

АПИНО
ICAIT

10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFOTELECOMMUNICATIONS ICAIT 2021

**X ЮБИЛЕЙНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»**



СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

24–25 ФЕВРАЛЯ 2021 ГОДА

APINO.SPBGUT.RU

10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFOTELECOMMUNICATIONS ICAIT 2021**X ЮБИЛЕЙНАЯ 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

Партнёры:

ООО «Т8»



ООО «НТЦ АРГУС»



ООО «Сертек»

Информационные партнёры:журнал
«Труды учебных заведений связи»журнал
«Информация и космос»**Информационная поддержка:**электронный журнал «Информационные
технологии и телекоммуникации»**24–25 ФЕВРАЛЯ 2021**Санкт-Петербург, пр. Большевиков, 22/1,
Английский пр. 3, наб. р. Мойки, 65**APINO.SPBGUT.RU**

УДК 001:061.3(082)
ББК 72 А43

Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. X Юбилейная 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, 2021. Т. 4. 551 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 Koucheryayv, 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

Окунева Д. В., кандидат технических наук, 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

Гириш 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

Бурдин А. И., 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,

корректурa Е. А. Аникевич

Оформление Г. И. Юрьев

Верстка Е. М. Аникевич

Подписано в печать 01.12.2021.

Вышло в свет 30.12.2021. Формат 60×90 1/8.

Уст. печ. л. 68,89. Заказ № 080-ИТТ-2021.

пр. Большевиков, д. 22, корп. 1.

Россия, Санкт-Петербург, 193232

СОДЕРЖАНИЕ

Сети связи специального назначения	5	Special-Purpose Communication Networks
Проблемы образовательных процессов	131	Problems of Educational Processes
Результаты научных исследований	319	Results of Scientific Research
Аннотации	498	Annotations
Авторы статей	523	Authors of Articles
Авторский указатель	547	The Author's Index

СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

УДК 621.396.4
ГРНТИ 49.37.29

СПОСОБ АДАПТИВНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В БАЗОВОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Е. Ю. Апарина, Б. И. Бабич, А. Э. Баранов, В. С. Титов

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

В статье рассмотрены особенности маршрутизации в базовой сети передачи данных. Представлены предложения по разработке эффективного алгоритма маршрутизации, обеспечивающего повышение производительности сети за счет комплексного использования каналов и трактов передачи транспортной сети как с применением, так без дополнительного применения выделенного канального ресурса доверенных провайдеров телекоммуникационных сетей общего пользования.

сеть передачи данных, адаптивная маршрутизация, сетевая нагрузка.

Сети передачи данных являются вторичными сетями систем связи специального назначения. Они должны обеспечить своевременную, достоверную и безопасную передачу команд и сигналов управления, а также различных неформализованных сообщений, файлов, документов.

Увеличение объема передаваемой информации и отсутствие к настоящему времени достаточно эффективной процедуры адаптивной маршрутизации в сети передачи данных (СПД) делают проблематичным выполнение вероятностно-временных требований по передаче пакетов данных в соответствии с их категорией срочности.

Одним из путей совершенствования СПД является комплексное использование ресурса пропускной способности каналов и трактов передачи различного назначения, при этом предполагается эволюционное внедрения

новых телекоммуникационных технологий непосредственно в СПД, которое должно завершиться полным переходом к использованию и модернизации протоколов стандартного коммуникационного оборудования для передачи различного вида трафика.

Анализ существующих алгоритмов маршрутизации, процедур обработки и передачи пакетов, показал необходимость учета следующих основных факторов [1, 2]: устойчивость СПД к структурным изменениям; назначение, роль, место и особенности функционирования СПД в конкретной системе управления; вероятностно-временные требования по передаче данных; возможности сетевых устройств передачи данных; пропускную способность и помехозащищенность используемых каналов и трактов передачи; объем служебной информации; возможность передачи конфиденциальной информации различного уровня и приоритета; эффективность маршрута передачи (количество транзитов и др.) [2, 3].

Следует отметить, что в большинстве случаев каналный ресурс доверенных провайдеров имеет более высокую пропускную способность и помехозащищенность. В таком случае при динамической маршрутизации может возникнуть проблема, когда он будет постоянно использоваться в маршрутах передачи первого выбора для всех информационных направлений и пакетов различных приоритетов без учета требований по их передаче через СПД. При статической процедуре маршрутизации в случае выхода из строя основного маршрута возможно невыполнение вероятностно-временных требований по передаче пакетов данных высших приоритетов. Для решения этой проблемы необходима разработка новых алгоритмов маршрутизации для СПД специального назначения.

В современных телекоммуникационных средствах передачи данных имеются элементы адаптивной маршрутизации, однако являются достаточно несовершенными по ряду причин.

Задача адаптивной маршрутизации пакетов включает в себя выбор оптимального ограничения нагрузки, разработку и использование адаптивного плана распределения информации Π , обеспечивающих при заданных нагрузке Λ , структуре сети U и организации обслуживания с помощью алгоритма управления A оптимизацию функционала (1).

$$\Phi_{\text{opt}} = \arg \underset{\Pi}{\text{extr}} \Phi(\Lambda, \Pi, A, U). \quad (1)$$

При синтезе управляющего алгоритма учитывались: категория срочности поступающих сообщений; процессы старения информационного содержания сообщений, определяемые временем передачи пакетов в СПД и требованиями системы управления; пропускная способность каналов и трактов; емкость буферной памяти средств коммутации пакетов и варианты ее использования при поступлении и хранении пакетов.

В основе модели СПД используется неориентированный граф $\Gamma = (N, L)$, с множеством вершин – центров коммутации пакетов (ЦКП) N и множеством ветвей (каналов, трактов передачи данных) L .

В качестве ограничений и допущений приняты:

пуассоновский поток пакетов данных, поступающих в СПД;
время, на которое пакет данных занимает канал передачи, распределено по экспоненциальному закону;

список маршрутов передачи между каждой парой узлов задан;
передача данных от ЦКП i к другим центрам может осуществляться по k_i разрешенным маршрутам, не превышающим количество исходящих направлений к смежным центрам коммутации;

алгоритм обмена служебными сообщениями, который базируется на алгоритме, предложенном в [4].

Эффективность функционирования сети может быть оценена функционалом качества Φ , зависящим от реализованного на сети общего адаптивного плана распределения пакетов Π .

План распределения пакетов для каждого на i -го узла имеет вид:

$$\Pi = \{P_{ikj}\}, j = \overline{1, N},$$

где P_{ikj} представляет собой условную вероятность, с которой пакет данных, поступивший на i -й узел и адресованный j -му узлу, направляется в сторону соседнего узла $k \in \Omega_v$, где Ω_v – множество узлов коммутации в СПД.

При фиксированных параметрах Λ , A и U задача нахождения оптимального плана Π формулируется как задача нелинейного программирования: найти $\Pi = \{P_{ikj}\}, k \in \Omega(i), i, j = \overline{1, N}$, доставляющий $\text{extr}_{\Pi \in B} \Phi = (\Pi)$, при условии, что ограничения заданы выражениями (2) и (3):

$$\sum_{k \in \Omega(i)} P_{ikj} = 1, P_{ikj} \geq 0, k \in \Omega(i), i, j = \overline{1, N}, \quad (2)$$

$$\Lambda_{ik} \leq C_{ik}, \Lambda = \overline{\Lambda_{ik}} + \overline{\Lambda_{ki}}, \overline{\Lambda_{ik}} = \sum_{j=1}^N P_{ikj} \Lambda_{ij}, \quad (3)$$

где C_{ik} – пропускная способность ветви l_{ik} .

Другой задачей управления потоками является максимизация использования пропускной способности сети при изменении входящей нагрузки в широких пределах.

Для предотвращения перегрузок в СПД, необходимо предусмотреть контроль загрузки буферной памяти с целью обеспечения условия

$$\Lambda_{ik} \leq c_{ik} - \varepsilon_{ik}, (ik) \in \Omega_v, \quad (4)$$

где $0 \leq \varepsilon_{ik} < c_{ik}$ выбирается с учетом ограниченной емкости буферной памяти [1, 4].

Ограничить количество поступающих в сеть пакетов необходимо, когда входящая нагрузка Λ превышает критическое значение $\Lambda_{кр}$. При этом если $\Lambda > \Lambda_{кр}$ ограничение может осуществляться на основе контроля загрузки отдельных направлений проверкой условия (4).

В случае невозможности выполнения этого условия необходимо, за счет перераспределения потоков в соответствии с алгоритмом маршрутизации, ввести пороги очередей $\Upsilon_{ik} > 0$ и осуществлять прием в сеть пакетов с учетом их категорий срочности.

При этом потоку пакетов данных $\Lambda_{ik\text{ доп}} \approx c_{ik}$ в стационарном режиме будет соответствовать некоторая величина \bar{v}_{ik} , определяющая среднее число пакетов в выходной (k -й) очереди i -го центра коммутации. Тогда задачей ограничения в допустимой области нагрузок $\Lambda_{ik} > \Lambda_{ik\text{ доп}}$ будет являться поддержание условия $\bar{v}_{ik} \gg \bar{n}_{оч}(ik)$, где $\bar{n}_{оч}(ik)$ представляет собой текущую оценку среднего числа пакетов в очереди, что гарантирует условие допустимости потоков.

Особенность разрабатываемого алгоритма заключается в том, что функционирование сети в условиях перегрузки будет поддерживаться в пороговой области при соблюдении временных показателей передачи.

Алгоритм однозначно определяет следующую последовательность действий:

1 шаг. Определение поступления и наличия очередного пакета. Если пакет есть, то переход к шагу 2, в другом случае к шагу 1;

2 шаг. Определение принадлежности пакета. Если пакет информационный, то переход к п. 3; в другом случае к шагу 11;

3 шаг. Анализ адресной части пакета;

4 шаг. Выбор направления для передачи с минимальным весовым коэффициентом H_n ;

5 шаг. Определение категории срочности пакета. Если пакет первой категории срочности, то переход к шагу 6; иначе – к шагу 16;

6 шаг. Постановка пакета в очередь для передачи по назначенному маршруту для определенного направления;

7 шаг. Выбор пакета из очереди для передачи по заданному маршруту в соответствии с определенным алгоритмом;

8 шаг. Контроль наличия служебного пакета для передачи. Если служебный пакет есть, то переход к шагу 9; в другом случае – к шагу 23;

9 шаг. Приостановка передачи информационных пакетов;

10 шаг. Передача служебного пакета с вектором оптимизации маршрутов передачи и переход к шагу 1;

11 шаг. Замена значения весового коэффициента H_n в заданном маршруте определенного направления;

12 шаг. Определение нового оптимизационного вектора данного ЦКП;

13 шаг. Сравнение полученного вектора с предыдущим. Если вектор претерпел изменение, то переход к шагу 14; в другом случае – к шагу 15;

14 шаг. Формируется служебный пакет для передачи соседним центрам коммутации. Переход к шагу 8;

15 шаг. Остановка обработки векторов и формирования служебных пакетов. Переход к шагу 1;

16 шаг. Определение принадлежности пакета ко второй категории срочности. Если пакет второй категории срочности, то осуществляется переход к шагу 17; в другом случае – к шагу 20;

17 шаг. Сравнение величины занятости буферной памяти с пороговым значением для пакетов второй категории срочности. Если значение меньше или равно пороговому, то переход к шагу 6; в другом случае – к шагу 18;

18 шаг. Определение следующего маршрута из разрешенных в данном направлении. Если имеется следующий маршрут, то осуществляется переход к шагу 4; в другом случае – к шагу 19;

19 шаг. Фиксация факта недоведения пакета. Переход к шагу 1;

20 шаг. Определение принадлежности пакета к третьей категории срочности. Если пакет третьей категории срочности, то осуществляется переход к шагу 21; в другом случае – к шагу 22;

21 шаг. Сравнение величины занятости буферной памяти с пороговым значением для пакетов третьей категории срочности. Если значение меньше или равно пороговому, то переход к шагу 6; иначе – к шагу 18;

22 шаг. Сравнение величины занятости буферной памяти с пороговым значением для пакетов четвертой категории срочности. Если значение меньше или равно пороговому, то переход к шагу 6; иначе – к шагу 18;

23 шаг. Выдача пакета в канал передачи с фиксацией градации пакета и времени его передачи;

24 шаг. Определение получения квитанции о подтверждении. Если квитанция получена, то переход к шагу 25; в другом случае – к шагу 28;

25 шаг. Регистрация времени получения квитанции;

26 шаг. Определение весового коэффициента данного маршрута;

27 шаг. Сравнение полученного весового коэффициента с предыдущим. Если коэффициент претерпел изменение, то осуществляется переход к шагу 11; в другом случае – к шагу 1;

28 шаг. Контроль количества повторных передач по данному маршруту. Если количество повторений меньше порогового значения, то осуществляется переход к шагу 8; в другом случае – к шагу 18.

Алгоритм заканчивает функционировать при отключении ЦК.

Применение алгоритма позволяет обеспечить дополнительную возможность ограничения входящей нагрузки для каждой категории срочности

передаваемых пакетов по каждому маршруту. При этом используется дополнительный критерий в виде соответствующих ограничений на определенный объем памяти буферного устройства.

Предлагаемый алгоритм оптимизации плана распределения пакетов позволяет обеспечить повышение производительности СПД за счет комплексного использования каналов и трактов передачи транспортной сети, как с применением, так без дополнительного применения выделенного канального ресурса доверенных провайдеров.

Анализ количества итераций и объема передаваемой служебной информации при первоначальном формировании маршрутно-адресной информации по предложенному и существующему алгоритмам показал, что количество итераций при сходимости алгоритмов одинаково, а количество передаваемых служебных пакетов уменьшится в 1,2–1,5 раза.

При корректировке маршрутно-адресной информации в случае различных структурных изменений в СПД с использованием предлагаемого алгоритма количество итераций сокращается почти в 2–2,5 раза, а количество служебных пакетов уменьшается практически в 3 раза.

Список используемых источников

1. Нестеров И. А. Титов В. С. Модель сети передачи данных специального назначения с использованием общего ресурса Взаимоувязанной системы связи Российской Федерации // VII С.-Петербургская международная конференция «Региональная информатика – 2000» СПб. : 2000.
2. Теоретические основы передачи данных: учеб. пособие / Под ред. В. С. Титова. СПб. : ВАС, 2013. 212 с.
3. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов. 5-е изд. СПб. : Питер, 2016. 992 с.
4. Умрихин Ю. Д. Адаптивная маршрутизация и контроль перегрузок в сетях передачи и распределения информации. В кн.: Автоматы и управление: Процессы и устройства управления в сетях связи. М. : Наука, 1982. С. 86–109.

УДК 621.396.4
ГРНТИ 49.37.29

ВЫБОР МЕТОДА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ

Е. Ю. Апарина, С. В. Ащеулов, В. А. Грибков, В. В. Зубакин

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

Статья посвящена способам повышения достоверности при передаче сигналов управления. В статье определены особенности передачи сигналов управления по сравнению с обычной передачей информационных потоков в сетях передачи данных. Эти особенности заключаются в том, что сигналы управления представляют собой короткие сигналы и время их доведения до получателей ограничено. Возникновение ошибок при передаче этих сигналов может привести к серьезным последствиям при управлении соответствующими объектами. В статье рассмотрены основные способы борьбы с ошибками, возникающими в каналах связи. Проведен анализ использования помехоустойчивых кодов и систем повышения достоверности для передачи сигналов управления.

помехоустойчивое кодирование, системы повышения достоверности, достоверность передачи, канал передачи данных.

Проблема обеспечения достоверности и своевременности передачи информации в сетях имеет большое значение. Если при передаче обычной телеграммы в тексте возникает ошибка или при разговоре по телефону слышны помехи, то в большинстве случаев ошибки и искажения легко исправляются по смыслу. При передаче данных одна ошибка (искажение одного бита) на тысячу переданных сигналов может серьезно отразиться на качестве информации. Временные же показатели по передаче данных учитываются лишь по среднему времени передачи, либо не учитываются вообще [1, 3].

Причин возникновения ошибок при передаче информации две:

первая – техническое состояние каналов связи и коммутационного оборудования сети;

вторая – помехи, возникающие в каналах связи различной физической природы, а также внешние воздействия при передаче информации.

Выделяют три основных метода борьбы с ошибками:

использование свойств, корректирующих (помехоустойчивых) кодов;

использование систем повышения достоверности (СПД);

комбинированный метод [2, 3].

При рассмотрении эффективности помехоустойчивого кодирования в качестве основных показателей используются скорость и достоверность передачи. Однако эти показатели рассматриваются либо с учетом среднего времени передачи, либо без учета временных показателей, характеризующих задержки сообщений при передаче их от отправителя к получателю. Кроме того, не принимаются во внимание вероятности ложного выделения сигнала из шумов канала связи либо трансформации одной разрешенной кодовой комбинации в другую разрешенную.

Обеспечение помехоустойчивости передачи сообщений может производиться как с помощью без избыточных, так и корректирующих кодов. Использование без избыточного кода предполагает многократное повторение кодовой комбинации и применение на приемной стороне мажоритарной обработки принятой последовательности без избыточных кодовых комбинаций определенной длины с установленной кратностью повторения, что обеспечивает исправление ошибок.

Помехоустойчивость передачи данных, в частности сигналов управления, в значительной степени определяется также режимом использования корректирующего кода. Поэтому вопрос выбора режима использования корректирующего кода является неотъемлемой составной частью общей проблемы выбора метода помехоустойчивой передачи данных [4, 5].

Как известно, корректирующий код может использоваться в режиме обнаружения, исправления, а также обнаружения и частичного исправления ошибок. Причем корректирующий (n, k) код с минимальным кодовым расстоянием d_{\min} способен обнаруживать все ошибки кратности не выше S , где $S \leq d_{\min} - 1$, если он используется только в режиме обнаружения ошибок, или исправляет все ошибки кратности не выше t , если он используется только для исправления ошибок, где

$$t \leq \begin{cases} \frac{d-1}{2}, d\text{-нечетное} \\ \frac{d-2}{2}, d\text{-четное} \end{cases}.$$

Поэтому в первом случае вероятность ошибочного приема сигнала управления:

$$P_{\text{ош}} \leq \sum_{i=d}^{k_0+r} \frac{w(i)}{c_n^i} P(i, n),$$

где n – длина кодовой комбинации помехоустойчивого кода; $w(i)$ – число кодовых комбинаций веса i ; $P(i, n)$ – функция кратности ошибок для данного канала связи.

