техникой связи.

Внеаудиторная работа не предполагает непрерывного контроля со стороны преподавателя. Она проводится при выполнении определенных видов заданий, самостоятельном изучении конкретных тем и разделов учебных дисциплин, подготовке ко всем видам занятий, выполнении курсовых работ и проектов, а также выпускных квалификационных и научно-исследовательских работ. Преподаватель в данном случае направляет, контролирует, оценивает процесс и результат самостоятельной работы [2].

Студенты военного учебного центра нередко выполняют инициативную самостоятельную работу с целью осуществления своих учебных и научных интересов. Они активно принимают участие в различного рода научных исследованиях и в написании проектно-конструкторских работ [2].

Самостоятельная работа осуществляется при проведении таких мероприятий как планирование самостоятельной работы студентов на всех уровнях от преподавателя до управления кафедры и ВУЦа; организационно-методическом обеспечении; контролем и оценкой результатов самостоятельной работы обучающихся. Ее планирование осуществляется в рамках образовательной программы (ОП). Учебно-методические материалы (УММ) по ОП должны соответствовать определенному объему, качеству и сроку выполнения учебного материала. Обязательным является наличие ссылки на учебные и научные издания. Немаловажно наличие вопросов для самоконтроля, практических заданий и требований к организации и оформлению письменных работ.

Методическое обеспечение самостоятельной работы определяется характером и особенностями изучаемой дисциплины. В организации самостоятельной работы студентов ВУЦ участвуют: учебно-методическое управление университета, деканаты факультетов, начальник учебной части – заместитель начальника ВУЦ, кафедры университета и кафедры, циклы ВУЦ.

Кафедра ВУЦ проводит работу преподавателей по организации междисциплинарных связей; разрабатывает график групповой и индивидуальной работы преподавателей со студентами.

Преподаватель ВУЦ помогает студентам в организации самостоятельной работы, предусматривает наличие самостоятельной работы в рабочем учебном плане военно-профессиональной подготовки граждан, проходящих обучение в военном учебном центре, в учебной программе военно-профессиональных учебных дисциплин и тематическом плане дисциплины. Кроме того, преподаватель осуществляет групповую и индивидуальную работу по вопросам самостоятельного выполнения различных заданий, развивает у обучающихся навыки работы с первоисточниками, с современной научной литературой и учебниками. Педагог способствует использованию студентами современных технологий, информационных систем и средств обучения.

Установленные формы и методы контроля самостоятельной работы, критерии оценки качества самостоятельно выполненных работ сообщаются студентам в начале каждого семестра. В ходе текущего контроля и в процессе проведения промежуточной аттестации оценивается результат и продуктивность самостоятельной работы по изучаемому предмету. Видами оценивания могут быть устный и письменный опрос, либо контроль с помощью информационных систем и технического обеспечения.

Преподаватель осуществляет контроль за ходом и результатами самостоятельной работы по дисциплине в процессе проведения аудиторных занятий. В ходе контроля самостоятельной работы, обеспечивается устойчивая обратная связь студентов с преподавателем. Этому способствуют регулярные консультации, которые проводит преподаватель.

В соответствии с планами научно-исследовательской работы образовательного учреждения осуществляется организация и контроль научно-исследовательской самостоятельной работы [2].

Основой материально-технического обеспечения самостоятельной работы студентов в пределах рабочего дня является наличие необходимого количества рабочих мест в аудиториях, лабораториях, а также посадочных мест в читальном зале и компьютерных классах университета и ВУЦ. Для этого проводится необходимое оснащение учебных кабинетов и лабораторий техническими средствами и оборудованием: компьютерами, системами

и средствами телекоммуникаций, аудио и видеотехникой, средствами доступа в Интернет, мультимедиа-технологиями.

Обеспечение учебного процесса, в том числе самостоятельной работы необходимой литературой, включая на электронных носителях, осуществляет библиотека университета и ВУЦ. Самостоятельную работу студентов с информацией ограниченного распространения и ограниченного доступа необходимо организовать в строгом соответствии с требованиями НПА в этой области. В целях повышения качества самостоятельной работы студентов университет должен обеспечить доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных и к электронно-библиотечным системам.

Самостоятельная работа реализуется «кураторами» учебных групп, проводится и контролируется преподавателями циклов. Она определяется распорядком дня и расписанием учебных занятий.

Систематический контроль организации самостоятельной работы студентов осуществляется управлением ВУЦ и кафедр (циклов). Его результаты обрабатываются и анализируются на кафедре (цикле) и рассматриваются ежемесячно на совете ВУЦ.

Таким образом, в данной статье были рассмотрены основные элементы организации и обеспечения самостоятельной работы студентов ВУЦ при реализации военно-профессиональных компетенций и формировании педагогической готовности. Каждый из них важен сам по себе, но высокого качества подготовки студентов можно добиться лишь при совместном и эффективном их применении.

#### **Список используемых источников**

1. Постановление Правительства РФ от 3 июля 2019 г. № 848 «Об утверждении Положения о военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

2. Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.

3. Вахонин Н. Л., Посметьев А. Н. Методика самостоятельной работы. учебно-методическое пособие. СПб. : ВАС, 2009. 33 с.

4. Приказ Министра обороны Российской Федерации и Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 июля 2009 г. № 666/249 «Об организации деятельности учебных военных центров, факультетов военного обучения и военных кафедр при федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования».

*Статья представлена начальником ИВО СПбГУТ,  
кандидатом педагогических наук, доцентом А. А. Лубяниковым.*

УДК 004.921  
ГРНТИ 81.95.33

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИКИ В МАРКЕТИНГОВОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Ю. В. Пинхасова, А. В. Федорова

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Статья посвящена специфике использования графики в аспекте применения современных информационных технологий при развитии такого направления образовательного маркетинга, как продвижение образовательных услуг при сопровождении учебного процесса в аспирантуре. Вводится понятие маркетингового обеспечения подготовки кадров высшей квалификации, а также выделяется отдельным направлением образовательного маркетинга маркетинг образовательного процесса подготовки кадров высшей квалификации – процесса обучения в аспирантуре.*

*информационные технологии, графический контент, маркетинг образовательной деятельности, аспирантура.*

Тема, рассматриваемая в данной статье, является междисциплинарной, и затрагивает следующие области:

- 1) Маркетинг, образовательный маркетинг.
- 2) Графический и компьютерный дизайн.
- 3) Подготовка кадров высшей квалификации.

Поскольку основным научным направлением является ИТ; информационные системы и технологии, то базовым предметом рассмотрения в данном случае является использование графического контента в такой предметной области, как образовательный маркетинг, а именно – образовательный маркетинг в области подготовки кадров высшей квалификации, то есть, оптимизация маркетингового продвижения аспирантуры путем использования графики. Конечной целью исследования является построение модели графического представления информации в маркетинговом и информационном обеспечении подготовки кадров высшей квалификации (рис. 1).

В частности, необходимо решить следующие задачи:

1) Определить суть понятий образовательного маркетинга, маркетингового обеспечения. Установить взаимосвязь этих понятий с исследуемой проблемой.

2) Изучить состояние исследуемой проблемы, выявить актуальные направления теоретических исследований и практической реализации. Выполнение обзор публикаций и научных трудов.

3) Выделить маркетинговое сопровождение научно-образовательного процесса подготовки кадров в аспирантуре как отдельно направление развития

4) Выявить специфику использования графики при подготовке научно педагогических кадров. Построить модель.

5) Выработать комплекс рекомендаций по оформлению маркетинговых материалов рекламы и сопровождения научно-образовательного процесса подготовки кадров высшей квалификации.

6) Провести сравнительный анализ использования графической компоненты при сопровождении.

8) Выявить типы используемой графики и создание классификации графики, используемой в маркетинговом процессе по различным признакам.

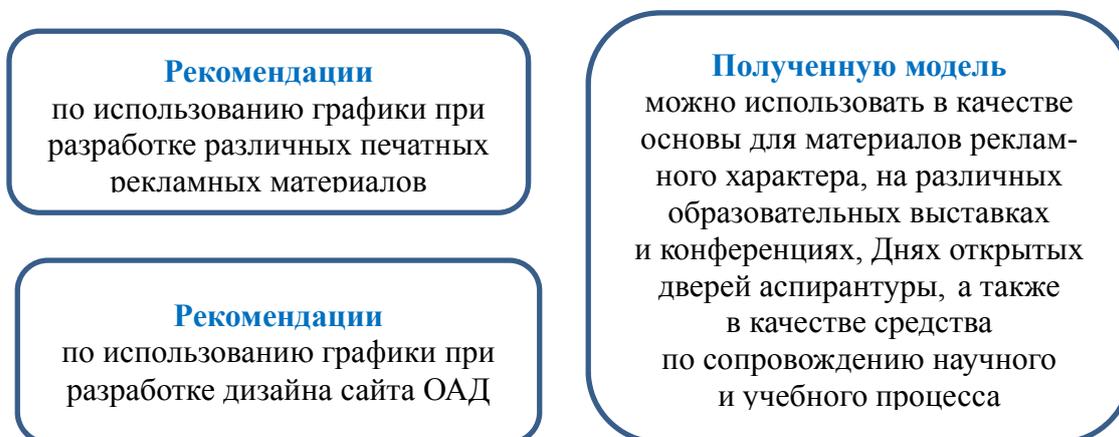


Рис. 1. Схема, иллюстрирующая конечные цели исследования

На начальном этапе проводится сравнительный анализ данных в предметной области с целью выявления основных типов используемого графического контента и рекомендации по его более эффективному использованию.

Предметная область маркетинга очень широкая, поэтому необходимо сузить рассматриваемые вопросы до образовательного маркетинга, а из этой области выделить еще более узкую область исследования – маркетинга в подготовке кадров высшей квалификации (рис. 2).

*Маркетинг образовательных услуг* определяется как система взаимоотношений потребителей



Рис. 2. Место маркетинга в сфере подготовки кадров высшей квалификации в общей теории и практике маркетинга

и производителей образовательных услуг, ведущая к наиболее полному удовлетворению потребностей обучающихся и учебного заведения [1]. Маркетинг образовательных услуг также называют *образовательным маркетингом*. Как сфера практического применения он быстро развивается с течением времени. Эволюционирует рынок образовательных институтов, для потребителей необходимы новые методы обеспечения образования. Образовательному маркетингу нужен периодический пересмотр собственных составляющих [2] с учетом новых инновационных решений и технологий, а также включение во всеобщий процесс цифровизации экономики.

На сегодняшний день действующие в маркетинге инструменты управления и продвижения услуг применительно к сфере образовательных услуг используются с неполным функционалом и недостаточно широко [3], это также можно сказать и о маркетинге образовательных услуг. Также процесс развития осложняется тем, что образовательный маркетинг в нашей стране – понятие достаточно многозначное. Российская система образования, включает в себя общее образование, профессиональное образование, дополнительное образование и профессиональное обучение. Каждое из этих направлений, в свою очередь, имеет несколько уровней [4]. И если на таких уровнях, как, например, школьное образование в области подготовки к сдаче ЕГЭ или дополнительное образование, маркетинговое обеспечение развито достаточно, то в области подготовки кадров высшей квалификации выявляется практически нетронутая ниша практических введений и теоретических разработок.

Структурную модель образовательного маркетинга можно представить в виде схемы, изображенной на рис. 3. Здесь при вводе понятия *маркетингового обеспечения* при продвижении образовательных услуг рассматриваются такие компоненты, как печатная реклама и сайт образовательной организации.

Для выявления преобладающих в настоящее время типов оформления был поставлен эксперимент. Было сделано два сравнительных анализа страниц сайтов ведущих вузов, посвященных подготовке кадров высшей квалификации. Первый анализ выявлял, какие виды рекламных технологий в принципе используются в этой предметной области. В результате второго анализа выявлялись уже конкретные типы графического контента, используемого при оформлении. В результате



Рис. 3. Структурная модель образовательного маркетинга

обобщения данных была построена количественная модель текущего использования графики при оформлении страниц, посвященных аспирантурам ведущих вузов. Эта модель приведена на рис. 4.



Рис. 4. Количественная модель использования графики на сайтах аспирантур

Таким образом, полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего изучения круга рассматриваемых вопросов и моделирования представления графической информации в данной области.

#### Список используемых источников

1. Панкрухин А. П. Маркетинг образовательных услуг [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/marketing-obrazovatelnykh-uslug> (дата обращения 13.12.2019).
2. Сарсенова Э. А. Стратегии современного маркетинга в сфере образовательных услуг // Вопросы экономики и управления. 2017. № 1. С. 54–57.
3. Сударкина Х. В. Маркетинг образовательных услуг вуза: особенности, возможности, перспективы // Известия ЮФУ. Технические науки Тематический выпуск. 2012. С. 138–142.
4. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» / Текст Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» с изменениями и дополнениями на 2019 год / Под ред. В. Усанова. – М. : Эксмо-пресс, 2019. – 224 с.

УДК 004.891.2  
ГРНТИ 28.23.35

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В ОБРАЗОВАНИИ

**Н. М. Проскурин, Г. Н. Смородин**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Проведен анализ возможностей использования экспертных систем, включая программные системы контроля знаний в учебном процессе системы высшего образования России. Приведены факторы сдерживания активизации учебного процесса с использованием экспертных систем. Введено понятие индивидуальной траектории самообразования.*

*система образования, учебный процесс, экспертные системы, системы тестирования знаний.*

В условиях построения экономики знаний, требующей зачастую от участника экономического процесса индивидуального набора профессиональных компетенций, возрастает интерес к возможности формирования индивидуальной образовательной траектории студента высшей школы [1].

Содержание образовательных программ, вследствие инерционности процесса их обновления, может стать сдерживающим фактором для формирования востребованного контингента сотрудников бизнес-структур завтрашнего дня. Образовательные программы высшей школы, фиксирующие содержание образовательной траектории на весь период обучения студента по выбранному направлению (соответственно четыре года для бакалавриата и два года для магистратуры) создают минимум свобод для внесения в учебный процесс инновационных составляющих, предложений и запросов, формирующихся на рынке труда в реальном времени [2].

Вместе с тем, учебный процесс, настроен, как правило на «среднячка», что оставляет для значительной части студентов формировать свободные временные интервалы, которые, в том числе, могут быть использованы и для самообразования и профессионального развития [3].

В принципе, студент способен формировать свою индивидуальную образовательную траекторию, основанную на самообразовании и личных предпочтениях (назовем ее, например, индивидуальной траекторией самообразования) самостоятельно, однако, можно предположить необходимость присутствия экспертов, позволяющих студенту получить определенную дорожную карту, свой маршрут, основанный помимо базовых, устоявшихся

образовательных составляющих, также на современных тенденциях развития рынка труда и учитывающих перспективы формирования инновационной экономики. Здесь существенную помощь могут оказать консультанты, как реальные, так и виртуальные, представленные в виде систем поддержки принятия решений [4].

Наличие в некоторых вузах России тьюторов, позволяющих в ходе диалога со студентом оказать посильную помощь, а также обязательное присутствие в вузах научных руководителей для студентов, занятых научной работой по написанию дипломов и диссертаций, отчасти решает проблему востребованности консультаций по профессиональному развитию.

Вместе с тем, современный уровень развития экспертных систем позволяет поднять вопрос востребованности электронных тьюторов – программных систем, которые фиксируют текущий уровень формирования профессиональных компетенций студента и предлагают ряд альтернатив по дальнейшему их развитию [5].

Само понятие электронного или е-тьютора [6] уже получило распространение в научной литературе и среде интернет, однако оно требует дальнейшего развития и структуризации. Фактически, данная терминология используется для адаптации экспертных систем к особенностям учебного процесса. Такие системы вполне могут быть использованы с целью оптимизации индивидуальной траектории самообразования.

Наличие программных платформ для создания экспертных систем дает возможность сделать еще один шаг в развитии последних – перейти от систем, созданных профессионалами для относительно широкой аудитории к системам, настроенным на локальную аудиторию, например, студенческую среду конкретного вуза и учитывающую тенденции развития деловой среды конкретного региона [7].

Опыт удачного использования экспертных систем в вузах России оценить сложно, поскольку элементы таких систем, несомненно, должны присутствовать, но найти какие-либо отчеты о результатах применения таких систем не получается.

Следует отметить и не совсем удачные попытки внедрения отечественных экспертных систем в образовательный процесс высшей школы. Так, в Алтайском государственном техническом университете в 1999 году была разработана экспертная система VIPES, предполагающая формирование индивидуального учебного плана и индивидуального темпа обучения. Рекомендации по продолжению обучения основывались на основе зафиксированных достижений обучаемого. К сожалению, в дальнейшем следы присутствия данной системы обнаружить не получается [8].

Системы тестирования знаний, результат использования которых студентом, можно рассматривать как исходную информацию для рекоменда-

ций, формулируемых экспертной системой, получили значительное распространение в практике оценки знаний в вузах [9]. Однако гибкость существующих программных оболочек можно признать недостаточной для создания интеллектуальных тестов, желателен игровой подход в диалоге со студентом. Это приводит к решению вузов разрабатывать собственные системы тестирования.

В заключении можно отметить, фрагментарность использования экспертных систем в системе высшего образования в России. Отечественный рынок экспертных систем высшего образования находится в стадии формирования. Сдерживающим фактором можно считать слабый спрос на экспертные оценки ввиду формализации учебного процесса, когда возможность влияния на содержание учебного процесса у студента крайне незначительна. Следует также отметить «групповой» менталитет среды, ориентирующий студентов на исполнение указаний, а не на индивидуальный подход к обучению. Сказывается также взаимная изолированность процессов формирования и применения профессиональных компетенций.

#### Список используемых источников

1. Цивун В. В., Панасюк М. О. Модель компетенций менеджера в условиях экономики знаний // Креативная экономика. 2016. Т. 10. № 7. С. 869–882. DOI: 10/18334/ce.10.7.35371.
2. Матвеева Н. А. Инерционные процессы в системе образования современной России : дис. ... д-ра социол. наук : 22.00.04 / Матвеева Наталья Александровна. Барнаул, 2005. 330 с.
3. Бодина О. В., Писковацкова А. Э., Макарова М. В., Тишков Д. С. Современное состояние образовательного процесса в вузах и пути повышения его эффективности // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 4.
4. Львова А. С., Любченко О. А. Критерии оценки эффективности педагогических технологий тьюторской деятельности в современной образовательной организации // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: педагогика и психология. 2016. № 1 (35). С. 89–96.
5. Лех В. И., Чуйков О. И. История и перспективы развития экспертных систем // Вестник хабаровской государственной академии экономики и права. 2013. № 4–5. С. 57–72.
6. Балабанская О. М., Можяева Г. В., Фещенко А. В. Индивидуализация в электронном обучении на основе модели «Е-тьютор» // Сборник докладов II Международной научно-практической конференции «Современные информационные и коммуникационные технологии в высшем образовании: новые образовательные программы, педагогика с использованием e-learning и повышение качества образования», 9–10 апреля 2014 г., Римский университет La Sapienza. – М., 2014. – С. 91–96.
7. Муромцев. Д. И., Колчин М. А. Разработка экспертных систем в Drools Guvnor. СПб. : ИТМО, 2013.
8. Смолин Д. В. Экспертная система для обучения – VIRES [Электронный ресурс]. URL: <http://sdv56.narod.ru/DOCS/DOC/vipes.htm/> (дата доступа 21.03.2020).

9. Болотов В. А., Шмелев А. Г. Развитие инструментальных технологий контроля качества образования: стандарты профессионализма и парадоксы роста // Высшее образование сегодня. 2005. № 4. С. 16–21.

УДК 004.4  
ГРНТИ 50.41

## НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

М. П. Чаунин

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Одной из острых проблем, стоящих перед российскими учебными заведениями в сфере информационных технологий, является проблема лицензирования программного обеспечения. Высокая стоимость проприетарного ПО, навязывание корпорацией Microsoft в качестве операционной системы безальтернативного варианта – Windows 10 – заставляют обратить внимание на изучение и использование свободного ПО как на системном, так и на прикладном уровнях. Применение технологий виртуализации существенно расширяет возможности изучения альтернативного ПО, позволяет создавать и исследовать виртуальные вычислительные конфигурации, трудно реализуемые в локальной физической сети. Предложенный материал используется в учебном процессе.*

*виртуальная машина, аутентификация, сервер аутентификации, домен аутентификации, служба каталога, FreeIPA, Identity Management. IdM, IPA.*

Данная статья содержит методические указания для выполнения лабораторной работы по настройке централизованной аутентификации в Linux CentOS 7 с помощью сервера управления идентификацией FreeIPA [1] в виртуальной среде VirtualBox [2].

Для обозначения сервера идентификации используются названия: сервер IdM (*Identity Management*), сервер IPA, сервер FreeIPA.

Цель работы – создание домена управления идентификацией в локальной сети компьютеров, работающих под управлением операционной системы (ОС) Linux CentOS 7.

Домен управления идентификацией (IdM) состоит из группы машин, имеющих одну и ту же конфигурацию, политики и хранилища идентификаторов.

Серверы управления идентификацией выступают в качестве центральных хранилищ информации о конфигурации, идентификации и политиках.

Они предоставляют различные сервисы членам домена. Управление службами, связанными с идентификацией, осуществляется централизованно через веб-интерфейс и утилиты командной строки.

Сервер управления идентификацией является контроллером домена: он определяет домен IdM и управляет им. Чтобы настроить сервер IdM, необходимо:

- установить необходимые пакеты,
- настроить машину с помощью сценариев установки.

Сервер управления идентификацией IdM следует устанавливать в чистую систему без какой-либо настраиваемой конфигурации для таких сервисов, как DNS, Kerberos или Directory Server.

Программное обеспечение сервера управления идентификацией IdM носит название FreeIPA (*Free Identity, Policy and Audit*).

FreeIPA – это открытое средство для обеспечения безопасности Linux, которое предоставляет управление учетными записями и централизованную проверку подлинности (как Active Directory в Microsoft). Инструмент FreeIPA основан на нескольких открытых проектах: 389 Directory Server, MIT Kerberos, SSSD и других:

- Сервер 389 Directory Server – используется в качестве сервера LDAP;
- MIT's Kerberos 5 – используется для аутентификации и единой точки входа;
- Apache и Python – для управления всем стеком программного обеспечения FreeIPA;
- Система DogTag – для управления сертификатами;
- BIND и DHCP – для управления службой DNS в сети;
- SSSD (System Security Services Daemon) – демон службы безопасности системы.

Основной функцией SSSD является доступ к удаленному ресурсу идентификации и аутентификации.

Демон SSSD является рекомендуемым компонентом для подключения системы Linux к выбранному серверу идентификации: Microsoft Active Directory, Identity Management (IdM) в Red Hat Enterprise Linux или любому общему серверу LDAP или Kerberos.

Работа выполняется в среде виртуальных машин Oracle VirtualBox. Для демонстрации требуются как минимум две виртуальные машины: сервер IdM и клиент IdM. Для обеспечения согласованной работы всех служб, в совокупности реализующих функционал управления идентификацией IPA (*Identity, Policy, Audit*) – LDAP, Kerberos, DNS, Web-сервер и др. – необходимо не менее 2 Гб оперативной памяти на каждую виртуальную машину. Данное требование означает, что объем ОЗУ физического компьютера должен быть не менее 8 Гб. Конфигурация виртуальных машин содержит два виртуальных сетевых адаптера:

- Адаптер 1 – в режиме NAT — для доступа в Internet с целью выполнения обновления системы и установки необходимых пакетов;
- Адаптер 2 – в режиме Виртуальный адаптер хоста – для работы в виртуальной локальной сети домена IdM.

### *Установка и настройка сервера IdM*

Установка и настройка сервера IdM состоит из следующих шагов.

1. Выполнить обновление системы с последующей перезагрузкой.  
yum update.  
reboot.
2. Проверить, что имя узла является *полностью определённым доменным именем* (FQDN – *Fully Qualified Domain Name*), например: srv.lab.local.
3. Для сетевого интерфейса, используемого в локальной виртуальной сети (Виртуальный адаптер хоста) назначить *статические* параметры: IP-адрес, маска подсети.
4. Внести изменения в файл /etc/hosts – добавить строку, устанавливающую соответствие между заданным статическим IP-адресом и доменным именем компьютера.
5. Проверить наличие доступа в интернет, отправив несколько пакетов на внешний адрес.
6. Установить программное обеспечение сервера FreeIPA с зависимыми пакетами:  
yum – y install ipa-server ipa-server-dns
7. Настроить сервер FreeIPA с помощью сценария установки (сценарий на языке Python):  
ipa-server-install
8. Запускается длительный процесс настройки служб сервера FreeIPA, управляемый сценарием ipa-server-install. Процесс занимает несколько минут. В случае успешного завершения настройки сценарий выдаст сообщение о завершении установки и необходимости открыть в брандмауэре следующие порты:
  - TCP: 80, 443 (HTTP/HTTPS); 389, 636 (LDAP/LDAPS); 88, 464 (Kerberos); 53 (BIND);
  - UDP: 88, 464 (Kerberos); 53 (BIND);123 (NTP).
9. Назначить для сервера IdM в качестве IP-адреса сервера DNS его собственный IP-адрес.
10. Открыть порты для FreeIPA в брандмауэре:  
firewall-cmd --permanent --add-port= {80/tcp, 443/tcp, 389/tcp, 636/tcp, 88/tcp, 464/tcp, 53/tcp, 88/udp, 464/udp, 53/udp, 123/udp}
11. Перезапустить брандмауэр:  
firewall-cmd --reload

12. Проверить настройки брандмауэра:  
firewall-cmd --list-all
  13. Получить билет для получения билета Kerberos для администратора admin с помощью команды  
kinit admin
  14. Проверить наличие полученного билета в кэше Kerberos  
klist
  15. Проверить, что сервер IPA работает, запросить информацию о пользователе с именем admin:  
ipa user-find admin
  16. Проверить состояние всего стека программного обеспечения FreeIPA:  
ipactl status
  17. Создать нового пользователя (jgreen) домена IPA:  
ipa user-add --password
  18. Настроить автоматическое создание домашнего каталога пользователя при первом входе в систему:  
authconfig --enablemkhomedir --update
- Эту команду следует выполнить на каждом клиенте и сервере IPA, где это необходимо.

#### *Установка и настройка клиента IdM*

1. Выполнить обновление системы с последующей перезагрузкой
  2. Проверить, установлен ли в системе браузер и пакеты ipa-client, bind-utils:  
yum list ipa-client bind-utils firefox
- Если указанные пакеты не установлены, установить:
- ```
yum -y install ipa-client bind-utils firefox
```
3. Отключить все виртуальные сетевые интерфейсы кроме интерфейса, работающего в режиме Виртуальный адаптер хоста (особенность виртуальных сетевых адаптеров).
  4. Назначить в качестве сервера DNS сервер DNS сервера IPA.
  5. Выполнить перезагрузку.
  6. Проверить, какие серверы DNS используются клиентом IPA по умолчанию:  
cat /etc/resolv.conf
  7. Проверить состояние службы времени chronyd:  
systemctl status chronyd
  8. Остановить и запретить автозапуск службы chronyd  
systemctl stop chronyd  
systemctl disable chronyd

9. Настроить клиента FreeIPA с помощью сценария установки (сценарий на языке Python):

```
ipa-client-install
```

10. Настроить автоматическое создание домашнего каталога при входе пользователя в систему:

```
authconfig --enablemkhomedir --update
```

11. Клиент IPA настроен. Проверим возможность взаимодействия клиента с сервером IPA.

Для доступа к службам сервера IPA сначала получим от системы Kerberos билет на получение билета для пользователя admin, от имени которого будем обращаться к серверу IPA:

```
kinit admin
```

Сделаем запрос на поиск учетной записи пользователя jgreen, созданной ранее на сервере IPA:

```
ipa user-find jgreen
```

12. Завершить текущий сеанс и зарегистрироваться в домене с учетной записью пользователя jgreen, используя для регистрации компьютер-клиент.

### *Результат*

Создан домен управления идентификацией в среде Linux похожий по своим возможностям на домен Active Directory в среде Windows.

### **Список используемых источников**

1. Linux Domain Identity, Authentication, and Policy Guide [Электронный ресурс]. URL: [https://access.redhat.com/documentation/en-us/red\\_hat\\_enterprise\\_linux/7/pdf/linux\\_domain\\_identity\\_authentication\\_and\\_policy\\_guide/Red\\_Hat\\_Enterprise\\_Linux-7-Linux\\_Domain\\_Identity\\_Authentication\\_and\\_Policy\\_Guide-en-US.pdf](https://access.redhat.com/documentation/en-us/red_hat_enterprise_linux/7/pdf/linux_domain_identity_authentication_and_policy_guide/Red_Hat_Enterprise_Linux-7-Linux_Domain_Identity_Authentication_and_Policy_Guide-en-US.pdf) (дата обращения 29.03.2020).

2. Documentation – Oracle VM VirtualBox [Электронный ресурс]. URL: <https://www.virtualbox.org/wiki/Documentation> (дата обращения 29.03.2020).

УДК 378  
ГРНТИ 14.35.09

## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ, А ТАКЖЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ

**С. И. Штеренберг**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*Настоящая статья позволит освятить текущие проблемы СПбГУТ в части успеваемости и мотивации студенческого состава, а также систематизировать оценочную характеристику для преподавателей. Поскольку в настоящее время происходит глобальная информатизация общества, с каждым годом требуется все большее количество квалифицированных специалистов, связанных с информационными технологиями, в частности с информационной безопасностью. Данное направление изучается только в высших учебных заведениях, поэтому важно правильно сформировывать программы обучения и организовывать учебный процесс.*

*образование, кафедра ЗСС, рейтинги, успеваемость, оценивание.*

Как направление подготовки специалистов, информационная безопасность появилась в России сравнительно недавно – около 15 лет назад, и ее значимость ежегодно возрастает в соответствии с развитием цифровых и телекоммуникационных технологий [1, 2, 3]. Из-за высокого темпа совершенствования данных технологий и появления все большей угрозы безопасности информации учебный процесс также должен модифицироваться и соответствовать современным стандартам. Однако на данный момент во многих высших учебных заведениях существует проблема неактуальности данных, по которым проводится обучение, что влечет за собой выпуск специалистов некомпетентных в вопросах, требующих современных способов решений.

Целью данной работы является: исследование текущего уровня обучения на примере конкретного высшего учебного заведения, рассмотрение вариантов устранения проблем по организации учебного процесса, предложение дополнительных методов обучения для развития и улучшения действующих программ образования. Также в исследовании важно задействовать процедуру применения балльно-рейтинговой системы в образовательном учреждении, ее формирование и внедрение.

По итогам трех контрольных показателей студент может набрать максимально 100 баллов. Цели бально-рейтинговой системы определены при разработке программ в рамках проекта подготовки как бакалавров, так и магистров кафедры Защищенных систем связи [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Студенты, имеющие от 90–100 баллов, получают зачет-«автомат», либо, если дисциплина заканчивается экзаменом – оценку «отлично».

Студенты, имеющие от 80–90 баллов, получают зачет-«автомат», либо, если дисциплина заканчивается экзаменом – оценку «хорошо».

Студенты, имеющие от 70–80 баллов, получают зачет-«автомат», либо, если дисциплина заканчивается экзаменом – оценку «удовлетворительно».

Студенты, не набравшие минимальное количество баллов (при обязательном условии не менее по 15 баллов по первому и второму промежуточному (внутрисеместровому) контролю), не допускаются к сдаче зачета или экзамена по данным дисциплинам.

Анализируемая образовательная организация (СПбГУТ) имеет также возможность дистанционного обучения студентов и ведение бально-рейтинговой системы. При очной форме обучения и стабильной ситуации в городе, связанной с возможностью личного присутствия на учебных занятиях, большинство информации преподносится именно при их посещении, а удаленное обучение почти отсутствует, что является недочетом организации учебного процесса. Информации, которую преподают в университете, недостаточно для полного понимания и изучения сферы деятельности по направлению обучения, в особенности «Информационная безопасность» [3, 4, 5], так как ежегодно информация по темам, связанных с информационными технологиями, обновляется и изменяется, появляются новые методы решения вопросов защиты информации, что не всегда отслеживается преподавателями при обучении студентов. Поэтому появляется проблема неактуальности данных и/или недостатка получения студентам изучаемого материала. Указанную ситуацию можно разрешить с помощью дистанционных технологий. Для подтверждения актуальности и применимости методов, которые преподают студентам, можно приглашать специалистов по информационной безопасности и смежных профессий для организации онлайн-конференций со студентами [7, 8]. Должностное лицо может рассказывать о:

1. прохождении обучения на данную профессию с указанием значимости самообразования, что призвет студентов пересмотреть приоритетность получения необходимых знаний и навыков;

2. истории поиска работы и изучаемой должности, что натолкнет студентов на мысли о развитии каких-либо недостающих качеств для трудоустройства на желаемую профессию;

3. профессии и обязанностях на данном месте, это поможет студентам определиться с узкой направленностью изучения своей специальности;

4. компании, представителем которой данное лицо является, что определит статус и уровень рассматриваемой организации;

5. других аспектах обучения и практической части по просьбе студентов, просматриваемых конференцию.

Также решением неактуальности получаемых данных может выступать своевременное обновление технических средств, применяемых для практических занятий со студентами, изменение методических инструкций по выполнению практических заданий в соответствии с использованием современных систем работы, проверка оборудования на работоспособность по установленному регламенту.

Данное высшее учебное заведение предоставляет возможность регистрации в Личном кабинете студента, что является удаленной помощью студенту в процессе обучения. Этот портал помогает обучающимся следить за новостями учреждения, обеспечивает связь с преподавательским составом и другими сотрудниками университета, позволяет сохранять личные выполненные работы на диске и открывать для просмотра доступ преподавателям, которым данное задание необходимо проверить, дает возможность круглосуточно просматривать информацию о дисциплинах, рабочей программе, зачетной книжке, персональной траектории обучения и так далее. На данный момент на этом портале присутствует вся информация первой необходимости, которая может пригодиться в течение всего обучения, однако если добавить следующие вкладки, то получение образования, структурирование информации и комфортность обучения станут более доступными [9, 10].

Рассматриваемые решения проблемы нехватки дистанционного обучения в процессе очного изучения материала смогут расширить кругозор знаний каждого студента и повысить подготовленность обучающегося к трудовой деятельности по прохождению учебной программы по направлению «Информационная безопасность». Балльно-рейтинговая система может позволить оптимизировать работу со студентами на удаленном режиме работы.

Таким образом, в данной статье были сформулированы способы оптимизации учебного процесса по направлению «Информационная безопасность» [1, 4, 9, 10], благодаря которым обучение по указанной специализации станет более структурированным; поиск необходимой информации в процессе получения образования станет более удобным и быстрым, что будет являться положительным моментом в рационализации расходуетого времени; обучение будет направлено не только на изучение материала, но и на подготовку студентов к успешной послевузовской деятельности, что способствует выпуску квалифицированных специалистов, готовых к практической работе.

**Список используемых источников**

1. Красов А. В., Ушаков И. А., Штеренберг С. И. Совместная программа подготовки магистров ERASMUS + // Новые технологии оценки качества образования. Сборник материалов XV Форума Гильдии экспертов в сфере профессионального образования / Под общ. ред. Г. Н. Мотовой. 2019. С. 156–162.
2. Ушаков И. А., Красов А. В. Подготовка специалистов в области информационной безопасности в СПбГУТ // Инновации. 2013. № 7. С. 92–97.
3. Красов А. В., Ушаков И. А., Левин М. В. Реализация совместных образовательных программ в области информационной безопасности с республикой Вьетнам // Управление качеством в образовательных и научных организациях. Сборник статей. СПб. 2013.
4. Красов А. В., Коржик В. И., Яковлев В. А. Состояние и перспективы разработки учебно-методического комплекса по дисциплине «криптографические методы и средства обеспечения информационной безопасности инфокоммуникаций» в соответствии с ГОС ВПО третьего поколения // Актуальные проблемы инфокоммуникаций в науке и образовании. II Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. СПб. : СПбГУТ, 2013. С. 832–834.
5. Красов А. В., Ушаков И. А. Роль Научно-образовательного центра «Лаборатория Cisco» в подготовке специалистов в области инфокоммуникаций // XII Международная научно-практическая конференция вузов и факультетов инфокоммуникаций. Труды конференции. М. : МТУСИ, 2012. С. 82–84.
6. Красов А. В., Ушаков И. А., Штеренберг С. И. Магистерская программа нового поколения экспертов в информационной безопасности, признанная ес (engensec) // Современное образование: содержание, технологии. 2015. С. 79–81.
7. Ковалева Г. В. Рабочая программа дисциплины Б1.Б.6 Правоведение кафедры 42 Социальной работы и права по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность. 2017. С. 3–5.
8. Макаров А. Г. Рабочая программа дисциплины Б1.Б.13 Основы информационной безопасности кафедры 20 Интеллектуальных систем и защиты информации по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность. 2017. С. 6–7.
9. Макаров А. Г. Рабочая программа дисциплины Б1.Б.28 Организационное и правовое обеспечение информационной безопасности кафедры 20 Интеллектуальных систем и защиты информации по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность. 2017. С. 4–5.
10. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 10.03.01 информационная безопасность (уровень бакалавриата). 2016. С. 3–8.

## РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 004.056.53  
ГРНТИ 20.19.27

### МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И АНАЛИЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ХОДЕ ИНЦИДЕНТОВ И КРИЗИСОВ

К. А. Ахрамеева<sup>1</sup>, Л. А. Виткова<sup>1,2</sup>, Д. Р. Голузина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук

*В настоящее время существует множество способ обработки текстов. Сравнительно недавно для этого стали использовать нейронные сети. Все чаще нейронные сети используют для анализа коротких сообщений, в том числе из социальных сетей. Почти все громкие и значимые события находят отражение в социальных сетях. Иногда это просто обсуждение, иногда способ спровоцировать конфликт, или направить его в определенном направлении. Для лучшего понимания таких событий можно применять анализ текста – коротких текстовых сообщений и постов. В данной статье рассматриваются основные инструменты, которые применяются для обучения нейронных сетей классификации текста.*

*нейронные сети, обработка текста, социальные сети, распространение информации, медиатизация кризиса.*

На сегодняшний день любые процессы, происходящие в обществе, находят отражение в сети Интернет [1]. Любые происшествия и конфликты обсуждаются, а иногда и подогреваются посредством социальных сетей. Для того, чтобы иметь возможность следить за развитием событий, достаточно просто зайти в социальную сеть, найти сообщества или посты на интересующую тему и почитать, в каком ключе ведется обсуждение. При этом, в целях обеспечения безопасности, было бы полезно иметь возможность предсказывать ход развития ситуации и некоторым образом влиять на него [2].

Так как обсуждение любых событий представляет собой набор сообщений – цепочек текста – естественным решением вопроса обработки таких данных является использование алгоритмов текстовой обработки [3].

Ниже приводится пример алгоритма обработки текстовых данных средствами нейронных сетей, предложенный авторами в рамках исследования.

Алгоритм обработки состоит из 2 частей – подготовительной и собственно обработки.

Подготовительная часть состоит из:

1. Определение входных и выходных данных – на основе каких данных какой ответ или предсказание требуется получить.

2. Сбор входного массива информации – множество сообщений, содержащих вредоносную информацию. Сбор происходит по хэш-тэгам и ключевым словам.

3. Все собранные сообщения маркируются в соответствии с их содержанием.

4. Предобработка сообщений [5]:

4.1. Обучающая и валидационная выборки проходят графематический анализ – все сообщения разбиваются на списки предложений.

4.2. Затем предложения разделяются на отдельные слова – токены. Морфологический анализ проводится методом стемминга. Так как он требует меньше времени и задействует меньше мощностей.

4.3. Для каждого токена считается частота его встречаемости. Все токены сортируются по количеству использований и получают порядковый номер. Встроенная функция `dictvectorizer` позволяет посчитать вхождения токенов автоматически.

4.4. Все слова во входных массивах преобразуются в номера. Словарь перевода слов в номер сохраняется отдельно.

5. Все маркеры преобразуются в классы.

Оценку можно закодировать числовым значением.

На этом подготовительный этап заканчивается и данные поступают непосредственно в нейросеть. В нейросети первым делом данные разбиваются на обучающую и валидационную части в соотношении 4 к 1.

В нейросети контекст использования слова и смысл всего сообщения представляется матрицей или вектором. Существует несколько модулей, с помощью которых происходит преобразование данных в нейросети [4]:

1) Сверточные блоки – хорошо подходят для обработки коротких сообщений. Позволяют находить локальные паттерны.

2) Блоки объединения (пулинга) – при использовании позволяют: локально – выделить наиболее значащие детали и уменьшить общую длину, глобально – получить вектор, не зависящий от входной длины, но содержащий всю ключевую информацию об обрабатываемом тексте.

3) Сумматоры, с некоторой активационной функцией – нужны в конце для преобразования обработанной информации в ответ, в необходимой форме (вероятность, оценка, категория и т. п.).

В нейросетях существуют несколько способов обработки поступивших данных. Основные [6]:

Активационная функция.

– Перцептрон. Линейный нейрон:

$$f(x, w, b) = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{i=1}^n w_i x_i + b > 0 \\ 0, & \text{если } \sum_{i=1}^n w_i x_i + b \leq 0 \end{cases}$$

$$f(x, w) = \begin{cases} 1, & \text{если } w^T x > 0 \\ 0, & \text{если } w^T x \leq 0 \end{cases}$$

где  $w$  – вектор весов;  $x$  – вектор входных активаций;  $b$  – смещение (*bias*);  $f(\cdot)$  – выходная активая.

– Сигмоидальный нейрон. Позволяет получать вероятность (степень уверенности в ответе)

$$f(x, w, b) = \sigma(wx + b),$$

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}.$$

Функция потерь:  $MSE = (\sigma(y) - t)^2$ .

– Гиперболический тангенс:

$$f(x, w, b) = \tanh(wx + b),$$

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}.$$

– Softmax. Используется для решения задач категоризации.

Это обобщение логистической функции для многомерного случая:

$$SM_i(\vec{y}) = \frac{e^{y_i}}{\sum_{j=1}^N e^{y_j}}.$$

Функция потерь:  $CE(p, t) = -\sum_{i=1}^N t_i \log p_i$ , где  $p = \sigma(y)$ ;  $\sum p_i = 1$ .

Обучение по сути это выравнивание весов, оно происходит по формуле:

$$\Delta w_i = (y - \hat{y}) * x_i,$$

где  $y$  – правильный (ожидаемый) ответ для текущего примера;  $\hat{y}$  – выходная активация. (полученный ответ);  $x_i$  – значение на входе нейрона;  $\Delta w_i$  – изменение веса.

Оптимизатор. Градиентный спуск.:

$$w^1 = w^0 - \alpha \nabla f(w^0)$$

$$w^{t+1} = w^t - \alpha \nabla f(w^t)$$

$$\nabla f = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial w^0} \\ \vdots \\ \frac{\partial f}{\partial w^n} \end{bmatrix},$$

где  $w^0$  – начальное состояние;  $\alpha$  – параметр скорости обучения

Используется для определения направления, в котором необходимо двигаться, чтобы уменьшить ошибку предсказания категории.

Недостатки метода:

Возможность «перескочить» глобальный минимум или застрять в локальном.

Градиент считается по всем переменным.

Возможное решение:

– Использование по-батчeveго градиентного спуска.

– Все множество обучающих примеров разбивается на батчи:  
 $f = f_1 + f_2 + \dots + f_n$ .

Размер батчей:  $1 \ll |b| \ll N$ .

– Динамическое изменение параметра скорости обучения.

Для решения проблем градиентного спуска используется другой оптимизатор – Adam:

$$w^{t+1} = w^t - \alpha \frac{EMA_{\beta_1}(\nabla f)^t}{\sqrt{EMA_{\beta_2}(\nabla f^2)^t + \varepsilon}},$$

где  $EMA_{\beta} = (1 - \beta) * f^2 + \beta * EMA_{\beta}(f)^{t-1}$ .

**Итоговый алгоритм обработки** данных в сети следующий:

(1) загрузить данные в нейросеть; (2) токенизировать данные – разбить текст на слова; (3) построить словарь, пронумеровать слова по порядку; (4) сопоставить токены с номерами, таким образом получить набор чисел, вместо текста; (5) разбить на обучающую и валидационную выборки весь массив данных; (6) закодировать маркеры сообщений в соответствии с таблицами 1 и 2; (7) описать архитектуру нейросети (какие слои, по сколько нейронов, связи между нейронами); (8) разбить обучающую выборку на батчи – небольшие блоки сообщений; (9) сделать прямой проход, сохраняя промежуточные значения нейронов; (10) посчитать значения ошибок в выходном слое; (11) посчитать значения ошибок во всех слоях; (12) Применить оптимизатор ко всем параметрам и всем смещениям; (13) обновить веса и смещения; (14) проверить критерии остановки обучения.

Предложенный авторами алгоритм проверяется на данных, полученных из социальных сетей. В набор входят как посты с большим количеством слов, так и короткие сообщения – комментарии. Предварительные экспери-

менты показали возможность выявления искусственной медиатизации кризиса в социальной сети. Однако, для верификации гипотезы требуется проведение серии экспериментов, а также проведение большого объема работ по разметке обучающей выборки для нейронной сети.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-011-00371) в СПбГУ.*

#### Список используемых источников

1. Виткова Л. А., Проноза А. А., Сахаров Д. В., Чечулин А. А. Проблемы безопасности информационной сферы в условиях информационного противоборства // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2018. С. 191–195.
2. Виткова Л. А., Дойникова Е. В. Поддержка принятия решений по противодействию нежелательной информации // Информационные технологии в управлении (ИТУ-2018) : материалы конференции. 2018. С. 398–403.
3. Pronoza A., Vitkova L., Chechulin A., Kotenko I. Visual analysis of information dissemination channels in social network for protection against inappropriate content // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 875. PP. 95–105.
4. Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. СПб. : Питер, 2018. – 480 с. ISBN 978-5-496-02536-2.
5. Макмахан Б., Рао Д. Знакомство с PyTorch: глубокое обучение при обработке естественного языка. СПб. : Питер, 2020. – 256 с. ISBN 978-5-4461-1241-8.
6. Штолле Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб. : Питер, 2018. – 400 с. ISBN 978-5-4461-0770-4.

УДК 621.39

ГРНТИ 49.33.29

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА

Д. С. Ванюгин<sup>1</sup>, В. Г. Картун<sup>2</sup>, И. Н. Репьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

<sup>2</sup>Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В статье проведен анализ современных технологий беспроводного доступа и возможности применения их в специальной сфере.*

*Wi-Fi, выделенная сеть, получение сигналов.*

Быстрое развитие и внедрение новых информационных технологий, необходимость передачи различных видов информации, создание распределенных информационно-технических систем, внедрение многофункциональных систем и средств персональной связи для абонентов определяют повышенные требования к пропускной способности беспроводных сетей доступа. В настоящее время процесс управления специальными организациями и информационного обмена между абонентами по существующим средствам связи реализуется благодаря использованию таких видов связи, как телефонная, телеграфная, факсимильная и ПД. При этом теоретически уже сейчас каждый абонент может потребовать любую услугу. Поэтому проектируемые и развертываемые сети беспроводного доступа должны обладать соответствующими возможностями по обеспечению предоставления всех основных современных телекоммуникационных услуг связи. В таблице приведены основные требования услуг связи к скорости передачи.

ТАБЛИЦА. Основные требования услуг связи к скорости передачи

| Служба электросвязи              | Скорость передачи, Мбит/с |              |
|----------------------------------|---------------------------|--------------|
|                                  | Средняя                   | Максимальная |
| Телефония                        | 0,064                     | 0,064        |
| Низкоскоростной факс             | 0,064                     | 0,064        |
| Факс цветной                     | 1                         | 10           |
| Видеотелефония                   | 2                         | 10           |
| Видеоконференцсвязь              | 5                         | 10           |
| Изображение                      | 2                         | 10           |
| Передача файлов                  | 2                         | 10           |
| Низкоскоростные данные           | 0,0096                    | 0,064        |
| Высокоскоростные данные          | 1                         | 10           |
| Поиск документов                 | 0,064                     | 0,064        |
| Низкоскоростной текстовый поиск  | 0,064                     | 0,064        |
| Высокоскоростной текстовый поиск | 1                         | 10           |

Рассмотрим современные технологии беспроводного доступа и оценим их способности.

В настоящее время наиболее массовыми и перспективными технологиями беспроводного доступа [1, 2, 3], которые могут быть применены (и уже применяются) в специальной сфере, являются: стандарт беспроводных локальных сетей IEEE 802.11, а также стандарт беспроводных сетей городского масштаба IEEE 802.16.

Стандарт IEEE 802.11 (*Radio-Ethernet, Wi-Fi*), разработанный в 1997 г. – стандарт организации беспроводных коммуникаций на ограниченной территории в режиме локальной сети, когда несколько абонентов имеют равноправный доступ к общему каналу.

Обычно Wi-Fi используют для организации точек коллективного доступа в пределах здания, но увеличение размеров соты за счет применения дополнительных усилителей и остронаправленных антенн позволяет передавать данные на несколько километров (до 5 км). Система Wi-Fi в настоящее время активно используется не только для предоставления услуг в локальных сетях специальной связи, но и для управления интернетом вещей в домашних локальных сетях.

Самый распространенный стандарт IEEE 802.11b (1999 г.) предусматривает диапазон 2,4 ГГц, технологию расширения спектра методом прямой последовательности (DSSS), пропускную способность до 11 Мбит/с на одну точку доступа. Для поддержки очень зашумленных сред, а также работы на больших расстояниях стандарт 802.11b предусматривает динамический сдвиг скорости – автоматическое изменение скорости передачи данных в зависимости от свойств радиоканала [1].

Наиболее «широкополосный» стандарт IEEE 802.11a предусматривает использование диапазона 5 ГГц, модуляции по методу ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM), скорость передачи до 54 Мбит/с.

Стандарт IEEE 802.11g (2002г.) предполагает диапазон 2,4 ГГц, скорость передачи до 54 Мбит/с. Гарантируется совместимость со стандартом 802.11b (в режиме DSSS при скорости передачи до 11 Мбит/с), либо работа в режиме модуляции OFDM при скорости 54 Мбит/с. Недостаток IEEE 802.11g тот же, что и у 802.11a – лимит непересекающихся каналов (не более трех).

Стандарты IEEE 802.11b и IEEE 802.11g совместимы между собой, но не со стандартом IEEE 802.11a, ориентированным на диапазон 5 ГГц.

Таким образом использование стандарта Wi-Fi в системах специальной связи целесообразно в ограниченных пределах и в ограниченных масштабах, а для обеспечения доступа к системам специальной связи на большие расстояния целесообразно использовать стандарт WiMax.

Специально для работы на больших расстояниях разработан стандарт IEEE 802.16, названный WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) [1, 3].

В отличие от Wi-Fi, WiMax меньше привязан к конкретным диапазонам – его варианты рассчитаны на частоты от 2 до 11 ГГц и от 10 до 66 ГГц. Ширина канала может выбираться в более широких (чем у *Wi-Fi*) пределах – от 1,5 до 28 МГц. Эффективность использования радиоспектра – 5 бит/Гц (у Wi-Fi 2,7 бит/Гц), поэтому скорость передачи достигает

134 Мбит/с (в канале шириной 28 МГц). Но главное преимущество WiMax – в дальности связи, которая может достигать 50 км.

По технологии 802.16 одна базовая станция может обслуживать до тысячи пользователей и предоставлять им услуги разного уровня. Например, ее достаточно для одновременной работы 60 пользователей с возможностями E1 (скорость передачи до 2 Мбит/с) и сотен обычных пользователей. Базовая станция размещается в здании или на вышке и осуществляет связь с абонентскими станциями клиентов по схеме «точка-мультиточка». Возможен сеточный режим связи (Mesh – сетка связей «точка – точка»), когда любые абоненты могут осуществлять связь между собой непосредственно, а антенные системы, как правило, являются всенаправленными. Диапазон рабочих расстояний может достигать 50 км (в случае прямой видимости) при типовом радиусе сети 6...10 км, где пропускная способность может быть гарантированной. Предусмотрен также режим «мультиточка – мультиточка», который имеет ту же функциональность, что и «точка – мультиточка».

Таким образом, с точки зрения размеров зоны обслуживания базовой станции, радиосистемы стандарта IEEE 802.16 обладают некоторым преимуществом. Наряду с этим данные системы доступа обеспечивают возможность обслуживания гораздо большего количества пользователей (до 1000 на одну БС), при этом каждый пользователь получает намного более высокую пропускную способность (в сравнении с 802.11). Следует сказать и о том, что радиосистемы стандарта 802.16 приспособлены для передачи информации разного вида (речь, видео, данные) в одном радиоканале, поддерживают передачу данных различных приложений верхних уровней (ATM, IP, VoIP, E1, *Frame Relay* и др.), обеспечивают передачу информации с заданным качеством (QoS), кроме того, модификация стандарта IEEE 802.16e, принятая в 2005 году, позволяет обеспечивать связь в движении.

Исходя из приведенного анализа можно сделать вывод о том, что для обеспечения связи на большие расстояния (от 1 до 40 км), обеспечения связи между абонентами специальных организаций, обеспечения выхода в транспортную сеть целесообразно использовать радиосистемы на основе стандарта IEEE 802.16. А для развертывания небольших по радиусу (сотни метров) локальных беспроводных сетей возможно использование радиосистем на основе стандарта IEEE 802.11.

#### Список используемых источников

1. Григорьев В. А., Лагутенко О. И., Распаев Ю. А. Сети и системы радиодоступа. М. : Эко-Трендз, 2005.
2. Суваткин В. С. WiMAX – технология беспроводной связи: основы теории, стандарты, применение. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 368 с.

3. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов, 3-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 958 с.

УДК 621.396  
ГРНТИ 49.43.29

## ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ LPS НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ RFID

О. В. Гавриков<sup>1</sup>, А. С. Гуряева<sup>2</sup>, С. В. Кузьмин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Сириус»

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

*В статье рассматривается реализация системы локального позиционирования на основе технологии пассивной UHF RFID-метки, исследуется возможность увеличения точности указанной системы при использовании современного оборудования.*

*Хотя, подобная реализация обладает сравнительно низкой точностью определения координат, в данном случае определяющим фактором является стоимость носимого оборудования. Использование пассивных меток не требует дополнительного обслуживания при эксплуатации, в отличие от активных решений.*

*При построении математической модели LPS RFID возникают трудности, поскольку необходимо учитывать множество внешних факторов, таких, как прохождение электромагнитной волны через тело человека, переотражение от стен и т. д. Поэтому, при исследовании возможностей данной системы, предпочтительны натурные испытания.*

*система локального позиционирования, LPS, RFID, RSSI.*

Для определения местоположения людей и материальных объектов внутри зданий и сооружений используются технологии внутреннего позиционирования (*от англ. Indoor positioning system, IPS*), поскольку глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS), такие как GPS или ГЛОНАСС, имеют низкую точность или недоступны из-за дифракции электромагнитных волн на препятствиях и экранировки помещений.

Система локального позиционирования (*от англ. Local Positioning System, LPS*) – это навигационная система, которая предоставляет информацию о местоположении объекта в любом месте в пределах зоны обслуживания [1].

На данный момент существует множество методов позиционирования объектов внутри помещений. Например, в статье [1] рассматривается метод построения радиокарты на базе развернутой сети Wi-Fi с одновременным использованием инерциальной навигационной системы (ИНС). Радиокарты

уровней сигналов строятся в режиме реального времени по принимаемым мобильным устройством сигналам RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) маяков от точек доступа беспроводных локальных сетей Wi-Fi. Измерения инерциальной навигационной системы поступают от встроенных в мобильное устройство МЭМС-датчиков, образующих инерциальный модуль определения траектории. Повышение точности позиционирования достигается за счет комплексирования измерений инерциальной навигации и радиокарт уровней принимаемых сигналов Wi-Fi.

Однако, помимо точности немаловажным фактором при построении системы позиционирования является её стоимость. С использованием дорогостоящего специализированного оборудования можно определить координаты объекта внутри помещения с большой точностью. Такие системы существуют и используются для ответственных применений. Но, из-за их высокой стоимости они пока не могут быть внедрены повсеместно. Кроме того, зачастую, точность таких систем избыточна, а их сложность приводит к уменьшению надёжности.

Система позиционирования, построенная на базе технологии RFID (*Radio Frequency Identification*) является экономически эффективной, проста в обслуживании и эксплуатации и обеспечивает как определение местоположения, так и идентификацию.

Любая современная система на основе RFID-технологии имеет три основных компонента:

- RFID-считыватель (ридер). Выполняет роль контроллера, формирует электрические сигналы и передает их на RFID-антенну. Такое устройство может работать автономно или под управлением компьютера;
- RFID-антенна. Формирует электромагнитные волны, излучает сигнал и улавливает сигналы от RFID-меток;
- RFID-метка. Попадая под действие поля антенны, метка передает ответный сигнал.

В данной работе использована пассивная RFID-метка УВЧ (UHF) диапазона (860–960 МГц). Они не имеют встроенного источника энергии, следовательно, не требуют дополнительного обслуживания при эксплуатации, в отличие от активных решений. Электрический ток, индуцированный в антенне электромагнитным сигналом от считывателя, обеспечивает достаточную мощность для функционирования кремниевого КМОП-чипа, размещённого в метке, и передачи ответного сигнала. Дальность действия меток до 7 метров [2]. Также ориентировочная стоимость пассивных меток начинается от 8 рублей, в отличие от активных, стоимость которые на рынке начинается от 2200 рублей.

При проведении экспериментов был использован RFID-считыватель LRU3000 UHF немецкой фирмы FEIG [4]. RFID-антенна OBID i-scan U270/270 UHF фирмы FEIG [4].

Данное оборудование позволяет исследовать метод позиционирования, основанный на измерении RSSI. Для определения точности позиционирования и влияния на RSSI различных условий, был проведен ряд измерений.

С целью исследования уровня сигнала в ближней зоне антенны был проведен следующий эксперимент: человек среднего роста с меткой в руке находится в начальном положении, прислонив метку вплотную к антенне, затем медленно отходит от антенны на расстояние 2 м (конечное положение). Расстояние от антенны до пола – 1,5 м. Поляризация антенны: круговая. Мощность передатчика – 2 Вт. Расстояние от метки до пола – 1,4 м. Расположение метки: в руке. Поляризация метки: горизонтальная. Результаты представлены на рис. 1 (график 1).

Из рис. 1. видно, что при использовании рассматриваемой технологии в системе контроля обхода помещений можно достаточно точно определить подход вплотную к антенне.