А во втором случае:

$$P_{\text{ош}} \leq \sum_{i=w+1}^n P(i, n).$$

Следовательно, в режиме обнаружения ошибок, вероятность ошибочного приема сигнала управления уменьшается более, чем в 2^r раз по сравнению с режимом исправления ошибок. Кроме того, обнаружение ошибок по своей природе является задачей более простой, чем исправление ошибок, и требует более простой реализации. Однако, учитывая специфику передачи сигналов управления, заключающуюся в многократном повторении передаваемого сигнала, в случае обнаружения ошибок в принимаемой последовательности комбинаций, первый режим предполагает необходимость стирания принятой последовательности и накопления нового безошибочного отрезка последовательности требуемой длины, что может привести к большим временным задержкам при передаче сигналов управления от отправителя до получателя особенно по каналам низкого качества. Поэтому, наиболее эффективным для передачи сигналов управления является одновременное использование режима исправления наиболее частых сочетаний ошибок с режимом обнаружения более редких сочетаний ошибок. В результате этого можно добиться лучших результатов, чем в режиме только исправления или обнаружения ошибок, но при этом необходимо учитывать параметры и характеристики используемого алгоритма передачи сигналов и корректирующего кода.

Проведенный анализ показал, что в режиме обнаружения ошибок вероятность ошибочного приема меньше, чем в режиме исправления ошибок. Кроме того, обнаружение ошибок по своей природе является более простой задачей и не требует сложной реализации. Однако в случае обнаружения ошибок в принимаемой последовательности комбинаций требуется стирание принятой последовательности и ее повторной передачи путем запроса по обратному каналу и накопления нового безошибочного отрезка последовательности требуемой длины, что может привести к большим временным задержкам при передаче сообщения.

Наряду с использованием свойств корректирующих кодов для повышения достоверности передаваемых сигналов управления используются СПД. В СПД при передаче сигналов управления используется обратная связь для передачи подтверждений о качестве приема сигнала управления приемником системы. Отправитель вводит сигнал в передатчик, который осуществляет его кодирование и передачу в канал связи в соответствии с используемым алгоритмом передачи. Приемник сигналов осуществляет декодирование принятого сигнала и по каналу обратной связи передает результат приема отправителю.

В зависимости от назначения обратной связи различают:

- СПД с решающей обратной связью (РОС);
- СПД с информационной обратной связью (ИОС);
- СПД с комбинированной обратной связью (КОС).

Для качественного анализа и определения наиболее эффективного из алгоритмов передачи сигналов в СПД, каналы обратной связи которых имеют различное назначение, рассмотрим цикл передачи от отправителя до получателя одной кодовой комбинации, содержащей сигнал управления. В СПД с РОС на приемной стороне осуществляется анализ кодовой комбинации, содержащей сигнал управления, и принимается окончательное решение на выделение и выдачу сигнала получателю или на ее стирание и переспрос. В передатчике сигналов обратной связи в зависимости от принятого решения формируется сигнал подтверждения или сигнал переспроса, который затем передается по каналу обратной связи. Передатчик сигналов после принятия сигнала обратной связи либо повторяет ранее переданную комбинацию, либо переходит в исходное состояние.

Таким образом, активная роль в СПД с РОС принадлежит приемной стороне, а передатчик сигналов управления лишь управляется сигналами, передаваемыми по каналу обратной связи.

Время окончания цикла передачи сигнала управления в СПД с РОС определяется следующим образом:

$$t_{\text{ц}}^{\text{РОС}} = t_{\text{комб}} + 2t_{\text{р}} + t_{\text{а.к}} + t_{\text{ос}},$$

где $t_{\text{р}}$ – время распространения сигнала между передатчиком и приемником СПД; $t_{\text{а.к}}$ – время анализа приемником кодовой комбинации; $t_{\text{ос}}$ – длительность комбинации, соответствующей сигналу обратной связи.

Тогда с учетом независимости прямого и обратного каналов связи вероятности правильного цикла передачи $P_{\text{пр.ц}}^{\text{РОС}}$, ошибочного цикла передачи $P_{\text{ош.ц}}^{\text{РОС}}$ и потери цикла передачи $P_{\text{пот.ц}}^{\text{РОС}}$ сигнала управления при доведении его от отправителя до получателя с помощью СПД с РОС определим следующим образом:

$$P_{\text{пр.ц}}^{\text{РОС}} = P\{x_i | x_i\} * P\{x_0 / x_0\}, i = \overline{1, M},$$

$$P_{\text{ош.ц}}^{\text{РОС}} = P\{x_j | x_i\} * P\{x_0 / x_0\}, i, j = \overline{1, M},$$

$$P_{\text{пот.ц}}^{\text{РОС}} = 1 - P\{x_0 / x_0\} [P\{x_i | x_i\} + P\{x_j | x_i\}],$$

где x_0 – комбинация, передаваемая по каналу обратной связи и соответствующая принятой разрешенной кодовой комбинации x_i , x_j – разрешенная кодовая комбинация, отличающаяся от переданной.

В СПД с ИОС решение о правильности приема кодовой комбинации принимается на передающей стороне. По каналу обратной связи на передающую сторону передается информация о качестве приема данной кодовой

комбинации, по которой передатчик принимает решение о повторной передаче данной кодовой комбинации или о передаче новой кодовой комбинации [6, 7].

Время окончания цикла передачи сигнала управления в СПД с ИОС равно:

$$t_{\text{ц}}^{\text{ИОС}} = 2t_{\text{комб}} + 3t_{\text{р}} + t'_{\text{а.к}} + t_{\text{с.с}},$$

где $t'_{\text{а.к}}$ – время анализа на передающей стороне, принятой по каналу обратной связи служебной комбинации о качестве приема кодовой комбинации; $t_{\text{с.с.}}$ – длительность служебной комбинации.

Достоверные показатели СПД с ИОС определим аналогичным образом:

$$P_{\text{пр.ц}}^{\text{ИОС}} = P\{x_i | x_i\}^2 * P\{x_0 / x_0\}, i = \overline{1, M},$$

$$P_{\text{ош.ц}}^{\text{ИОС}} = P\{x_j | x_i\} * P\{x_j | x_i\} * P\{x_0 / x_0\}, i, j = \overline{1, M},$$

$$P_{\text{пот.ц}}^{\text{ИОС}} = 1 - P\{x_0 / x_0\} \left[P\{x_i | x_i\}^2 + P\{x_j | x_i\} * P\{x_i | x_j\} \right].$$

Для сравнения эффективности алгоритмов передачи сигналов управления в СПД с РОС и ИОС будем считать, что в обоих случаях отправитель и получатель сигналов находятся на одинаковом расстоянии друг от друга, в обоих СПД используются одинаковые по качеству каналы связи и один и тот же код, а также $t_{\text{а.к.}} = t'_{\text{а.к.}}$, $t_{\text{ос.}} = t_{\text{с.с.}}$. Тогда из анализа полученных выражений следует, что СПД с РОС обеспечивает меньшее по сравнению с СПД с ИОС время цикла передачи, т. е. $t_{\text{ц}}^{\text{РОС}} < t_{\text{ц}}^{\text{ИОС}}$.

Кроме того, СПД с РОС обеспечивает более высокую вероятность правильного цикла передачи сигнала:

$$P_{\text{пр.ц}}^{\text{РОС}} > P_{\text{пр.ц}}^{\text{ИОС}},$$

а также более низкую вероятность потери цикла передачи:

$$P_{\text{пот.ц}}^{\text{РОС}} > P_{\text{пот.ц}}^{\text{ИОС}}$$

по сравнению с СПД с ИОС. Однако СПД с ИОС имеет меньшую вероятность ошибочного окончания цикла передачи сигнала:

$$P_{\text{ош.ц}}^{\text{РОС}} > P_{\text{ош.ц}}^{\text{ИОС}}.$$

Таким образом, каждый из рассмотренных алгоритмов обладает определенными достоинствами и недостатками по отношению друг к другу. Поэтому алгоритм, сочетающий в себе достоинства обоих рассмотренных

алгоритмов, был бы наиболее эффективным для передачи сигналов управления. Таким алгоритмом является СПД с КОС. При этом возможны алгоритмы передачи сигналов в СПД с КОС и ожиданием подтверждения приема сигнала получателем, а также непрерывной последовательной передачей кодовых комбинаций [8].

В связи с этим, для систем передачи данных требуется выбирать параметры корректирующего кода и алгоритм его использования для обеспечения требуемых значений показателей достоверности, а с другой стороны необходимо учитывать временные параметры доведения информации до получателя, что особенно важно при передаче сигналов управления [9, 10].

Список используемых источников

1. Пуртов Л. П., Охорзин В. М., Захаров А. И. Элементы теории передачи данных. Л. : ВКАС, 1968, 240 с.
2. Блох Э. Л. Помехоустойчивость систем связи с переспросом. М. : Издательство АН СССР, 1963. 172 с.
3. Учебник. Основы передачи данных. Под ред. профессора И. Б. Парашука. СПб. : ВАС, 2015 (ЭОР, сайт 31 каф.).
4. Дж. Мартин. Системный анализ передачи данных. Т. 1, Т. 2, М. : Мир, 1975. 687 с.
5. Финк Л. М. Теория передачи дискретных сообщений. М. : Советское радио, 1970, 728 с.
6. Мизин И. А., Богатырев И. А., Кулешов А. П. Сети коммутации пакетов / Под ред. В. С. Семенихина. М. : Радио и связь, 1986. 408 с., ил.
7. Коржик В. И., Финк Л. М. Помехоустойчивое кодирование дискретных сообщений в каналах со случайной структурой. М. : Связь, 1975. 272 с.
8. Котов П. А. Выбор кодов для систем передачи информации дискретными сигналами. Л. : ВКАС, 1966. 196 с.
9. Захаров А. И. Способы повышения достоверности при передаче дискретных сообщений. Л. : ВАС, 1978. 82 с.
10. У. Питерсон, Э. Уэлдон. Коды, исправляющие ошибки. М. : Мир, 1976. 594 с.

УДК 654.16
ГРНТИ 49.43.31

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КА-ДИАПАЗОНА В СИСТЕМАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Н. Н. Бабин

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

Перегрузка частотного ресурса С- и Ku-диапазонов и возросшие требования к пропускной способности систем спутниковой связи требуют освоения более высоких частот. Ка – диапазон обладает более широким частотным спектром, позволяет осуществлять повторное использование радиочастот с применением многолучевых антенн. При этом повышается энергетический потенциал спутниковых радиолиний, резко возрастает пропускная способность бортовых ретрансляторов. Использование Ка - диапазона позволяет реализовать спутники связи типа HTS.

Ка-диапазон частот, многолучевые антенны, парциальные лучи, зона обслуживания.

Частотный спектр в системах спутниковой связи является ограниченным и ценным ресурсом.

В настоящее время возможности наращивания частотного ресурса традиционных диапазонов С (4–6 ГГц) и Ku (11–14 ГГц) практически исчерпаны. Кроме того, услуги скоростного спутникового интернета и сервисов широкополосной передачи данных требуют резкого увеличения спроса на пропускные способности спутниковых линий связи.

Системы спутниковой связи, использующие С- и Ku-диапазоны, преимущественно подходят для телерадиовещания и корпоративных приложений, а не для обеспечения доступа в Интернет. В этих системах используются технологии широкого контурного луча, формирующего зону обслуживания размерами в континент или крупное государство. Прием передаваемой по этому лучу информации осуществляется в любой точке зоны обслуживания, но при этом снижается пропускная способность линии.

В этих условиях освоение Ка-диапазона (20–30 ГГц) является естественным результатом развития спутниковой связи.

Преимуществами данного диапазона частот являются:

1. Более широкий частотный спектр с возможностью повторного использования частот в зонах обслуживания.

Суммарный частотный ресурс ретранслятора Ка-диапазона может в 10–15 раз превышать ресурс аналогичного по классу ретранслятора С-

и Ки-диапазонов, соразмерно снижая себестоимость частотного ресурса для оператора [1].

2. Технологически проще в бортовых ретрансляторах Ка-диапазона реализуются многолучевые антенны (МЛА), поскольку для угловых зон парциального луча от 1 до 0,25 градусов размеры антенного рефлектора МЛА не превышают размеры обтекателя, т. е. не требуется использования раскрываемых антенных рефлекторов.

Наличие запасов по частотному ресурсу также облегчает создание МЛА для зонального обслуживания сетей связи, так как позволяет реализовать «ортогонализацию» парциальных лучей путем присвоения смежным лучам разных частот.

Зона обслуживания получается путем аддитивного сложения зон парциальных лучей. Для реконфигурации таких зон обслуживания достаточно подключения или выключения парциальных лучей.

3. Повышение энергетического потенциала бортового ретранслятора (G/T на прием, ЭИИМ на передачу) за счет подключения к каждому парциальному лучу МЛА маломощного входного устройства на прием и усилителя мощности на передачу. В результате пропускная способность бортового ретранслятора резко возрастает.

Так, частотный ресурс типового ретранслятора С- или Ки-диапазона составляет примерно 1 ГГц, частотный ресурс спутника Ка-диапазона с МЛА достигает примерно 40 ГГц. При этом за счет МЛА энергетика в локальных зонах Ка-сетей на 8–10 дБ выше.

В некоторых спутниках Ка-диапазона достигнута пропускная способность до 70 Гбит/с, в перспективе до 200–300 Гбит/с [1].

Использование Ка-диапазона привело к реализации спутников связи типа HTS (*High Throughput Satellites* – спутники с высокой пропускной способностью). Их пропускная способность достигает 100 Гбит/с и более – против 2–5 Гбит/с у традиционных спутников [2].

HTS – системы формируют большое количество узконаправленных лучей, каждый из которых охватывает определенную зону обслуживания.

Узконаправленные лучи обеспечивают высокую энергетiku сигнала и его усиление, что позволяет земным станциям с небольшим диаметром антенны принимать высокоскоростные информационные потоки даже в условиях наличия атмосферных осадков, обеспечивая высокую доступность канала связи.

Спутники с высокой пропускной способностью характеризуются следующими особенностями:

- зона обслуживания разделена на участки, каждый из которых закрывается парциальным узконаправленным лучом;
- каждый луч закрывает примерно 1–2 процента от зоны обслуживания традиционного спутника;

- узконаправленные лучи обеспечивают повторное использование частот, что позволяет повысить производительность ретранслятора связи;
- множество парциальных лучей обеспечивают большую производительность, чем один широкий луч.

HTS – системы, оборудованные большим количеством широкополосных транспондеров (до 100 МГц), распределенных между узконаправленными лучами, комбинируют исключительную эффективность использования спектра и производительность антенн.

В пользовательском сегменте систем спутниковой связи Ка-диапазона используются терминалы с антеннами небольшого размера (до 1 м).

Сжатый в диаметре до нескольких сотен километров парциальный луч имеет высокую мощность в расчёте на квадратный метр, что позволяет уменьшить размер рефлектора приемной антенны. Например, с помощью VSAT – терминала с антенной 0,74 м и передатчиком мощностью 1–2 Вт достигаются скорости передачи информации до 60 Мбит/с. При этом снижается стоимость комплекта наземного спутникового оборудования Ка-диапазона [2].

В этой связи становятся актуальными следующие задачи развития наземного сегмента систем спутниковой связи Ка-диапазона:

- конструирование и запуск производства широкой линейки оборудования Ка-диапазона;
- развитие отечественного производства компонентов и комплектующих VSAT;
- обеспечение доступности для населения абонентского оборудования, особенно в удаленных районах.

При использовании в системах спутниковой связи Ка-диапазона необходимо решать организационные и технические задачи по устранению недостатков этого диапазона частот:

1. Высокая сложность и стоимость бортовых ретрансляционных комплексов.
2. Значительные потери в радиолинии за счет затухания радиоволн в атмосферных осадках на частотах выше 18 ГГц, особенно при малых углах видимости искусственного спутника Земли.

Потери на затухание в Ка-диапазоне выше примерно на 6 дБ по сравнению с Ku-диапазоном [3].

В Российской Федерации спутниковые ретрансляторы связи с транспондерами Ка-диапазона применяются ФГУП «Космическая связь» на искусственных спутниках Земли (ИСЗ) «Экспресс-АМ4», «Экспресс-АМ5», «Экспресс-АМ6», «Экспресс-АМУ1» и АО «Газпром космические системы» на ИСЗ «Ямал-601» [1].

Ка-диапазон в настоящее время является наиболее перспективным с точки зрения обеспечения пользователей различными коммуникационными решениями нового поколения, особенно в рамках развития корпоративных сетей ряда секторов экономики (нефтедобыча, геология и т. д.), имеющих сложную территориально – разделенную инфраструктуру в разных регионах государства.

Стоимость услуг в Ка-диапазоне представляет серьезную конкуренцию оптическим и беспроводным системам связи. По этой причине растет спрос на сервисы спутниковой связи даже в развитых регионах наземной связи.

Список используемых источников

1. Горностаев Ю. М., Соколов В. В., Невдяев Л. М. Перспективные спутниковые системы связи. М. : Горячая Линия – Телеком, 2000. 129 с.
2. Стрелец В. Перспективы спутниковой связи в свете решений ВКР // Электро-связь. 2020. С. 5–9.
3. Рекомендация МСЭ-R Р.837-6 (02/2012). Характеристики осадков при моделировании распространения радиоволн / ITU 2010. Женева, 2010. 14 с.

УДК 621.396.43
ГРНТИ 49.33.29

УПРАВЛЕНИЕ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ В РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С. И. Балакин, В. О. Ключников, О. В. Яровикова

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

В статье рассматриваются предложения по управлению маршрутизацией в радиорелейной сети связи специального назначения на базе технологий пакетной коммутации, обеспечивающие устойчивость сети связи в условиях дестабилизирующих факторов. В основе подхода лежит порядок оптимальной смены маршрутно-адресных таблиц в зависимости от динамики адаптивного изменения пропускных способностей радиоинтервалов сети с обеспечением требований к качеству обслуживания. Актуальность данной тематики обусловлена повсеместной конвергенцией пакетно-ориентированных услуг и переходом средств радиорелейной связи на пакетные технологии, что выдвинуло управление маршрутизацией на одно из ключевых направлений при обеспечении заданных требований к функционированию РРССН.

радиорелейная связь, цифровые радиорелейные линии, помехоустойчивость, маршрутизация, адаптивный режим.

Сеть связи специального назначения (СС СН) предназначена для нужд органов государственной власти, нужд обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка и выполняет задачи по обеспечению информационного обмена в системе управления войсками. Учитывая специфику назначения СС СН, её опорные (транспортные) линии, как правило, развертываются на основе радиорелейных средств связи и образуют радиорелейную сеть связи специального назначения (РРСССН) [1].

В настоящее время, в связи с быстрым развитием телекоммуникационных технологий, РРСССН могут быть построены на основе высокоскоростных быстроразвёртываемых радиорелейных станций [2] с адаптивной модуляцией и коммутацией пакетов (РРС АМ КП).

Применение данных станций позволяет эффективно использовать радиочастотный ресурс и повысить пропускную способность транспортной сети связи (ТСС), построенной на их основе [3].

Однако, как и неадаптивные радиорелейные станции, РРС АМ КП так же подвержены воздействию дестабилизирующих факторов (ДФ), таких как влияние помех, осадков, интерференционных и субрефракционных замираний (рис. 1), вызывающих частую деградацию пропускных способностей (рис. 2, см. ниже) [4] и, как следствие, большие трудности обеспечения требуемых значений показателей качества пакетного трафика (QoS) без применения дополнительных механизмов сетевого управления.

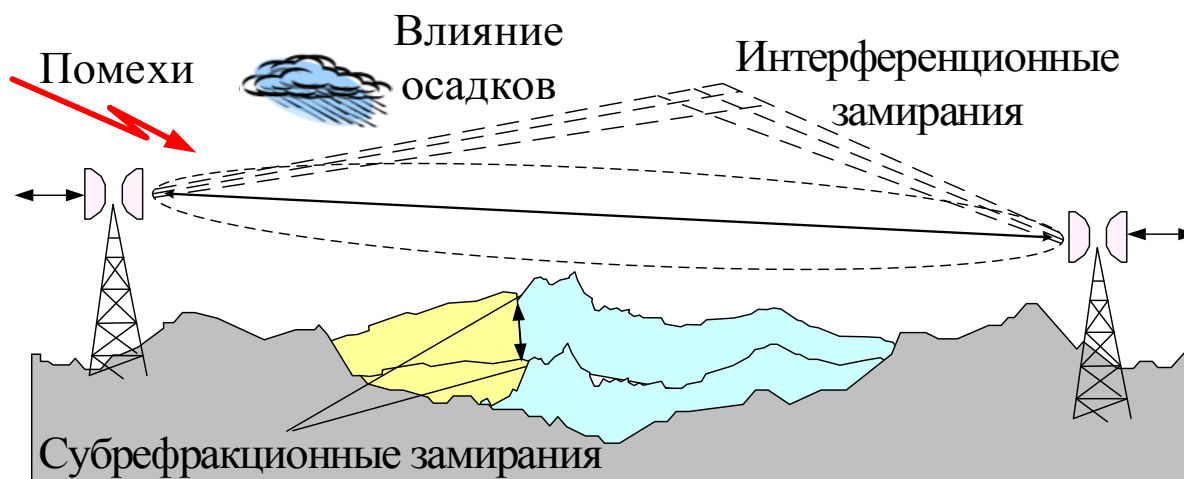


Рис. 1. ДФ, влияющие на пропускную способность РРС АМ КП

Одним из механизмов сетевого управления, позволяющего учесть частую деградацию пропускных способностей, является перераспределение маршрутов в сети, что должно обеспечиваться протоколами маршрутизации.

Следовательно, технологии маршрутизации выходят за рамки средств поиска лишь доступных маршрутов в сети. В идеальных условиях протокол маршрутизации должен обеспечивать расчет одного или нескольких путей

доставки пакетов, вдоль которых будут выполняться все необходимые требования к качеству обслуживания. Это является основополагающей концепцией QoS-маршрутизации (*QoS based routing*), определяющей направление развития моделей, методов, а также алгоритмов управления маршрутизацией.

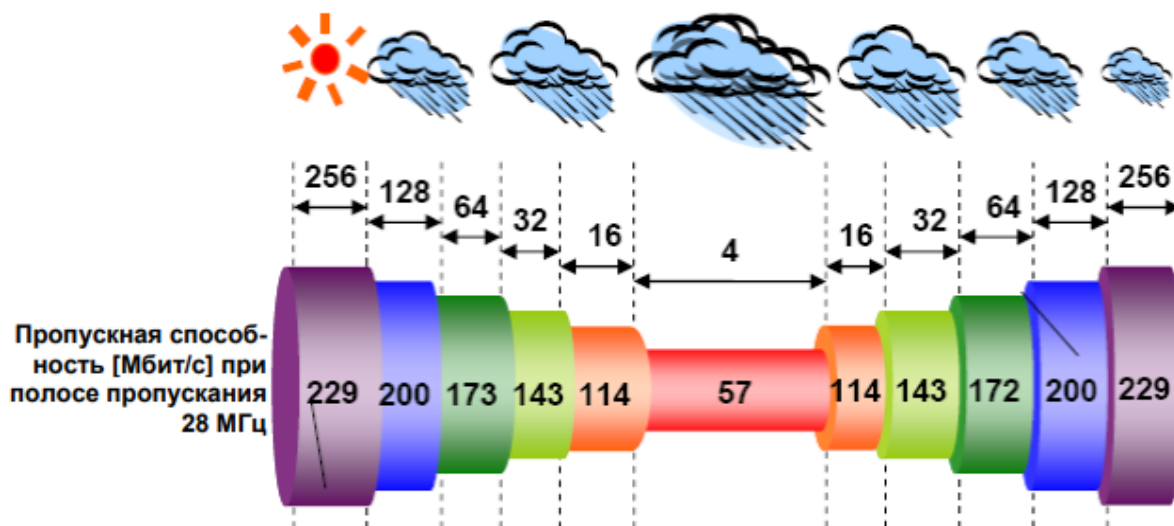


Рис. 2. Влияние ДФ на изменение пропускной способности РРС АМ КП

Для эффективного управления маршрутизацией в РРСССН необходимо обеспечить выполнение следующих функций:

1. Диагностику состояния интервалов для выявления деградации на физическом и канальном уровне, направленную на сокращение времени их обнаружения.

2. Предварительное вычисление и мониторинг состояния резервных маршрутов для быстрой перемаршрутизации, с целью обеспечения работоспособности сети во время реконfigurирования.

3. Кэширование результатов работы алгоритмов маршрутизации, для сокращения времени работы алгоритма, уменьшения циркулирующей служебной информации.

4. Накопление и обобщение информации о состояниях сети, ее отказах, выявление корреляционных зависимостей и их учет при управлении маршрутизацией (адаптивное ситуационное управление).

Рассмотрим основные технологические решения, применяемые в протоколах маршрутизации и направленные на снижение времени их сходимости (рис. 3, см. ниже) [5]. При этом, основные направления развития данных решений, на основе последних исследований, представлены в заключительной части статьи.

Современные технологические решения позволяют объединить группу маршрутизаторов в единый виртуальный маршрутизатор и внутри этой группы предусмотреть механизмы управления, такие как, резервирование,

балансировка нагрузки, расширение производительности, отказоустойчивость и т. д. Примером реализации такой виртуализации является протокол HSRP (*Hot Standby Router Protocol*), описываемый в RFC 2281.

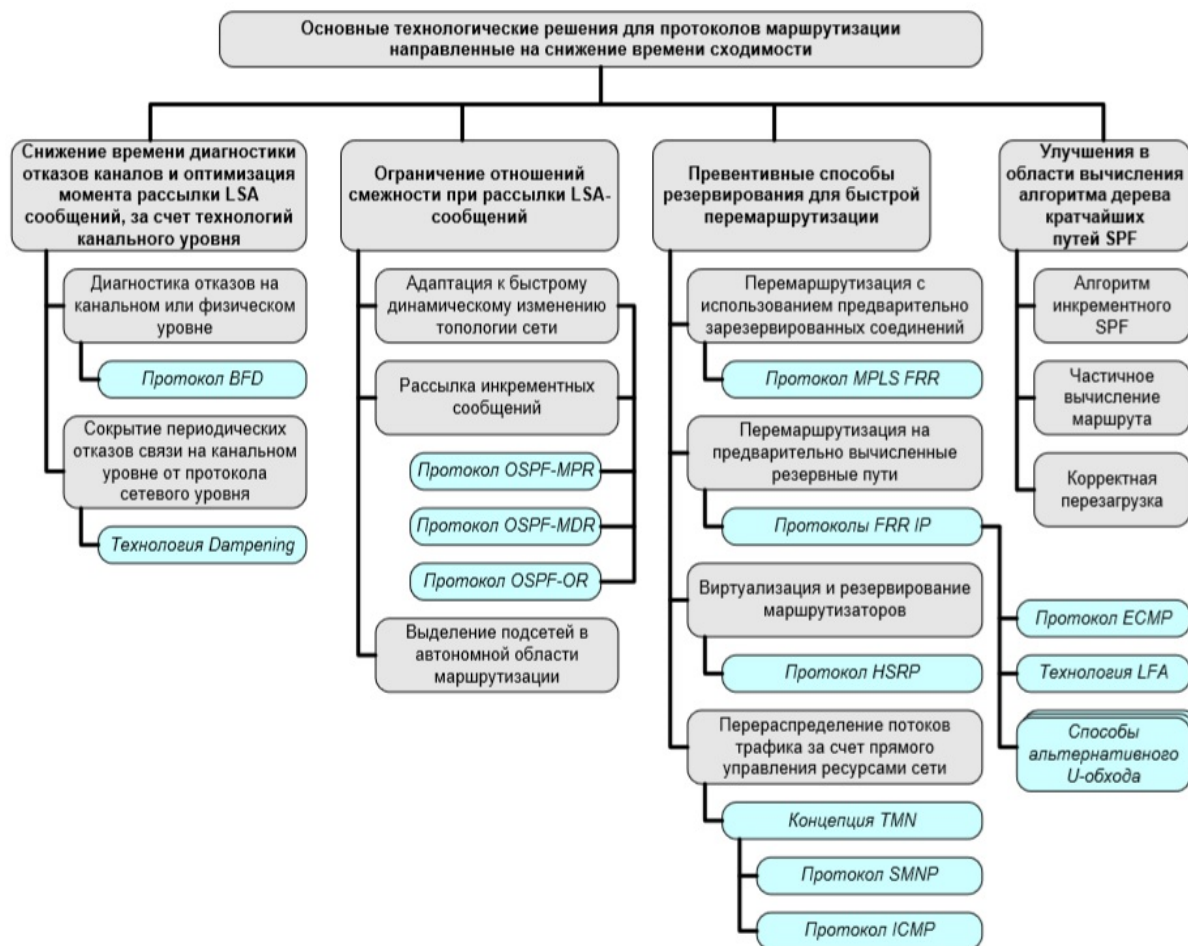


Рис. 3. Основные технологические решения, применяемые в протоколах маршрутизации для снижения времени сходимости

Еще одним примером реализации маршрутизации с элементами управления является Policy Routing – политика маршрутизации, которая позволяет создавать отдельные правила и таблицы маршрутизации с учетом различных типов трафика. Внутри этих правил могут быть предусмотрены как дополнительные настройки балансировки нагрузки, так и различные сценарии маршрутизации при отказах в сети. Кроме того, для управления маршрутизацией может быть использована реконфигурация протоколов маршрутизации на основе протоколов управления сетевыми ресурсами TMN, SMNP и ICMP.

Исходя из вышесказанного, следует, что управление маршрутизацией в современных сетях связи носит многопротокольный характер, и, для управления всей совокупностью протоколов, участвующих в процессе

маршрутизации трафика в РРСССН, целесообразно применять методы ситуационного управления. Данные методы позволяют управлять объектами в реальном масштабе времени с разделением длительности их работы на последовательность интервалов. Каждый интервал соответствует постоянству входных воздействий и параметров моделей. Интервалы имеют разную длительность, так как определяются совокупностью внешних и внутренних факторов. Особенности ситуационного управления являются: учет конечного времени наблюдения принятия решений; учет конечного времени доведения управляющих воздействий и перестройки элементов сети; конечная глубина прогнозирования [6].

Таким образом, для обеспечения эффективного функционирования РРСССН в условиях частой деградации пропускных способностей интервалов вследствие воздействия ДФ, управление маршрутизацией является одним из главных направлений, требующих разработки предложений по решению оптимизационных задач в области ситуационного управления маршрутизацией в РРСССН.

Список используемых источников

1. Макаренко С. И. Описательная модель сети связи специального назначения [Электронный ресурс] // Системы управления, связи и безопасности: электрон. науч. журн. 2017. № 2. С. 113–164. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-02/05-Makarenko.pdf> (дата обращения 10.03.2021).

2. Ключников В. О. Методика создания быстро развертываемой сети связи на основе радиорелейных линий [Электронный ресурс] // Моделирование, оптимизация и информационные технологии: электрон. науч. журн. 2020; 8 (3). URL: https://moit.vivt.ru/wpcontent/uploads/2020/08/Klyuchnikov_3_20_1.pdf (дата обращения 10.03.2021).

3. Михайлов Р. Л. Помехозащищенность транспортных сетей связи специального назначения : монография. Череповец : ЧВВИУРЭ. 2016. 128 с.

4. Макаренко С. И., Михайлов Р. Л., Новиков Е. А. Исследование канальных и сетевых параметров канала связи в условиях динамически изменяющейся сигнально-помеховой обстановки. Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского [Электронный ресурс] // Журнал радиоэлектроники: электрон. науч. журн. 2014. № 10. 28 с. URL: <https://jre.cplire.ru/jre/oct14/3/text.pdf> (дата обращения 10.03.2021).

5. Макаренко С. И. Время сходимости протоколов маршрутизации при отказах в сети [Электронный ресурс] // Системы управления, связи и безопасности: электрон. науч. журн. 2015. № 2. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2015-02/03-Makarenko.pdf> (дата обращения 10.03.2021).

6. Бурлаков С. О. Ситуационное принятие решений при управлении сетями связи : монография. СПб. : ВАС. 2011. 116 с.

УДК 623.618.3
ГРНТИ 50.37.14

ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

А. В. Брыдченко, Д. С. Ванюгин, В. А. Гриднев

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

В современных условиях, когда осуществляется быстрый обмен большими объемами защищенной информации между пунктами управления, а временные и человеческие ресурсы ограничены возможны ошибки и промедления при принятии управляющего решения, которые могут привести к нарушению управления войсками с вытекающими серьезными последствиями. С целью упреждения данных проблем необходимо использовать мобильные центры обработки данных, отвечающие обязательным требованиям по устойчивости, надежности, оперативности и безопасности информационного обмена.

В данной статье рассматриваются современные технические требования для построения мобильных узлов обработки данных и их характеристики.

мобильный центр обработки данных, дата-центр, вычислительный центр.

Предлагаемый мобильный центр обработки данных (далее МЦОД) – это перевозимый комплекс контейнерного типа, в котором размещено вычислительное и телекоммуникационное оборудование, позволяющее оперативно обрабатывать значительные объемы информации в интересах пунктов управления, а также инженерное оборудование обеспечивающее надежность и комфортность эксплуатации комплекса в сложных климатических и боевых условиях. Он обеспечивает выполнение обязательных требований по мобильности, надежности, непрерывности и безопасности информационного обмена.

С целью обеспечения непрерывности рабочего цикла мобильных центров обработки данных в нем уделено особое внимание качеству, вычислительного, телекоммуникационного и электропитающего оборудования. МЦОД обеспечивает сбор, обработку, хранение и передачу данных для оперативного решения задач в области цифровой инфраструктуры. В нем также размещены жизненно-важные инженерные и охранные системы, которые обеспечивают необходимые условия для работы и защиты комплекса.

Контейнер, в котором размещен мобильный центр обработки данных может перемещаться с помощью специализированного автомобильного, железнодорожного и водного транспорта. МЦОД состоит из операторского,

климатического и агрегатного отсеков, в которых соответственно располагаются вычислительный комплекс (высокоскоростной компьютер, система хранения данных и рабочее место оператора), телекоммуникационное оборудование.

Комплекс обладает высокими параметрами надежности, включая режим автономной работы без электросетей и каналов связи (время автономной работы без дозаправки составляет не менее 8 часов). Он оснащен локальными автоматическими системами пожарной сигнализации и пожаротушения, а также защитой оборудования от пыли и влаги. Работает в диапазоне температур от -45 до $+35$ градусов Цельсия, что обеспечивает его работоспособность в разных климатических условиях. Он имеет высокую мобильность решения и скорость введения в эксплуатацию. За счет быстрого развертывания вычислительных мощностей вблизи к источнику данных обеспечивает обработку больших массивов информации в короткие сроки. Способен обрабатывать и передавать данные с беспилотных летательных аппаратов.

В настоящее время мобильные центры обработки данных востребованы как в военных, так и в гражданских сферах. Они успешно внедрены и подтвердили свои достоинства в системах связи, где требуется оперативная обработка значительных объемов информации.

Потребность в МЦОД перед стационарными ЦОД возникает в следующих случаях:

- 1) При построении основной или резервной вычислительной инфраструктуры для ЦОД в ограниченные сроки.
- 2) При отсутствии возможности строительства капитального здания или выделения свободного помещения для ЦОД.
- 3) При потребности в вычислительной инфраструктуре в географически удаленных районах РФ и мира.
- 4) При транспортировке больших объемов данных между различными ЦОД в случаях, когда возможно размещение только МЦОД.
- 5) При внедрении территориально разнесенной инфраструктуры ЦОД для обеспечения устойчивости, надежности, оперативности и безопасности больших объемов данных.

Учитывая все вышеперечисленные возможности МЦОД можно сделать вывод, о том что данные центры будут особенно эффективны при использовании в военных целях для выполнения решения задач оперативной деятельности военного, а так же гражданского управления, там где требуется временная подмена (резервирование) стационарных ЦОД для штабов управления по ликвидации последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф, для мобильных командных, пунктов сбора и обработки опера-

тивно-тактических данных в военных приложениях (разнородных и объемных массивах данных, представленных в разных формах, форматах и видах), а также в международной практике.