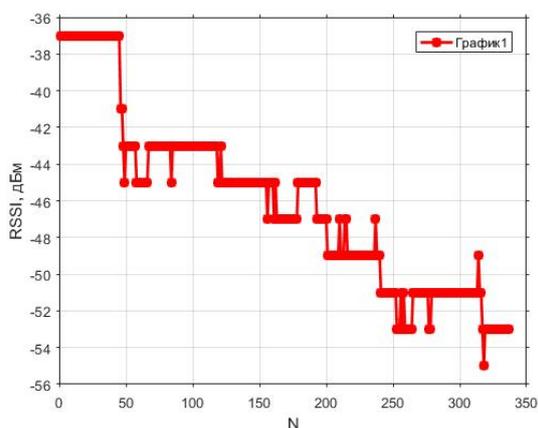


Рис. 1. Зависимость RSSI в ближней зоне антенны от номера отсчёта

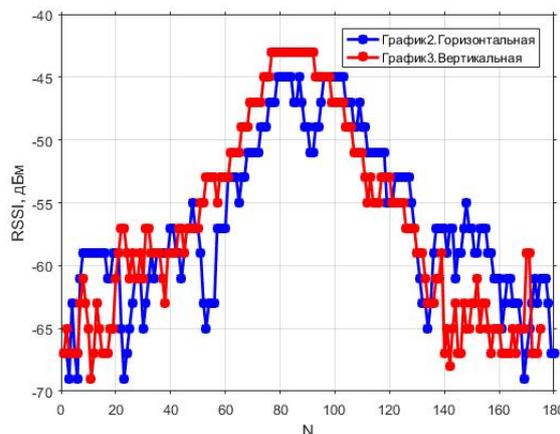


Рис. 2. Зависимость RSSI от номера отсчёта при различных поляризациях антенны метки

Следующая группа измерений проводилась с целью исследования влияния поляризации антенны метки на точность позиционирования при следующих условиях: человек среднего роста с меткой на груди находится в начальном положении на расстоянии 6 м от антенны, затем медленно подходит на расстояние 0,2 м от антенны и снова отходит на расстояние 6 м от антенны. Расстояние от антенны до пола – 1,5 м. Поляризация антенны: круговая. Мощность передатчика – 2 Вт. Расстояние от метки до пола – 1,3 м. Расположение метки: на груди. Результаты представлены на рис. 2 (графики 2 и 3).

Судя по полученным значениям RSSI в комнате есть локальные минимумы и локальные максимумы поля, т. е. комната обладает радиорельефом и он зависит от поляризации антенны метки. Из увеличения уровня сигнала видно, что человек подошел вплотную к антенне. При размещении антенны

в углу комнаты можно судить о том, что человек дошел до края комнаты, что может быть важно при построении системы обхода помещений.

Для исследования влияния движений человека с меткой в руке на возможность определение его удаленности от антенны были проведены следующие эксперименты: человек среднего роста с меткой в руке отходит от антенны на определенное расстояние (начальное положение) и совершает поворот на 360 градусов по часовой стрелке вокруг своей оси два раза. Параллельно с этим перемещая метку от пола до верхнего положения метки на уровне вытянутой вверх руки (за 1 поворот вокруг своей оси на 360 градусов). Поляризация антенны – круговая. Мощность передатчика – 2 Вт. Расположение метки – в руке. Поляризация метки: горизонтальная. Результаты представлены на рис. 3.

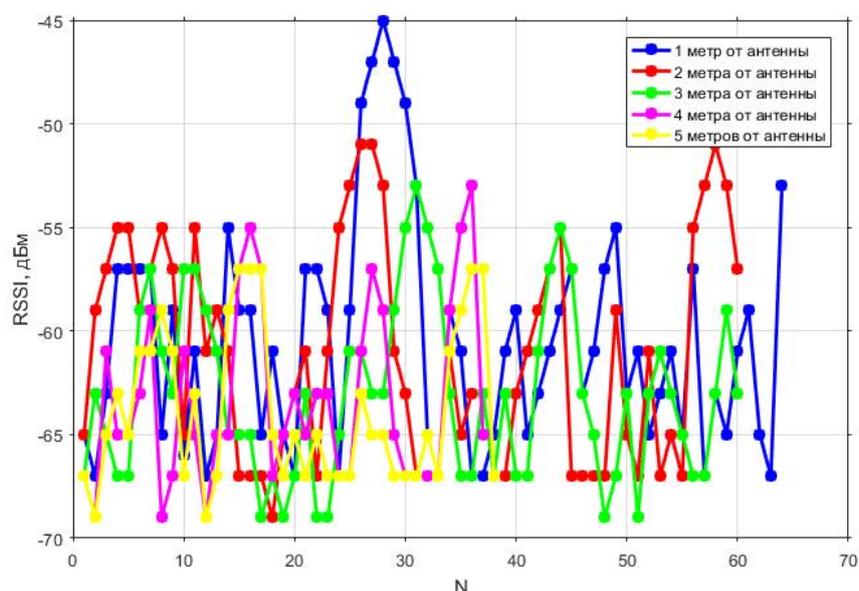


Рис. 3. Зависимость RSSI от номера отсчета при изменении положения метки в пространстве на фиксированных расстояниях от антенны

Исходя из полученных графиков видно, что значения уровня мощности принимаемого антенной сигнала (RSSI) при нахождении человека в одной точке пространства комнаты могут быть практически любыми. Смещение человека относительно своей оси вверх или вниз и при поворотах приводит к значительному изменению уровня RSSI. Соответственно данные значения RSSI не могут дать нам корректную информацию о местонахождении человека в комнате при проведении однократного измерения.

Были проведены эксперименты, в которых задействовались четыре антенны при разных мощностях передатчиков. Антенны были расставлены по периметру помещения, как показано на рис. 4. Обход осуществлялся по и против часовой стрелки с возвращением в начальное положение. Результаты показаны на рис. 5–8.

Из полученных данных видно, что возможно проследить за перемещениями метки внутри комнаты. Уменьшение мощности передатчика позволяет избежать неоднозначности в определении положения метки. Кроме того, видно, что отсчёты RSSI формируются оборудованием с шагом 2 дБ, что несколько снижает возможности системы.

При увеличении количества меток в помещении придется столкнуться еще с одной проблемой: когда несколько меток оказываются в зоне действия одного считывателя и на выработанный им импульс опроса откликается одновременно группа меток. Если не предпринять специальных мер, то такая ситуация приводит к коллизии (конфликту) меток, т. е. наложению друг на друга ответных сигналов нескольких меток, которое приводит к искажению данных, принимаемых считывателем. Алгоритмы, позволяющие избежать такого рода коллизий описаны в статье [6].

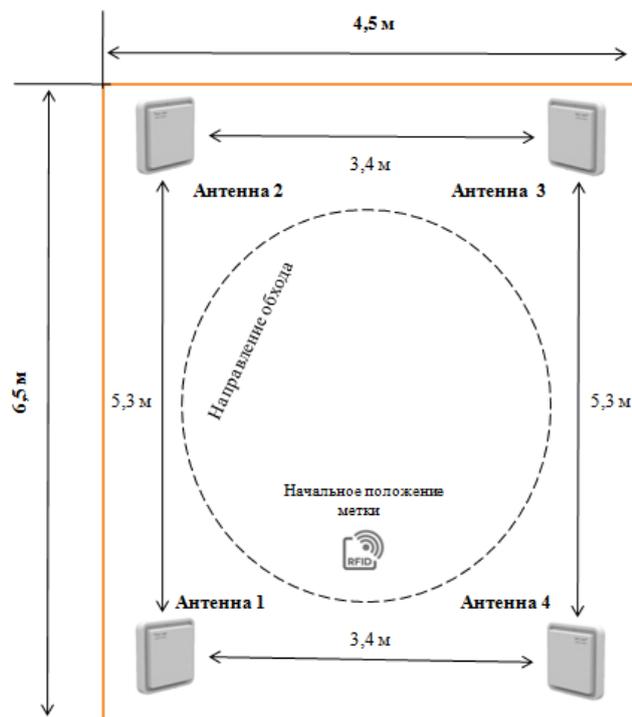


Рис. 4. Схема размещения антенн в комнате

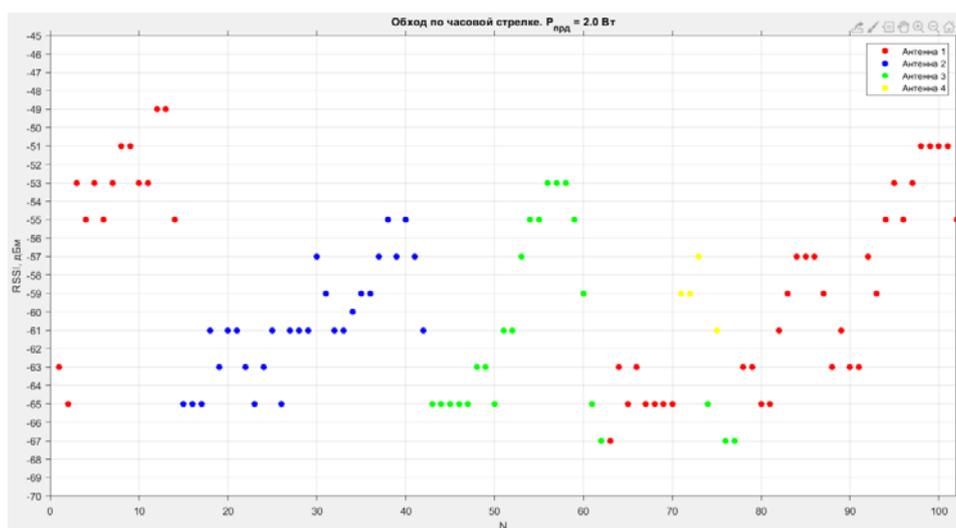


Рис. 5. Зависимость RSSI от номера отсчёта при обходе помещения по часовой стрелке и мощности передатчика 2,0 Вт

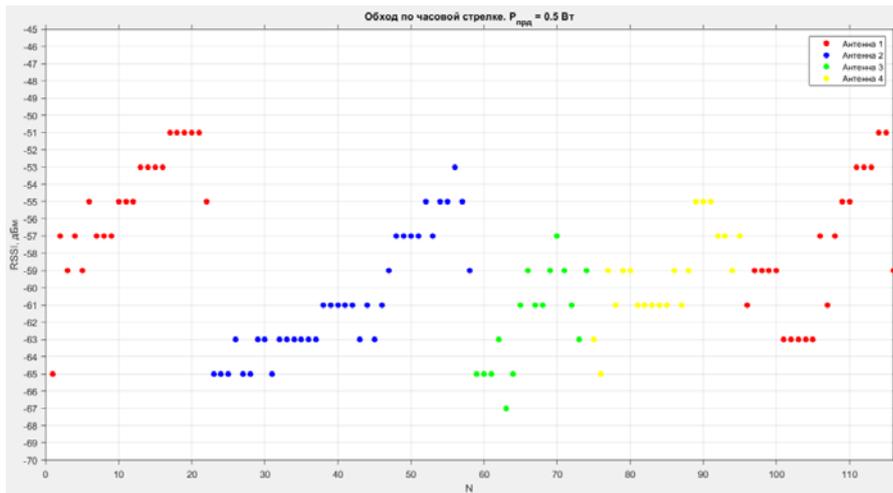


Рис. 6. Зависимость RSSI от номера отсчёта при обходе помещения по часовой стрелке и мощности передатчика 0,5 Вт

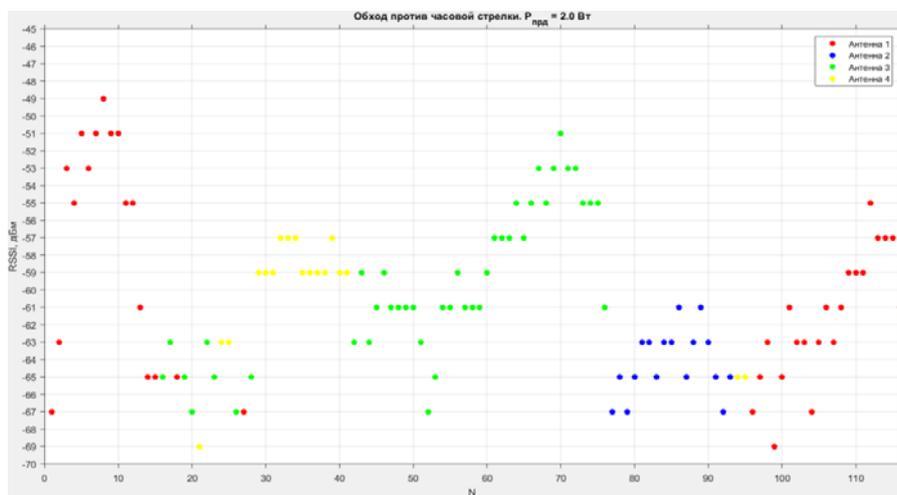


Рис. 7. Зависимость RSSI от номера отсчёта при обходе помещения против часовой стрелки и мощности передатчика 2,0 Вт

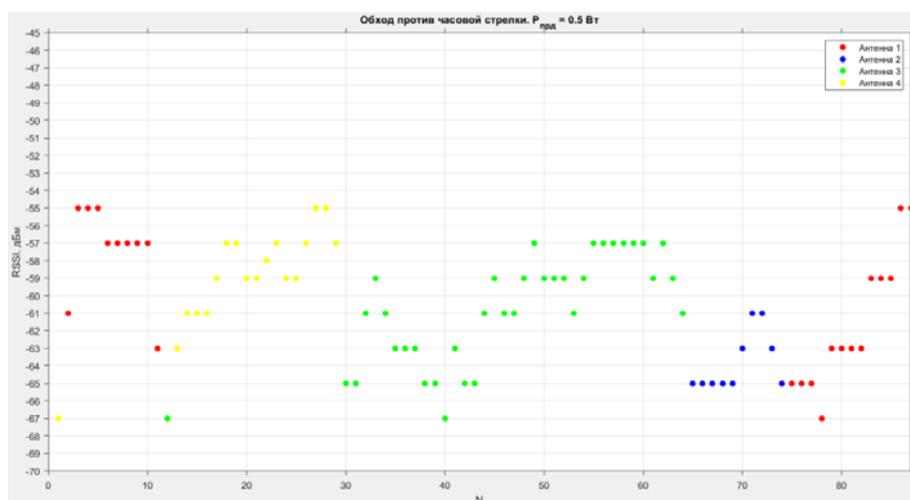


Рис. 8. Зависимость RSSI от номера отсчёта при обходе помещения против часовой стрелки и мощности передатчика 0,5 Вт

Системы на основе пассивных RFID-меток развиваются в направлениях увеличения динамического диапазона и чувствительности. Для этого разрабатываются новые конструкции антенн и меток [7].

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что технология пассивных UHF RFID-меток пригодна для организации или дублирования системы контроля обхода помещений.

#### Список используемых источников

1. Local Positioning System (LPS) [Электронный ресурс] // Techopedia. URL: <https://www.techopedia.com/definition/30628/local-positioning-system-lps> (дата обращения 29.03.2020).
2. Киреев А. В., Фокин Г. А. Оценка точности локального позиционирования мобильных устройств с помощью радиокарт и инерциальной навигационной системы // Труды учебных заведений связи. 2017. Том 3. № 4. С. 54–62.
3. RFID [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=102306268> (дата обращения 29.03.2020).
4. UHF RFID считыватели [Электронный ресурс] // ISBC. URL: <https://www.isbc-rfid.ru/catalog/rfid-schityvateli/uhf-rfid-schityvateli/rfid-schityvatel-feig-lru3000-uhf/> (дата обращения 29.03.2020).
5. FEIG ANT.U270/270 UHF [Электронный ресурс] // ISBC. URL: <https://www.isbc-rfid.ru/catalog/rfid-schityvateli/uhf-rfid-schityvateli/rfid-schityvatel-feig-lru3000-uhf/> (дата обращения 29.03.2020).
6. Верзун Н. А., Колбанев М. О., Советов Б. Я. Анतिकоллизионные алгоритмы систем радиочастотной идентификации // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2018. № 10. С. 24–30.
7. Попов А. Л. Планарные конструкции антенн для систем радиочастотной идентификации: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.12.07 / Попов Алексей Леонидович. Санкт-Петербург, 2012. 18 с.

УДК 004.356.2  
ГРНТИ 55.13

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ БУДУЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**В. Г. Иванов, Д. А. Репников, М. А. Харлин**

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В данной статье рассматривается: история зарождения аддитивных технологий; что такое аддитивные технологии и этапы аддитивного производства; роль ин-*

*формационных технологий в аддитивных. Проанализировано возможное будущее развития аддитивных технологий, актуальные проблемы и их возможное решение в будущем.*

*аддитивные технологии, аддитивное производство, 3D печать, САПР, 3D модель, информационные технологии, информационные системы.*

Аддитивные технологии (технологии послойного наращивания и синтеза объектов) в первую очередь рассматриваются как технология трехмерной печати, история создания и разработки уходит в 80-тые годы прошлого столетия. Первый принтер был разработан Чарльза Халла которой в дальнейшем основал компанию компанией 3D Systems и он был основан на технологии SLA (лазерная стереолитография). Несмотря на то, что первые принтеры были очень дорогостоящими и малодоступными они были прекрасными экспонатами по демонстрации новых возможностей в трехмерной печати [1].

В начале аддитивные технологии назывались технологиями быстрого прототипирования, поскольку с помощью них создавались прототипы различных изделий и технических образцов. Но развитие технологии показали, что возможности аддитивного производства могут создавать готовые товары, даже лучше своих прототипов.

Прогрессивное техническое общество увидели перспективу и множество возможностей аддитивных технологиях для развития, так как создание абсолютно любых объектов дает невообразимые возможности, которые только может представить создатель. Следовательно, данную технологию исследователи старались приспособить к разным сферам человеческой деятельности, от молекулярных до строительных. При этом каждый год появляются все новые виды данной технологии, развиваются старые с учетом новых применения более совершенных методов.

Одну из ключевых ролей в развитии аддитивного производства сыграли системы автоматизированного проектирования (САПР), без них невозможно было бы даже представить данную технологию. Так САПР позволяет спроектировать с высокой точность и детальностью необходимый объект (изделие).

Производство, основанное на аддитивных технологиях, позволяет изготавливать любые изделия послойно на основе компьютерной 3D-модели. Такой процесс создания объекта также называют «выращиванием» из-за постепенности изготовления. Если при традиционном производстве в начале имеется заготовка, от которой отсекается все лишнее, либо она деформируется, то в случае с аддитивными технологиями из материала в какой-либо форме, в зависимости от типа технологии выстраивается новое изделие [2].

Все аддитивные технологии имеют общую концепцию, поэтому и процесс создания изделия в общем у них всех одинаковый (рис. 1):

1. Подготовка САD-модели – создание 3D-модели изделия в САПР.
2. Создание файла – сохранение 3D-модели в формате понятном оборудованию.
3. 3D печать – выращивание изделия (печать) при помощи специализированного оборудования.
4. Финишная обработка – корректировка изделия до необходимых технологических и геометрических параметров.



Рис. 1. Обобщенный процесс производства изделия в аддитивных технологиях

Особенность применения 3D оборудования для печати, является то каким способом будет сообщена информации оборудованию о том, как выглядит изделие (STL – файл, САМ-модель), какая будет использоваться аддитивная технология и какая необходима финишная обработка после печати. При этом финишная обработка включает в себя не только механическую обработку для придания изделию нужного вида, но и термическую, и даже целый комплекс последовательных мероприятий.

Современное развитие информационных систем и технологии позволяет их использовать на всех этапах производства изделий в аддитивных технологиях, а точнее данная технология даже уже не может быть реализована без информационной технологии. Поскольку компьютеры, специализированное программное обеспечение (СПО) и сам 3D принтер являются частью информационных технологий и систем. Без них отсутствует сама возможность смоделировать 3D модель и написать программу для 3D принтера, даже сама методика 3D печати не могла бы существовать без них.

В настоящее время информационная технология рассматривается как совокупность методов, производственных и программно-технологических средств, объединенных в единую технологическую последовательность, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, вывод информации. Информационные технологии предназначены для снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов, а точнее для производства информации в интересах человека [3, 4].

Перспективы развития аддитивных и информационных технологий:

1. Использование широкого круга материалов и универсальность в аддитивном производстве. Так как сегодня 3D печать ограничена видами материалов, которые можно использовать в аддитивном производстве (ABS-пластик, акрил, бетон, гидрогель, бумага, гипс, дерево, лёд, металл, нейлон, шоколада, живые органические клетки и т. д.), при этом для каждого вида материалов необходимо свое оборудование.

2. Создание абсолютно любых изделий с высокой скоростью и качеством. Так как сейчас почти все 3D принтеры печатают изделия в среднем качестве и только несколько технологий могут похвастаться высоким качеством печати, а также если изделие оказывается достаточно большого размера это занимает много времени.

3. Уменьшение токсичности принтеров для людей и окружающей среды. Так как 3D принтеры скрепляют материал путем нагрева и созданием специальной среды происходит выделение токсичных газов. Данная проблема может решаться к примеру следующими способами: создание новой технологии, при которой не начнется выделение вредных веществ; заменой материалов на не токсичные (с большой вероятностью придется создавать новый аналогичный материал на замену старому); создание корпусов для принтеров со специальной системой фильтрации.

4. Создание новых способов печати или развитие аддитивной технологий в более новую технологию использующую измененные принципы создания объекта с нуля. Например, технология на основе лазера, регулируя характеристика лазера (длина волны, частота импульсов, спектр излучения и т. д.), его можно настроить на работу с любым материалом тем самым создав универсальный принтер, который сможет печатать любыми материалами. Так как лазеры даже сейчас используют в абсолютно разнообразных сферах (медицина, наука вооружение, промышленность). При этом если развивать нано технологии вместо принтера можно будет использовать нано роботов, которые смогут создать любой объект из разных видов материала. Если и звучит данная технология фантастики, но уже сегодня в медицине проходят исследования по внедрению нано роботов в тела человека для борьбы с разнообразными болезнями и проведения внутренних закрытых операций.

5. Повсеместное использование оборудования на основе аддитивных технологий (рис. 2). При большой популярности 3D принтеров сегодня, не каждый может позволить его приобретение и эксплуатацию, так как не видят смысла в их покупке поскольку данная технология обладает высокой технологической сложностью и тем самым низкой пользовательской доступностью. Но изучая история развития печати и использования бытовых принтеров, можно смело говорить, что в будущем в каждом доме будет стоять 3D принтер для тех или иных нужд.

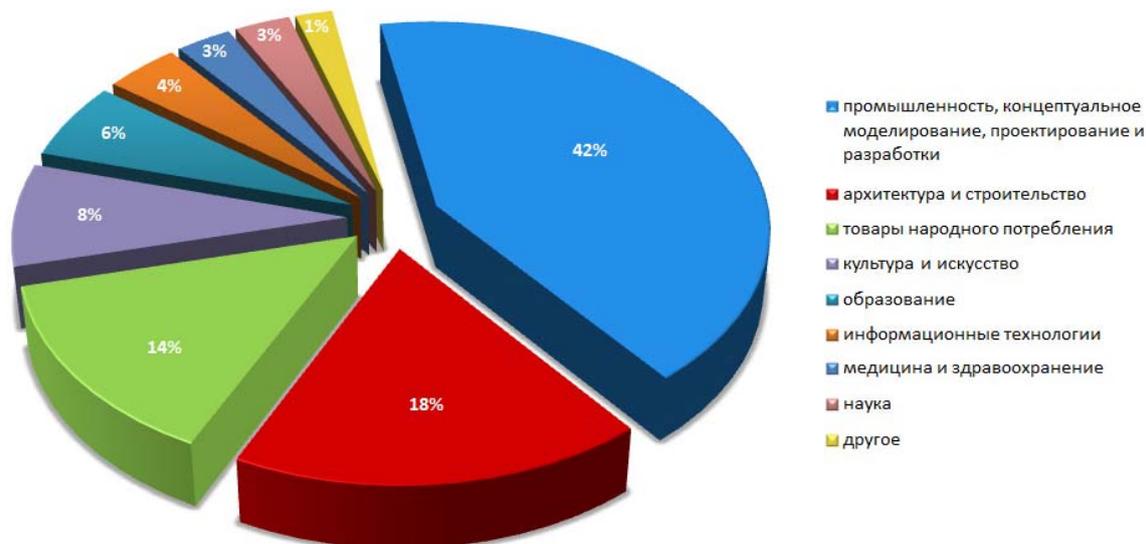


Рис. 2. Применение аддитивных технологий по отраслям

Завершая статью можно смело сказать, что человечество стоит на пороге бытового (индивидуального) развития аддитивных технологий, а развитие информационных технологий позволит упростить 3D печать до наличия знаний до начального уровня. Если представить данную технологию, приблизившуюся к своему финалу можно понять, что форма оборудования использующего данную технологию зависела бы только от удобства и размеров изделия которое оно может сделать, все виды сырья имели бы одинаковый вид (порошок или жидкость и т. д.), а само оборудование использовалось как на производстве, так и в быту. Аддитивные технологии точно еще не достигли своего пика и будут развиваться и изменяться, а с ними будут изменяться и остальные технологии. При этом информационные технологии являются основой развития для почти всех видов технологий.

#### Список используемых источников

1. Репников Д. А. Аддитивные технологии и их перспективы // Инновации в современном производстве, управлении и образовании : сборник докладов студенческой конференции. – БГТУ, 2017. – 1 С. 3–18.
2. You Can Now See the First Ever 3D Printer – Invented by Chuck Hull – In the National Inventors Hall of Fame. URL: <https://3dprint.com/72171/first-3d-printer-chuck-hull/> (дата обращения 18.02.2020).
3. Технологии производства / Информационная технология в сфере производства. URL: <https://proiz-teh.ru/it-proizvodstvo.html/> (дата обращения 16.02.2020).
4. Адаптивные технологии и адаптивное производство. URL: [http://3d.globatek.ru/world3d/additive\\_tech](http://3d.globatek.ru/world3d/additive_tech) (дата обращения 18.02.2020).

УДК 623.61  
ГРНТИ 49.33.35

## МЕТОДИКА ВЫРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Ю. В. Ковайкин, П. В. Лебедев**

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*Статья посвящена разработке методики повышения устойчивости функционирования инфокоммуникационной сети специального назначения. В методику включены расчет и перераспределение пропускной способности по типам трафика и коэффициента загрузки обслуживающих устройств с учетом обеспечения заданного QoS в условиях деструктивных воздействий.*

*методика, инфокоммуникационная сеть, устойчивость, управляющее воздействие, пропускная способность, коэффициент загрузки.*

Устойчивое функционирование инфокоммуникационной сети специального назначения (ИКС СН) призвана обеспечивать её система управления, которая традиционно делится на 3 иерархически взаимосвязанные подсистемы: систему организационного управления (СОУ), систему оперативно-технического управления (СОТУ) и систему технологического управления (СТУ). При этом от устойчивости последней (нижней) подсистемы – СТУ, реализующей функции дистанционного контроля и изменения технического состояния сетевых элементов, в первую очередь зависит наблюдаемость и управляемость ИКС СН со стороны верхних подсистем СОТУ и СОУ, а, следовательно, и устойчивость функционирования данной сети в целом.

На основе разработанной в [1] модели функционирования СТУ ИКС СН в условиях деструктивных воздействий в виде определенной процедуры описана методика, выработки оптимального управляющего воздействия на ИКС СН, алгоритм которой представлен на рисунке 1.

Шаг 1. В СТУ формируют исходные данные в виде алгоритма управления очередями и управления пропускной способностью.

Шаг 2. Получают от ИКС СН её структурные состояния, путем мониторинга.

Шаг 3. Сравнивают состояние ИКС СН с требуемыми значениями (1), определенными рекомендацией МСЭ-Т Y.1541 [2, 3]:

$$U'_{\text{опт}} = \begin{cases} P_y(t) \geq P_{y_{\text{тр}}} \\ C_{\text{опт}} \geq C_{\text{тр}} \\ \rho_{\text{опт}} \leq \rho_{\text{тр}} \\ t_{\text{зад}} \rightarrow \min \end{cases}, \quad (1)$$

где  $C$  – распределение пропускной способности ИКС СН во времени;  $\rho$  – коэффициент загрузки обслуживающих устройств;  $t_{\text{зад}}$  – время передачи информационного пакета.

Шаг 4. При выполнении условий каждого параметра, описанных в [4], то переход на шаг 3, иначе переход на шаг 5.

Шаг 5. Сравнивают реальную пропускную способность с требуемой  $C \geq C_{\text{тр}}$ . При выполнении условия переход на шаг 7. Иначе переход на шаг 6.

Шаг 6. Перераспределяют пропускную способность каждого типа трафика с помощью заданного алгоритма управления, после окончания переход на шаг 7.