На рис. 1 представлены основные компоненты комплекса МЦОД: операторского, климатического и агрегатного отсеков. Имеет в своем составе: машинный зал, системы активного сетевого и пассивного оборудования ЦОД, телекоммуникационное оборудование, системы кондиционирования и вентиляции, видеонаблюдения, пожаротушения, отопления, электроснабжения, системы мониторинга и управления, сигнализации, основного, резервного и дежурного освещения, отсек оператора.

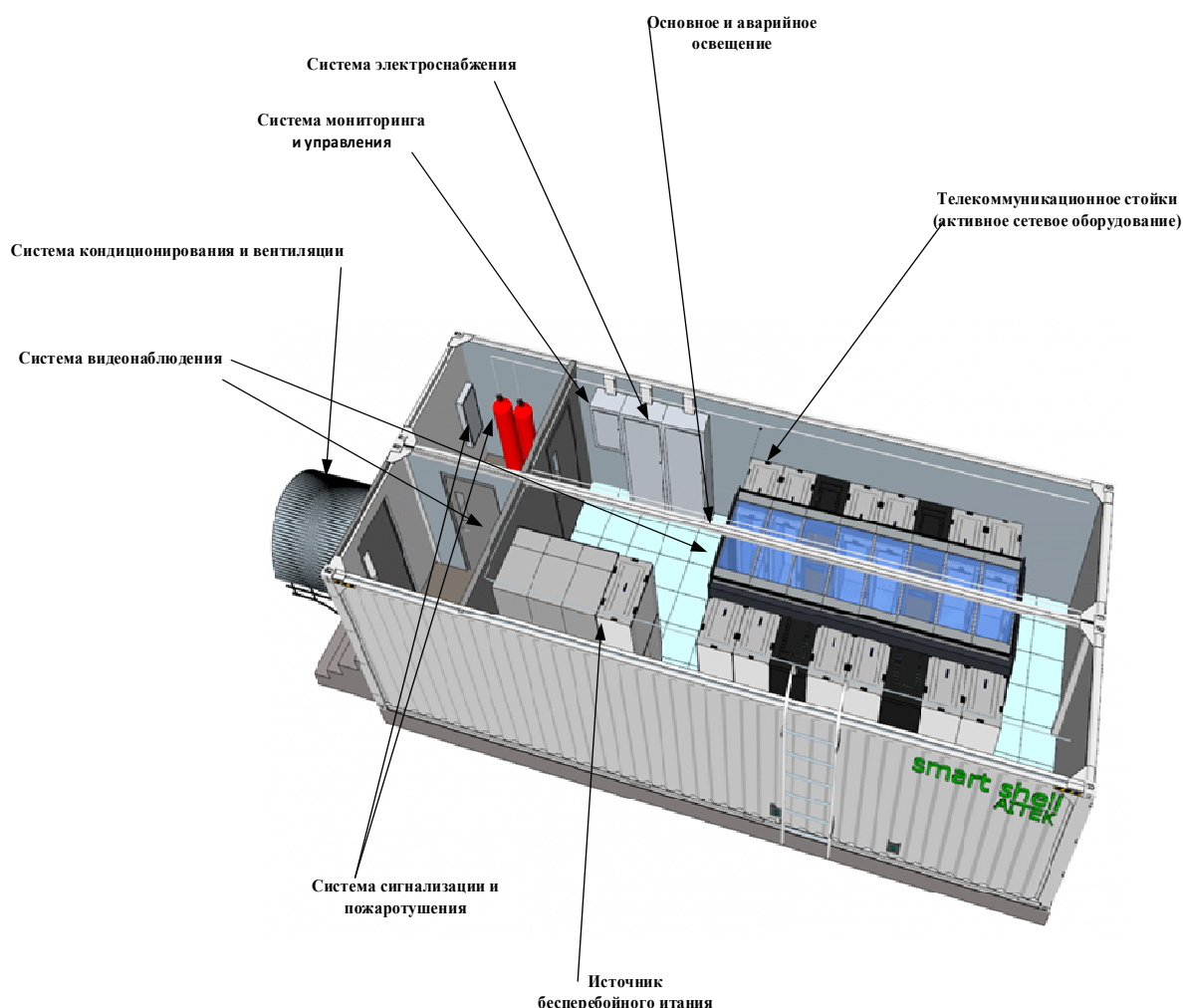


Рис. 1. Состав типового комплекса МЦОД

Важный показатель для всех ЦОД это Tier.

Tier – это показатель надежности центра обработки данных, который разработан известной сертификационной организацией Uptime Institute. В этой многоуровневой классификации в отличие от других стандартов рассматриваются главным образом надежность и безопасность будущего дата-

центра, что является крайне важным как для военных системы связи, так же систем двойного назначения.

В рассматриваемых МЦОД существует четыре уровня надежности дата-центра. В каждом из четырех уровней надежности представлены подробное описание, требования и рекомендации к входящим в него системам. В данных стандартах речь идет не только об архитектурных особенностях ЦОД, но и об особенностях системы электроснабжения, используемых системах охлаждения, электрической проводке, телекоммуникационном оборудовании и многом другом (рис. 2).

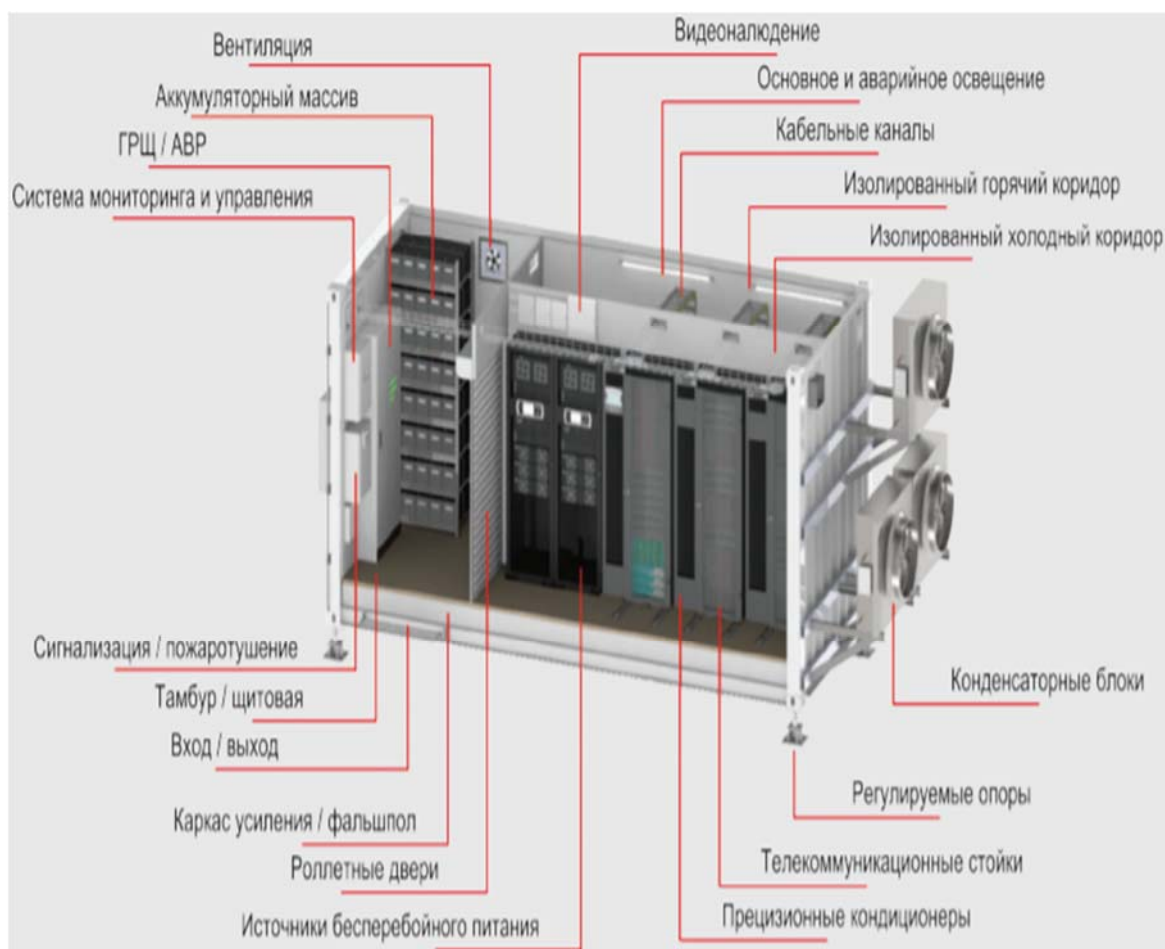


Рис. 2. Система электроснабжения МЦОД

В настоящее время уже существуют МЦОД, которые выпускает российская компания НТЦ «Заслон» [1] (характеристики одного из возможных решений представлены в таблице). Данный МЦОД предлагает решения TIER 2 и 3 уровня, т. е. с отказоустойчивостью до 99,98 %. Такой МЦОД нет необходимости останавливать для ремонта и профилактических работ – это очень значимое и важное отличие по живучести данной системы. С целью соответствия требованиям Tier 3 данный МЦОД имеет резервные мощности всей системы и два трубопровода для охлаждения.

Наиболее важен показатель работы источника бесперебойного питания при отключения основного источника питания. Некоторые модели компании Заслон имеют возможность поддерживать работу ЦОД до 15 минут при мощности до 100 кВт [2].

ТАБЛИЦА. Основные технические характеристики МЦОД НТЦ «Заслон»

Комплекс	Уровень надежности	TIER2, TIER3
	Рабочие условия	-40 С..+40 С, 20–80 %
	Масса, кг	4000
	Габариты, мм (Д×Ш×В)	3600×2900×2400
Электропитание	Мощность на стойку, кВт	10..20
	Мощность ИБП, кВт	50..100
	Время работы от АКБ, мин.	5..15
	Резервирование ИБП	2N или 2N+1
Управление	Мониторинг	Контроллер с удаленным доступом
	Система пожаротушения	Болид АСПТ
	Видеонаблюдение	IP видеокамеры
	СКУД	Болид С200М

Помещение МЦОД оборудовано системой пожаротушения БОЛИД, видеонаблюдением и системой СКУД, что обеспечивает управление работой данного комплекса.

Таким образом, одним из возможных вариантов использования в качестве новых систем связи и особенно для связи в вооруженных силах может являться МЦОД. Высокая надежность и живучесть система питания, кондиционирования, пожаротушения обеспечивает работу даже критической ситуации. А возможность контейнерной перевозки автомобильным, железнодорожным и водным транспортом позволяет оперативно развернуть комплекс в любой точке мира.

Список используемых источников

1. Мобильные центры обработки данных [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zaslon.com/ru/node/281> (дата обращения 03.11.2018).
2. Еще раз про уровни Tier [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/429238/> (дата обращения 01.03.2019).
3. Дата-центры в России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ruweb.ru/article/data-tsentry-v-rossii.html> (дата обращения: 06.01.2019).

УДК 654.026
ГРНТИ 49.43.31

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЛИНИЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

А. В. Брыдченко, Д. Н. Васильев, Д. А. Груздев, М. А. Мирошник

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

Исследование влияния помех различного рода на линии и сети спутниковой связи показывает актуальность и настоятельную необходимость совершенствования существующих методов эффективной защиты средств спутниковой связи от их воздействия. На современном этапе развития важнейшими путями повышения помехоустойчивости линий и сетей спутниковой связи являются: дальнейшее развитие сигнальных методов защиты; повышение энергетического потенциала линий спутниковой связи за счет увеличения мощности передатчиков земных станций и размеров апертуры антенных устройств; внедрение пространственных методов защиты, основанных на применении многолучевых антенн ретранслятора связи, а также фазированных антенных решеток с управляемыми лучами диаграммы направленности; освоение новых диапазонов частот; решение проблемы обрывоустойчивости каналов спутниковой связи. В перспективных системах спутниковой связи планируется комбинирование перечисленных методов. При совместном использовании ФМ ШПС и ППРЧ в информационном сигнале после ФМ ШПС преобразования производится перестройка частоты, несущей с помощью неперiodической рекурренты.

земная станция спутниковой связи, ретранслятор связи, помехоустойчивость.

Исследование влияния помех различного рода на линии и сети спутниковой связи показывает актуальность и необходимость совершенствования существующих методов повышения их помехоустойчивости.

На современном этапе развития путями повышения помехоустойчивости линий и сетей спутниковой связи являются [1, 2]:

дальнейшее развитие сигнальных методов защиты;

повышение энергетического потенциала линий спутниковой связи за счет увеличения мощности передатчиков земных станций (ЗС) и размеров апертуры антенн;

внедрение пространственных методов защиты, основанных на применении многолучевых антенн ретранслятора связи (РС), а также фазированных антенных решеток с управляемыми лучами диаграммы направленности;

использование новых диапазонов частот;

повышение обрывоустойчивости каналов спутниковой связи.

В настоящее время ведутся интенсивные исследования по развитию сигнальных методов помехозащиты [3, 4], основными из которых являются:

компенсационные методы;

методы динамического управления структурой передаваемых сигналов;

методы априорного внесения избыточности в передаваемый информационный поток.

Анализ современных возможностей технологической реализации рассмотренных методов [3, 4], а также эффективности их применения в условиях воздействия помех предопределяет важность разработки эффективных алгоритмов априорного внесения избыточности в информационный поток, передаваемый по линиям спутниковой связи, таких как:

помехоустойчивое кодирование;

дублирование передаваемой информации;

применение широкополосных сигналов с расширением спектра сигнала за счет фазовой манипуляции псевдослучайной последовательностью, либо за счет использования программной перестройки рабочей частоты (ППРЧ).

При защите канала от помех путем использования ФМ ШПС в качестве информационного способа модуляции применяется двухпозиционная относительная фазовая манипуляция, что обеспечивает высокую помехоустойчивость приема в сочетании с эффективным кодированием. Однако, возможно применение других методов модуляции, если реализация когерентного приема затруднена (например, при наличии ППРЧ). В этом случае применяются ортогональные сигналы с кодовым разделением.

В тракте передачи информационный сигнал перемножается с квазислучайной рекуррентной последовательностью. Тактовая частота этой последовательности превышает электрическую скорость (V_3) сигнала в B раз (B – база ФМ ШПС преобразования) и, соответственно, в B раз увеличивается ширина спектра сигнала. Эффективная его часть становится равной примерно $V_3 B$.

В приемном тракте обеспечивается свертка суммы сигнала и помех путем ее умножения на рекуррентную последовательность, сфазированную с принимаемым сигналом с достаточной степенью точности. При этом практически не происходит потери энергии сигнала от его прямого и обратного преобразования.

Благодаря тому, что для свертки сигнала в приемном тракте требуется фазирование его с точностью до долей элементарной посылки ФМ ШПС (чипа ФМ ШПС), каналы, защищенные при помощи ФМ ШПС, оказываются нечувствительными к помехам, поскольку даже при скорости ФМ ШПС 1 МГц запаздывание помехи на 1 мкс делает ее неэффективной.

Спектр шума приемного тракта, имеющий равномерный, или близкий к равномерному, характер, во время свертки сигнала не изменяется и, соответственно, остается неизменной его спектральная плотность. Таким образом, по отношению к шумовым приемникам ФМ ШПС преобразование никакого выигрыша не дает, а с учетом реализационных потерь приводит даже к некоторому обычно не существенному проигрышу, величина которого зависит, в частности, от скорости ФМ ШПС преобразования.

Спектры помех, сосредоточенных по частоте, в результате ФМ ШПС преобразования в приемном тракте размываются. Их спектральная плотность в полосе $V_s B$ становится практически равномерной, а сама помеха по характеру воздействия на сигнал приближается к шуму. В этом случае для эффективного подавления сигнала помеха должна иметь спектральную плотность мощности, близкую к спектральной плотности мощности свернутого сигнала, во всей полосе ФМ ШПС.

В случае с ППРЧ не применяются внутрибитовые воздействия на сигнал. Спектр сигнала (спектр, полученный при усреднении за время одной или нескольких информационных посылок) не расширяется, в отличие от ФМ ШПС преобразования, а происходит его перемещение в пределах заданной полосы частот по псевдослучайному закону. Соответственно при использовании ППРЧ практически не повышаются требования к быстродействию элементной базы.

В случае наличия в полосе рабочих частот узкополосных помех (либо помех, совпадающих со структурой сигнала) каждый раз при попадании сигнала на эти пораженные частоты возникает пачка ошибок, длина которой зависит от скорости ППРЧ. Если пораженные частоты перемещаются, то устранение этих ошибок производится за счет помехоустойчивого кодирования. Если же они фиксированы по частоте или изменяют частоту по поддающемуся анализу закону, то система может адаптироваться к этим помехам и не использовать пораженные частоты. Такая адаптация позволяет существенно снизить влияние преднамеренных помех и может быть использована для повышения помехозащищенности.

Степень помехоустойчивости при ППРЧ определяется отношением ширины спектра информационного сигнала и ширины используемой полосы рабочих частот, как и при ФМ ШПС. Однако при ППРЧ может быть использована существенно большая, чем при ФМ ШПС полоса спектра и, соответственно, может быть практически реализована значительно большая степень помехоустойчивости, так как расширение полосы рабочих частот не требует повышения быстродействия применяемых элементов. При наличии соответствующей полосы частот это обстоятельство и является основным преимуществом ППРЧ перед ФМ ШПС. Технически степень помехоустойчивости при ППРЧ ограничивается возможностями построения линейного тракта.

В настоящее время для обеспечения помехоустойчивости направлений связи используются широкополосные сигналы двух типов:

на линии ЗС – РС – «быстрая» ППРЧ в полосе до 350 МГц, в которой предусмотрено 7 полос по 50 МГц с возможностью включения их в различных комбинациях (минимальная полоса ППРЧ 50 МГц) – при передаче ЗС информационных сигналов, сигналов ЦБУ (БУ) и КУ-1ФМ ШПС (уровень относительной помехозащиты 22–30 дБ (для групповой скорости потока 1,5 кБода) и 16–24 дБ (для групповой скорости потока 6 кБод));

на линии РС – ЗС – ФМ ШПС с тактовой частотой $F_T = 19,2$ МГц (ширина полосы сигнала по первым «нулям» спектра 38,4 МГц) – при передаче групповых информационных сигналов и сигналов в квадратуре с ними ЦБУ+КУ-1.