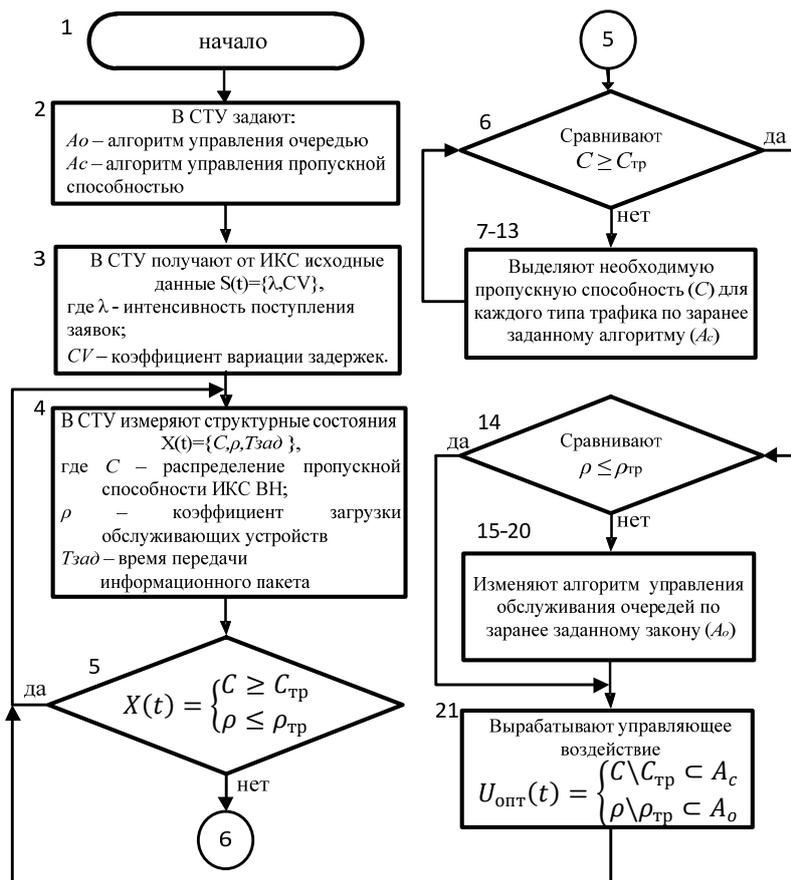


Рис. 1. Методика выработки управляющих воздействий на ИКС СН

Шаг 7. Сравнивают коэффициент загрузки обслуживающих устройств с требуемым ( $\rho \geq \rho_{\text{тр}}$ ) [5]. При выполнении условия переход на шаг 9. Иначе переход на шаг 8.

Шаг 8. Распределяют загрузку с помощью заданного алгоритма управления после окончания переход на шаг 9.

Алгоритм перераспределения пропускной способности (рис. 2) на шагах 5 и 6 предполагает оценку требуемой пропускной способности для каждого типа трафика и реальную загрузку.

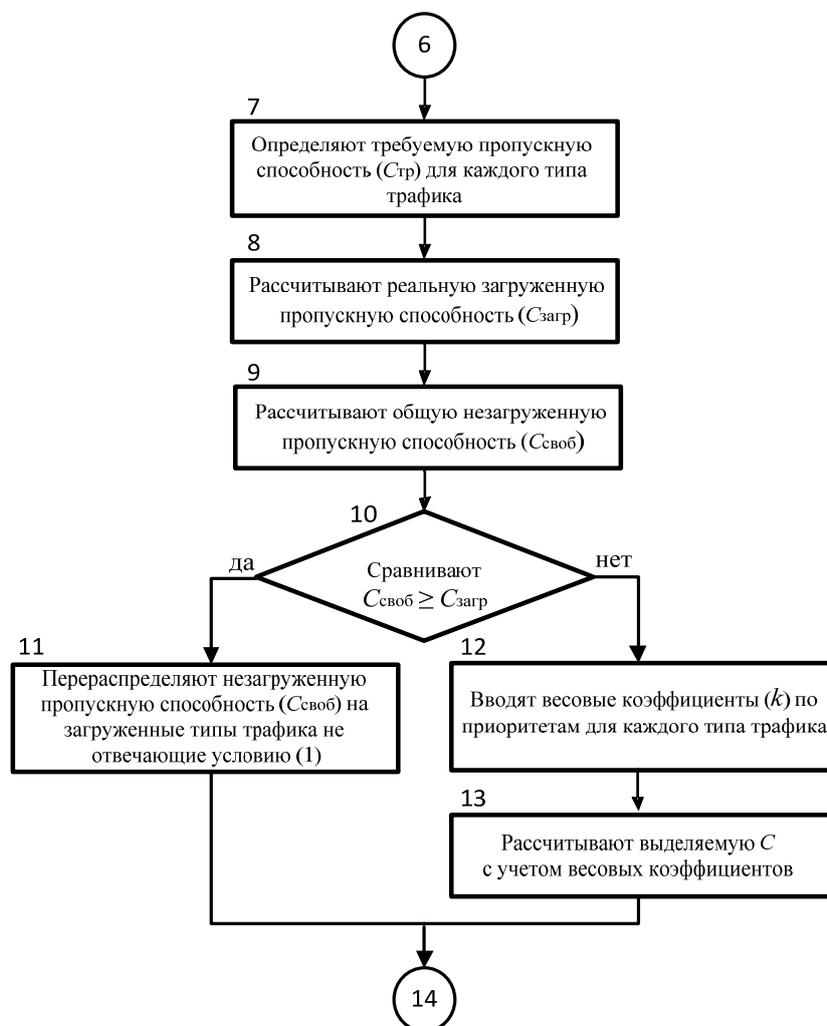


Рис. 2. Алгоритм перераспределения пропускной способности по типам трафика ИКС СН

$$C = \begin{cases} C_1 \geq C_{\text{тр}_1} \\ \vdots \\ C_k \geq C_{\text{тр}_k} \\ \vdots \\ C_n \geq C_{\text{тр}_n} \end{cases}, \quad (2)$$

Шаг 9. Рассчитывают остаточную пропускную способность по формуле:

$$C_{\text{своб}} = \sum_{m=1}^{n-i} C_m - C_{\text{тр}_m}, \quad (3)$$

Шаг 10. Сравнивают пропускные способности  $C_{\text{своб}}$  и  $C_{\text{загр}}$  по формуле:

$$C_{\text{своб}} \geq C_{\text{загр}}, \quad (4)$$

При выполнении условия неравенства (4) переход на шаг 11, иначе переход на шаг 12.

Шаг 11. Выделяют остаточную пропускную способность у других типов трафика и перераспределяет её на трафик более чувствительный к задержкам. После окончания процедуры переход на шаг 14.

Шаг 12. Задают весовые коэффициенты для всех типов трафика в зависимости от их приоритетов.

Шаг 13. Рассчитывают для каждого типа трафика выделяемую пропускную способность по формуле:

$$C_i = \frac{C - \sum_{n=1}^{n-1} k_n C_n}{k_i}, \quad (5)$$

где  $\sum_{i=1}^n k_i = 1$ .

Алгоритм управления очередью на шагах 7, 8 предполагает определение уровня загрузки обслуживающих устройств (рис. 3, см. ниже), представленных в виде системы массового обслуживания (СМО).

Шаг 14-17. Последовательно применяются алгоритмы управления очередями FIFO, PQ, для которых рассчитываются коэффициенты загрузки, при неудовлетворении неравенства (1) применяется алгоритм организации очередей WRED.

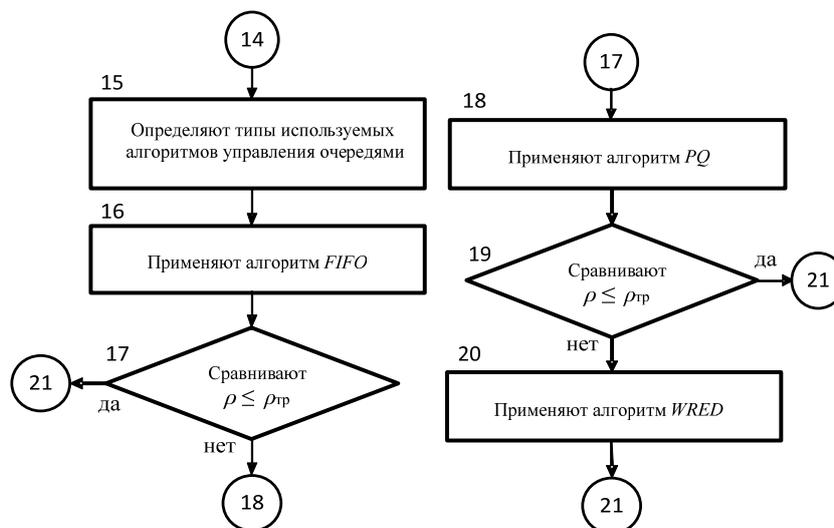


Рис. 3. Алгоритм управления очередью поступающих заявок с учетом коэффициентов загрузки обслуживающих устройств

**Список используемых источников**

1. Лебедев П. В. Модель системы технологического управления инфокоммуникационной сетью с защитой технологического трафика // Сборник научных статей XVI Международной научно-технической конференции «Новые информационные технологии и системы», Пенза – 2019. – С. 227–230.

2. Ковайкин Ю. В., Прокофьев О. Д., Лебедев П. В. Совершенствование системы управления сети передачи данных // Инновационная деятельность в вооруженных силах российской федерации труды всеармейской научнопрактической конференции. Международная академия авторов научных открытий и изобретений (Санкт-Петербургское отделение) Военная академия связи. Санкт-Петербург, 2018. – С. 85–86.

3. Ковайкин Ю. В., Лебедев П. В., Прокофьев О.Д., Метод повышения устойчивости системы управления сети передачи данных на основе защиты технологического трафика // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Международной научно-технической конференции : сб. науч. ст. СПб. : СПбГУТ, 2019. – С. 523–528.

4. Воробьев Л. В., Обердерфер В. Н. Проблемы обеспечения приоритетного обслуживания разнородного трафика в сети связи специального назначения // Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня А. С. Попова. Воронеж: АО «Концерн Созвездие», 2019. Т. 6. – С. 423–427.

5. Горбач А. Н., Дросс В. А., Живодерников А. Ю., Яровикова О. В Концептуальная модель системы управления транспортной сетью связи специального назначения в представлении теории автоматического управления // Труды ЦНИИС. 2017.Т. 1. С 146–152.

**УДК 622.276.001**  
**ГРНТИ 49.43.29**

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ЛОКАЛЬНОМУ ГЕОПОЗИЦИОНИРОВАНИЮ**

**Е. В. Кокорева**

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики

*Статья содержит результаты исследования различных методов определения местоположения мобильного объекта. Рассматриваются физические параметры, на основе которых могут быть произведены измерения для геолокации, а также механизмы латерации и ангуляции.*

*Wi-Fi, точка доступа, геолокация, позиционирование, TOA, RSS, AOA.*

Системы локального позиционирования приобретают всё большую популярность, поскольку в отличие от систем глобального позиционирования

таких как GPS или ГЛОНАСС, они позволяют определять местоположение объектов внутри помещений с точностью до нескольких метров.

Наиболее востребованными решениями в данной области являются системы геолокации, применяемые в сотовых сетях мобильной связи, реализованные на основе технологии Wi-Fi и использующие RFID-метки для отслеживания перемещений.

По способу принятия решения все существующие процедуры определения местоположения можно сгруппировать в четыре основных категории [1, 2]:

- ближайшая ячейка;
- латерация (расстояние);
- ангуляция (угол);
- распознавание образов (сопоставление с образцами).

Механизм ближайшей ячейки наиболее прост в использовании и заключается в том, что координаты объекта определяются как координаты базовой станции (точки доступа), которая обслуживает в данный момент мобильного абонента (рис. 1). Точность данного метода оставляет желать лучшего, т. к. определяется дальностью распространения сигнала от точки доступа до объекта, которая может достигать десятков метров. Для получения удовлетворительных результатов необходимо использовать избыточное количество точек доступа.

Метод латерации основан на измерении расстояний от объекта с искомыми координатами до нескольких объектов, координаты которых известны. Как правило, это две или три точки доступа AP (англ. *Access Point*), находящиеся в непосредственной близости от целевого объекта и позволяющие определить расстояние до него.

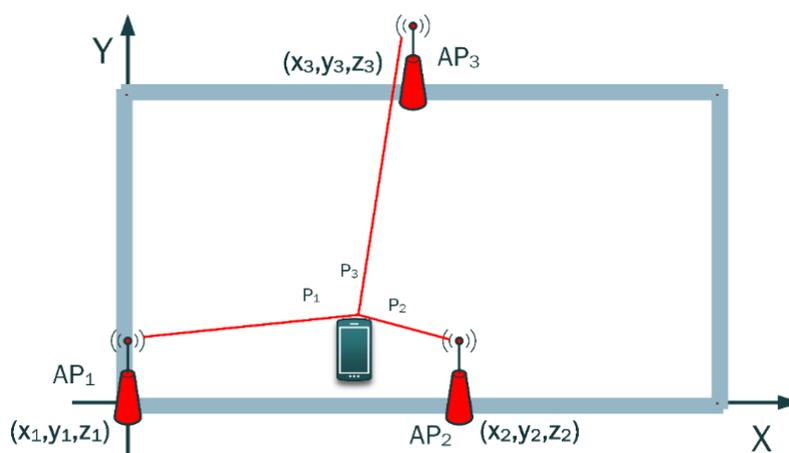


Рис. 1. Механизм определения координат объекта по ближайшей точке доступа

Ангуляция действует подобно латерации, но измерять приходится не расстояния, а углы. Для определения местоположения объекта необходимо наличие как минимум двух точек доступа. Координаты объекта ( $x, y$ )

при этом зависят от углов направления волны  $AOA$   $\theta_1$  и  $\theta_2$ , измеренных относительно северного направления и вычисляются следующим образом:

$$y = \frac{y_2 \cdot \tan(\theta_2) - x_2}{\tan(\theta_2) - \tan(\theta_1)}, \quad (1)$$
$$x = y \cdot \tan(\theta_1)$$

где  $(x_2, y_2)$  – координаты  $AP_2$ .

Точность двух описанных выше методов достаточно высока, но их реализация требует дополнительных вычислений.

Метод распознавания образцов, наверно, самый трудоёмкий из приведённых здесь методов. Он заключается в том, что в заранее определённых точках снимаются показания параметров и заносятся в базу данных (рис. 2). При определении местоположения объекта измерения сравниваются со значениями из базы данных и по результатам сравнения принимается решение о координатах абонента.

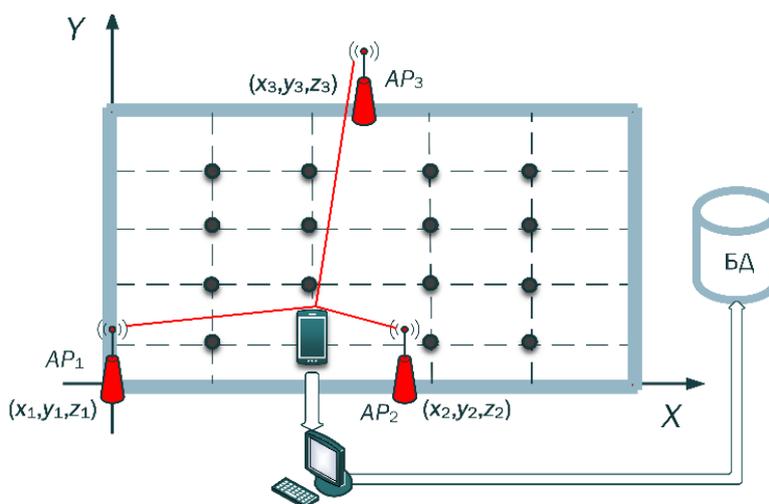


Рис. 2. Метод сопоставления с образцами

Данный способ позиционирования может обеспечить высокую точность измерений, но, во-первых, требует значительной предварительной работы, а во-вторых, обновления данных при каждом изменении электромагнитной обстановки.

Механизмы ангуляции, опираются на понятиях угла прибытия  $AOA$  (англ. *Angle Of Arrival*) или направления прибытия  $DOA$  (англ. *Direction Of Arrival*). Местоположение определяется измерением угла падения, под которым сигнал поступает на приёмный датчик, по отношению к северному направлению. Используются геометрические соотношения (1) для определения точки пересечения линий, обозначающих направление волны от точки доступа к целевому объекту (рис. 3).

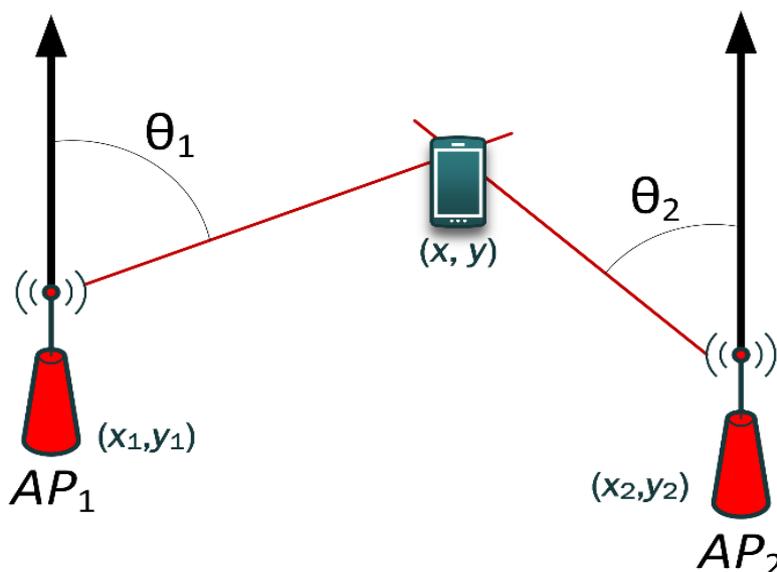


Рис. 3. Механизм геолокации, основанный на АОА

Для определения координат объекта необходимо наличие как минимум двух стационарных точек доступа с направленными антеннами и известными координатами, но наиболее распространен метод, называемый триангуляцией, основанный на применении трёх  $AP$ . Данный механизм позволяет определять пространственное местоположение объекта  $(x, y, z)$  и обеспечивает достаточную точность позиционирования.

Механизмы латерации базируются на измерениях следующих физических параметров радиосигнала [3]:

- уровень принимаемого сигнала RSS (англ. *Received Signal Strength*). В системах геолокации для определения RSS применяется индикатор уровня принимаемого сигнала RSSI (англ. *Received Signal Strength Indicator*), который измеряется приёмным устройством в dBm и передаётся от абонентского устройства к  $AP$ , обслуживающей данного абонента. На точность механизмов латерации влияют такие явления как многолучевость, интерференция, замирания и помехи в канале;

- время распространения TOF (англ. *Time of Flight*). Расстояние между передающим и приёмным устройствами вычисляется в виде произведения времени распространения сигнала и скорости распространения (скорости света  $c = 300$  м/мс):  $D = c \cdot t_p$  м. При этом задержка  $t_p$  может определяться либо по времени прибытия TOA (англ. *Time of Arrival*) сигнала к приёмнику с известным временем начала передачи, либо по фазе принятого сигнала POA (англ. *Phase of Arrival*), связанной с задержкой распространения и расстоянием через длину волны и скорость света;

- относительное время прибытия TDOA (англ. *Time Difference of Arrival*) – более подходящий для целей позиционирования параметр, по-

сколько измеряется время распространения сигнала от передатчика до приемника и обратно. Измерение выполняется только по часам передающего устройства, поэтому отсутствует необходимость синхронизации передатчика и приёмника, тогда как в системах на основе ТОО задержка распространения вычисляется в виде разности времени приема и времени отправки сигнала, что требует высокой точности синхронизации часов передающего и приёмного устройств.

Механизмы, основанные на измерениях абсолютной или относительной временной задержки, лишены недостатков, присущих методам, базирующимся на измерении мощности сигнала, и являются более точными.

С точки зрения компромисса между простотой реализации, вычислительной сложностью и допустимой точностью приемлемым представляется метод сферической трилатерации (рис. 4) с определением расстояний по RSSI.

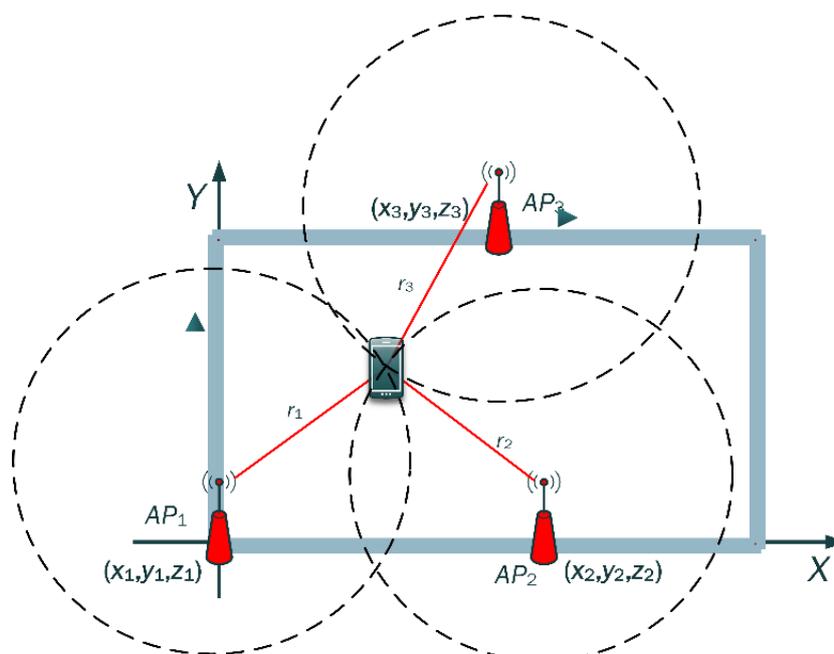


Рис. 4. Механизм трилатерации

Местоположение определяется решением системы уравнений трёх сфер (2), в центрах которых расположены точки доступа с известным местоположением.

$$r_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2} . \quad (2)$$

Координатами объекта являются координаты точки пересечения этих сфер, а их радиусы указывают на расстояние до искомой позиции [4, 5].

На рис. 5 представлены результаты моделирования механизма трилатерации в системе, состоящей из трёх двухдиапазонных (2,4 и 5 ГГц) точек

доступа Wi-Fi, в виде зависимостей погрешности измерения координат мобильного объекта от отношения Сигнал/Шум в канале.

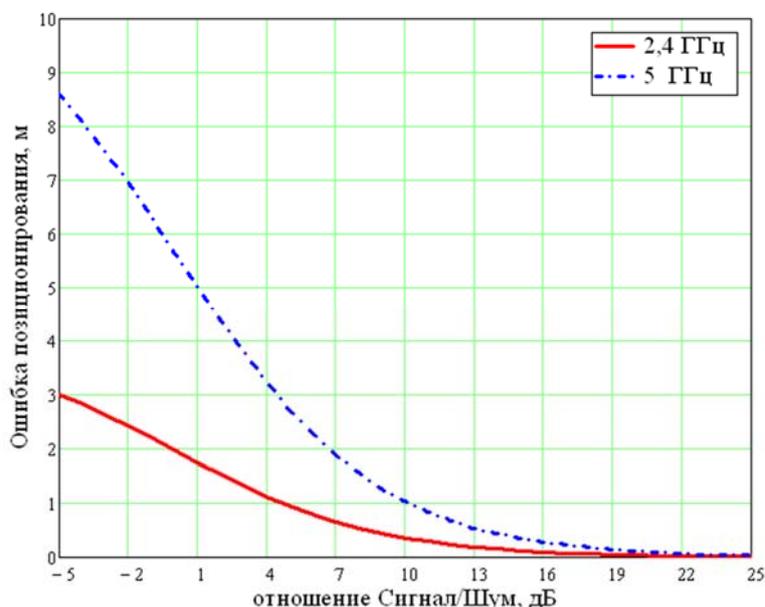


Рис. 5. Зависимость погрешности геолокации от отношения Сигнал/Шум в канале

Полученные зависимости показывают, что даже в наихудших условиях погрешность позиционирования не превышает 8,5 м для передачи на частоте 5 ГГц и 3 м – для передачи на частоте 2,4 ГГц, что представляет собой вполне приемлемый в пределах одного помещения результат, что доказывает работоспособность полученной системы геолокации.

#### Список используемых источников

1. Wi-Fi Location-Based Services 4.1 Design Guide. San Jose, CA. Americas Headquarters Cisco Systems, Inc. 2008. 206 p.
2. Bensky A. Wireless Positioning Technologies and Applications. 2nd Ed. Boston. London : Artech House. 2016. 450 p.
3. Pradhan S., Bae Y., Pyun J. Y., Ko N. Y., Hwang S. Hybrid TOA trilateration algorithm based on line intersection and comparison approach of intersection distances [Электронный ресурс] // Energies. 2019. Vol. 12 (9) URL: [https://www.mdpi.com/journal/energies/special\\_issues/wireless\\_communication](https://www.mdpi.com/journal/energies/special_issues/wireless_communication) (дата обращения 23.10.2019).
4. Кокорева Е. В., Костюкович А. Е., Дошинский И. В. Оценка погрешности измерений местонахождения абонента в сети Wi-Fi // Программные системы и вычислительные методы. 2019. № 4. С. 30–38.
5. Kokoreva E., Kostyukovich A., Doshchinsky I. Analysis of the error in determining the location inside the logistics warehouse complexes // Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer Verlag, TransSiberia, 2019. Vol. II.106. pp. 1086–1094.

УДК 654.072.2  
ГРНТИ 47.43.25

## СПОСОБ АДАПТИВНОГО РАДИОКОНТРОЛЯ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ ПАРАМЕТРОВ РАДИОКАНАЛА В УВЧ ДИАПАЗОНЕ

**П. И. Кузин, В. А. Липатников, В. П. Макаренко, А. А. Шевченко**

Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

*В статье изложен способ адаптивного радиоконтроля с прогнозированием параметров радиоканала, разработанный на основе применения одного из методов методологии управления с использованием прогнозирующих моделей (Model Predictive Control), обеспечивающий поддержку принятия решений на обеспечение радиоконтроля.*

*радиоконтроль; управление с применением прогнозирующих моделей; УВЧ диапазон, пост радиоконтроля, проактивное управление, адаптация.*

### *Введение*

Известны способы управления параметрами комплекса радиоконтроля [1, 2], которые не в полной мере удовлетворяют требованиям на обеспечение безопасности связи. Главным недостатком существующих способов, является то, что они, в подавляющем большинстве случаев, позволяют организовать реактивное управление параметрами поста, что отражает определенную степень пассивности управления. Существует противоречие между наличием способов управления параметрами поста, ориентированных на процесс РК и отсутствием процедур прогнозирования изменяющейся среды сигнально-помеховой обстановки (СПО) при осуществлении контроля. Поэтому, задача разработки способа адаптивного (проактивного) контроля на основе результата анализа и прогнозирования (СПО) является актуальной.

Способ адаптивного радиоконтроля с горизонтом прогнозирования параметров радиоканала в УВЧ диапазоне предназначен для определения параметров СПО в различных условиях функционирования поста с учетом особенностей распространения радиоволн в УВЧ диапазоне, городской застройки и пересеченной местности, а также ограничениях на ресурсы. Результаты оценки предлагаемого способа предлагается использовать: при разработке научно-технических предложений по совершенствованию средств контроля, а также выбора организационных мероприятий и для

оценки вариантов применения (выбора рационального размещения) ограниченного количества средств контроля на местности с целью максимизации полноты охвата объектов контроля безопасности связи.

### *Постановка задачи*

Разработать способ адаптивного радиоконтроля с горизонтом прогнозирования параметров радиоканала в УВЧ диапазоне на основе прогнозирования дальнейшего изменения состояния СПО, обеспечивающий поддержку принятия решений на осуществление контроля безопасности связи.

### *Решение*

Суть решения задачи моделирования адаптивного радиоконтроля с горизонтом прогнозирования параметров радиоканала в УВЧ диапазоне состоит в построении математической модели на основе системного анализа и синтезе алгоритма управления для получения желаемых характеристик протекания процесса контроля или целей управления. Состояние контроля характеризуется некоторыми количественными величинами результативности, изменяющимися во времени, то есть переменными состояниями. Процесс управления можно разделить на несколько этапов:

1. Сбор и анализ информации.
2. Систематизация, синтез.
3. Определение целей. Выбор методики управления.
4. Осуществление выбранной методики управления.
5. Степень эффективности выбранной методики управления.

Эффективным подходом к анализу и синтезу систем управления с ограничениями, получившим широкое признание в практике управления сложными технологическими процессами, является метод управления с горизонтом прогнозирования. Применение этого подхода позволяет достаточно просто учитывать явные ограничения на переменные состояния и управления.

Для прогнозирования состояния СПО необходимо применить один из методик прогнозирования. Проанализировав [3, 4] было принято решение использовать методику управления с горизонтом прогнозирования (*Model Predictive Control*). Алгоритм способа адаптивного контроля с горизонтом прогнозирования параметров радиоканала в УВЧ диапазоне, представленного на рис. 1.

Сущность методологии с горизонтом прогнозирования состоит из следующей последовательности действий поста радиоконтроля:

1. Выходные данные для установленного горизонта прогнозирования  $N$  предсказаны в каждый установленный момент времени  $t$  с использованием модели процесса. Предсказанные выходные данные, где  $k = 1 \dots N$  (значение

переменной для момента  $(t + k)$  вычисляется на моменте  $t$ ) зависят от известных величин (прошлых входных и выходных данных) и от будущих управляющих сигналов  $u(t + k|t)$ , где  $k = 0 \dots (N - 1)$ , которые необходимо подсчитать.