В перспективных системах спутниковой связи планируется комбинирование перечисленных методов. При совместном использовании ФМ ШПС и ППРЧ в информационном сигнале после ФМ ШПС преобразования производится перестройка частоты несущей с помощью непериодической рекурренты. Шаг перестройки частоты должен быть в несколько раз меньше ширины спектра ФМ ШПС для выравнивания спектральной плотности сигнала во всей полосе рабочих частот. Добавление к ФМ ШПС ППРЧ дает возможность увеличения базы сигнала, общая база ФМ ШПС-ППРЧ равна отношению всей полосы, в которой производится перестройка частоты к ширине спектра информационного сигнала.

На приемном конце радиолинии сигнал с преобразованием ФМ ШПС-ППРЧ сначала подвергается свертке ППРЧ и переносится на одну несущую. Затем производится свертка спектра ФМ ШПС преобразования.

Для свертки сигнала ФМ ШПС необходимо синхронизировать его с приемной рекуррентой. При первоначальном вхождении в связь в случае, когда согласованные фильтры не применяются, необходимая синхронность обеспечивается в ходе фазового поиска в полосе априорной неопределенности, как это производится в случае применения просто ФМ ШПС (без ППРЧ). Такты ФМ ШПС преобразования привязаны к тактам перестроек частоты, так что в ходе этого поиска автоматически обеспечивается и более грубая синхронизация по тактам ППРЧ. В следствие чего введение ППРЧ не увеличивает времени первоначальной синхронизации, а с учетом снижения требований к частоте ФМ ШПС время первоначального поиска уменьшается. Естественно, время фазового поиска не зависит и от диапазона перестройки рабочих частот.

Применение согласованных фильтров для начальной синхронизации ФМ ШПС-ППРЧ сигналов существенно сокращает время поиска. Приведенный способ позволит уменьшить время поиска даже по сравнению с чистой ППРЧ. Это достигается благодаря более легкой фиксации наличия

свертки, чем появления узкополосного сигнала и времени анализа в случае наличия ФМ ШПС.

Перечисленные методы довольно обширно проработаны научно и имеют ряд вариантов технической реализации. Однако, в большинстве работ синтез алгоритмов формирования и приема сигналов осуществлялся с учетом возможности воздействия помехи с априорно заданной структурой («белый шум», «гребенчатая», манипулированная по определенному закону и др.). Конфликтность условий функционирования линий спутниковой связи ТЗУ накладывает существенный отпечаток на выбор оптимальных режимов работы ЗС. Синтезируемый режим работы линий спутниковой связи должен обеспечить устойчивость не к конкретному (априорно заданному) типу внешних воздействий, а к целому их классу. В последнее время показана целесообразность рассмотрения в задачах синтеза конфликтных систем (и их элементов) классов помех, задаваемых ограничениями на энергетические ресурсы источников помех, в частности, рассматриваются 3 класса помех с незаданной статистической структурой:

помехи с ограниченной пиковой мощностью их реализации;

помехи с ограниченной энергией реализации помехи на длительность сигнала;

помехи с ограниченной средней мощностью их реализаций.

Необходимо отметить, что реализация методов повышения помехоустойчивости на основе использования широкополосных сигналов проводилась без оптимизации в классе помех, что обусловило проигрыш алгоритмов формирования и приема сигналов, использующих указанные методы, оптимальным (теоретически не улучшаемым) алгоритмам от 3 до 10 дБ в различных классах помех.

Список используемых источников

1. Игнатов В. В. Защита радиолиний космической связи от помех. Л. : ВАС, 1982. 36 с.
2. Борисов В. И., Зинчук В. М. Помехозащищенность систем радиосвязи. Вероятностно-временной подход. М. : Радио и связь, 1999. 252 с.
3. Тузов Г. И., Сивов В. А., Прытков В. И. и др. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами. М. : Радио и связь, 1985. 264с.
4. Зюко А. Г., Фалько А. И., Панфилов И. П. и др. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации / Под. ред. А. Г. Зюко. М. : Радио и связь, 1985. 272 с.

УДК 621.396
ГРНТИ 49.27.33

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

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

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

Возможности атмосферных оптических систем передачи позволяют рассматривать различные варианты их применения на сетях связи специального назначения при построении атмосферных оптических линий связи. Основное требование – требуемый коэффициент готовности, что во многом определяется возможностями аппаратуры с соответствующим учетом погодных факторов, характерных для заданных физико-географических условий. Доклад посвящен организационно-техническим решениям по повышению надёжности атмосферной оптической линии связи специального назначения с учетом оценки коэффициента ее готовности на основе расчета энергетического потенциала в различных погодных условиях.

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

Атмосферные оптические системы передачи (АОСП) широко применяются в стационарных условиях, когда необходимо обеспечить высокую скорость передачи между корреспондентами, как правило на небольших расстояниях до 5 км, при этом резервирование атмосферных оптических линий связи (АОЛС) радиорелейными средствами связи для повышения ее надежности зачастую бывает затруднительным в вопросе выделения и согласования частотного ресурса. Вызывает интерес применения АОСП в сетях связи специального назначения, где они могут быть использованы в качестве средств резервирования или восстановления волоконно-оптических линий связи в случае выхода их из строя, совместного применения АОСП и радиорелейных станций или их использования в качестве средств привязки полевых аппаратных связи к стационарным узлам связи [1].

Во всех вариантах применения АОСП на сетях связи специального назначения, целесообразным является вопрос обеспечения требуемого коэффициента готовности АОЛС для заявленной дальности и скорости передачи. Повышение надежности АОЛС можно обеспечить за счет совместного использования АОСП и радиорелейного оборудования на период времени, когда энергетический потенциал АОЛС при воздействии погодных факторов уменьшается ниже требуемого.

В данной статье в качестве АОСП выбрана аппаратура отечественных и зарубежных производителей с дальностью связи до 5 км [2]. В таблице 1 представлены основные их характеристики.

ТАБЛИЦА 1. Основные ТТД АОСП

Параметры	ArtoLink	TS 5000G/XYL/F	SONAbeam™ 1250-M	DT-130
Длина волны излучения, нм	1550	785	1550	850
Мощность излучателя P_e , дБм	24	30	25	10,4
Чувствительность приемника, дБм	-50	-40	-55	-40
Суммарная площадь приемника, см ²	60	40	20	45
Угол расхождения луча, мрад	0,1	0,1	0,1	0,1

Энергетический потенциал АОЛС M_{link} с учетом погодных факторов рассчитывается по формулам представленных в [3]. На рис. 1–3 представлены значения энергетических потенциалов при воздействии погодных факторов в виде дождя, тумана и снега, соответственно для АОСП представленных в табл. 1.

В сетях связи специального назначения технически выгодно применять аппаратуру отечественного производителя ArtoLink M1-GE-L, так как она обладает достаточной дальностью связи в условиях воздействия погодных факторов.

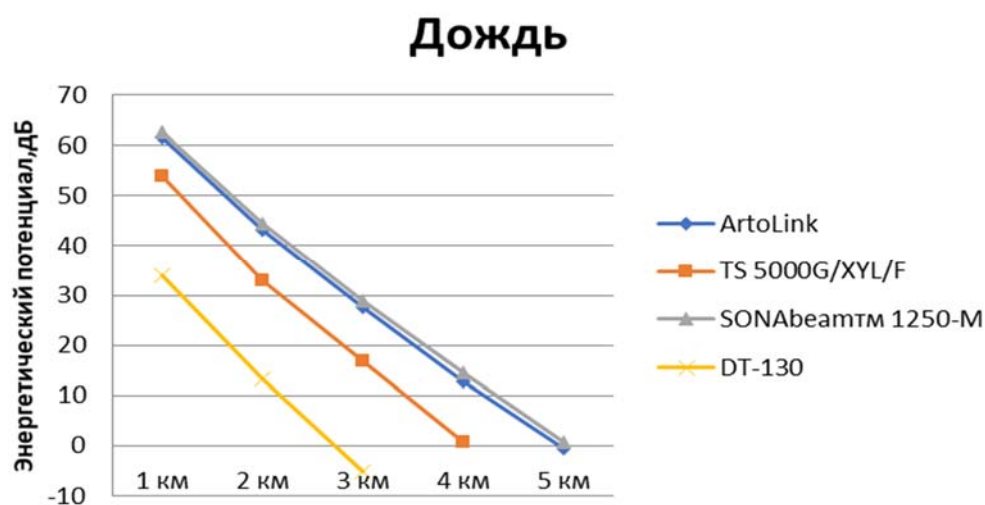


Рис. 1. Энергетический потенциал АОЛС в условиях дождя

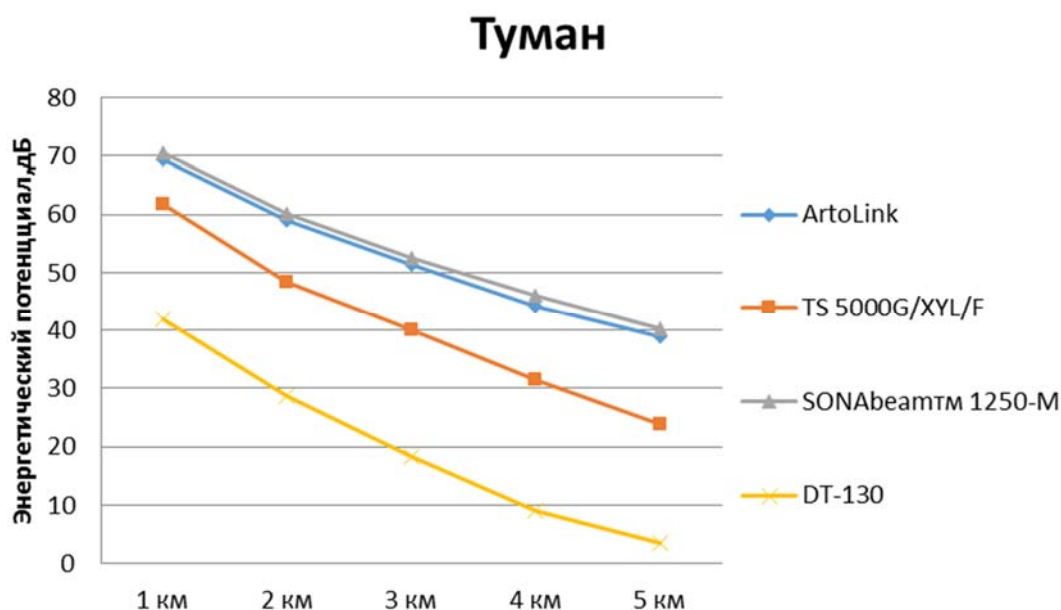


Рис. 2. Энергетический потенциал АОЛС в условиях тумана

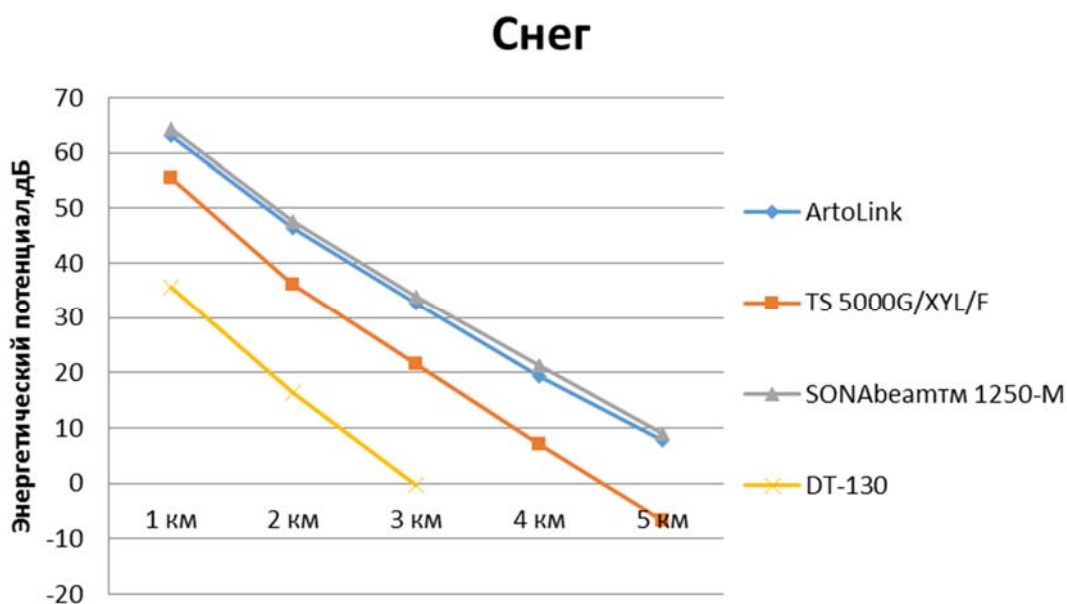


Рис. 3. Энергетический потенциал АОЛС в условиях снега

Для повышения надежности АОЛС за счет совместного использования АОСП и радиорелейного оборудования необходимо оценить ее энергетический потенциал для конкретных физико-географических условиях. В качестве примера взята обобщенная характеристика погодных факторов характерных для Центрального региона Российской Федерации. На рис. 4 представлены значения энергетического потенциала АОЛС, построенной АОСП ArtoLink M1-GE-L в условиях дождя, снега и тумана.

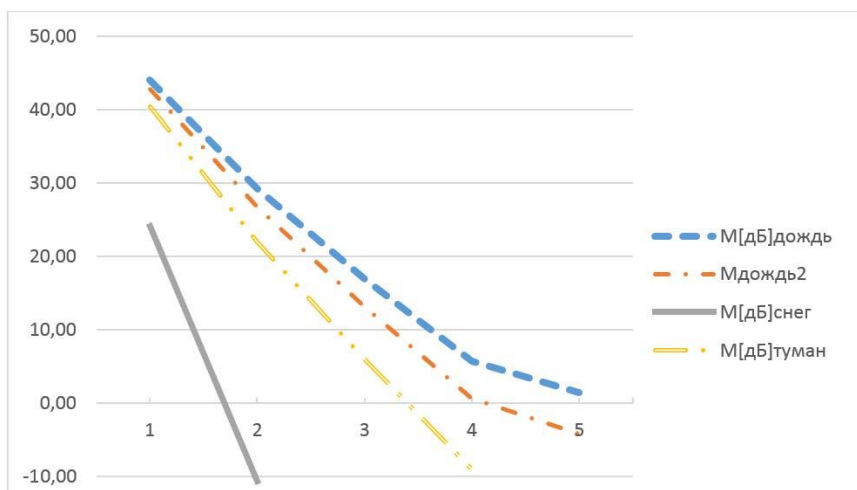


Рис. 4. Значения энергетического потенциала в условиях дождя, снега и тумана

Характеристика погоды в Центральном регионе за 2019 год представлена в таблице 2, а коэффициент готовности АОЛС по месяцам на рис. 5.

ТАБЛИЦА 2. 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

Полученные значения коэффициента готовности АОЛС позволяют высчитать периоды, когда и на какой срок необходимо включать радиорелейное оборудование, тем самым повысив надежность АОЛС доведя коэффициент ее готовности до единицы, так как без его применения коэффициент готовности АОЛС составит всего лишь $K_r = 0,857$ % в году.

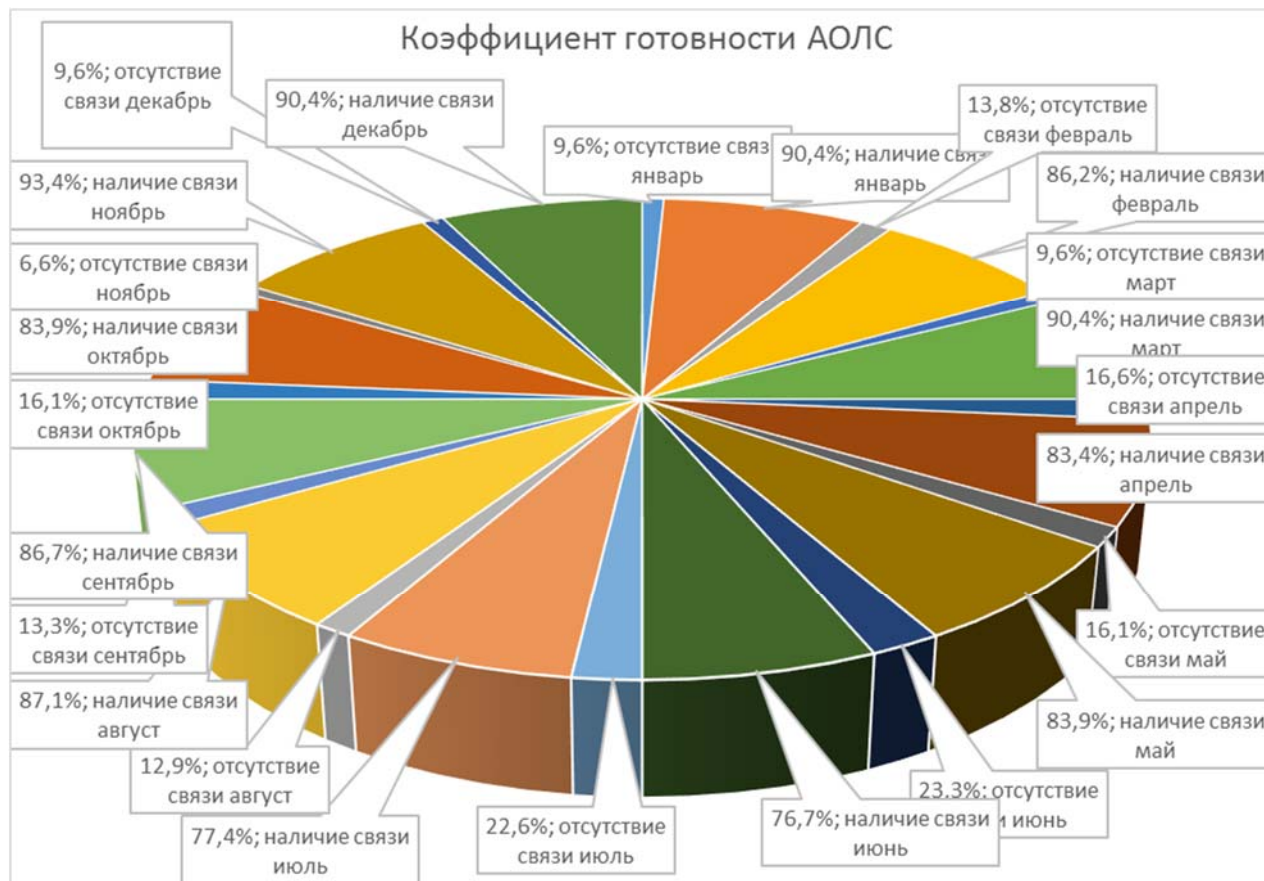


Рис. 5. Коэффициент готовности АОЛС в условиях дождя, снега и тумана для каждого месяца

Таким образом, совместное использование АОСП и радиорелейного оборудования в АОЛС позволяют повысить ее надежность. Задействование радиорелейного оборудования на короткий период времени, когда энергетический потенциал АОЛС при воздействии погодных факторов уменьшается ниже требуемого снижает вероятность обнаружения и вскрытия объектов на сети связи специального назначения.