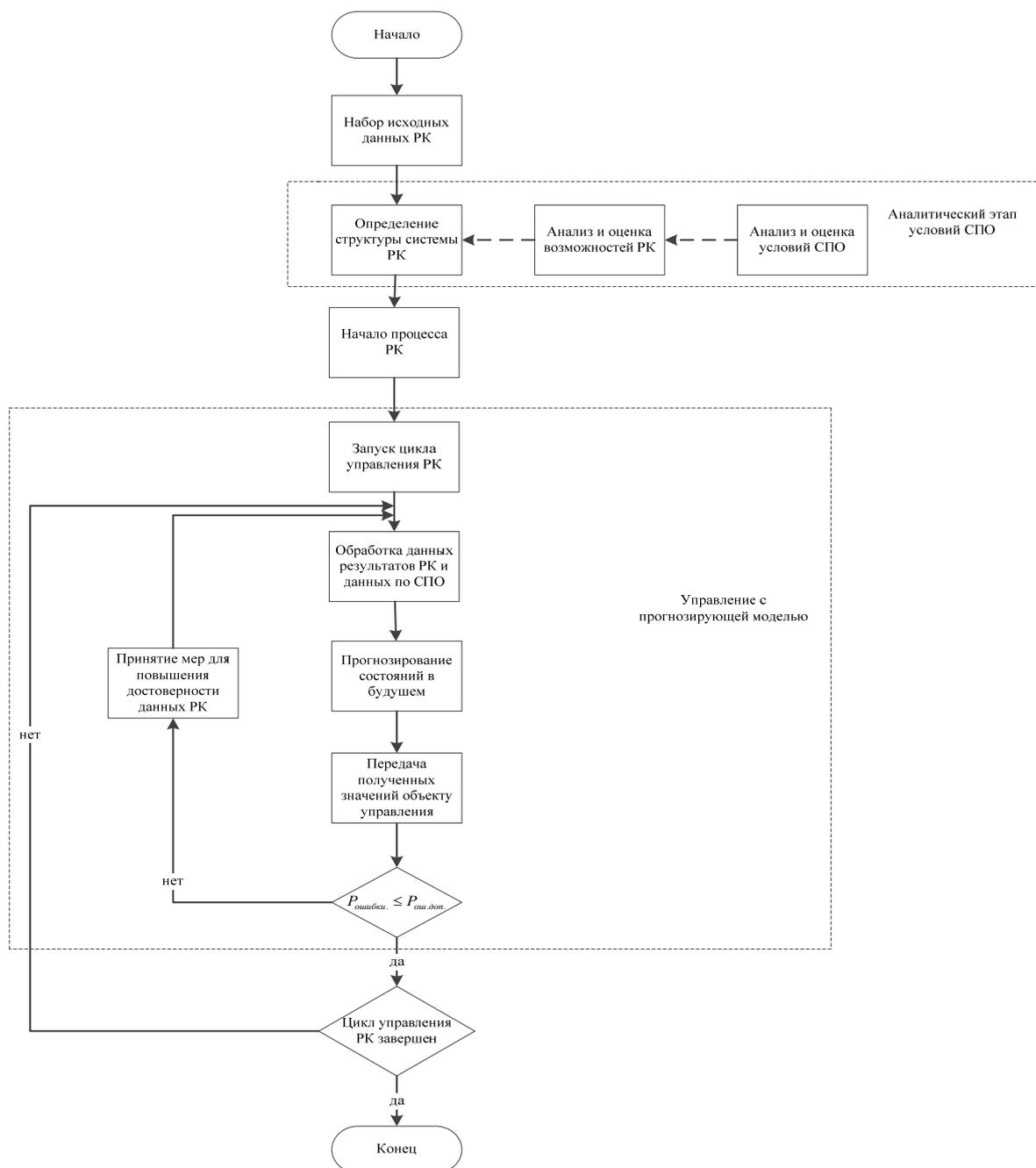


Рис. 1. Общий алгоритм способа адаптивного радиоконтроля с прогнозированием

2. Множество будущих управляющих сигналов определяется согласно процессу оптимизации установленного критерия для «удерживания» сигнала как можно ближе к эталонной траектории  $w(t + k)$  (эталонная траекто-

рия может представлять собой значение регулируемой величины, контрольную точку или близким приближением к ней). Этот критерий в основном представляется в виде квадратичной функции, зависящей от отклонений между спрогнозированным выходным сигналом и эталонной траекторией, для функционирующего поста радиоконтроля.

Точное решение может быть получено в том случае, если установленный критерий представлен однородным многочленом второй степени от координат вектора, модель в линейной, а ограничения отсутствуют, в других случаях используется метод оптимизации. В некоторых случаях принимаются некоторые допущения касательно структуры будущего закона управления, например, он может быть постоянным начиная с некоторого момента.

3. Управляющий сигнал  $u(t|t)$  воздействует на процесс, в то время как другие управляющие сигналы отклоняются, т. к. в следующий установленный момент  $y(t + 1)$  уже известен, шаг 1 повторяется с учетом нового, и все действия повторяется, горизонт прогнозирования сдвигается на шаг вправо. Таким образом, вычисляется  $u(t + 1|t + 1)$  (и будет в корне отличаться от  $u(t+1|t)$  из-за использования новой информации).

Эти воздействия вычисляются и учитывают установленный критерий, где принимаются во внимание ошибки в будущем (изменение СПО), рис 2.

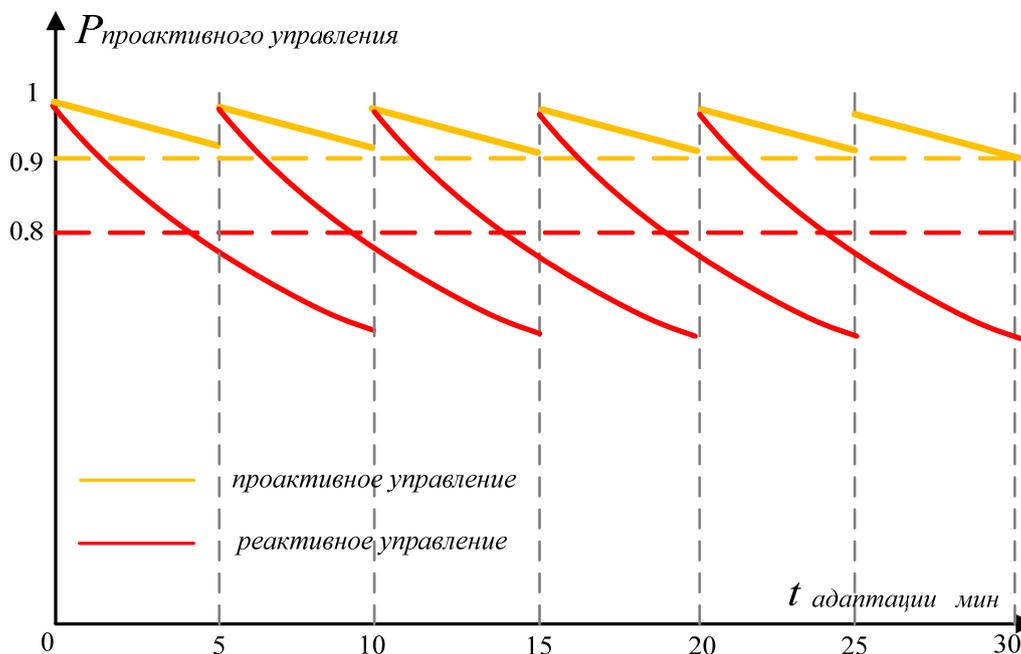


Рис. 2. Время функционирования с учетом многофакторного адаптивного КБС с прогнозированием СПО

В процесс адаптации с прогнозированием происходит постоянное отслеживание параметров текущей СПО. Измеряются в реальном времени ко-

личественные параметры предшествующих временных интервалов и текущих для определения прогнозирующих значений на заданный горизонт прогноза. По результатам прогноза происходит решение на изменение параметров настройки основного тракта или решение на адаптивный контроль, где уже будут predeterminedены необходимые значения в зависимости от изменения СПО. Данное решение позволит исключить время на изменение параметров средств КБС. При этом время, связанное с изменением параметров будет определяться лишь скоростью перенастройки в зависимости от параметров адаптации. Произойдет проактивное воздействие на изменение параметров средств КБС не выжидая изменений к текущей СПО.

Функция отслеживания состояния СПО, будет происходить циклически с заданным временным интервалом с целью не допустить ухудшения требуемой мощности принимаемого сигнала объекта КБС

Отсутствие проактивного управления – подчинение внешним условиям в большей мере, чем внутренним стремлениям считается существенным недостатком. Гораздо большее достижение приходится на проактивные способы управления. Реактивные же, как правило, зависят от обстоятельств среды распространения радиоволн.

### *Выводы*

В основе способа прогнозирования лежит анализ состояния и характеристика возможных изменений СПО на горизонте прогноза. Адаптивный радиоконтроль с прогнозированием позволяет исключить время на корректировку параметров средств поста радиоконтроля, при этом время корректировки будет определяться лишь скоростью перенастройки самих параметров в процессе адаптации. Произойдет реализация проактивного воздействия, на изменение параметров средств поста радиоконтроля не дожидаясь ухудшения СПО.

### **Список используемых источников**

1. Кузин П. И. Способ адаптивного обнаружения нарушений безопасности связи в сетях спутниковой связи. // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2019. № 7–8 (133–134). С. 99–102.
2. Шевченко А. А., Липатников В. А. Способ повышения полноты мониторинга электромагнитного поля распределённой системы радиомониторинга Научно-технические проблемы в промышленности: научные, инженерные и производственные проблемы создания технических средств мониторинга с использованием инновационных технологий : труды конференции. III НТК. СПб., 2–4 октября 2018 г. – СПб., 2018. – С. 16–17.
3. Липатников В. А., Царик О. В. Методы радиоконтроля. Теория и практика : монография. Сер. «Система технической защиты информации в Российской Федерации» СПб., 2018. 607 с.
4. Camacho E. F., Bordons C. Model predictive control. – London : Sprindler Verlag, 2004. – 405 p.

УДК 004.852  
ГРНТИ 28.29.59**ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ  
В ИССЛЕДОВАНИИ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ 2-ДИМЕТИЛАМИНОЭТИЛАЗИДА**А. В. Сауц<sup>1</sup>, В. Н. Сауц<sup>2</sup><sup>1</sup>Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики<sup>2</sup>Военный институт (инженерно-технический) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва

*Данная работа посвящена использованию машинного обучения для исследования QSAR-методом токсикологических свойств 2-диметиламиноэтилазида, представляющего собой экологически менее опасное ракетное топливо, по сравнению с используемым ранее гептилом. В качестве обучающих алгоритмов использована линейная регрессия в программном комплексе Test 4.2.1 (EPA USA) и дерево решений в Toxtree 3.1.0.*

*машинное обучение, линейная регрессия, дерево решений, токсичность, 2-диметиламиноэтилазид.*

Машинное обучение представляет собой разновидность методов искусственного интеллекта, которые позволяют выполнять решение поставленной задачи посредством обучения в процессе применения решений множества сходных задач. В настоящее время машинное обучение находит своё применение в решении прикладных задач токсикологии и фармакологии. В частности применение алгоритмов машинного обучения используется для построения математических моделей, позволяющих по описанию структур химических соединений предсказывать их свойства, на чём основан метод поиска количественных соотношений «структура-свойство» (метод QSAR).

Настоящая работа посвящена исследованию токсикологических свойств 2-диметиламиноэтилазида с использованием машинного обучения, что позволит свести к разумному минимуму биологические испытания на животных.

2-диметиламиноэтилазид находит в настоящее время всё большее применение в качестве ракетного топлива благодаря его меньшей токсичности и опасности для окружающей среды по сравнению с гептилом [1]. Химическая формула 2-диметиламиноэтилазида приведена на рис. 1.

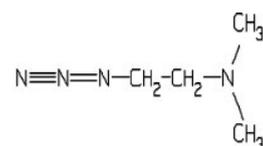


Рис. 1. Структурная химическая формула 2-диметиламиноэтилазида

2-диметиламиноэтилазид включён в категорию топлив и химикатов, которые могут быть использованы при создании ракетного оружия и в отношении которых установлен экспортный контроль [2] – комплекс мер, обеспечивающих реализацию установленного порядка осуществления внешнеэкономической деятельности в отношении товаров, информации, работ, услуг, результатов интеллектуальной деятельности (прав на них), которые могут быть использованы при создании оружия массового поражения, средств его доставки, иных видов вооружения и военной техники либо при подготовке и (или) совершении террористических актов [3].

Однако 2-диметиламиноэтилазид используется как ракетное топливо относительно недавно, его токсикологические свойства практически не изучены, что является проблемой эколого-гигиенического нормирования при его использовании.

Моделирование произведено в свободно программном комплексе Test 4.2.1 (EPA USA, тип лицензии – свободная). В качестве обучающего алгоритма использована линейная регрессия. Было выполнено моделирование следующих показателей:

- 1) 96-часовая 50 % летальная концентрация для рыб рода гольянов *Phoxinus* (LC<sub>50</sub>);
- 2) 48-часовая 50 % летальная концентрация для дафний Магна (LC<sub>50</sub>);
- 3) 50 % концентрация ингибирования роста реснитчатых инфузорий *Tetrahymena pyriformis* (IGC<sub>50</sub>);
- 4) 50 % смертельная доза для крыс при введении орально (LD<sub>50</sub>);
- 5) Фактор биоконцентрации BCF, разработанный Институтом фармакологии Марио Негри в Санта Мария Ирбаро (Италия);
- 6) Токсичность для развития организма;
- 7) Мутагенность по тесту Эймса.

Результаты моделирования приведены на рис. 2 и 3 и в таблице.

ТАБЛИЦА. Результаты моделирования показателей токсичности в Test 4.2.1

| Показатель                                                           | Значение    |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|
| 50 % смертельная доза для крыс при введении орально, мг/кг           | 225,85      |
| Показатель мутагенности по тесту Эймса                               | 1,02        |
| 50 % концентрация ингибирования роста реснитчатых инфузорий, моль/л  | 1,72 ± 0,84 |
| 96-часовая 50 % летальная концентрация для рыб рода гольянов, моль/л | 3,26 ± 1,23 |
| 48-часовая 50 % летальная концентрация для дафний Магна              | 2,20 ± 1,63 |
| Фактор биоконцентрации BCF                                           | 0,16 ± 1,14 |
| Показатель токсичности для развития организма                        | 0,35        |

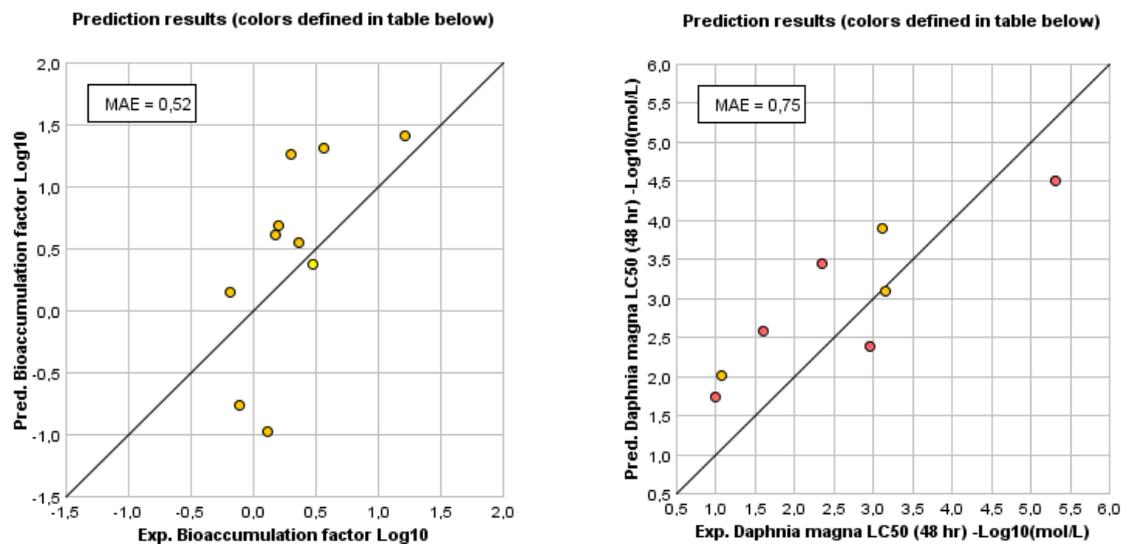


Рис. 2. Линейная регрессия при определении коэффициента биоаккумуляции и полуметальной концентрации дафний Магна в течение 48 ч.

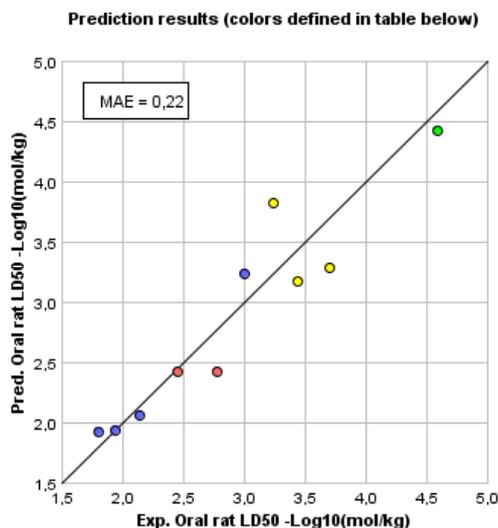


Рис. 3. Линейная регрессия при определении 50 % смертельная доза для крыс при введении орально

Также с помощью машинного обучения в программе Toxtree 3.1.0 оценена генотоксичная и негенотоксичная канцерогенность 2-диметиламиноэтилазида. Обучение проводилось с использованием дерева решений (рис. 4, см. ниже). Результаты моделирования приведены на рис. 5 (см. ниже).

Предварительно 2-диметиламиноэтилазид оценен как вещество, по своим генотоксическим и негенотоксическим свойствам максимально близкое к галогенсодержащим алифатическим соединениям и ацилгалогенидам, не обладающим названными видами канцерогенности.

Таким образом, машинное обучение позволило получить предварительные значения показателей токсичности химического вещества, что позволит существенно снизить организационно-экономические, временные

затраты и вносит определённый вклад в решение дилеммы биоэтики – проведения испытаний химических веществ на животных.

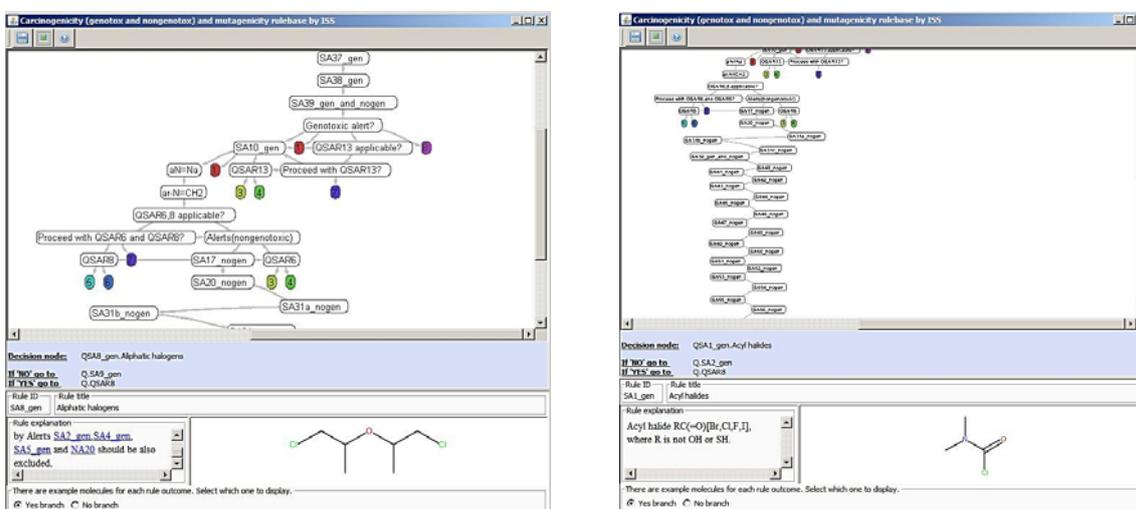


Рис. 4. Дерево решений в программе Toxtree 3.1.0 для оценки генотоксичной и негенотоксичной канцерогенности 2-диметиламиноэтилазида

Рис. 5. Оценка генотоксичной и негенотоксичной канцерогенности 2-диметиламиноэтилазида

### Список используемых источников

1. Mellor B. A Preliminary Technical Review of DMAZ: A Low-Toxicity Hypergolic Fuel / Proceedings of the 2nd International Conference on Green Propellants for Space Propulsion (ESA SP-557). Chia Laguna (Cagliari), Sardinia, Italy. Editor: A. Wilson. Published on CDROM., id.22.1, 2004.
2. Указ Президента РФ от 08.08.2001 № 1005 (ред. от 26.12.2016) «Об утверждении Списка оборудования, материалов и технологий, которые могут быть использованы при создании ракетного оружия и в отношении которых установлен экспортный контроль».
3. Федеральный закон от 18.07.1999 № 183-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об экспортном контроле».

## ANNOTATIONS

### SPECIAL-PURPOSE COMMUNICATION NETWORKS

**Alashev V., Vershennik E., Glazov A.** The Problem of Monitoring the Quality of Services Provided by the Communication Network by External Special Consumers. – PP. 5–10.

*The article presents proposals for ensuring the implementation of external, independent and objective control over the quality of services provided by consumers of communication services without stopping any element of the network, without using special measurement tools, in the conditions of all influencing factors.*

**Key words:** monitoring, quality control, quality of service.

**Aleksandrov V., Alekseyenko D., Brytchenko A., Vanyugin D.** Scientific and Technical Proposals for Building a Subsystem for Technical Diagnostics of a Special-Purpose Communication Node Monitoring System. – PP. 10–17.

*The article contains a proposal for the architecture of the technical diagnostics subsystem of the special-purpose communication node monitoring system, which consists of a set of independent monitoring controllers, each of which interacts with the monitoring object assigned to it. A proposal for the organization of data collection and storage, as well as proposals for the construction of a software module for the technical diagnostics subsystem of the special-purpose communication node monitoring system, are formulated.*

**Key words:** communication node, operational management, operational and technical management, monitoring.

**Aleksandrov V., Malaev J., Miroshnikov M., Titova O.** Mathematical Modeling of the Timeliness Indicator for the Communication Quality Parameter. – PP. 17–21.

*The article presents a mathematical model of a telecommunications network, which is a formalized description of a system (or operation) in some abstract language, for example, in the form of a set of mathematical relations or an algorithm scheme, i.e. a mathematical description that provides simulation of the operation of systems or devices at a level close enough to their real behavior obtained during field tests of systems or devices. The proposed mathematical model describes a telecommunications network consisting of subscriber points, switching nodes, base stations, and transmission lines. Allows you to calculate the parameters of communication quality-reliability, reliability and timeliness.*

**Key words:** communication node, operational management, operational and technical.

**Achkasov N., Baranova A., Krivtsov S., Chepurin E.** Trends in the Formation of Scientific Approaches to Building a Management System. – PP. 21–26.

*The scientific article presents options for decision-making methods by officials based on mathematical functions that have performance criteria as set parameters. Functions for determining the optimal solution in complex situations in multi-criteria and operational conditions are considered.*

**Key words:** efficiency criteria, decision-making, optimal management, multi-criteria, due person, a priori conditions.

**Achkasov N., Myakotin A., Plotnikova A., Chapurin E.** Development of Proposals for Monitoring a Special-Purpose Data Transmission Network. – PP. 26–30.

*The paper considers proposals for monitoring a purpose-made data transmission network, modern monitoring tools, their features. The effectiveness of each of the proposed data transmission network based on functional capabilities is analyzed. Their advantages and weaknesses were determined.*

**Key words:** monitoring, data transmission network, network performance monitoring.

**Achkasov N., Chapurin E., Chapurina V., Cheprasov D., Shakot'ko I.** Economic Analysis in the Complex Application of the Means of Analysis of the Navy in the Interests of Opening of other Management Points of other Countries. – PP. 30–32.

*The problems of the optimal distribution of material and financial resources for the purpose of rational and balanced formation of the image of the Navy are considered.*

**Key words:** economic analysis, optimization task, risk reduction.

**Barancev A., Gorai I., Yarovikova O.** Network Distribution of Optical Wavelengths by Graph Coloring Method. – PP. 32–35.

*The article deals with the problem of quasi-optimal network distribution of optical wavelengths that make up the channel (wave) resource of optical transport networks with an optical transport hierarchy.*

**Key words:** optical communication transport network, optimization, distribution of optical wavelengths, graph coloring method.

**Boiko A., Zakharov N.** Statement of the Problem for the Development of a Methodology for Estimating the Efficiency of Wired Communication Facilities in Various Conditions of Environment. – PP. 35–39.

*Currently, the Armed Forces of the Russian Federation are upgrading weapons, including in the field of communications. The transmission of large flows of information and the use of modern equipment creates an increasing need for the use of fiber-optic communication lines in the field. For their effective use in a combat situation, when the time to make a decision plays an important role, a full-fledged methodology for assessing the effectiveness of the use of these tools is needed, which is currently not available.*

**Key words:** efficiency evaluation, FOCL, assessment methodology.

**Boiko A., Taranov M.** The Model of Interfaces Linking Device for Telecommunication Facilities of the Field and Stationary Components of Special Assignment Transport Telecommunication Network. – PP. 39–42.

*Nowadays Transport Telecommunication Network of the Russian Armed Forces is presented by two components: the field and the stationary. These two components interconnect by the linking of complex telecommunication apparatus facilities and trusted operator's communication centers.*

*In order to provide the selection of digital channels and group paths in the receiving points the facility which provides linking between the components of transport telecommunication network interfaces and increase the efficiency is needed. There is no such a facility for the present moment in Russia.*

**Key words:** Telecommunication Network of The Russian Armed Forces (TNoTRAF), linking, physical interfaces, efficiency of the provision of services.

**Brechko A., Vershennik A., Nikitin V.** Ways to Improve Efficiency Functioning of Radio Monitoring Systems. – PP. 43–47.

*The article describes a solution that can be used in the design and creation of signal amplifiers for super-regenerative receivers of radio monitoring systems with increased requirements for the stability of their operation.*

**Key words:** monitoring, radio monitoring, super-generator.

**Brechko A., Vershennik A., Nikitin V.** Method of Modeling Information and Telecommunication Networks in the Conditions of Functioning of Antagonistic Control Systems. – PP. 48–52.

*The article describes a method of modeling that takes into account the mutual dependence of the communication network elements in the distribution of security threat implementations, which increases the adequacy and reliability of the simulation.*

**Key words:** modeling, model adequacy, security threats.

**Brechko A., Vershennik E., Chernykh D.** A Method for Modeling Communication Networks Based on Dynamically Emerging Security Threats. – PP. 53–57.

*The article describes a modeling method that takes into account the mutual dependence of the communication network elements in the distribution of security threat implementations, which increases the adequacy and reliability of the simulation.*

**Key words:** modeling, model adequacy, security threats.

**Brydchenko A., Gevel M., Mihajlova M., Telnov N.** Measurement, Recording and Analysis of the Trace of a Measured Optical Fiber Using a Time Domain Reflectometer. – PP. 58–61.

*An optical reflectometer is a device used to measure the parameters of fiber-optic transmission lines. The measured data is used to create an image called a reflectogram, which has valuable information for the specialist. The image generated by the reflectometer shows information about the fiber being examined.*

**Key words:** optical time domain reflectometer, OTDR, trace, splice, fiber, backscatter.

**Brydchenko A., Gridnev V., Gruzdev D., Miroshnik M.** Method for Determining the Parameters of Interference Affecting the Input of the Repeater Trunk. – PP. 61–67.

*Military satellite communication networks operate under the influence of enemy radio suppression systems. To suppress the network, it is necessary to put a deliberate interference either*

*at the entrance of the trunk of the communication repeater, or at the entrance of satellite communication stations operating in this network. Taking into account the peculiarities of building a satellite communication network, the most likely effect is the radio-electronic suppression complex at the entrance of the repeater trunk. The article presents a method for determining the parameters of interference affecting the input of the repeater trunk.*

**Key words:** earth station for satellite communications, radio intelligence, electronic suppression.

**Butsev S., Vedenkin. R., Zhuravlev D.** Estimation of the Readiness Coefficient of an Atmospheric Optical Communication Line in the Privolgskom Federal District. – PP. 67–72.

*Advantages of fiber-optic communication systems allow us to consider various options for their use on communication networks, with the required availability coefficient, which is largely determined by the capabilities and TTX of the equipment. The article presents an assessment of the readiness coefficient of an atmospheric optical communication line based on the calculation of the energy potential in various weather conditions typical for the Privolgskom federal district.*

**Key words:** atmospheric optical communication line, atmospheric optical transmission system, energy potential, precipitation.

**Vanyugin D., V. A., Cartoon V., Repiev I.** Optimal Allocation of Flows in a Packet Radio Network. – PP. 72–75.

*This article considers more efficient use of the bandwidth of radio signals in a packet network by taking into account not only the bandwidth, but also the intensity of the load transmitted over radio channels from other network radio stations.*

**Key words:** This article reviewed more effective usage of radiocommunications channels carrying capacity in packet network.

**Vanygin D., Lyalin R., Repiev I.** The Structural Analysis of Radio Communication Network. – PP. 75–78.

*In the article is considered a short structural analysis of radio communication network, based on present means and communication complex.*

**Key words:** radio, network characteristics, structure.

**Vasinev D., Ivko V.** File Resource Access Control Technique in a Heterogeneous Network. – PP. 78–83.

*This article discusses the need to organize access to file resources in a heterogeneous network. For analysis, a comparative characteristic of various technologies for organizing a network infrastructure is presented. The Samba DC software, its capabilities during configuration are considered in more detail, examples of configuration files and parameters in them are given.*

**Key words:** Domain, domain controller, hybrid network, Samba DC, network resources.

**Vikulova A., Volostnykh V., Kononov P.** Analysis of Electronic Document Management Systems. – PP. 84–88.

*Currently, many organizations, including educational organizations, are implementing electronic document management (EDO) systems. To date, the market has a large number of ETO*

*funds. All EDO tools have their advantages and disadvantages. Each EDI system meets the needs of users in one way or another. The article analyzes and compares EDI systems for a number of specific indicators. Since each EDI system is characterized by a significant number of parameters, the comparison is proposed to be carried out by the most significant parameters using the method of expert assessments. This article may be useful for specialists of information security and technical information security departments.*

**Key words:** document management, electronic document management, educational organization.

**Volostnykh V., Gel V., Parfirov V., Petrov A.** Application of Deep Machine Learning Technology to Solve the Problems of Assessing and Forecasting the Condition of Channels (Directions) of Communication when Exchanging Documental Information on Special-Purpose Communication Networks. – PP. 88–93.

*The possibility of using deep machine learning technology to create a promising system for the exchange of documentary information in communication networks for special purposes is considered. The definition and explanation of the technology of machine learning and neural networks. The analysis of the mathematical apparatus of proven methods for constructing, optimizing the structure and training of neural networks and implemented projects using artificial intelligence to assess and predict the state of channels on communication networks is carried out. The analysis of the available technological (software) platforms for the implementation of Deep Machine Learning applications for solving the problems of assessing and predicting the state of communication channels (directions) in the exchange of documentary information in communication networks for special purposes.*

**Key words:** special-purpose communication networks, exchange of documentary information, machine learning.

**Govorova V., Dmitriev A., Zhuravlev D.** Evaluation of the Combined Structure of the Communication Network by the Criterion of Fault Tolerance under the Influence of Destabilizing Factors. – PP. 93–97.

*The dynamics of modern communication networks is characterized by a high probability of failure of communication lines and nodes. The article assesses the fault tolerance of the combined structure transport communication network using the Monte Carlo method. Various options for the impact of destabilizing factors on the network are considered.*

**Key words:** Communication network, line, fault tolerance, communication node.

**Gorai I., Zhuravlev D., Smotriskiy N.** Evaluating the Quality of Traffic Delivery in a Mixed Network under the Influence of Destabilizing Factors. – PP. 98–101.

*The dynamics of the functioning of modern transport communication networks is characterized by a high probability of overload of certain directions in the event of failure of equipment or communication lines that are included in the way of information delivery. The problem can be solved by evaluating the quality of traffic service for a given network structure, taking into account the impact of destabilizing factors and forming a set of organizational and technical solutions for building and restoring the network structure on their basis.*

**Key words:** communication network, line, router, traffic.

**Gorai I., Zhuravlev D., Shecutiva. O.** Optimal Calculation of Parameters of Ring and Radial-node Communication Networks. – PP. 101–106.

*The article considers the sequence of optimal calculation of parameters of typical structures of communication networks: ring and radial-node. Algorithms for calculating structures are given, their complexity is estimated, and information about the possibility of using them is provided. The examples given in the article show that it is possible to save cable in the optimal calculation of the structures themselves and their optimal selection from the set of allowed structures.*

**Key words:** algorithm, algorithm complexity, graph, graph median, salesman, typical structure, distance matrix.

**Gordiychuk R., Rakoed A., Sagdeev A., Sidorenko E.** Analysis of the Impact of Modern and Advanced Technologies for Building Communication Networks on Military Telecommunication Networks. – PP. 107–111.

*The conditions of the protected functioning of communication networks under the influence of modern and promising technologies for their construction are considered. The method of constructing ITN dynamic protection is substantiated, its basic principles are defined. For its implementation, an algorithm for constructing functional subsystems was derived. An approach is found to implement the principles of building dynamic protection by creating special software for managing Softswitch.*

**Key words:** information and telecommunication networks, dynamic protection, functional subsystem, special software.

**Grigoryeva A., Gubskaya O., Koryagin S., Chekalkina P.** Estimates of the Quantitative Characteristics of the Frequency and Energy Resources of Military Radio Links when Replacing Analog Telecommunication Signals with Digital Signals. – PP. 112–116.

*The article considers quantitative estimates of additional losses in the frequency and energy resources of military radio links when replacing analogue telecommunication signals with digital signals in them. The paper shows the growth rate of energy, frequency and other costs, calculated on the transmission of digital telecommunication signals at the level of all types of radio links.*

**Keywords:** frequency resource, energy resource, digital signals, digital channel equipment, analog signals, transmission channel.

**Guryev S., Sorokin M.** Peculiarities of Monitoring the Activity of users in the Local Computer Network of the Organization. – PP. 116–119.

*The monitoring task is to analyze the activities of users in the organization's local area network and evaluate its internal and external factors affecting the state of personnel and the management system. Monitoring activities allow us to timely identify and structure the strengths and weaknesses of the organization, as well as potential threats to its strategy and development policy. The identification and viewing of the activity of each working element of the local area network in real time is the basic function of modern monitoring systems.*

**Key words:** monitoring system, local area network, monitoring functions, monitoring program.

**Guryev S., Sorokin M.** Features of Monitoring a Local Area Network with a Client-Server Architecture. – PP. 119–122.

*The client-server architecture allows the organization's network administrator to successfully monitor processes, applications, and current network activity of automated user workstations in the local computer network.*

**Key words:** local computer network, client-server architecture, protocol, monitoring program.

**Dorzhev B., Kovalsky S., Martyshev S., Fokin N.** Mathematical Model of the Transport Communication Network that Takes Into Account the Subsystem of Frequency-Time Support. – PP. 122–125.

*For operation of equipment transport network communication and synchronization of its system network processes (the interaction of signalling and routing, recovery, switching, control and management) synchronization is required, which provides a highly stable signal from the atomic standards coming from international fixed and satellite network or from the servers of exact time.*

*Currently, known mathematical models of the transport communication network do not include elements of the synchronization subsystem. This fact allows us to conclude that it is not possible to solve problems of synthesis of modern communication networks using existing mathematical models of the transport communication network.*

*This circumstance is the basis for the development of a mathematical model of a multi-pole communication network that takes into account the subsystem of frequency-time support.*

**Key words:** mathematical model, communication transport network, multi-product multi-pole flow graph, network node, communication line.

**Drobyaskin A., Sagdeev A., Sidorenko E., Yanbulatova K.** Model of the Impact of Technical Computer Intelligence and Destructive Software Impacts on the Military Information and Telecommunications Network. – PP. 125–129.

*The article presents a scheme for modeling the effects of technical computer intelligence and destructive software effects on the ITCS of the VN. The purpose of the simulation is achieved by simulating destructive software impacts on the ITCS of the VN with the possibility of forming a scheme of impacts on a specific graph of the corresponding impact.*

**Key words:** information security, information and telecommunications network.

**Dyachenko E., Sokolov A., Shcherbak K.** Application of the Backscattering Method for Measuring the Parameters of a Field Fiber Optic Communication Line. – PP. 129–134.

*The article briefly highlights the main aspects of measuring and evaluating parameters that determine the length of elementary cable (regeneration) sections of field fiber-optic communication lines (FOCL). A brief analysis of the factors affecting the quality of the transmitted signal in the field FOCL is given, those that play the largest role in the design of the FOCL are highlighted. An analysis of the application of existing methods for measuring FOCL parameters for field FOCLs is carried out, and recommendations are given for choosing measurement parameters.*

**Keywords:** fiber-optic communication lines, measuring and evaluating parameters, reflectometry.

**Zhadan O., Zhadan T., Kanaev A., Staheev I.** Scientific and Technical Proposals for the Development of Protective Mechanisms with the use of Photonic Switches at the Data Link Layer. – PP. 134–138.

*One of the strengths of primary networks is a diverse set of fault tolerance tools that allows the network to quickly (in tens of milliseconds) restore performance in the event of a failure of any element of the network—the communication line, port or multiplexer card, the multiplexer as a whole.*

*Based on the above, redundancy in the communication network can be defined (classified) into node redundancy at the level of spectral multiplexing;*

*network redundancy using a photon switch at the channel level;*

*reservation of the route of the spectral component over the network, i.e. determining the duration of restoration of the communication network operation with the selection of optimal equipment that meets the required parameters used on the communication network.*

**Key words:** network redundancy, quality indicators of equipment.

**Zhadan O., Kanaev A., Marchenko D., Minin V.** Algorithm for Estimating the Duration of Restoring the Functioning of the Transport Communication Network. – PP. 138–142.

*Currently, the construction of communication networks is carried out in accordance with the approaches defined in the governing documents. At the same time, developers use different types of equipment with different quality characteristics and technologies.*

*In view of the complexity and variety of functions implemented by technologies, it is necessary to develop an algorithm that aims to select equipment that meets these requirements for quality characteristics at the planning and reconfiguration stages. Thereby allotment a spectral component over a network i.e. determination of the duration of re-establishing a network connection with the optimum choice meets the desired parameters of the equipment used on the network.*

**Key words:** backup network requirements communication network, the reconstruction algorithm of a communication network.

**Zhadan O., Kanaev A., Staheev I., Titova O.** Scientific and Technical Proposals for the Development of Protective Mechanisms at the Level of Spectral Multiplexing. – PP. 142–146.

*The stability of the communication network based on the state of its network construction is evaluated by the network's ability to adapt to changes in operating conditions as a result of the effects of destabilizing factors.*

*Network construction is defined: possibility of reserving telecommunication lines; a variety of different environments propagation; optimality of the topology of the telecommunication network (sufficiency of its branching); the interoperability with networks of the EEC.*

*However, many issues in this area require specific solutions for the development of protective mechanisms at the level of spectral multiplexing*

**Key words:** network stability, protective mechanisms of spectral multiplexing.

**Zhuravlev D., Zagudaev D., Semukov. Y.** Evaluation of the Energy Potential of an Atmospheric Optical Communication Line to Improve the Accuracy of the Guidance of Transceivers. – PP. 146–151.

*An important parameter that affects the quality of operation of an atmospheric optical communication line is its energy potential, which largely depends on the accuracy of the guidance of the transceivers. The article presents an assessment of the energy potential of an atmospheric optical communication line depending on the change in the directional diagram that provides an increase in the capture area of the transceivers when the transceivers are initially pointing away from each other.*

**Key words:** atmospheric optical communication line, energy potential, availability coefficient, precipitation.

**Zhuravlev D., Zyuzin. A., Yasinsky S.** Modern Methods of Protecting Information Flows on Transport Communication Networks. – PP. 151–156.

*The article deals with modern methods of protecting information flows in transport communication networks. An example of the operation of a p-cycle and a multi-contour protective structure is given.*

**Key words:** transport communication networks, network redundancy, protective switching method, p-cycle, multi-circuit protection structure.

**Zhuravlev D., Levin A., Prasko G.** Determining the Scanning Area for Primary Guidance of Atmospheric Optical Transmission Transceivers when Using GPS Receivers. – PP. 156–161.

*Atmospheric optical communication lines are widely used to create a wireless communication channel, usually in stationary conditions. It is interesting to study the issue of pointing transceivers at each other in conditions where their coordinates are not known in advance, for example, in the field. The article solves the problem of calculating the scanning area by the beams of the corresponding stations' transceivers for accurate guidance, taking into account the errors in determining the angle of the place and the true azimuth entered by the GPS receiver.*

**Key words:** atmospheric optical transmission system, guidance, coordinates, position angle, azimuth.

**Zhuravlev D., Levin A., Sokolov A.** Influence of the Energy Potential on the Size of the Scanning Area During Primary Guidance of Transceivers of Atmospheric Optical Transmission Systems. – PP. 162–165.

*Atmospheric optical communication lines are widely used to create a wireless communication channel, usually in stationary conditions. Of interest is the study of determining the guidance area and the energy potential in the guidance area when increasing the divergence angle of the transceiver beam. The article solves the problem of calculating the energy potential in the field of scanning beams of transceivers of corresponding stations for their precise guidance.*

**Key words:** atmospheric optical link, guidance, geometric attenuation.

**Ivanov D., Karpov M., Kotsinyak M., Murtazin I., Shimarov E.** Model of Impact of Network Attacks on Special Purpose Wireless Data Networks. – PP. 166–171.

*Annotation: the article considers the intruder's approach to the impact on special-purpose wireless data transmission networks. A brief comprehensive assessment of the attacks carried out by the intruder on the wireless data transmission networks of special purpose is made. The definitions of each of the considered attacks are given, as well as their purpose and implementation examples are considered. The classification of the considered attacks is made.*

**Key words:** wireless data network; network attacks; radio suppression; control protocols; radio intelligence; intruder.

**Kiryanov A., Neganov A.** The Lost Audio Packets Steganography for Hiding Data Transmitting over the Communication Channel. – PP. 172–175.

*The article describes a method of steganography for hiding information transmitted over the communication channel. Algorithm for the operating of the lost audio packets steganography in a transport network with packet-switching is presented. The features of the application of the LACK (Lost Audio Packet Steganography) associated with the SIP (Session Initiation Protocol) and RTP (Real-Time Transport Protocol) are described.*

**Key words:** network steganography, steganogram, audio packet, SCTP protocol, LACK method.

**Kiryanov A., Pischulin N.** Approach to Carry Out the Network-Based Steganography Retransmission Packet. – PP. 175–178.

*For the network stack of the Windows family, a solution is proposed for the algorithm of the hybrid RSTEG network steganography method with some modifications. The classification scheme of network steganography methods and the algorithm of the RSTEG method are presented. The description of the software implementation is given. The practical application of the method is proposed.*

**Key words:** network steganography, retransmission of TCP packets, RSTEG algorithm

**Lepeshkin O., Shuravin A.** Analysis of the Applicability of Vulnerability Scanners in Communications Networks Special Purpose. – PP. 178–187.

*It is known, that at present, even technologically advanced countries of the world are not able to effectively prevent and repel computer attacks on critical infrastructure. For this reason, exploratory research in the field of intrusion detection and prevention is topical and attracts the closest attention from experts.*

**Key words:** departmental communication network, info-communication network, threat, vulnerability, computer attack, computer intelligence, vulnerability scanner, Nessus, OpenVas, XSpider, Scanner-VS.

**Nazarova V., Samarkin D.** Methodology for Evaluating the Security Indicators of the Test Complex at the Channel and Network Levels. – PP. 188–192.

*The security assessment of the test complex is designed to determine the level of security of the test complex at the channel and network levels. The complexity of the implemented protection functions, a significant proportion of indistinctly defined initial data, a large number of protective measures, and the complexity of their relationships make the task of assessing the security of the test complex as a whole extremely difficult.*

**Key words:** ITCS VN, channel layer, network layer, digital stream.

**Nazarova O., Shilina A., Staheev I., Titova O.** Proposals for Evaluating the Effectiveness of Automated Security Management Systems for Telecommunications Systems and Networks. – PP. 193–197.

*The paper analyzes the performance indicators of automated control systems for ensuring the security of telecommunications systems and networks, offers a symbolic description of the process of solving problems of managing the security of telecommunications systems and networks, and develops proposals for improving the methodology for evaluating the effectiveness of the quality of security management.*

**Key words:** information security, automated control systems of telecommunications systems and networks, management efficiency, security system.

**Novak A., Pashchenko M., Suyundukova A., Tihomirov D.** Determining the Optimal Interference Effect for Radio Suppression. – PP. 197–201.

*The dueling situation between radio communication systems and radio suppression that occurs during the operation of a radio line is considered. The main types of interference effects to radio lines are presented and the optimal ones are proposed according to the criterion of the power used.*

**Key words:** noise barrier interference, polyharmonic interference.

**Odoevsky S., Chapurin E., Chapurina V., Cheprasov D.** Bandwidth Analysis of Special Communication Networks. – PP. 201–204.

*Theoretical basis for software product development, its practical significance in the organization and construction of an infocommunication network of communication systems for special purposes. Reveals the need to use technologies information compression for packet switching for rational use of a bandwidth resource a digital communication channel. Software the product provides a visual representation of the required for providing communication service for officials.*

**Key words:** the provision of services, bandwidth, program.

**Ryabinina E., Tumanov A., Tumanov V.** On the Form of a Factor Law in the Case of One Striking Factor of the Sources of Emergency. – PP. 204–209.

*A hypothesis has been put forward on the possibility of replacing the FLS in the form of normal distribution or distribution of the Weibul for the physical striking factors of the sources of emergency by a single universal logarithmically normal law. Statistical checks have shown that according to Fischer's criterion, it is preferable to use the FHF in the form of a logarithmically normal law in order to describe the actions of the striking factors of the sources of emergency on the elements of the structures.*

**Key words:** assessment, damage, technological accident, potentially dangerous objects, emergency situation.

**Fokin N., Staheev I., Titova O.** Conditions for the Structural Realizability of a Transport Network with the Required Range of Acceptable Flow Values Based on a Combination of the Cross-Section Method and the Compromise Method, in Relation to Non-Interval Networks. – PP. 210–215.

*The representation of a communication transport network as a multi-pole network with a multi-product flow leads to the need to consider the conditions for implementing this flow, taking into account the structural and topological features of the networks. Currently, the multi-product flow problem has not been fully investigated, and the known private implementations of two-product flows and multi-product flows with a common receiver do not allow solving problems of synthesis of General-type networks.*

*These circumstances are the basis for considering additional conditions for the implementation of multi-product flows on multi-pole networks of a General type.*

**Key words:** transport communication network, network model, synthesis, cross-section, multi-pole multi-product network.

**Stoljarchuk I., Khoborova V.** Program's Development for Account and Assessment of Deployment Communication Center's Practice Tasks. – PP. 215–218.

*The program for account and assessment of deployment communication center's practice tasks is presented in the article. This program allows automating process of communication units' practice tasks assessment and process of temporary criterions' account for field and mobile communication centers' (links') deployment.*

**Key words:** field communication centers, special software, temporary criterions' account and assessment of communication centers' deployment.

## PROBLEMS OF EDUCATIONAL PROCESSES

**Abramyan G.** Methodology, Algorithms and Procedures for the Formation, Implementation and Management of Natural-Physiological, Electronic-Digital and Hybrid Interfaces for the Interaction of Subjects of the Digital Information and Telecommunication High-Hume / High-Tech Educational Environment Based on a Suggestive Linguistic Analysis of the Content of the IT Content of Educational and Professional Activities. – PP. 219–225.

*The article discusses the methodology, algorithms and procedures for the formation, implementation and management of natural-physiological, electronic-digital and hybrid interfaces for the interaction of subjects of the digital information and telecommunication HIGH-HUME / HIGH-TECH educational environment based on suggestive linguistic analysis of the IT content of channels and flows of subject IT content of educational and professional.*

**Key words:** management methodology, HIGH-HUME, HIGH-TECH, suggestive linguistics, training of IT specialists, analysis, interfaces, info-telecommunication educational environment, channels, flows, IT content.

**Abramyan G.** The System of Training IT Professionals in the Digital Information and Telecommunication Educational Environment Based on Suggestive Linguistic Analysis of the Content of Educational Channels and High-Hume / High-Tech Management of Educational Activities and Professional Communications. – PP. 226–231.

*The report discusses the system of training IT professionals in the digital information and telecommunication educational environment based on suggestive linguistic analysis of the content of educational channels and HIGH-HUME / HIGH-TECH management of educational activities and professional communications*

**Key words:** HIGH-HUME, HIGH-TECH, training IT specialists, suggestive linguistics, educational environment, study management, professional communications.

**Abramyan G.** Forms of Organization and Use of High-Hume / High-Tech Digital Verbal, Visual and Paralinguistic Non-Verbal Information and Telecommunication Components for Managing the Training of IT Specialists, Taking Into Account Regional Phonetic, Phonological, Morphological, Lexicological and Syntactic Structures and Forms of Realization of Cognitive and Educational Activities of Students. – PP. 231–237.

*The article discusses the forms of organization and use of HIGH-HUME / HIGH-TECH digital verbal, visual and paralinguistic non-verbal information and telecommunication components*

*for managing the training of IT specialists, taking into account regional phonetic, phonological, morphological, lexicological and syntactic structures and forms of cognitive and educational activities*

**Key words:** HIGH-HUME / HIGH-TECH education, paralinguistic non-verbal info-telecommunication components, forms of organization for training IT specialists, digital learning environment, cognitive and educational activities of students.

**Abramyan G., Katasonova G.** Final State Certification of the Quality of Training of IT Graduates of Russian Universities using the Professional Standard and Worldskills Specifications. – PP. 238–242.

*The report discusses the possibilities of organizing the final state certification of the quality of training IT graduates of Russian universities on the basis of the professional standard and WORLDSKILLS specifications, taking into account management factors, communication competencies and interpersonal relationships, methods for solving IT problems, analysis and design of software solutions, development, testing and documenting software solutions.*

**Key words:** organization of final state certification, university graduates, quality of IT training, professional standard, Worldskills specifications.

**Abramyan G., Katasonova G.** Problems and Difficulties in Organizing Distance Learning of IT Specialists in Russian Universities in the Conditions of a Viral Pandemic. – PP. 242–250.

*The report discusses the problems and difficulties of organizing distance learning of IT specialists in Russian universities in a viral pandemic. The modern features and shortcomings of the forms of distance learning in the organization of IT-training are revealed. Measures and measures are proposed for organizing distance learning of IT specialists at universities in the conditions of a viral pandemic, as well as universal means and technologies for coordinating support for network learning based on information systems for managing remote learning.*

**Key words:** distance learning organization, problems, difficulties, viral pandemic, IT-specialists, Russian universities.

**Akimov S., Popova M.** Qualimetric Models for Educational Environments. – PP. 250–253.

*The results of the analysis of the problem of qualimetry in the implementation of basic educational programs are presented. The principles of building a competency-based qualimetric model of a student, which allows us to give a quantitative assessment of the level of competence development, are considered. Competence refers to a system of Zun (knowledge, skills) that provides the ability to solve a certain group of tasks in a certain area of professional activity. In the qualimetric model, indicators of competence development are created, which are functions of the level of acquired knowledge, skills and abilities, which are determined using formalized or semi-formalized control and measurement materials that are part of the evaluation fund.*

**Key words:** qualimetric model, competence, knowledge, skills, educational process.

**Akselevich V.** The Role of Modern Communications in the Development of Education. – PP. 253–258.

*The report emphasizes the leading role of interpersonal and other communications in the development of education, provides the main types of communications. The emphasis is laid on the main problems and "pain points" of modern education. Mass trends, digitalization, time*

*compression, globalization and the pessimistic mood of society are described as trends. Among the sores of the education system, anachronism, excessive enthusiasm for cramming and testing, the use of “anti-plagiarism” tests that kill the Russian language, anti-national scientometry, which is closely associated with corruption in educational bureaucracy, stand out. As a panacea, the widespread priority of practice over inanimate theory is proposed, the use of basic skills and abilities as a measure of assessment, the need to learn critical thinking skills, logic, the ability to set tasks, the ability to express one's thoughts verbally and in writing, versatile the main modern sources of obtaining and disseminating information and the desire for self-learning.*

**Key words:** communications, digitalization, anti-plagiarism, scientometrics, corruption.

**Berlin A., Kotlova M.** Analysis of Existing Approaches to Schedule Formation for Higher Education Institution. – PP. 258–263.

*The article discusses the idea of creating a schedule for higher education. The experience of scheduling the leading higher educational institutions of the Russian Federation is analyzed. The role of integrating modern approaches and information technologies into the methodology for scheduling training sessions is determined. A list of the main criteria for the formation of the schedule is formed. An algorithm for generating a class schedule for educational groups of a higher educational institution is proposed.*

**Key words:** timetable, university, automation of activities, genetic algorithm.

**Bogatyrev A., Vanchakova N., Vatskel E., Kotenko I., Krasilnikova N., Tishkov A.** WebQuest as a Tool for the Prevention of Destructive Behavior of Young People in the Internet Social Networks. – PP. 263–268.

*The article substantiates the efficiency of a modern pedagogical technology called WebQuest for forming communicative and media-competence in students. The typology of WebQuests and its resources regarding the development of media-competence and constructive communicative media-behavior is presented.*

**Keywords:** media-competence, media-education, constructive and destructive media-behavior, typology of WebQuests.

**Vasilev N., Ivanov V., Karabut G., Korchevnoi P.** Application of the Computer Game "Become the Head of the Field Communication Node" in the Study of Tactical and Special Disciplines. – PP. 268–273.

*The study of the impact of the virtual learning environment on the results of the assimilation of educational material by cadets and cadets. Analysis of software tools that can be used in the development of a computer game. Determining the sequence of studying educational material on the organization of the use of field communication nodes. Development of an interactive computer game “Become the Head of the Communication Center”. Development of the sequence of passing the stages of the game, taking into account the player receiving new military ranks and promotion in the acquisition and consolidation of new knowledge.*

**Key words:** Computer games, field communication centers, tactical special disciplines, media education.

**Vasilev N., Ivanov V., Pesterev V., Sikorsky I.** The Use of Computer Games During the Educational Process. – PP. 273–279.

*The high informational development of human society inevitably entails the introduction of new information technologies (BAT) and, in particular, computer technologies in all spheres of human activity, as well as in the field of education. New methods of receiving and transmitting knowledge are becoming increasingly widespread. In the modern world, games are used not only in formal training, but also in informal, trade, healthcare and the army.*

**Key words:** Computer games, serious games, education and training, pedagogy.

**Vasilchenko V.D., Voloshinov D.V.** Analysis of Descriptive Geometry Information Resources and Their Role in the Material Mastering. – PP. 280–284.

*Modern resources with materials for studying descriptive geometry, including video and web resources, electronic textbooks are discussed in the article. The role of various teaching materials, their methods of training and providing information for users, their availability, relevance and quality of accompanying material are analyzed.*

**Key words:** descriptive geometry, information resources, material mastering, studying, teaching materials.

**Vasilchenko V., Voloshinov D.** The Role of the Resource's Target Audience Analysis in Descriptive Geometry Interest. – PP. 284–288.

*The material of the survey on the topic of audience interest in studying descriptive geometry and the difficulties that arise in the process of studying the material are discussed in the article. The answers to the topic of the most convenient methods of self-education, the alleged causes of difficulties, the relevance and demand of descriptive geometry are presented. The analysis of the results is carried out and possible solutions to the identified problems are highlighted.*

**Key words:** descriptive geometry, information resources, target audience, self-education, studying.

**Verkhova G., Gordeev M.** “GUT.Schedule”. Cross-platform Application for SPbSUT Students' and Professors' Schedule Export to Calendar. – PP. 289–292.

*Cross-platform application project that allows students and professors of SPbSUT add their timetable or timetable of selected groups to e-calendars such as Outlook or Google. The main goal of the project is a development and demonstration of a schedule export module. Eventually, this module will be integrated into “My Bonch” project which is used to combine all of the university functionality.*

**Key words:** automation, C#, Android, Xamarin, UWP, schedule management, study process organizing.

**Wojciechowski P., Ptitsyna L.** The Formation of an Intellectual Technological Basis for the Dynamic Planning of Naval Training Practice of Cadets. – PP. 293–297.

*The reasons for updating approaches to organizing cadet practices in the context of the competency-based education paradigm and the intensive development of the digital economy and artificial intelligence are substantiated. The presentation of knowledge about scheduling methods and information systems is systematized. The advantages of the dynamic planning of ship training practice of students are described. The sources of source information for planning are highlighted. The key features of the organization and application of the testing subsystem for the level of training of specialists in planning are presented. The basis of planning algorithms is formed. The description of the basis is formalized.*

**Key words:** dynamic planning, artificial intelligence, boat practice.

**Gvozdkov I., Khoroshenko S.** The Methodology of using Trajectories of Increased Complexity to Study the Disciplines of the Direction 09.03.02 Information Systems and Technologies. – PP. 298–301.

*Currently, the issue of introducing individual educational trajectories into the educational process is extremely urgent, therefore, the article discusses the methodology of using individual trajectories in teaching students that differ not in different disciplines, but in the different complexity of studying the same discipline.*

*The methodology of applying the trajectory of increased complexity is shown on the example of the discipline for the direction 09.03.02 Information systems and technologies.*

**Key words:** trajectories of increased complexity, the organization of training, lectures, practical exercises.

**Grigorev M., Davidova S., Krivonosova N.** Using Neural Networks in the Educational Process. – PP. 301–305.

*Neural networks are widely used in industry, construction, and analytics. The possibility of using the apparatus of neural networks for teaching human issues is an extremely urgent issue. The introduction of such a solution in the educational organization will improve the quality of the educational process.*

**Key words:** perceptron, neuron, neural networks.

**Gromov V.** Automated Design System Kompas-3d in the Process of Training a Modern Student Drawing Skills. – PP. 305–309.

*The report discusses the methodology for the formation of student skills in use and computer-aided design systems (hereinafter referred to as CAD) Compass-3D while performing educational tasks in the discipline "Engineering and computer graphics" at St. Petersburg State Telecommunications University. prof. M. A. Bonch-Bruevich.*

**Key words:** Intelligent CAD and ACS. Engineering and computer graphics.

**Gunina E.** Basic Rules for Making Advertising Poster. – PP. 309–314.

*Printed advertising products continue to maintain their position in the overall flow of generated advertising. When creating a printing layout, it is necessary to take into account the basic rules and techniques in the creation of printed materials. This stage is the most difficult and requires not only a creative solution, but also the ability to organize heterogeneous visual elements into a single whole, i.e. composition. Theorists and practitioners in the field of advertising design identify several basic rules, the observance of which will achieve good results.*

**Key words:** promotional products, rules and techniques of composition.

**Danilova L., Dvurechenskaya N., Poletaykin A.** Simulation and Optimization Model for Calculation of the Professional Efficiency Indicators of Scientific and Pedagogical Workers. – PP. 314–319.