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.

УДК 519.718:004.722
ГРНТИ 49.33.29

СРАВНЕНИЕ NTP И RTP ПРОТОКОЛОВ В СИНХРОНИЗАЦИИ ЧАСОВ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Д. А. Валяев¹, И. Г. Стахеев², Н. И. Фокин¹

¹Академия Федеральной службы охраны России

²Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

Надежные и точные источники времени требуются в компьютерных сетях и Интернете по различным причинам: метки времени для электронных документов, онлайн-транзакций, хранения и поиска документов, услуг электронной почты, мультимедийных приложений и многого другого. В данной статье сравниваются два протокола временной синхронизации часов в компьютерных сетях.

протоколы синхронизации, протокол сетевого времени, протокол точного времени.

Протоколы синхронизации часов. Сегодняшние сети передачи данных, основанные на протоколе TCP/IP, широко используются, поэтому стало естественным использовать их в качестве среды передачи данных для синхронизации времени. Учет времени через Интернет стал популярной услугой, охватывающей сотни тысяч общедоступных серверов и клиентов. На сегодняшний день разработано несколько протоколов синхронизации часов. Наиболее востребованные – протокол точного времени (*Precision Time Protocol* (PTP)), сетевой протокол времени *Network Time Protocol* (NTP).

Сетевой протокол времени (NTP) – один из самых популярных протоколов, используемых для синхронизации времени в Интернете. Протокол NTP используется для синхронизации часов между доверенным сервером времени и его клиентами. В локальной сети с небольшим количеством сетевого оборудования, такого как коммутаторы и маршрутизаторы, точность может составлять десятки миллисекунд. Архитектура синхронизации использует концепцию страты, то есть иерархическую модель (древовидный тип), в которой каждый сервер на одном уровне (страте) служит сервером времени для более низких уровней. Первичные серверы устанавливаются в корне дерева как слой 1 и синхронизируются с внешними эталонными источниками часов, такими как национальные стандарты или локальные атомные стандартные часы.

Основной принцип синхронизации заключается в том, что каждый клиент отправляет периодические запросы на набор серверов времени, которые отвечают своей локальной отметкой времени. Список подходящих серверов поддерживается в каждом клиенте и периодически обновляется. Внутренние алгоритмы оценивают временные метки со всех серверов, чтобы выбрать лучший сервер с наименьшим сбоем и расстоянием синхронизации, который будет использоваться для установки обновления часов.

Смещение по времени рассчитывается на основе набора из четырех меток времени (двух от сервера и двух от своего) (рис. 1).

Клиент отправляет сообщение NTP запрос, которое содержит исходную временную метку

CT1 (временная метка клиента). После получения NTP запроса сервер генерирует временную метку приема ST1 (временная метка ведомого устройства). После обработки запроса сервер отправляет обратно клиенту NTP запрос с исходной временной меткой ST2. Клиент получает ответ NTP и генерирует временную метку CT2.

Следующие расчеты выполняются на уровне клиента и подчиненного устройства:

$$ST_1 = CT_1 + D_{cs} + O_{cs}, \quad (1)$$

где D_{cs} – это сетевая задержка между клиентом и сервером, а это смещение часов сервера по отношению к клиенту:

$$CST_2 = ST_2 + D_{sc} + O_{sc}. \quad (2)$$

Сумма (1) и (2) и поскольку $O_{cs} = O_{sc}$ задержка в оба конца составляет:

Вычитая (2) из (1) и предполагая ту же задержку, $D_{cs} = D_{sc}$, смещение составляет:

$$O_{cs} = \frac{(ST_1 - CT_1) + (CT_2 - ST_2)}{2}.$$

NTP построен на UDP/IP, и его реализация является чисто программной, временные метки принимаются на уровне приложения.

Реализация протокола. Каждый сервер NTP поддерживает свое локальное смещение часов и задержку приема-передачи по отношению к первичному эталонному источнику, расположенному в корне дерева синхронизации. Следовательно, когда клиент отправляет NTP запрос, перед отправкой ответа с отметками времени сервер добавляет свои накопленные ошибки

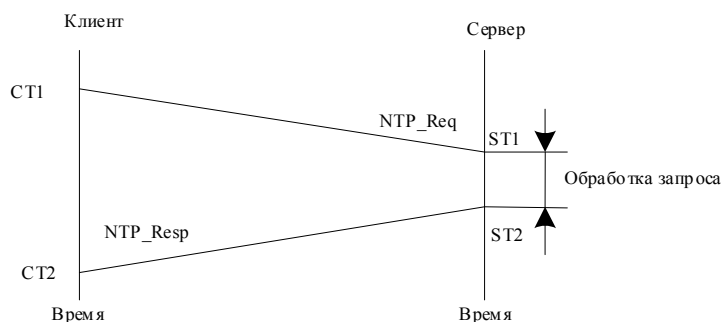


Рис. 1. Запрос и ответ NTP

с момента последнего обновления его часов. Таким образом, смещение тактового сигнала и задержка приема-передачи возрастают по мере увеличения уровня страты от первичного источника:

$$D_{sc} + D_{cs} = (ST_1 - CT_1) + (CT_2 - ST_2).$$

Достижимая производительность NTP. В большинстве реализаций NTP слой 1 расположен где-то в Интернете, слой 2 – возле шлюза, а слой 3 и слой 4 – на уровне локальной сети. В этой конфигурации одноранговое временное смещение было обнаружено со средним значением 8,2 мс, медианным значением 1,8 мс и стандартным отклонением 18 мс. Дисперсия до корневого или основного сервера оказалась со средним значением 88 мс, медианным значением 30 мс и отклонением 175 мс. Опубликованные измерения показывают, что смещение клиента NTP на основе слой 4 от различных тактовых частот сервера слой 1 в Интернете будет порядка 100 мс [1].

Протокол точного времени. IEEE 1588 – это стандарт протокола точной синхронизации часов для сетевых систем измерения и управления. Используется для синхронизации времени/часов в пакетных сетях, поддерживающих многоадресную передачу.

Основной принцип заключается в том, что наиболее точные часы в сети синхронизируют всех других пользователей. Главные часы расположены в корне иерархии и выбираются с помощью так называемого лучшего алгоритма главных часов, основанного на источнике времени, к которому они подключены [2].

Система PTP включает в себя несколько ведущих устройств, обслуживающих группы локальных часов или ведомых устройств (рис. 2). PTP использует стратовые числа, аналогичные NTP и идентификаторам часов, для описания качества конкретных часов [1]. Часы Stratum 1 включают в себя атомные часы, GPS-приемник или высокоточный локальный генератор. Максимальное число, допустимое для стратовой классификации, составляет 256, и только четыре из них в настоящее время определены в стандарте IEEE 1588. Ведущий посылает непрерывные многоадресные сообщения подчиненным, в то время как подчиненные отвечают ведущему одноадресными сообщениями. PTP строится по IP и UDP и использует несколько переменных для вычисления смещения

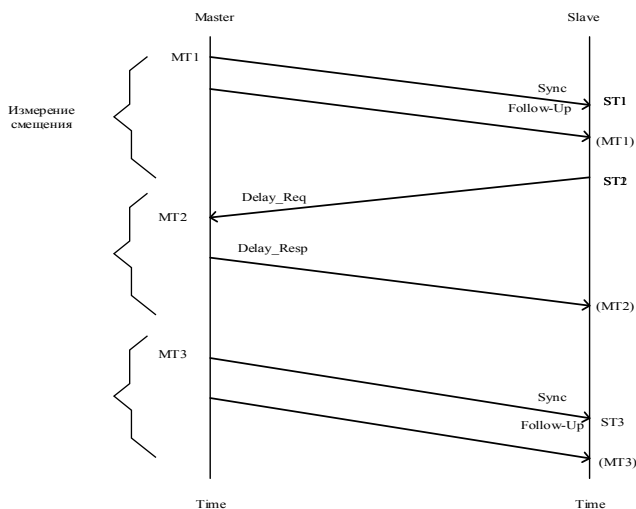


Рис. 2. Измерение смещения и задержки

и задержки локальных часов по отношению к ведущему. Протокол использует в основном четыре сообщения: синхронизации, следования, запроса задержки и задержка отклика между ведущим и ведомым устройствами. Запрос синхронизации и задержки используется для временных меток, в то время как два других несут точные временные метки от ведущего устройства, соответствующего ведомому.

Реализация протокола. Каждое подчиненное устройство синхронизируется с часами своего главного устройства, обмениваясь определенными сообщениями. Протокол RTP использует две фазы для установки локальных часов (времени): фазу измерения смещения и фазу измерения задержки (рис. 2). Во время измерения смещения ведущий периодически передает сообщения синхронизации связанным ведомым устройствам с помощью многоадресной передачи.

Эти сообщения отправляются с заданными интервалами, по умолчанию каждые 2 секунды. Сообщение синхронизации содержит расчетное время, когда сообщение покинет мастер. Ведущий измеряет точное время передачи MT (время ведущего), а ведомые измеряют точное время приема ST (подчиненное время). Дополнительно, для высокоточной синхронизации мастер может отправить последующее сообщение, содержащее точное время (MT_1) передачи Синхронизации, измеренное как можно ближе к носителю передачи. После первой синхронизации и последующих сообщений Ведомый заключает следующее уравнение:

$$ST_1 = MT_1 + Offset + Delay . \quad (3)$$

Разница между подчиненным временем ST_1 и ведущим временем MT_1 складывается как из смещения, так и из задержки.

Чтобы определить задержку, ведомое устройство в момент времени ST_2 отправляет сообщение Запроса задержки ведущему устройству, которое в свою очередь отправляет обратно ответ задержки, содержащий точное время, когда запрос задержки прибыл к ведущему устройству. В результате:

$$MT_2 = ST_2 - Offset + Delay . \quad (4)$$

Складывая (3) к (4) $Offset$ отменяется, и мы можем вычислить задержку, предполагая, что она одинакова в обоих направлениях:

$$Delay = \frac{(ST_1 - MT_1) + (MT_2 - ST_2)}{2} .$$

Теперь смещение можно рассчитать при следующем обмене сообщениями синхронизации / следования:

$$Offset = ST_3 - MT_3 - Delay .$$

На этом этапе синхронизация достигается путем настройки времени на ведомом устройстве:

$$NewST = OldST - Offset + Delay .$$

Измерение задержки выполняется нерегулярно и с большими временными интервалами, чем измерение смещения, чтобы уменьшить трафик в сети.

Возможные источники ошибок в RTP. Как и в протоколе NTP, измерения смещения и синхронизация зависят от нескольких факторов: флуктуации задержки стека сетевого протокола, архитектура сетевой технологии, точность временных меток часов и стабильность тактового генератора [3]. Временные метки более точны в RTP из-за использования последующих и задержанных ответных сообщений, которые несут точные временные метки, измеренные как можно ближе к физической линии передачи.

Ограничения и достижимая производительность в RTP. Являясь относительно новым стандартом, он еще не был внедрен и протестирован в полной мере. Однако, по сравнению с NTP, предварительные данные показывают, что в локальных сетях синхронизация составляет менее миллисекунды для программных реализаций.

С другой стороны, аппаратные реализации 1588 года попадают в микросекундный диапазон для одного и того же типа сети. Эксперименты с аппаратной реализацией на базе ПЛИС, реализованной компанией Agilent® технологии, наблюдаемая синхронизация между ведущим и ведомым по одной и той же локальной сети способна удерживать время в пределах ± 20 нс [4].

Выводы: NTP – удовлетворителен для многих приложений с синхронизацией в миллисекундах для локальных сетей и сотнями миллисекунд для глобальных сетей и Интернета. Он не удовлетворяет более строгие требования к мультимедийным или управляющим приложениям реального времени.

RTP – относительно новый стандарт, принятый в основном контрольно-измерительной промышленностью, и предварительные испытания продемонстрировали достижимую производительность синхронизации в микросекундах в локальных сетях.

Список используемых источников

1. Radha Telikepalli, “Technical Assessment of Synchronization Methods in IP networks from Quality of Experience Perspective”, TR41.4/05-11-005, 2005.
2. Dirk S. Mohl, “IEEE1588 – Precise Time Synchronization as the Basis for Real Time Applications in Automation”, WEB article.
3. Puneet Sharma, “Hardware Assisted IEEE 1588 Implementation in a Next Generation Intel® Network Processor”, IEEE-1588 Conference, September 2004.
4. J. Guilford, “Design of an FPGA-Based Hardware IEEE-1588 Implementation”, IEEE-1588 Conference, September 2005.

УДК 651.012.12
ГРНТИ 10.19.61

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ В ВЫСШЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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

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

Рассматриваются актуальные особенности безопасного применения и использования электронной подписи в высшей образовательной организации в процессе осуществления закупочной деятельности, ведения бухгалтерского учета и построения электронного документооборота между участниками обмена информацией.

электронная подпись, высшая образовательная организация, информационная безопасность.

На сегодняшний день во многих высших образовательных организациях применение электронной подписи (ЭП) становится неотъемлемым элементом ведения электронного документооборота.

Требования к электронной подписи содержатся в Федеральном законе от 06.04.2011 № 63-ФЗ «Об электронной подписи» (далее – ФЗ-63). Данный законодательный акт регулирует отношения в области использования электронных подписей при совершении гражданско-правовых сделок, оказании государственных и муниципальных услуг, при совершении иных юридически значимых действий. Согласно данному Федеральному закону электронная подпись – это информация в электронной форме, которая присоединена к другой информации в электронной форме (подписываемой информации) или иным образом связана с такой информацией и которая используется для определения лица, подписывающего информацию [1, 2].

В настоящее время все высшие образовательные организации применяют электронную подпись, которая может использоваться в следующих случаях:

– для работы в рамках Федерального закона от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»;

– для работы в рамках Федерального закона от 18.07.2011 № 223 «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц»;

– для сдачи налоговой отчетности в контролирующие органы (ФНС России);

- для работы с федеральной информационной системой Рособнадзора ФИС ФРДО;
- для работы с федеральной информационной системой обеспечения процессов государственной научной аттестации ФИС ГНА;
- электронное взаимодействие с Пенсионным фондом РФ;
- для работы в системе «Электронный бюджет»;
- для осуществления межведомственного электронного документооборота.

Для подписания документов и их передачи в перечисленных системах организации в соответствии с законодательством РФ используют усиленную квалифицированную подпись, имеющую юридическую значимость. В образовательной организации может быть назначен ответственный сотрудник, отвечающий за учет средств электронной подписи, использующихся в той или иной информационной системе. Для получения сертификата владелец ЭП должен обратиться в аккредитованный удостоверяющий центр. Удостоверяющий центр выдает квалифицированный сертификат ключа проверки электронной подписи, который подтверждает принадлежность электронной подписи ее владельцу.

Однако, законодательное регулирование сферы использования электронной подписи динамично меняется, тем самым также повышая требования к безопасности применения электронной подписи. Так, с 1 июля 2020 г. вступили в силу изменения в ФЗ-63. Согласно им, получить квалифицированный сертификат ключа проверки электронной подписи может только владелец сертификата. Выдача сертификатов уполномоченным представителям, а именно ответственным сотрудникам организации, отвечающим за оформление электронных подписей, на основании доверенности, не производится.

К основным достоинствам применения электронной подписи в высшей образовательной организации относятся:

- высокая скорость совершения обмена документированной информацией между участниками электронного взаимодействия;
- повышение уровня конфиденциальности при совершении сделок, оказании услуг и иных юридически значимых действий;
- сокращение расходов на учет, доставку и хранение документов на бумажных носителях [4].

Несмотря на достоинства можно выделить и существенный недостаток, который в первую очередь затрагивает безопасность использования электронной подписи в организации. Ввиду подписания множества документов от лица руководителя высшей образовательной организации носитель ключа электронной подписи может передаваться главному бухгалтеру, заместителю руководителя, начальникам отделов. Таким образом, отследить

и достоверно установить личность работника, отправившего документ, становится затруднительно. Поэтому, несмотря на легкую процедуру оформления и получения электронной подписи для эффективного ее использования требуется уделять внимание обеспечению информационной безопасности при применении электронных подписей сотрудниками организаций. Руководителем организации определяется руководство по обеспечению безопасности использования электронной подписи на рабочих местах сотрудников на основе действующего законодательства в области защиты информации. Помимо этого, в высшей образовательной организации на отдел по защите информации могут быть возложены функции обеспечения безопасности использования электронных подписей с использованием правовых, организационных и технических мер, необходимых и достаточных для обеспечения требований, установленных в Приказе ФАПСИ от 13 июня 2001 года № 152 «Об утверждении Инструкции об организации и обеспечении безопасности хранения, обработки и передачи по каналам связи с использованием средств криптографической защиты информации с ограниченным доступом, не содержащей сведений, составляющих государственную тайну» (далее – Приказ ФАПСИ 152) [3]. В качестве нормативных локальных актов в организации могут быть определены:

- Приказ «Об утверждении перечня лиц, имеющих доступ к ключевой информации и работе с использованием электронной подписи»;
- «Инструкция по обеспечению безопасности использования усиленной квалифицированной электронной подписи и средств электронной подписи».

Как правило, работники должны ознакомиться с данной документацией под роспись.

Согласно Приказу ФАПСИ 152 для обеспечения безопасности применения электронной подписи в высшей образовательной организации можно выделить следующие основные требования:

- хранение носителя ключа электронной подписи должно осуществляться в металлическом тубусе, опечатываемом личной печатью, или в индивидуальном металлическом сейфе;
- использование электронной подписи должно осуществляться только ее владельцем;
- запрещается осуществлять несанкционированное копирование ключевых носителей;
- запрещается записывать на ключевые носители постороннюю информацию;
- запрещается разглашение содержимого носителей ключевой информации и передачи носители лицам, к ним не допущенным и др.