*A hybrid mathematical model for assessing the professional efficiency of university employees based on a system of indicators and their point-rating assessment is investigated. The subject of the research is the technology of rating assessment of scientific and pedagogical workers,*

*which is an analogue of an effective contract and is aimed at material stimulation of the relevant activities of employees. The model makes it possible to obtain the optimal values of rating indicators according to socio-economic criteria of efficiency. With fixed performance indicators for the selected target criteria, simulation modeling and optimization of the considered technology of rating of scientific and pedagogical workers was carried out, the results of which are presented in the report.*

**Key words:** hybrid mathematical model, simulation and optimization model, rating, professional efficiency.

**Detkova V., Dolmatova O.** Organization of a Point – Rating System for Evaluating Students' Knowledge in Physics at SPbGUT. – PP. 319–324.

*The article deals with the issues of improving the system of subject training in physics for bachelors of engineering specialties. The role of the physics course in the structure of engineering training is noted. The author analyzes the shortcomings of the physical education system in the existing teaching practice. A point-rating system for evaluating students' knowledge in physics is proposed. Its structural components are described and the necessity of organizing a point-rating system of assessment during the semester is justified. The method of evaluating various indicators of educational activity of 1st year students in the 2nd semester is proposed as an example of a point-rating scale in physics for the specialty 11.03.04 of the faculty of Fundamental training is given. A comparative analysis of point-rating systems for evaluating knowledge in several leading technical universities is carried out.*

**Key words:** engineering education, physical education, baccalaureate, point-rating system of knowledge control.

**Eremenko A.** Innovative Approaches to Training Specialists in the Field of Infocommunications in the Course of Instruction of General Engineering Disciplines. – PP. 325–330.

*The article is devoted to the problems of training specialists in the field of infocommunications of general engineering profile in technical institution of higher education. The main tendencies of intensifying learning process are determined. Importance and necessity of using innovative approaches in teachers' activity to form general professional competences of learners are substantiated. An approach to forming a system of didactic aims to provide the required results of specialists preparation is proposed. As an example of education intensification of general engineering disciplines, innovative method «Application of didactic complex of informative provision of "The theory of electrical communication" discipline» is considered. The guidelines of its usage are given.*

**Key words:** higher education intensification, education technology, innovative activity, didactic complex of informative provision.

**Eremenko A., Savelyev S., Shvedov S.** Modeling Application Based on SDR-Compatible Software Media in the Process of Teaching Ofgeneral Professional Cycle Disciplines. – PP. 330–333.

*Development of infocommunication technologies and systems demand permanent quality enhancement of specialists' training. To achieve this aim, signals computer modeling and signals processing processes modeling are used in the course of the lessons as well as diploma project. Due to wide emergence of relatively cheap software-defined (configurable) radio (SDR), opportunity it is arising to overcome the main models disadvantage – absence of real physical signal.*

**Key words:** software-defined (configurable) radio, hardware/software modules, visual programming, laboratory works.

**Zaitseva Z., Logvinova N.** Methodological Aspects of Student Learning Outcomes Testing. – PP. 333–338.

*The aspects of methodology are considered that accompany the process of technical university students' learning outcomes forming and testing. These include: selection of the base learning material of the discipline to be tested; determining the level of text complexity as necessary and sufficient to test the learning outcomes of technical discipline; methodological support of the testing and assessing materials forming; the form of testing.*

**Key words:** learning outcomes, quality of learning, testing and assessing materials, Moodle learning platform.

**Zikratov I., Novikov E.** Analysing How Students' Academic Performance Related to Their Courses Choice. – PP. 338–341.

*Question about correlation between students' courses choice and their academic performance is being examined. Analysis' object is experience of using selectable courses in ISiT faculty in SPbSUT. Results of this analysis may be used in educational program development.*

**Key words:** statistics, academic performance, education quality, learning pathways, selectable courses, recommendation systems.

**Zikratov I., Samarin A.** Improving the Education Quality of Students by Implementing an Expert Recommendation System for Higher Education Institutions. – PP. 341–344.

*Currently, when entering a higher educational institution, an applicant chooses the direction of training by name, rarely observing the program of each discipline, which is part of this all education program. In the learning process due this approach to students often comes to understand that is not quite right the direction of his training chosen, so the educational process level at all is falling. It proposed to recommend for applicants the optimal direction of preparation to avoid such situations in the future with the help of a recommender system.*

**Key words:** expert recommender systems, collaborative filtering, classification.

**Kalistratov M., Smorodin G.** Investigating of the Application of Virtual and Augmented Reality Technologies in School Education. – PP. 344–350.

*The relevance of the application of virtual and augmented reality technologies in school education is substantiated. A comparison is made of the sphere of school education in the Russian Federation with countries in which the implementation of virtual and augmented reality technologies is most active. The problems of implementing existing virtualization systems are described. A proprietary methodology is proposed for introducing modern technologies of virtual and augmented reality into school education processes. The results of a study on the use of virtual and augmented reality technologies in school education are presented.*

**Key words:** information system, virtual and augmented reality technologies, school education.

**Karelin E., Morozov D.** Troubles in Distant Checking of Programing Jobs and Ways to Salvation. – PP. 350–354.

*Main troubles with which teaching staff faces is high waste of time on checking tasks, influence of human factor and absence of any automatic system that can optimize processes of distant job checking. Automatic system have to minimize influence of human factor and reduce as much as possible wastes of time on checking jobs.*

**Key words:** analysis, analyzer, students jobs, programming languages.

**Katsonova G.R.** System of Formation of Indicators of Achievement of Competencies During Modernization of Laboratory Practice for Humanitarian Profile Students. – PP. 354–359.

*The article deals with the formation of indicators for achieving the general professional competence of the discipline «Managing IT services in the humanitarian sphere» for bachelors in the field of training 42.03.01. «Advertising and public relations». The system of formation of indicators of achievement of competency includes an analysis of the academic discipline, the distribution of the elements of the indicators of achievement of competency according to the modules of the discipline program, and orientation toward professional standards. One of the important elements in compiling the indicators of achievement of competency is sufficiency, ensuring the availability of a complete list of indicators for a specific competency. The proposed indicators of competency achievement are also correlated with the experience of teaching this discipline and with the modernization of the laboratory workshop.*

**Key words:** competency, indicators of achievement of competency, content of training, software products and services.

**Likar A., Morozov S.** Features of Studying Programming in Higher Education. – PP. 359–362.

*Every day there is a growing need for highly qualified specialists for software development and information technology. When learning programming, students better understand the computer's operation, its capabilities, and application boundaries, which helps in solving precisely formulated tasks.*

*The module-rating system of training gives good results in studying the material, which increases the efficiency of the educational process, makes it more individualized and dynamic. Training uses training modules based on a standard curriculum.*

**Key words:** Programming, modular rating system for evaluating the effectiveness of the educational process.

**Limanova N., Poskivatkina A.** Practical Application of Artificial Intelligence Elements in Educational Process. – PP. 362–366.

*The article deals with the creation and application of artificial intelligence elements in educational process. Representatives of programs partially possessing artificial intelligence are training chat bots. In conditions of high teacher load bots can become integral participants in educational process. Employees of educational institutions spend 70-80% of their working time on uniform tasks: surveys, reminders, answers to the same questions, sending mail. In modern conditions such routine work can be automated with chat bots. The work shows stages of practical development and implementation of programs-bots in the modern messenger. The article gives example of developed bot. Issues of training chat bots application in the field of education, as well as their relevance and prospects of use are considered.*

**Key words:** artificial intelligence, education, chat bots.

**Marinskaya A.** Socio-Economic, Psychological and Pedagogical Background of Mobile and Microlearning. – PP. 37–370.

*The article explores such modern pedagogical technologies as mobile and microlearning. The author analyses socio-economic, psychological and pedagogical factors that have influenced on the development of above-mentioned technologies, and justifies their relevance in teaching of digital natives.*

**Key words:** modern pedagogical technologies, mobile training, micro-training, digital natives.

**Marchenkov A., Muzicantov A.** Realization of Military-Professional Competencies in the Technical University. Features of the Organization of Methodical Work. – PP. 370–376.

*The main activity of the military training center is an educational activity. It includes the organization and conduct of educational, methodological and educational work. Methodical work is an integral part of the educational process and one of the main activities of the faculty of the military training center. It is aimed at improving teaching methods, increasing the efficiency and quality of all types of training. The center of methodological activity is the department. The level of training of military specialists depends on the quality of the organization of a methodological work and military-professional competencies.*

**Key words:** military training center, methodical work, military specialists.

**Miroshnik M., Muzykantov A.** Improving the Effectiveness of Pedagogical Control in the Implementation of Military-Professional Competencies in a Technical University. Features of the Organization of Testing Students of the Military Training Center. – PP. 377–380.

*Improving the effectiveness of pedagogical control in the implementation of military professional competencies in a technical university, namely, a military training center, is achieved through the organization of student testing, which is gaining considerable importance today due to the problem of training competent and highly qualified specialists.*

**Key words:** pedagogical control, testing.

**Miroshnik M., Muzykantov A.** Characteristics of Pedagogical Skills and Pedagogical Works of Military Teacher. Personal Activity of the Teacher on Their Development. – PP. 380–384.

*The formation, development and foundations of pedagogical mastery, pedagogical techniques and pedagogical innovation, as well as the personal qualities of a teacher, their role in professional activity — all this is gaining considerable importance today due to the problem of retaining highly qualified personnel in the field of higher education, and in particular military education.*

**Key words:** teacher, pedagogical skill, pedagogical creativity.

**Morozov D., Slepnev A.** Developing of Programming Jobs Automatic Checking System. – PP. 385–390.

*Analysis of students jobs is a quite laborious and long process, that depends on human factor. Tiredness, exhaustion because of same job, current mood and other factors raise risk of making mistake. Automatic system don't have such limits. The system under developing allow teaching staff to reduce time on every job and raise convenience of checking on any kind of device by adaptive web-interface.*

**Key words:** analyzer, Python, Svelte, Celery, C, C++, automatic system, job checking.

**Mudranov A., Ostrovsky Y., Fedoseev D.** Use of Training Systems in Training Specialists. – PP. 390–394.

*The use of training systems, in particular training and training systems, is an effective way of organizing the educational process, which allows bringing training closer to working with a real system.*

**Key words:** training systems, simulators.

**Muzikantov A.** The Organization of the Educational Work at the Realization Military Professional Competencies. – PP. 394–400.

*The main aspect of the work of the military educational centre is a training activity. It includes the organization and realization of educational, methodical and pedagogical work. The level of the training of the military specialists depends on quality of the organization of the educational work and the realization of the professional competencies.*

*The organization of the educational work in the military educational centre includes: the definition of the aims and objectives of the student training in the disciplines of departments; formation of the content of academic disciplines; organization of the educational process; identification and implementation of the most effective forms and methods of training; development of teaching methods (technologies) for disciplines of departments; improving the qualifications of teaching staff; material and technical support of the educational process.*

**Key words:** the organization of the educational work, the military education.

**Muzikantov A., Muzikantova K.** Organization of the Independent Work and the Preparation of Specialists in the Military Educational Center of the Technical University. – PP. 400–405.

*The main activity of the military center is an educational work. Personal activity of the teacher. The order and the organization of the independent work of military students. The skills of the students in the military center.*

**Key words:** teacher, military center, education, students.

**Pinkhasova Y., Fedorova A.** The Use of Graphics in the Marketing Support for Training Highly Qualified Personnel. – PP. 406–409.

*The article is devoted to the specifics of the use of graphics in the aspect of the use of modern information technologies in the development of such areas of educational marketing as the promotion of educational services with the support of the educational process in graduate school. The concept of marketing support for the training of highly qualified personnel is introduced, and the marketing of the educational process of training highly qualified personnel - the post-graduate study process - is highlighted as a separate area of educational marketing*

**Key words:** information technology, graphic content, marketing of educational activities, graduate school.

**Proskurin N., Smorodin G.** Usage of Expert Systems in Education. – PP. 410–413.

*Usage of expert system in higher education including student knowledge testing systems was analyzed. Restraining factors were clarified. The concept of individual self-education trajectory was introduced.*

**Key words:** higher education system, educational process, expert systems, knowledge testing systems.

**Chaunin M.** Some Applications of Virtualization Technologies in the Educational Process. – PP. 413–417.

*One of the acute problems facing Russian educational institutions in the field of information technology is the problem of licensing software. The high cost of proprietary software, the imposition by Microsoft as an operating system of an uncontested option – Windows 10 – make us pay attention to the study and use of free software both at the system and application levels. The use of virtualization technologies significantly expands the possibilities of studying alternative software, allows you to create and explore virtual computing configurations that are difficult to implement in a local physical network. The paper considers an example of such a virtual configuration for creating a domain and authentication server based on the Linux CentOS operating system in the VirtualBox virtual environment. The proposed material is used in the educational process.*

**Key words:** FreeIPA, Identity Management. IdM, IPA, Virtual machine.

**Sheterenberg S.** Development and Implementation of a Ball-Rating System, as Well as Additional Ways to Increase Motivation in Training. – PP. 418–421.

*This article will allow to sanctify the current problems of St. Petersburg State University of Technology. prof. M. A. Bonch-Bruevich in terms of student performance and motivation, as well as to systematize the evaluation characteristics for teachers. The ball-rating system for assessing student performance is based on the use of a set of control points optimally located throughout the time interval for studying disciplines in the semester. An important principle of the rating system is the requirement for the student to complete all educational tasks in a timely manner.*

**Key words:** education, department of CSC, ratings, performance, ASSESSMENT.

## RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH

**Ahrameeva K., Vitkova L., Goluzina D.** Methods of Artificial Intelligence and Analysis of Information Dissemination During Incidents and Crises. – PP. 422–426.

*Currently, there are many ways to process texts. Relatively recently, neural networks have been used for this purpose. Increasingly, neural networks are used to analyze short messages, including those from social networks. Almost all high-profile and significant events are reflected in social networks. Sometimes it is just a discussion, sometimes it is a way to provoke a conflict, or to direct it in a certain direction. For a better understanding of these events it is possible to apply analysis of text – short text messages and posts. This article discusses the main tools that are used to train neural networks for text classification.*

**Key words:** neural networks, text processing, social networks, information dissemination, mediatization of the crisis.

**Vanygin D., Repiev I., Kartun V.** The Analysis of Modern Wireless Fidelity. – PP. 426–430. *In this article is considered an analysis of modern Wireless Fidelity and Worldwire Interoperability for Microwave Access and their prospects for further development in dedicated network.*

**Key words:** Wi-Fi, dedicated network, obtaining signals.

**Gavrikov O., Guryaeva A., Kuzmin S.** Practical Aspects of the Implementation of the LPS System Based on RFID Technology. – PP. 430–436.

*Article is devoted to the implementation of a local positioning system (LPS) based on passive UHF RFID tag technology. In spite of low accuracy in determining coordinates, in this case the determining factor is the cost of wearable equipment. The use of passive tag doesn't require additional maintenance during operation, unlike active solutions. There are difficulties in constructing a mathematical model of LPS RFID associated with many external factors. Therefore, full-scale tests are preferable.*

**Key words:** LPS, RFID, RSSI.

**Ivanov V., Repnikov D., Harlin M.** Interconnection of Information and Additive Technologies and Their Future Development Prospects. – PP. 436–440.

*This article discusses: the history of the emergence of additive technologies; what are additive technologies and stages of additive production; the role of information technology in additive. The possible future development of additive technologies, current problems and their possible solution in the future are analyzed.*

**Key words:** additive technologies, additive manufacturing, 3D printing, CAD, 3D model, information technology, information systems.

**Kovaykin Y., Lebedev P.** Methodology of Management Impact Development on Redistribution of Flows in a Special Purpose Infocommunication Network. – PP. 441–445.

*The article is devoted to the development of a methodology for increasing the stability of the functioning of the military communications network. The methodology includes calculation and redistribution of throughput by type of traffic and load factor of serving devices, taking into account the provision of a given QoS nod by the influence of destabilizing factors.*

**Key words:** methodology, information and communication network, stability, control action, throughput, load factor.

**Kokoreva E.** Comparative Local Geopositioning Approaches Analysis. – PP. 445–450.

*The article contains the research results for various methods of determining the mobile object location. The physical parameters, on the basis of which measurements can be made for geolocation, as well as the lateration and angulation mechanisms are considered.*

**Key words:** Wi-Fi, access point, geolocation, positioning, TOA, RSS, AOA.

**Kuzin P., Lipatnikov V., Makarenko V., Shevchenko A.** Adaptive Radio Control Method with Prediction of Radio Channel Parameters in VHF Band. – PP. 451–455.

*The article describes a method of adaptive radio control with prediction of radio channel parameters, developed on the basis of one of the methods of control methodology using predictive models (Model Predictive Control), which provides support for decision-making to ensure radio control.*

**Key words:** radio monitoring; management using predictive models; UHF band, radio monitoring post, proactive management, adaptation.

**Sauts A., Sauts V.** The Application of Machine Learning in the Study of the Toxicological Properties of 2-Diethylaminoethylamine. – PP. 456–459.

*This work is devoted to the use of machine learning to study the Toxicological properties of 2-dimethylaminoethylazide, which is an environmentally less dangerous rocket fuel, compared to the previously used heptil. Linear regression in the Test 4.2.1 software package (EPA USA) and the decision tree in Toxtree 3.1.0 were used as training algorithms.*

**Key words:** machine learning, linear regression, decision tree, toxicity, 2-dimethylaminoethylazide.

## АВТОРЫ СТАТЕЙ

- АБРАМЯН** доктор педагогических наук, профессор кафедры информационных технологий и электронного обучения  
Геннадий Владимирович РГПУ им. А. И. Герцена; профессор кафедры вычислительных систем и информатики Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова,  
[abrgv@rambler.ru](mailto:abrgv@rambler.ru)
- АКИМОВ** кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации предприятий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
Сергей Викторович [akimov-sv@yandex.ru](mailto:akimov-sv@yandex.ru)
- АКСЕЛЕВИЧ** кандидат физико-математических наук, доцент кафедры маркетинга и социальных коммуникаций Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики, [vaksster@gmail.com](mailto:vaksster@gmail.com)  
Виталий Иосифович
- АЛАШЕЕВ** кандидат технических наук, докторант Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [Yelena.Vershennik@mail.ru](mailto:Yelena.Vershennik@mail.ru)  
Вадим Викторович
- АЛЕКСАНДРОВ** начальник кафедры ПЭС и ФПС ВУЦ Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
Вадим Анатольевич [vadim-aleksandrov@yandex.ru](mailto:vadim-aleksandrov@yandex.ru)
- АЛЕКСЕЕНКО** студент военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
Дмитрий Олегович [vadim-aleksandrov@yandex.ru](mailto:vadim-aleksandrov@yandex.ru)
- АХРАМЕЕВА** кандидат технических наук, доцент кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. [cbor.mail@gmail.com](mailto:cbor.mail@gmail.com)  
Ксения Андреевна
- АЧКАСОВ** доктор военных наук, профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [staskriv@mail.ru](mailto:staskriv@mail.ru)  
Николай Борисович

- БАРАНОВА Анастасия Владимировна начальник отделения учебной лаборатории кафедры «Организация связи» Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [lady.bav@mail.ru](mailto:lady.bav@mail.ru)
- БАРАНЦЕВ Антон Викторович кандидат технических наук, преподаватель кафедры военных систем многоканальной электропроводной и оптической связи Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [barancevanton@mail.ru](mailto:barancevanton@mail.ru)
- БЕРЛИН Александр Романович студент группы ИСТ-612 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [aleksanderberlin@gmail.com](mailto:aleksanderberlin@gmail.com)
- БОГАТЫРЁВ Андрей Анатольевич доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры иноязычного образования Московского педагогического государственного университета, [aa.bogatyrev@mpgu.edu](mailto:aa.bogatyrev@mpgu.edu)
- БОЙКО Алексей Павлович кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры военных систем многоканальной электропроводной и оптической связи Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [varenyx007@rambler.ru](mailto:varenyx007@rambler.ru)
- БРЕЧКО Александр Александрович кандидат технических наук, сотрудник Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного, [Yelena.Vershennik@mail.ru](mailto:Yelena.Vershennik@mail.ru)
- БРЫДЧЕНКО Александр Владимирович кандидат технических наук, преподаватель военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [baw1979@mail.ru](mailto:baw1979@mail.ru)
- БУЦЕВ Сергей Федорович кандидат технических наук доцент, доцент кафедры Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [bycev@mail.ru](mailto:bycev@mail.ru)
- ВАНЧАКОВА Нина Павловна доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой педагогики и психологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. И. П. Павлова, [nvanchakova@gmail.com](mailto:nvanchakova@gmail.com)
- ВАНЮГИН Дмитрий Сергеевич доцент, старший преподаватель военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [dmitry\\_vanugin@mail.ru](mailto:dmitry_vanugin@mail.ru)

ВАСИЛЬБЕВ курсант 1 факультета радиосвязи Военной академии  
Никита Алексеевич связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого,  
[vasilevnikita2011@mail.ru](mailto:vasilevnikita2011@mail.ru)

ВАСИЛЬЧЕНКО студент группы ИСТ-931м Санкт-Петербургского  
Валентина Дмитриевна государственного университета телекоммуникаций  
имени проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vas.valenti@yandex.ru](mailto:vas.valenti@yandex.ru)

ВАСИНЕВ кандидат технических наук, сотрудник Академии  
Дмитрий Александрович Федеральной службы охраны Российской Федерации,  
[ivadi@bk.ru](mailto:ivadi@bk.ru)

ВАЦКЕЛЬ кандидат педагогических наук, доцент кафедры  
Елизавета Александровна педагогики и психологии Первого Санкт-  
Петербургского государственного медицинского  
университета им. И. П. Павлова,  
[vatskel@mail.ru](mailto:vatskel@mail.ru)

ВЕДЕНЬКИН курсант Военной академии связи им. Маршала  
Рубен Владиславович Советского Союза С. М. Будённого,  
[rubenvedenkin@gmail.com](mailto:rubenvedenkin@gmail.com)

ВЕРХОВА доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой  
Галина Викторовна автоматизации предприятий связи Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[galina500@inbox.ru](mailto:galina500@inbox.ru)

ВЕРШЕННИК кандидат технических наук, старший преподаватель  
Елена Валерьевна кафедры Безопасности инфокоммуникационных систем  
специального назначения Военной академии связи  
им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,  
[Yelena.Vershennik@mail.ru](mailto:Yelena.Vershennik@mail.ru)

ВИКУЛОВА главный специалист информационной службы  
Александр Юрьевна Санкт-Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[aleksandra\\_kokur@mail.ru](mailto:aleksandra_kokur@mail.ru)

ВИТКОВА старший преподаватель кафедры защищенных систем  
Лидия Андреевна связи Санкт-Петербургский государственный  
университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, [vitkova@comsec.spb.ru](mailto:vitkova@comsec.spb.ru)

ВОЙЦЕХОВСКИЙ студент группы ИСМ-71з Санкт-Петербургского  
Павел Сергеевич государственного университета телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [dekart711@gmail.com](mailto:dekart711@gmail.com)

- ВОЛОСТНЫХ Виктор Анатольевич кандидат военных наук, руководитель информационной службы Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [ra1alo@mail.ru](mailto:ra1alo@mail.ru)
- ВОЛОШИНОВ Денис Вячеславович доктор технических наук, доцент, заведующий кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени проф. М. А. Бонч-Бруевича, [denis.voloshinov@yandex.ru](mailto:denis.voloshinov@yandex.ru)
- ГАВРИКОВ Олег Владимирович директор по информационным технологиям ООО «Сириус», [oleg.gavrikov@gmail.com](mailto:oleg.gavrikov@gmail.com)
- ГВОЗДКОВ Игорь Вячеславович старший преподаватель кафедры безопасности информационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [gvozdkov@rambler.ru](mailto:gvozdkov@rambler.ru)
- ГЕЛЬ Валентин Эдуардович кандидата военных наук, доцент, начальник научно-исследовательского центра Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [ra1alo@mail.ru](mailto:ra1alo@mail.ru)
- ГЛАЗОВ Александр Евгеньевич курсант Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [Yelena.Vershennik@mail.ru](mailto:Yelena.Vershennik@mail.ru)
- ГОВОРОВА Виктория Владимировна курсант Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [vikanikamila@mail.ru](mailto:vikanikamila@mail.ru)
- ГОЛУЗИНА Дарья Романовна студентка Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [goluzinadasha@gmail.com](mailto:goluzinadasha@gmail.com)
- ГОРАЙ Иван Иванович кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры военных систем многоканальной электропроводной и оптической связи Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [iig@pcgrate.com](mailto:iig@pcgrate.com)
- ГОРДЕЕВ Михаил Алексеевич студент группы ИСТ-942 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [michael.xfox@outlook.com](mailto:michael.xfox@outlook.com)
- ГОРДИЙЧУК Руслан Викторович начальник цикла – старший преподаватель военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [rusgord@rambler.ru](mailto:rusgord@rambler.ru)

ГРИГОРЬЕВ Максим Дмитриевич студент группы К-580 Санкт-Петербургского колледжа телекоммуникаций,  
[maximkagrig@gmail.com](mailto:maximkagrig@gmail.com)

ГРИГОРЬЕВА Александра Владимировна курсантка 2 факультета Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого,  
[Alexandra.12@mail.ru](mailto:Alexandra.12@mail.ru)

ГРИДНЕВ Василий Александрович преподаватель военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vagriddev161962@mail.ru](mailto:vagriddev161962@mail.ru)

ГРОМОВ Владислав Витальевич кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[gromov\\_vladislav@hotmail.com](mailto:gromov_vladislav@hotmail.com)

ГРУЗДЕВ Дмитрий Анатольевич заместитель начальника кафедры – начальник учебной части военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[gruzdev.d1977@mail.ru](mailto:gruzdev.d1977@mail.ru)

ГУБСКАЯ Оксана Александровна адъюнкт кафедры технического обеспечения связи и автоматизации Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого,  
[oksanochka23932393@mail.ru](mailto:oksanochka23932393@mail.ru)

ГУНИНА Елена Викторовна кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[e.v.gunina@yandex.ru](mailto:e.v.gunina@yandex.ru)

ГУРЬЕВ Сергей Николаевич кандидат технических наук, доцент 31 кафедры Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [sguryev@mail.ru](mailto:sguryev@mail.ru)

ГУРЯЕВА Антонина Сергеевна магистрант группы РК-81м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[tonya.guryaeva@mail.ru](mailto:tonya.guryaeva@mail.ru)

ДАВЫДОВА София Алексеевна студентка группы К-580 Санкт-Петербургского колледжа телекоммуникаций,  
[sofia.davidova999@gmail.com](mailto:sofia.davidova999@gmail.com)

- ДАНИЛОВА Любовь Филипповна кандидат технических наук, доцент кафедры математического моделирования бизнес-процессов Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, [lubermolenko@yandex.ru](mailto:lubermolenko@yandex.ru)
- ДВУРЕЧЕНСКАЯ Надежда Александровна директор центра содействия научно-инновационной деятельности Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, [dvurechenskaya@sibguti.ru](mailto:dvurechenskaya@sibguti.ru)
- ДЕТКОВА Вера Михайловна кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [detkovavm@mail.ru](mailto:detkovavm@mail.ru)
- ДМИТРИЕВ Алексей Максимович кандидат военных наук, старший преподаватель Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [ZhuravlevDmitriy84@yandex.ru](mailto:ZhuravlevDmitriy84@yandex.ru)
- ДОЛМАТОВА Ольга Александровна кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Санкт-Петербургского государственного университета им. проф. М. А. Бонч-Бруевича [olgadolmatova@gmail.com](mailto:olgadolmatova@gmail.com)
- ДОРЖИЕВ Баир Жаргалович сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [sky79@mail.ru](mailto:sky79@mail.ru)
- ДРОБЯСКИН Андрей Николаевич начальник учебной части – заместитель начальника кафедры военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [dan8@mail.ru](mailto:dan8@mail.ru)
- ДЬЯЧЕНКО Евгения Олеговна студентка группы Z8M61M Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, [dyachenkoeva@gmail.com](mailto:dyachenkoeva@gmail.com)
- ЕРЕМЕНКО Александр Иванович кандидат технических наук, доцент, сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [EA16464@mail.ru](mailto:EA16464@mail.ru)
- ЖАДАН Олег Павлович старший преподаватель кафедры военных систем многоканальной электропроводной и оптической связи Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [Gadan\\_op@mail.ru](mailto:Gadan_op@mail.ru)
- ЖАДАН Татьяна Валерьевна преподаватель кафедры общепрофессиональных дисциплин Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [Gadan\\_op@mail.ru](mailto:Gadan_op@mail.ru)

- ЖУРАВЛЁВ Дмитрий Анатольевич кандидат технических наук, старший преподаватель Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [ZhuravlevDmitriy84@yandex.ru](mailto:ZhuravlevDmitriy84@yandex.ru)
- ЗАГУДАЕВ Денис Александрович курсант Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [denalzag@yandex.ru](mailto:denalzag@yandex.ru)
- ЗАЙЦЕВА Зинаида Викторовна кандидат технических наук, доцент кафедры теории электрических цепей и связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [zaitch13@yandex.ru](mailto:zaitch13@yandex.ru)
- ЗАХАРОВ Николай Алексеевич соискатель кафедры военных систем многоканальной электропроводной и оптической связи Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [Sirius04@bk.ru](mailto:Sirius04@bk.ru)
- ЗИКРАТОВ Игорь Алексеевич доктор технических наук, профессор кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [zikratov.ia@spbgut.ru](mailto:zikratov.ia@spbgut.ru)
- ЗЮЗИН Александр Николаевич кандидат технических наук, преподаватель Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [alexz01@bk.ru](mailto:alexz01@bk.ru)
- ИВАНОВ Василий Геннадьевич кандидат военных наук, доцент Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [wasj2006@yandex.ru](mailto:wasj2006@yandex.ru)
- ИВАНОВ Денис Александрович кандидат технических наук, преподаватель кафедры тактики и общевойсковых дисциплин, филиала ВУНЦ ВВС «ВВА» в г. Челябинск, [prosto\\_deniss@mail.ru](mailto:prosto_deniss@mail.ru)
- ИВКО Вадим Игоревич сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [ivadi@bk.ru](mailto:ivadi@bk.ru)
- КАЛИСТРАТОВ Михаил Романович магистрант кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [mihail12101@gmail.com](mailto:mihail12101@gmail.com)
- КАНАЕВ Андрей Константинович доктор технических наук, профессор кафедры военных систем многоканальных электропроводной и оптической связи Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [kanaevak@mail.ru](mailto:kanaevak@mail.ru)

- КАРАБУТ  
Георгий Владимирович курсант 3 факультета Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [vasilevnikita2011@mail.ru](mailto:vasilevnikita2011@mail.ru)
- КАРЕЛИН  
Евгений Альбертович студент группы ИКПИ-91 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [eugenefolkast@mail.ru](mailto:eugenefolkast@mail.ru)
- КАРПОВ  
Михаил Андреевич кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности инфокоммуникационных систем специального назначения Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [mishakarpoff@mail.ru](mailto:mishakarpoff@mail.ru)
- КАРТУН  
Валерий Григорьевич преподаватель кафедры Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [kartun.val7777785@yandex.ru](mailto:kartun.val7777785@yandex.ru)
- КАТАСОНОВА  
Галия Рузитовна кандидат технических наук, доцент кафедры бизнес-информатики Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, [1366galia@mail.ru](mailto:1366galia@mail.ru)
- КИРЬЯНОВ  
Александр Владимирович кандидат технических наук, сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [alex1175@rambler.ru](mailto:alex1175@rambler.ru)
- КОВАЙКИН  
Юрий Владимирович кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника кафедры сетей связи и систем коммутации Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [Klyv.77@yandex.ru](mailto:Klyv.77@yandex.ru)
- КОВАЛЬСКИЙ  
Сергей Петрович кандидат технических наук, сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [sky79@mail.ru](mailto:sky79@mail.ru)
- КОКОРЕВА  
Елена Викторовна кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой систем мобильной связи Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, [elen.vik@gmail.com](mailto:elen.vik@gmail.com)
- КОНОНОВ  
Павел Александрович начальник отдела технической защиты информации Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [kononov.pa@spbgut.ru](mailto:kononov.pa@spbgut.ru)

- КОРЧЕВНОЙ Павел Павлович курсант 3 факультета Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [vasilevnikita2011@mail.ru](mailto:vasilevnikita2011@mail.ru)
- КОРЯГИН Сергей Александрович слушатель 4 командного факультета Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [bagrationspb@yandex.ru](mailto:bagrationspb@yandex.ru)
- КОТЕНКО Игорь Витальевич доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник заведующий лабораторией компьютерной безопасности Санкт-Петербургского института автоматизации и информации РАН; профессор кафедры защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [ivkotel@mail.ru](mailto:ivkotel@mail.ru)
- КОТЛОВА Мария Владимировна старший преподаватель кафедры информационных управляющих систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, [mkotlova@gmail.com](mailto:mkotlova@gmail.com)
- КОЦЫНЯК Михаил Антонович доктор технических наук, профессор кафедры безопасности инфокоммуникационных систем специального назначения Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [laos-82@yandex.ru](mailto:laos-82@yandex.ru)
- КРАСИЛЬНИКОВА Наталья Валерьевна кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики и психологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университет им. И. П. Павлова, [nataljakrasilnikova@yandex.ru](mailto:nataljakrasilnikova@yandex.ru)
- КРИВОНОСОВА Наталья Викторовна преподаватель высшей квалификационной категории Санкт-Петербургского колледжа телекоммуникаций, [nvkrivonosowa@mail.ru](mailto:nvkrivonosowa@mail.ru)
- КРИВЦОВ Станислав Петрович старший преподаватель кафедры «Организация связи» Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [staskriv@mail.ru](mailto:staskriv@mail.ru)
- КУЗИН Павел Игоревич преподаватель кафедры Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [kuzik78@mail.ru](mailto:kuzik78@mail.ru)
- КУЗЬМИН Сергей Викторович кандидат физико-математических наук, доцент кафедры конструирования и производства радиоэлектронных средств Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [sergey-v-kuzmin@yandex.ru](mailto:sergey-v-kuzmin@yandex.ru)

- ЛЕБЕДЕВ адъюнкт кафедры сетей связи и систем коммутации  
Павел Владимирович Военной академии связи им. Маршала Советского  
Союза С. М. Буденного, [spirit-angel@yandex.ru](mailto:spirit-angel@yandex.ru)
- ЛЕВИН курсант Военной академии связи им. Маршала  
Алексей Валериевич Советского Союза С. М. Буденного,  
[shozi@inbox.ru](mailto:shozi@inbox.ru)
- ЛЕПЕШКИН доктор технических наук, доцент кафедры безопасности  
Олег Михайлович инфокоммуникационных систем специального  
назначения Военной академии связи им. Маршала  
Советского Союза С. М. Буденного,  
[and.shuravin@yandex.ru](mailto:and.shuravin@yandex.ru)
- ЛИКАРЬ старший преподаватель кафедры безопасности  
Александр Иванович информационных систем Санкт-Петербургский  
государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[likar\\_a@mail.ru](mailto:likar_a@mail.ru)
- ЛИМАНОВА доктор технических наук, профессор, заведующий  
Наталия Игоревна кафедрой информационных систем и технологий  
Поволжского государственного университета  
телекоммуникаций и информатики,  
[nataliya.i.limanova@gmail.com](mailto:nataliya.i.limanova@gmail.com)
- ЛИПАТНИКОВ доктор технических наук, профессор, старший научный  
Валерий Алексеевич сотрудник НИЦ Военной академии связи им. Маршала  
Советского Союза С. М. Буденного,  
[lipatnikovanl@mail.ru](mailto:lipatnikovanl@mail.ru)
- ЛОГВИНОВА кандидат технических наук, доцент кафедры теории  
Нина Константиновна электрических цепей и связи Санкт-Петербургского  
государственного университета телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[logvinova.nk@yandex.ru](mailto:logvinova.nk@yandex.ru)
- ЛЯЛИН курсант Военной академии связи им. Маршала  
Рамиль Фаритович Советского Союза С. М. Буденного,  
[volkerball252009@rambler.ru](mailto:volkerball252009@rambler.ru)
- МАКАРЕНКО преподаватель кафедры Военной академии связи  
Владимир Петрович им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,  
[kuzik78@mail.ru](mailto:kuzik78@mail.ru)
- МАЛАЕВ студент ВУЦ Санкт-Петербургского государственного  
Яков Олегович университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, [vadim-aleksandrov@yandex.ru](mailto:vadim-aleksandrov@yandex.ru)

- МАРИНСКАЯ**  
Александра Павловна старший преподаватель кафедры иностранных и русского языка Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [a.marinskaya@mail.ru](mailto:a.marinskaya@mail.ru)
- МАРТЮШЕВ**  
Сергей Юрьевич сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [sky79@mail.ru](mailto:sky79@mail.ru)
- МАРЧЕНКО**  
Дмитрий Валентинович кандидат технических наук, заместитель начальника кафедры военных систем многоканальных электропроводной и оптической связи Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [Marchello@mail.ru](mailto:Marchello@mail.ru)
- МАРЧЕНКОВ**  
Алексей Алексеевич начальник учебной части – заместитель начальника военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [marchelom@mail.ru](mailto:marchelom@mail.ru)
- МИНИН**  
Вадим Александрович слушатель факультета многоканальных телекоммуникационных систем Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [Gadan\\_op@mail.ru](mailto:Gadan_op@mail.ru)
- МИРОШНИК**  
Максим Александрович подполковник, начальник цикла ФПС ВУЦ Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [mirochnic1972@mail.ru](mailto:mirochnic1972@mail.ru)
- МИХАЙЛОВА**  
Мария Александровна студентка группы ИКТВ-63 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [mariamihajlova99@gmail.com](mailto:mariamihajlova99@gmail.com)
- МОРОЗОВ**  
Денис Павлович ассистент кафедры программной инженерии и вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [mdp@pivt.spbgut.ru](mailto:mdp@pivt.spbgut.ru)
- МОРОЗОВ**  
Сергей Константинович старший преподаватель кафедры безопасности информационных систем Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича [vmmm@mail.ru](mailto:vmmm@mail.ru)
- МУДРАНОВ**  
Алим Мухадинович оператор научной роты Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Будённого, [mudranov96@mail.ru](mailto:mudranov96@mail.ru)

- МУЗЫКАНТОВ Алексей Николаевич заместитель начальника военного учебного центра учебного военного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [muzal@mail.ru](mailto:muzal@mail.ru)
- МУЗЫКАНТОВА Кристина Евгеньевна учитель ГБОУ Гимназия № 426, [krismol@mail.ru](mailto:krismol@mail.ru)
- МУРТАЗИН Ильдар Робертович адъюнкт кафедры безопасности инфокоммуникационных систем специального назначения Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [djopashnik@gmail.com](mailto:djopashnik@gmail.com)
- МЯКОТИН Александр Васильевич доктор технических наук, профессор кафедры боевого применения войск связи Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [miakotin@yandex.ru](mailto:miakotin@yandex.ru)
- НАЗАРОВА Валерия Алексеевна студентка Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [le.ru.nchik@yandex.ru](mailto:le.ru.nchik@yandex.ru)
- НАЗАРОВА Ольга Юрьевна кандидат технических наук, доцент кафедры «Радиоэлектроника» Донского государственного технического университета, [olga2018rostov@yandex.ru](mailto:olga2018rostov@yandex.ru)
- НЕГАНОВ Артём Евгеньевич сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [artem.neganov@gmail.com](mailto:artem.neganov@gmail.com)
- НИКИТИН Валерий Валериевич преподаватель кафедры безопасности инфокоммуникационных систем специального назначения Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [alex14121972@mail.ru](mailto:alex14121972@mail.ru)
- НОВАК Анатолий Вячеславович начальник учебной части – заместитель начальника кафедры военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [anatoly.novack@yandex.ru](mailto:anatoly.novack@yandex.ru)
- НОВИКОВ Егор Анатольевич студент группы ИСТ-711 Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [egoredmc@gmail.com](mailto:egoredmc@gmail.com)
- ОДОЕВСКИЙ Сергей Михайлович доктор технических наук, профессор кафедры систем связи и коммутации Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [odoevsm@mail.ru](mailto:odoevsm@mail.ru)

- ОСТРОВСКИЙ** Юрий Николаевич старший преподаватель Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [nr7vas@mail.ru](mailto:nr7vas@mail.ru)
- ПАРФИРОВ** Виталий Александрович кандидат технических наук, начальник лаборатории научно-исследовательского центра Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [Vitaly.parfirov@yandex.ru](mailto:Vitaly.parfirov@yandex.ru)
- ПАЩЕНКО** Мария Сергеевна преподаватель военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [trelufia@mail.ru](mailto:trelufia@mail.ru)
- ПЕТРОВ** Антон Владимирович адъюнкт Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [89850701007@yandex.ru](mailto:89850701007@yandex.ru)
- ПИНХАСОВА** Юлия Владимировна студентка группы ИСТ-831М Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [yul-41@yandex.ru](mailto:yul-41@yandex.ru)
- ПИЩУЛИН** Никита Олегович сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [nikitaprimi@gmail.com](mailto:nikitaprimi@gmail.com)
- ПЛОТНИКОВА** Анастасия Юрьевна курсант 2 факультета Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [plotnik211@gmail.com](mailto:plotnik211@gmail.com)
- ПОЛЕТАЙКИН** Алексей Николаевич кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий Кубанского государственного университета, [alex.poletaykin@gmail.com](mailto:alex.poletaykin@gmail.com)
- ПОПОВА** Марина Николаевна магистрант группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [marinapopova14@ya.ru](mailto:marinapopova14@ya.ru)
- ПОСКИВАТКИНА** Анастасия Анатольевна студентка группы ИСТ-84у Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, [anastasiya.poskivatkina@yandex.ru](mailto:anastasiya.poskivatkina@yandex.ru)
- ПРАСЬКО** Григорий Александрович кандидат технических наук, доцент Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [PrGrigoriy@yandex.ru](mailto:PrGrigoriy@yandex.ru)
- ПРОСКУРИН** Николай Максимович студент группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [mikech1010@yandex.ru](mailto:mikech1010@yandex.ru)

- РАКОЕД студентка Санкт-Петербургского государственного  
Анна Александровна университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, [anna.rakoed@mail.ru](mailto:anna.rakoed@mail.ru)
- РЕПНИКОВ оператор научной роты Военной академии связи  
Дмитрий Андреевич им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,  
[repnikoff.dima@yandex.ru](mailto:repnikoff.dima@yandex.ru)
- РЕПЬЕВ кандидат военных наук, старший преподаватель  
Игорь Николаевич кафедры Военной академии связи им. Маршала  
Советского Союза С. М. Буденного, [repev85@mail.ru](mailto:repev85@mail.ru)
- РЯБИНИНА кандидат экономических наук, доцент Высшей школы  
Елена Петровна техносферной безопасности Санкт-Петербургского  
государственного политехнического университета Петра  
Великого, [ryabinina\\_ep@spbstu.ru](mailto:ryabinina_ep@spbstu.ru)
- САВЕЛЬЕВ кандидат технических наук, доцент, сотрудник  
Сергей Николаевич Академии Федеральной службы охраны Российской  
Федерации, [s\\_savelyev@mail.ru](mailto:s_savelyev@mail.ru)
- САГДЕЕВ кандидат технических наук, доцент военного учебного  
Александр центра Санкт-Петербургского государственного  
Константинович университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, [brother-aks@uandex.ru](mailto:brother-aks@uandex.ru)
- САМАРИН студент группы ИСМ91-з Санкт-Петербургского  
Алексей Викторович государственного университета телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [samarin113@gmail.com](mailto:samarin113@gmail.com)
- САМАРКИН начальник цикла – старший преподаватель военного  
Денис Сергеевич учебного центра Санкт-Петербургского  
государственного университета телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, [denst2006@yandex.ru](mailto:denst2006@yandex.ru)
- САУЦ кандидат технических наук, доцент кафедры маркетинга  
Артур Валерьевич и социальных коммуникаций Санкт-Петербургского  
университета технологий управления и экономики,  
[art\\_88@bk.ru](mailto:art_88@bk.ru)
- САУЦ кандидат технических наук, доцент кафедры  
Валерий Николаевич технологии, организации и экономики строительства  
Военного института (инженерно-технического)  
ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва,  
[sauc\\_valerii@mail.ru](mailto:sauc_valerii@mail.ru)
- СЕМУКОВ преподаватель Военной академии связи  
Юрий Алексеевич им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,  
[Semukof@yandex.ru](mailto:Semukof@yandex.ru)

- СИДОРЕНКО старший преподаватель военного учебного центра  
Евгений Николаевич Санкт-Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[evgenvaz2115@mail.ru](mailto:evgenvaz2115@mail.ru)
- СЛЕПНЕВ студент группы ИКПИ-91 Санкт-Петербургского  
Алексей Валерьевич государственного университета телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [avs99.98@gmail.com](mailto:avs99.98@gmail.com)
- СМОРОДИН кандидат технических наук, доцент кафедры  
Геннадий Николаевич информационных управляющих систем Санкт-  
Петербургского государственного университета  
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[gsmorodin@gmail.com](mailto:gsmorodin@gmail.com)
- СМОТРИЦКИЙ курсант Военной академии связи им. Маршала  
Никита Дмитриевич Советского Союза С. М. Буденного,  
[nikita.smotriskiy@mail.ru](mailto:nikita.smotriskiy@mail.ru)
- СОКОЛОВ кандидат технических наук, доцент кафедры военных  
Александр Сергеевич систем многоканальной электропроводной и оптической  
связи Военной академии связи им. Маршала Советского  
Союза С. М. Буденного, [sanyol80@mail.ru](mailto:sanyol80@mail.ru)
- СОРОКИН курсант Военной академии связи имени Маршала  
Михаил Сергеевич Советского Союза С. М. Буденного, [Sorsms@yandex.ru](mailto:Sorsms@yandex.ru)
- СТАХЕЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры ПЭС и  
Иван Геннадиевич ФПС ВУЦ Санкт-Петербургского государственного  
университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, [kisasig@yandex.ru](mailto:kisasig@yandex.ru)
- СТОЛЯРЧУК курсант группы 3582 Военной академии связи имени  
Илья Андреевич Маршала Советского Союза С. М. Буденного,  
[sfm.stolyarchuk@gmail.com](mailto:sfm.stolyarchuk@gmail.com)
- СУЮНДУКОВА студентка Санкт-Петербургского государственного  
Алина Аликовна университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, [lovery1@mail.ru](mailto:lovery1@mail.ru)
- ТАРАНОВ соискатель кафедры военных систем многоканальной  
Максим Андреевич электропроводной и оптической связи Военной  
академии связи имени Маршала Советского Союза  
С. М. Буденного, [taranixml1@gmail.com](mailto:taranixml1@gmail.com)
- ТЕЛЬНОВ студент группы ИКТВ-61 Санкт-Петербургского  
Никита Андреевич государственного университета телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [nikit.telnov2@yandex.ru](mailto:nikit.telnov2@yandex.ru)

- ТИТОВА Ольга Викторовна кандидат технических наук, доцент кафедры учебного военного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [olga1110.spb@mail.ru](mailto:olga1110.spb@mail.ru)
- ТИХОМИРОВ Дмитрий Александрович преподаватель военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [79214167717@yandex.ru](mailto:79214167717@yandex.ru)
- ТИШКОВ Артем Валерьевич кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физики, математики и информатики Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. И. П. Павлова, [artem.tishkov@gmail.com](mailto:artem.tishkov@gmail.com)
- ТУМАНОВ Александр Юрьевич кандидат технических наук, доцент Высшей школы техносферной безопасности Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, [toumanov@mail.ru](mailto:toumanov@mail.ru)
- ТУМАНОВ Владимир Александрович магистрант Высшей школы техносферной безопасности Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, [spbrus@mail.ru](mailto:spbrus@mail.ru)
- ФЕДОРОВА Алина Владимировна кандидат экономических наук, начальник отдела аспирантуры и докторантуры, доцент кафедры информатики и компьютерного дизайна Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций М. А. Бонч-Бруевича, [fav111@yandex.ru](mailto:fav111@yandex.ru)
- ФЕДОСЕЕВ Денис Олегович кандидат технических наук, доцент Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [nr7vas@mail.ru](mailto:nr7vas@mail.ru)
- ФОКИН Николай Иванович кандидат технических наук, сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [sky79@mail.ru](mailto:sky79@mail.ru)
- ХАРЛИН Михаил Андреевич оператор научной роты Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [kharlin8606@gamil.com](mailto:kharlin8606@gamil.com)
- ХОБОРОВА Вера Петровна кандидат технических наук, преподаватель кафедры боевого применения войск связи Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [khoborova.vera@yandex.ru](mailto:khoborova.vera@yandex.ru)

- ХОРОШЕНКО Сергей Викторович кандидат технических наук, заведующий кафедрой безопасности информационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [khoroshenko@mail.ru](mailto:khoroshenko@mail.ru)
- ЧАПУРИН Евгений Николаевич преподаватель кафедры боевого применения войск связи Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [chenml@mail.ru](mailto:chenml@mail.ru)
- ЧАПУРИНА Валерия Евгеньевна студентка Ульяновского государственного университета инженерно- физического факультета высоких технологий, [chapurve@mail.ru](mailto:chapurve@mail.ru)
- ЧАУНИН Михаил Павлович кандидат физико-математических наук, доцент кафедры безопасности информационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, [mikech1010@yandex.ru](mailto:mikech1010@yandex.ru)
- ЧЕКАЛКИНА Полина Витальевна курсантка Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [chekalkina.p@yandex.ru](mailto:chekalkina.p@yandex.ru)
- ЧЕПРАСОВ Данил Александрович курсант учебной группы 3582 Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [cheprasov20@gmail.com](mailto:cheprasov20@gmail.com)
- ЧЕРНЫХ Денис Максимович курсант Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [Yelena.Vershennik@mail.ru](mailto:Yelena.Vershennik@mail.ru)
- ШАКОТЬКО Игорь Федорович начальник командного факультета Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [shakotko12@mail.ru](mailto:shakotko12@mail.ru)
- ШВЕДОВ Сергей Николаевич кандидат технических наук, сотрудник Академии Федеральной службы охраны Российской Федерации, [s\\_shvedov112@mail.ru](mailto:s_shvedov112@mail.ru)
- ШЕВЧЕНКО Александр Александрович младший научный сотрудник НИЦ Военной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, [kuzik78@mail.ru](mailto:kuzik78@mail.ru)
- ШИЛИНА Анна Николаевна кандидат технических наук, доцент ВУЦ при Южно-Российском государственном политехническом университете имени М. И. Платова, [kurnevakatya@mail.ru](mailto:kurnevakatya@mail.ru)

- 
- ШТЕРЕНБЕРГ** кандидат технических наук, ассистент кафедры  
Станислав Игоревич защищенных систем связи Санкт-Петербургского  
государственного университета телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,  
[vladimir.i.andrianov@gmail.com](mailto:vladimir.i.andrianov@gmail.com)
- ШУРАВИН** адъюнкт кафедры безопасности  
Андрей Сергеевич инфокоммуникационных систем специального  
назначения Военной академии связи им. Маршала  
Советского Союза С. М. Буденного  
[and.shuravin@yandex.ru](mailto:and.shuravin@yandex.ru)
- ЩЕКУТЬЕВА** курсантка Военной академии связи им. Маршала  
Олеся Викторовна Советского Союза С. М. Буденного, [miss.martos@mail.ru](mailto:miss.martos@mail.ru)
- ЩЕРБАК** адъюнкт кафедры военных систем многоканальной  
Кирилл Павлович электропроводной и оптической связи Военной  
академии связи им. Маршала Советского Союза  
С. М. Буденного, [kirillshherbak@gmail.com](mailto:kirillshherbak@gmail.com)
- ЯНБУЛАТОВА** студентка Санкт-Петербургского государственного  
Камиля Ильдаровна университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-  
Бруевича, [yanbulatova9@gmail.com](mailto:yanbulatova9@gmail.com)
- ЯРОВИКОВА** кандидат технических наук, преподаватель кафедры  
Оксана Владиславовна военных систем многоканальной электропроводной  
и оптической связи Военной академии связи  
им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,  
[oksana\\_yr@mail.ru](mailto:oksana_yr@mail.ru)
- ЯСИНСКИЙ** доктор технических наук, доцент, научный консультант  
Сергей Александрович Филиала ФГУП «Ленинградское отделение  
центрального научно-исследовательского института  
связи», [yasinsky777@mail.ru](mailto:yasinsky777@mail.ru)

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абрамян Г. В. 219, 226, 231, 238, 242  
Акимов С. В. 250  
Акселевич В. И. 253  
Алашеев В. В. 5  
Александров В. А. 10, 17  
Алексеев Д. О. 10  
Ахрамеева К. А. 422  
Ачкасов Н. Б. 21, 26, 30  
Баранова А. В. 21  
Баранцев А. В. 32  
Берлин А. Р. 258  
Богатырёв А. А. 263  
Бойко А. П. 35, 39  
Бречко А. А. 43, 48, 53  
Брыдченко А. В. 10, 58, 61  
Буцев С. Ф. 67  
Ванчакова Н. П. 263  
Ванюгин Д. С. 10, 72, 75, 426  
Васильев Н. А. 268, 273  
Васильченко В. Д. 280, 284  
Васинев Д. А. 78  
Вацкель Е. А. 263  
Веденькин Р. В. 67  
Верхова Г. В. 289  
Вершенник Е. В. 5, 43, 48, 53  
Викулова А. Ю. 84  
Виткова Л. А. 422  
Войцеховский П. С. 293  
Волостных В. А. 84, 88  
Волошинов Д. В. 280, 284  
Гавриков О. В. 430  
Гвоздков И. В. 298  
Гевель М. Д. 58  
Гель В. Э. 88  
Глазов А. Е. 5  
Говорова В. В. 93  
Голузина Д. Р. 422  
Горай И. И. 32, 98, 101  
Гордеев М. А. 289  
Гордийчук Р. В. 107  
Григорьев М. Д. 301  
Григорьева А. В. 112  
Гриднев В. А. 61  
Громов В. В. 305  
Груздев Д. А. 61  
Губская О. А. 112  
Гунина Е. В. 309  
Гурьев С. Н. 117, 119  
Гуряева А. С. 430  
Давыдова С. А. 301  
Данилова Л. Ф. 314  
Двуреченская Н. А. 314  
Деткова В. М. 319  
Дмитриев А. М. 93  
Долматова О. А. 319  
Доржиев Б. Ж. 122  
Дробяскин А. Н. 125  
Дьяченко Е. О. 129  
Еременко А. И. 325, 330  
Жадан О. П. 134, 138, 142  
Жадан Т. В. 134  
Журавлёв Д. А. 67, 93, 98, 101, 146, 151, 156, 162  
Загудаев Д. А. 146  
Зайцева З. В. 333  
Захаров Н. А. 35  
Зикратов И. А. 338, 341  
Зюзин А. Н. 151  
Иванов В. Г. 268, 273, 436  
Иванов Д. А. 166  
Ивко В. И. 78  
Калистратов М. Р. 344  
Канаев А. К. 134, 138, 142  
Карабут Г. В. 268  
Карелин Е. А. 350  
Карпов М. А. 166  
Картун В. Г. 72, 426  
Катасонова Г. Р. 238, 242, 354  
Кириянов А. В. 172, 175  
Ковайкин Ю. В. 441  
Ковальский С. П. 122  
Кокорева Е. В. 445  
Кононов П. А. 84  
Корчевой П. П. 268  
Корягин С. А. 112  
Котенко И. В. 263  
Котлова М. В. 258  
Коцыняк М. А. 166  
Красильникова Н. В. 263  
Кривоносова Н. В. 301

- Кривцов С. П. 21  
Кузин П. И. 451  
Кузьмин С. В. 430  
Лебедев П. В. 441  
Левин А. В. 156, 162  
Лепешкин О. М. 178  
Ликарь А. И. 359  
Лиманова Н. И. 362  
Липатников В. А. 451  
Логвинова Н. К. 333  
Лялин Р. Ф. 75  
Макаренко В. П. 451  
Малаев Я. О. 17  
Маринская А. П. 367  
Мартюшев С. Ю. 122  
Марченко Д. В. 138  
Марченков А. А. 370  
Минин В. А. 138  
Мирошник М. А. 17, 61, 377, 380  
Михайлова М. А. 58  
Морозов Д. П. 350, 385  
Морозов С. К. 359  
Мудранов А. М. 390  
Музыкантов А. Н. 370, 377, 380, 394, 400  
Музыкантова К. Е. 400  
Муртазин И. Р. 166  
Мякотин А. В. 26  
Назарова В. А. 188  
Назарова О. Ю. 193  
Неганов А. Е. 172  
Никитин В. В. 43, 48  
Новак А. В. 197  
Новиков Е. А. 338  
Одоевский С. М. 201  
Островский Ю. Н. 390  
Парфиров В. А. 88  
Пашенко М. С. 197  
Пестерев В. Е. 273  
Петров А. В. 88  
Пинхасова Ю. В. 406  
Пищулин Н. О. 175  
Плотникова А. Ю. 26  
Полетайкин А. Н. 314  
Попова М. Н. 250  
Поскиваткина А. А. 362  
Прасько Г. А. 156  
Проскурин Н. М. 410  
Птицына Л. А. 293  
Ракоед А. А. 107  
Репников Д. А. 436  
Репьев И. Н. 72, 75, 426  
Рябинина Е. П. 204  
Савельев С. Н. 330  
Сагдеев А. К. 107, 125  
Самарин А. В. 341  
Самаркин Д. С. 188  
Сауц А. В. 456  
Сауц В. Н. 456  
Семуков Ю. А. 146  
Сидоренко Е. Н. 107, 125  
Сикорский И. Д. 273  
Слепнев А. В. 385  
Сморозин Г. Н. 344, 410  
Смотрицкий Н. Д. 98  
Соколов А. С. 129, 162  
Сорокин М. С. 117, 119  
Стахеев И. Г. 134, 142, 193, 210  
Столярчук И. А. 215  
Суюндукова А. А. 197  
Таранов М. А. 39  
Тельнов Н. А. 58  
Титова О. В. 17, 142, 193, 210  
Тихомиров Д. А. 197  
Тишков А. В. 263  
Туманов А. Ю. 204  
Туманов В. А. 204  
Федорова А. В. 406  
Федосеев Д. О. 390  
Фокин Н. И. 122, 210  
Харлин М. А. 436  
Хоборова В. П. 215  
Хорошенко С. В. 298  
Чапурин Е. Н. 21, 26, 30, 201  
Чапурина В. Е. 30, 201  
Чаунин М. П. 413  
Чекалкина П. В. 112  
Чепрасов Д. А. 30, 201  
Черных Д. М. 53  
Шакотько И. Ф. 30  
Шведов С. Н. 330  
Шевченко А. А. 451  
Шилина А. Н. 193  
Шимаров Е. В. 166  
Штеренберг С. И. 418  
Шуравин А. С. 178  
Щекутьева О. В. 101  
Щербак К. П. 129  
Янбулатова К. И. 125  
Яровикова О. В. 32  
Ясинский С. А. 151