Необходимо отметить, что выше указаны только общие требования к обеспечению безопасности использования электронной подписи и каждая

организация индивидуально подходит к регулированию и рассмотрению вопроса безопасности. Единственным проблемным вопросом остается вопрос об отсутствии достаточной правовой регламентации ответственности участников электронного взаимодействия за ненадлежащее применение, хранение средств электронной подписи. Целесообразно установить дополнительную ответственность сотрудников нормативными локальными актами организации за совершение противоправных действий при применении и использовании электронной подписи.

Использование электронных подписей в высших образовательных организациях постепенно входит в практическую деятельность должностных лиц и количество используемых средств ЭП постоянно увеличивается, что вызывает рост рисков при их применении организациями.

Таким образом, можно сделать вывод, что динамично меняющаяся аудитория образовательной организации, высокий темп роста количества электронных подписей приводит к тому, что требуется систематическое повышение квалификации работников, использующих электронные подписи, а также лиц, отвечающих за безопасность применения электронных подписей.

Список используемых источников

1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 6 апреля 2011 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи».
3. Приказ ФАПСИ от 13 июня 2001 г. N 152 «Об утверждении Инструкции об организации и обеспечении безопасности хранения, обработки и передачи по каналам связи с использованием средств криптографической защиты информации с ограниченным доступом, не содержащей сведений, составляющих государственную тайну».
4. Волостных В. А., Кононов П. А., Петров А. В. Организация электронного документооборота в учреждении // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2019. Т. 4. С. 159–163.

УДК 621.396.4
ГРНТИ 49.33.29

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДОСТАВКИ ТРАФИКА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ В УСЛОВИЯХ ФЛУКТУАЦИИ ТРАФИКА

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.

Сети связи специального назначения строятся на основе типовых структур: кольцевой, радиально-узловой, линейной или их комбинации. На этапе проектирования сети рассчитывают требуемые параметры, в том числе и качество обслуживания трафика, что позволяет оптимизировать структуру сети. Однако в динамике функционирования в сети связи ряд маршрутизаторов на узлах связи (УС) и линии связи могут выйти из строя, что в свою очередь приведет к изменению структуры сети и к перераспределению трафика между маршрутизаторами. Первоначально таблицы маршрутизации формируются при проектировании или модификации сети связи и корректируется от ряда факторов [1]. Методы формирования таблиц маршрутизации обладают своими достоинствами и недостатками. Одним из распространенных методов маршрутизации является локально-волновой, при котором для нахождения оптимального маршрута в сети между парой корреспондирующих узлов задается ширина и зона поиска. Однако задаваемые параметры в транспортной сети связи, как правило, ограничиваются приоритетом абонента, что в конечном итоге в условиях флуктуации трафика приводят к снижению качества его доставки.

Таким образом, возникает задача в оценке качества доставки трафика в транспортной сети связи специального назначения с коммутацией пакетов

в условиях флуктуации трафика, вызванной частичным выходом из строя маршрутизаторов на УС после воздействия дестабилизирующих факторов.

Заданы: расположение УС и линий связи их соединяющих (рис. 1), ширина и зона поиска. На УС установлены маршрутизаторы МПМ.

Оценка качества доставки трафика осуществляется на нескольких этапах функционирования сети: до воздействия дестабилизирующих факторов (все линии и маршрутизаторы на УС находятся в работоспособном состоянии) и после воздействия дестабилизирующих факторов с последовательным, произвольным выходом из строя отдельных маршрутизаторов на УС, находящихся в зоне волнового поиска.

Имитационная модель транспортной сети связи специального назначения разработана в программной среде AnyLogic (рис. 2) [2].

Исходные данные для моделирования. Корреспондирующие узлы x_1 и x_{16} . Вместимость маршрутизатора МПМ 2 миллиона заявок, вероятность обслуживания 0,95. Порядок обслуживания заявок – FIFO. Протокол внутренней маршрутизации – *OSPF*, который для поиска кратчайших путей использует алгоритм Дейкстры. Узлы связи в транспортной сети связи специального назначения взаимно корреспондирующие.

До воздействия дестабилизирующих факторов трафик распределяется согласно таблиц маршрутизации, и перегрузка в его обслуживании не возникает. Трафик между корреспондирующими УС x_1 и x_{16} передается по кратчайшему маршруту с задействованием маршрутизаторов на УС $x_1, x_4, x_8, x_{11}, x_{14}, x_{16}$. Как видно из диаграммы (рис. 2) наибольшая вероятность в отказе обслуживания происходит на маршрутизаторе x_{14} .

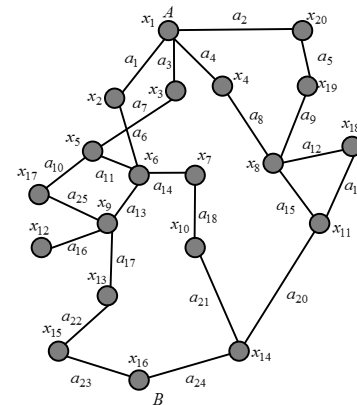


Рис. 1. Структура полевой транспортной сети связи

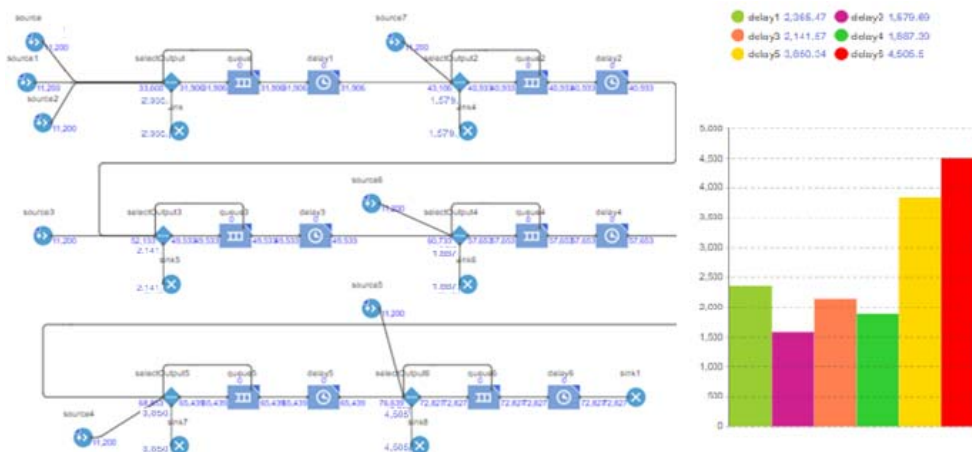


Рис. 2. Имитационная модель направления связи между корреспондирующими УС в транспортной сети связи специального назначения

Вероятность обслуживания заявок различного рода трафика представлена на рис. 3.

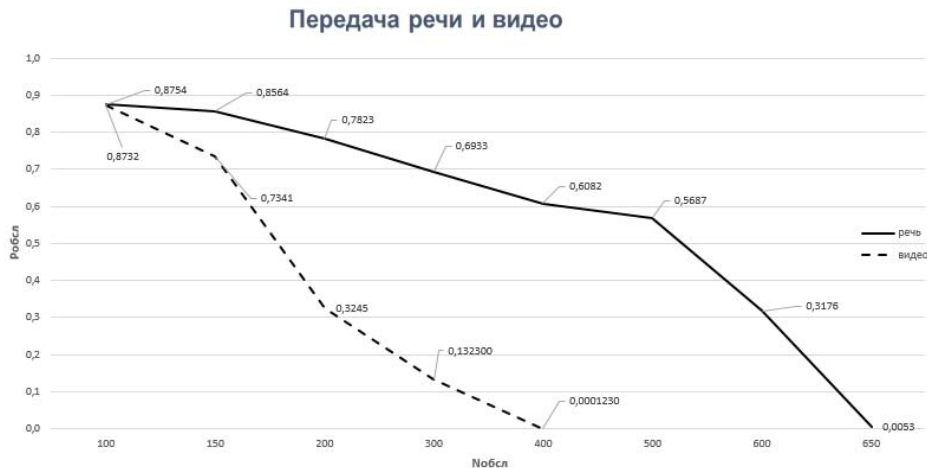


Рис. 3. Передача речи и видео до воздействия дестабилизирующих факторов

Последовательно выведем из строя маршрутизаторы на УС входящих и не входящих в маршрут доставки трафика между корреспондирующими узлами и оценим качество его обслуживания в зависимости от перераспределения трафика между остальными узлами в сети.

После выхода из строя маршрутизатора на УС x_2 , вероятность обслуживания заявок в направлении уменьшится, но незначительно так как маршрутизатор не участвует в передаче потока трафика между корреспондирующими узлами, а его нагрузка равномерно распределяется между остальными маршрутизаторами. При этом трафик в сети передается с требуемым качеством.

Выход из строя маршрутизатора на УС x_4 приводит к изменению таблицы маршрутизации и задействованию маршрутизатора УС x_{20} (рис. 4).



Рис. 4. Имитационная модель сети связи после воздействия дестабилизирующих факторов и выхода из строя маршрутизатора x_4

При выходе из строя маршрутизатора x_4 маршрут передачи будет включать в себя следующие маршрутизаторы $x_3, x_5, x_{17}, x_9, x_{13}, x_{15}, x_{16}$. Основной поток информации пойдет через маршрутизатор x_9 , что вызовет его перегрузку и как следствие снижение вероятности обслуживания.

Вероятность обслуживания речевого трафика до воздействия дестабилизирующих факторов и с произвольным, последовательным выходом из строя маршрутизаторов на УС x_2, x_4 и x_{14} представлена на рис. 5, а видео трафика на рис. 6.

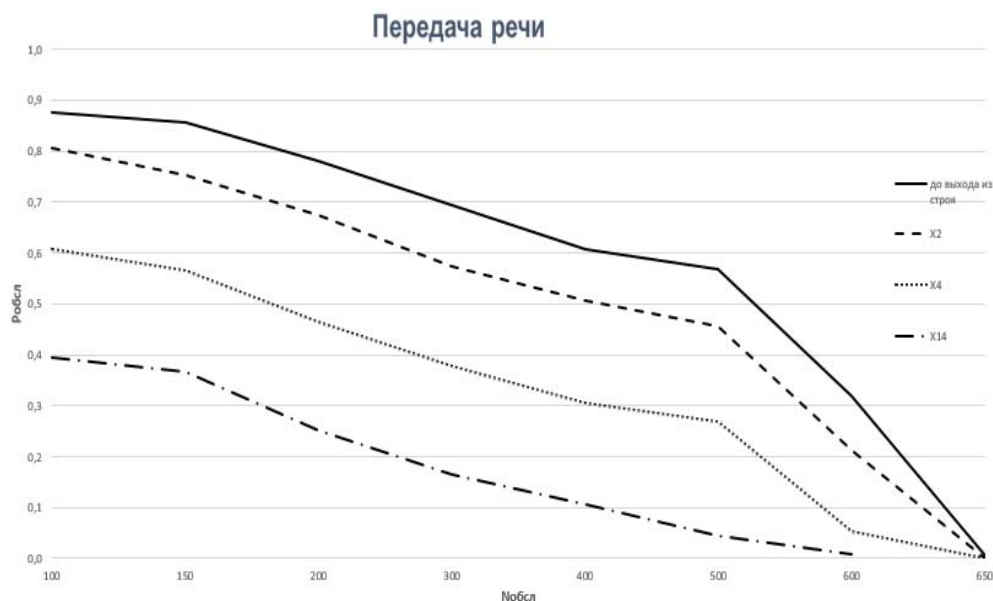


Рис. 5. Вероятность обслуживания речевого трафика

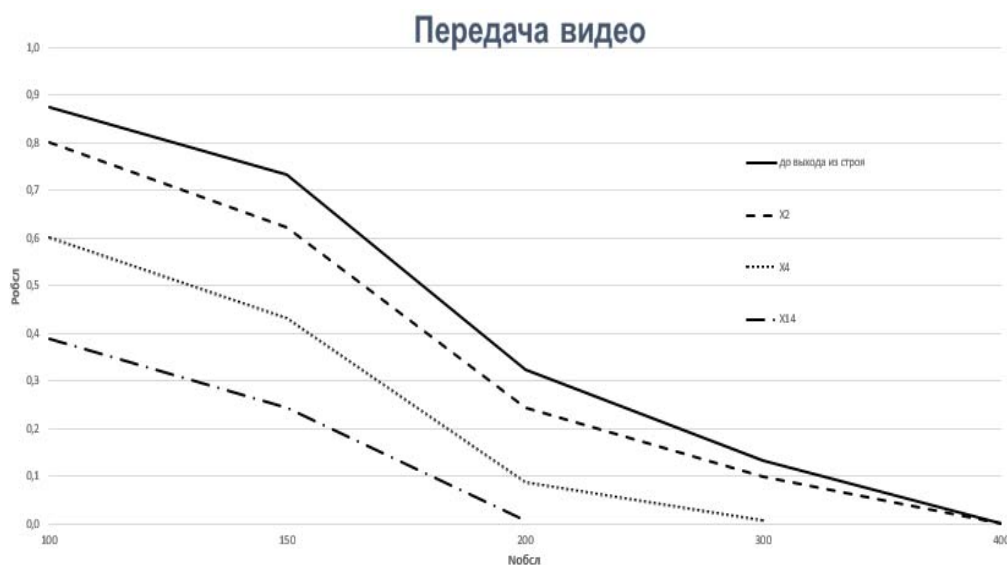


Рис. 6. Вероятность обслуживания видео трафика

Вывод

1. Результаты имитационного моделирования позволяют на этапе проектирования транспортной сети связи специального назначения оптимально разместить УС и линии связи между ними.

2. Результаты имитационного моделирования позволяют на этапе проектирования транспортной сети связи специального назначения оптимально разместить линии резервирования в первую очередь на отдельных направлениях между важными корреспондирующими узлами.

3. Результаты имитационного моделирования позволяют определить ширину и зону волнового поиска для заданных приоритетов, что в итоге позволит обеспечить требуемое качество обслуживания различного рода трафика.

Список используемых источников

1. Крук Б. И., Попантонопуло В. Н., Шувалов В. П. Телекоммуникационные системы и сети : учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии / Под ред. профессора В. П. Шувалова. Изд. 4-е, испр. и доп. М. : Горячая линия – Телеком, 2013. 620 с: ил.

2. Боев В. Д. Компьютерное моделирование : пособие для практических занятий в Any Logic. СПб. : ВАС, 2016. 432 с: ил.

УДК 004.057.4
ГРНТИ 49.33.01

**КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ ОБЪЕКТА
МОДУЛЬНОГО ТИПА, ОСНОВАННАЯ
НА ПОСТРОЕНИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА**

К. А. Грищенко, В. С. Курочка, С. А. Падишин, Н. М. Терешкин

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

Статья посвящена вопросам моделирования сетей связи. Развитие средств и способов моделирования даёт возможность проверять решения сетевых архитекторов без необходимости проведения макетирования, которое требует закупки оборудования, на котором планируется развёртывание сети. Современные средства моделирования, ранее доступные только ограниченному кругу крупных компаний, на сегодняшний момент доступны в свободное пользование.

В статье проведён сравнительный анализ средств моделирования доступных широкому кругу специалистов. Описана компьютерная модель информационно-телекоммуникационной сети, объекта модульного типа. Описаны применяемые для построения виртуальной лаборатории технологии.

инфокоммуникационная сеть, виртуальный эксперимент, виртуализация, компьютерное моделирование, эмуляция, цифровой двойник.

Имитационное моделирование в широком смысле определяет методологию исследований, в основу которых положен способ имитации реальных объектов и процессов.

Классический подход рассматривает имитационную модель информационно-телекоммуникационной сети в рамках применения математического аппарата теории массового обслуживания. Такой подход заключается в создании статической имитационной модели с математическим описанием алгоритмов работы каждого элемента. По результатам серий экспериментов, проводимых на модели, делают вывод о способности моделируемой системы обеспечивать заданные требования по передаче информации [1].

Создание модели информационно-телекоммуникационной сети, с последующей её многофакторной оценкой является сложнейшей задачей. Математический аппарат, который реализован в процессорах современных телекоммуникационных устройств, повторить в рамках статистической имитационной модели можно только в теории, на практике это сложнейшая задача [2].

В целях построения подобных многофакторных имитационных моделей пользуются современными средствами компьютерного моделирования. ГОСТ Р 57412-2017 «Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий» определяют понятие компьютерная модель (электронная модель) – модель, выполненная в компьютерной (вычислительной) среде и представляющая собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы сданными. ГОСТ Р 57721-2017 «Виртуальный эксперимент» определяет понятие **виртуального эксперимента** – эксперимент, основанный на технологиях мультимедиа, эмуляции, виртуализации и виртуальной реальности и др., способный полностью или частично заменить аналогичный традиционный натуральный эксперимент [3]. **Виртуальная среда** – форма имитационного моделирования, использующая средства визуализации для формирования наглядных копий моделируемых систем. **Виртуальная лаборатория** – открытая сетевая экспериментальная среда, основанная на технологиях телекоммуникаций и виртуальной реальности, состоящая из виртуальных стендов. **Виртуальный стенд** – лабораторный стенд, предназначенный для выполнения экспериментов в виртуальной среде. **Эмуляция** – комплекс программных, аппаратных средств или их сочетание, предназначенное для копирования функций одной вычислительной системы на другой, отличной от первой,

вычислительной системе таким образом, чтобы эмулированное поведение как можно ближе соответствовало поведению оригинальной системы [4].

Предварительным национальным стандартом Российской Федерации ПНСТ 429-2020 «Двойники цифровые производства» вводится термин **цифровая модель** (*digital model*) – информационная дискретная модель, сформированная для обработки на компьютере. И **цифровой двойник** (*digital twin*) – программно-аппаратный комплекс, реализующий комплексную динамическую модель для исследования [5].

На современном этапе для моделирования информационно-телекоммуникационных сетей применяются основанные на виртуализации программные средства. Модели, построенные при помощи таких средств, обладают наибольшим приближением к реальным телекоммуникационным сетям. Такие средства работают на технологиях виртуализации готовых решений производителей. Технологии позволяют в точности копировать существующие телекоммуникационные устройства с математическим обеспечением, реализующем стандартные и проприетарные протоколы реального устройства. Копия заключена в специально сформированный программный образ устройства, который можно свободно использовать при проведении моделирования. Одним из лидеров по частоте использования являются программные средства VIRT, GNS3 и EVE-NG.

Сравнительный анализ указанных выше средств компьютерного моделирования, в целом, показывает однотипность функций, однако существуют и различия в ограничениях при использовании каждого из продуктов.

В таблице проведён анализ наиболее современных средств моделирования основанных на технологии виртуализации.

ТАБЛИЦА. Сравнительный анализ средств моделирования

Параметр сравнения	VIRT	GNS3	EVE-NG	Описание функциональных возможностей
Условия использования образов операционных систем	+	+	+	VIRT лицензирован на использование Cisco IOS. GNS3 и EVE-NG поддерживают работу с образами, но не имеют лицензии, предполагается, что ответственность за использование несёт пользователь.
Поддержка Serial интерфейсов		+	+	VIRT не поддерживает Serial интерфейсы. GNS3 и EVE-NG имеют поддержку Serial интерфейсов.
Внеполосное управление (OOB Access)	+	+	+	VIRT, GNS3 и EVE-NG поддерживают OOB доступ к CLI. Однако в EVE-NG, не обязательно необходимо находиться на том же самом PC на котором запущена VM. Вы можете запустить VM EVE-NG на одном PC, а терминал Putty или SecureCRT на любом удаленном клиенте.

Параметр сравнения	VIRL	GNS3	EVE-NG	Описание функциональных возможностей
Предзагрузка готовых конфигураций.	+	+	+	GNS3 не поддерживает. VIRL – полная поддержка. EVE-NG частичная поддержка для IOL и Dynamips образов.
Многопользовательский функционал			+	EVE-NG поддерживает многопользовательский функционал. Подобный функционал ни в GNS3 ни в Cisco VIRL не поддерживается.
Стоимость		+	+	Cisco VIRL платное программное обеспечение. GNS3 и EVE-NG – бесплатные
Кроссплатформенность			+	EVE-NG организован по средствам Web-интерфейса, в GNS и Cisco VIRL нужно установить клиента
Графические возможности	+		+	GUI в EVE-NG поддерживает добавление своих изображений топологии. В GNS такая поддержка практически отсутствует.
Ограничения при использовании RAM памяти			+	В EVE-NG отсутствует ограничение по памяти RAM для QEMU. В GNS Windows ограничение 2Gb.

Сравнительный анализ определил в качестве средства построения модели ИТКС, объекта модульного типа программное обеспечение Eve-ng (*Emulated Virtual Environment – Next Generation*).

В целях реализации модели был спроектирован и реализован виртуальный стенд. На рис. 1 показана схема взаимодействия элементов виртуального стенда.

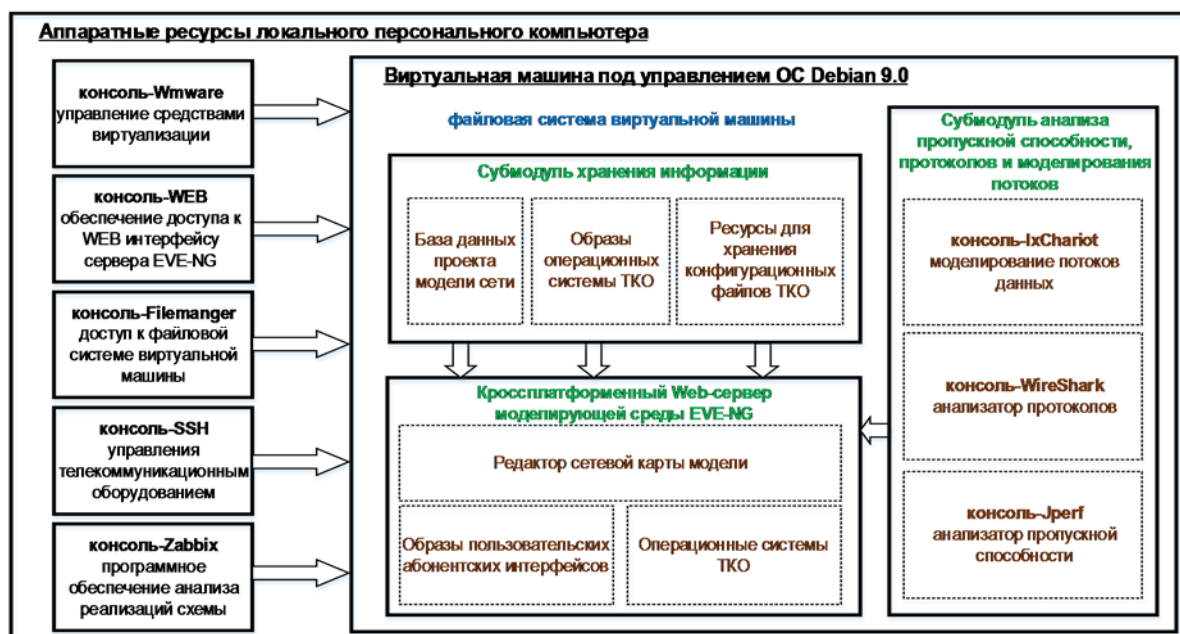


Рис. 1. Схема взаимодействия элементов виртуального стенда

Эмуляция информационно-телекоммуникационной сети, объекта модульного типа проводилась при помощи сочетания программных и аппаратных средств, которые в сочетании составили виртуальную лабораторию.

При помощи виртуальной лаборатории была реализована модель информационно-телекоммуникационной сети, объекта модульного типа, представленная на рис. 2.

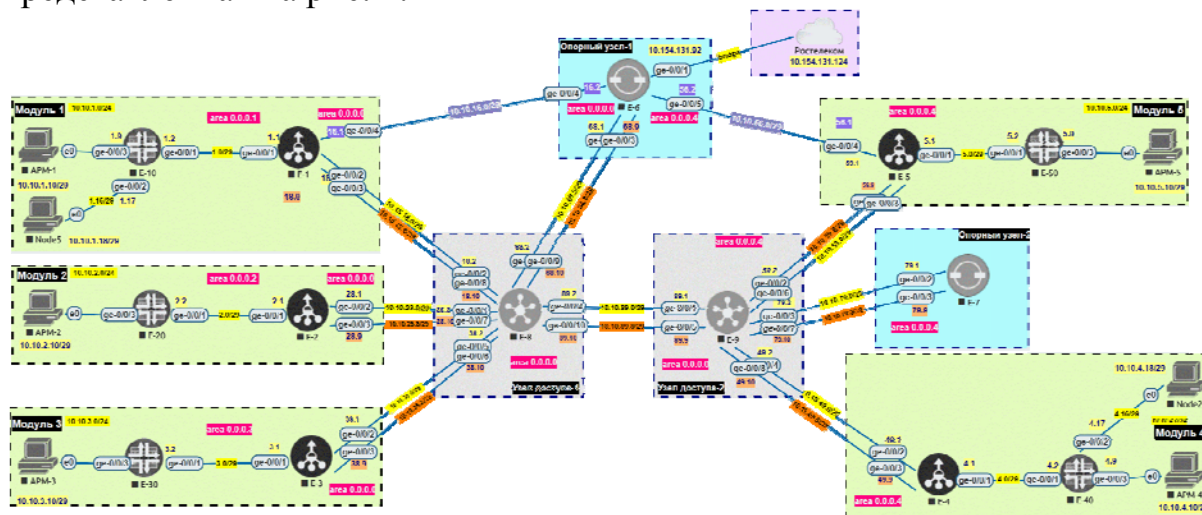


Рис. 2. Модель информационно-телекоммуникационной сети, объекта модульного типа

В целях проверки адекватности реализованной модели был проведён виртуальный эксперимент, аналогичный натурному, описанному в статье Падишина С. А., Грищенко К. А., Сазыкина А. М. «Повышение эффективности использования ресурса транспортной сети связи специального назначения за счет применения протоколов агрегирования и балансировки трафика на узлах коммутации», опубликованному в журнале «Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму». № 11 в 2019 году.

Тогда время переключения с основного маршрута на резервный было оценено в 3 (три) секунды. Схема модели была несколько усовершенствована, однако, время переключения при проведении виртуального эксперимента, практически сравнимо, с поправкой на усовершенствование схемы при моделировании. На рис. 2 приведены результаты замеров времени переключения, свидетельствующие о том, что во время отключения основного канала (обозначено белыми линиями), перестроение маршрутов осуществлялось за время, сравнимое с периодами фиксации изменения, которое было установлено в 3 секунды. Такое сравнение дает нам все основания судить об адекватности реализованной модели.

Реализованная посредством виртуальной лаборатории компьютерная модель информационно-телекоммуникационной сети объекта модульного типа, обладает необходимой адекватностью. Обеспечивает возможность проведения широкого спектра виртуальных экспериментов с целью оценки

таких параметров информационно-телекоммуникационной сети как устойчивость и оперативность.

Проведение экспериментов на сетях не требует закупки дорогостоящего оборудования и значительно сокращает время на развёртывание моделируемых телекоммуникационных сетей. Сценарии проведения экспериментов возможно менять в реальном масштабе времени.

Уход от классических математических моделей СМО к технологиям «цифровых двойников» позволит перейти к новой парадигме проектирования ИТКС посредством использования терминов и определений современной триады: «Виртуальные испытания», «Виртуальные стенды», «Виртуальные полигоны».

Список используемых источников

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы. Технологии, протоколы : учебник для вузов, 4-е изд. СПб. : Питер, 2010. 944 с.
2. Макаренко С. И. Время сходимости протоколов маршрутизации при отказах в сети // Системы управления, связи и безопасности. 2015. № 2. С. 45–98.
3. ГОСТ Р 57721-2017 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Эксперимент виртуальный».
4. ПНСТ 429-2020 Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 1.
5. ГОСТ Р 57412-2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий.

Статья представлена научным руководителем, преподавателем ВАС, кандидатом военных наук, доцентом С. А. Падишиным.

УДК 621.396
ГРНТИ 49.27.33

СПОСОБ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д. А. Журавлёв, Д. А. Загудаев, Ю. А. Семуков

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

Качество функционирования атмосферной оптической линии связи характеризуется рядом параметров к основным из которых относятся – коэффициент ее готовности, время и стабильность наведения. В полевых условиях время наведения приобретает еще большее значение, так как аппаратные и станции перемещаются

относительно часто, а их координаты не известны, либо имеют погрешность больше площади поверхности захвата системы наведения и стабилизации атмосферной оптической системы передачи. В статье представлен способ пространственной стабилизации АОСП специального назначения за счет увеличения диаграммы направленного действия оптической системы АОСП с учетом энергетического потенциала АОЛС.

атмосферная оптическая система передачи, диаграмма направленного действия, энергетический потенциал, погодные факторы.

Атмосферные оптические системы передачи (АОСП) широко применяются для решения различных задач [1, 2]. Показатели качества функционирования атмосферных оптических линий связи (АОЛС) во многом зависят от качества функционирования системы пространственной стабилизации (СПС) АОСП. Основной задачей СПС является первичное наведение и его поддержание в ходе эксплуатации АОЛС. На первичное наведение АОСП друг на друга, особенно в полевых условиях, требуется достаточное время, что обусловлено временем поиска корреспондента на местности и временем наведения оптической системы. Сократить время на первичное наведение АОСП можно за счет применения приемников ГЛОНАСС или GPS [3], и увеличения диаграммы направленного действия (ДНД) ее оптической части. Однако увеличение ДНД приводит к увеличению геометрического ослабления, а, следовательно, и к снижению энергетического потенциала АОЛС. Известно, что на энергетический потенциал АОЛС влияет не только геометрический фактор, но и погодные факторы, а также турбулентность атмосферы [4]. Таким образом возникает задача по расчету изменения ДНД АОСП для их первичного наведения друг на друга при использовании приемников ГЛОНАСС или GPS с учетом основных факторов, снижающих энергетический потенциал и оценке выигрыша по сокращению времени на наведение. Поставленная задача решается путем решения подзадач:

- расчет значений угла места $\beta_{\text{АОСП}}$ и истинного азимута $A_{\text{и АОСП}}$ с учетом точности определения координат приемником ГЛОНАСС или GPS и удаленности АОСП друг от друга;
- расчет площади сканирования СПС АОСП.
- расчет дальности АОЛС с учетом увеличения ДНД СПС АОСП и влияния атмосферных факторов.
- выбор алгоритма наведения СПС АОСП.

Графическая постановка задачи представлена на рис. 1 (см. ниже).

Решение первой задачи подробно расписано в [3]. С учетом ошибки определения координат приемником ГЛОНАСС или GPS в 3 м, радиус площади сканирования равен аналогичному значению. Наведение АОСП можно осуществить технически, изменяя ДНД с 0,1 до 1,36 мрад. При этом изменение энергетического потенциала АОЛС с учетом только ослабления

вызванного геометрическим фактором представлен на рис. 2. При увеличении ДНД с 0,1 до 1,36 мрад для дальности связи аппаратуры ARTOLINK модели M1-GE-L в 4,4 км [5] энергетический потенциал изменится с 23,46 до 0,79 дБ и это без учета погодных факторов.

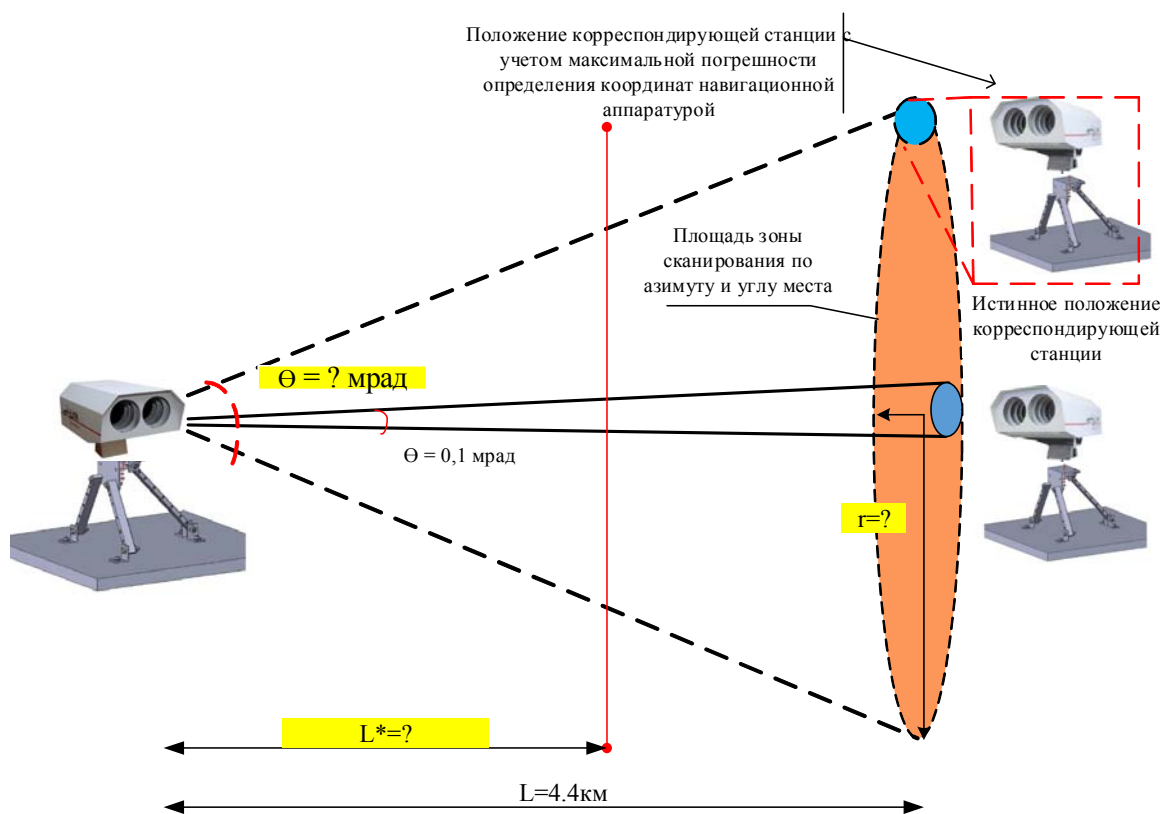


Рис. 1. Постановка задачи расчета наклонной дальности, угла расхождения, радиуса сканирования АОЛС

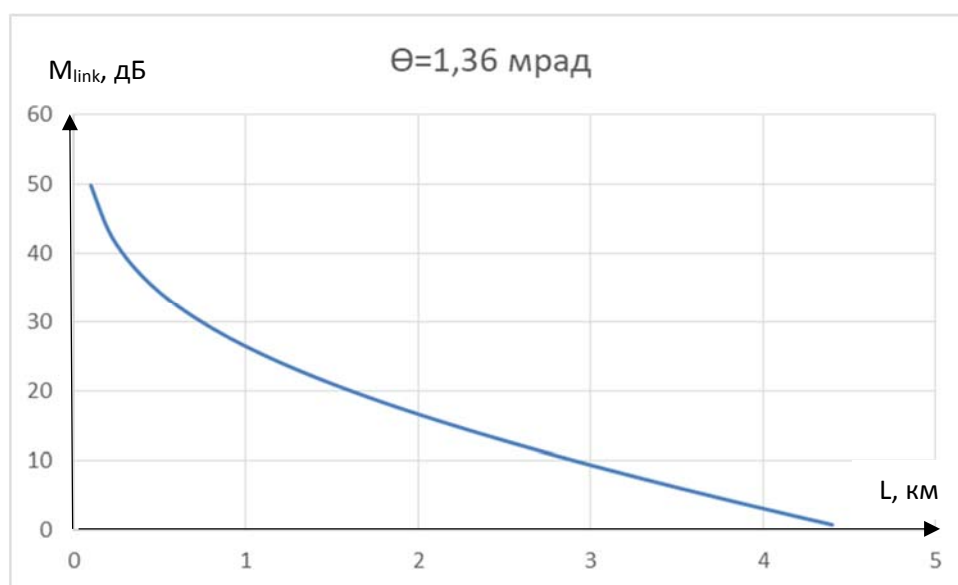


Рис. 2. Снижение энергетического потенциала АОЛС при увеличении ДНД за счет геометрического фактора

Учет влияния погодных факторов на АОЛС является неотъемлемой частью в ее планировании. На рис. 3 представлена зависимость энергетического потенциала АОЛС от ее длины в различных погодных условиях.

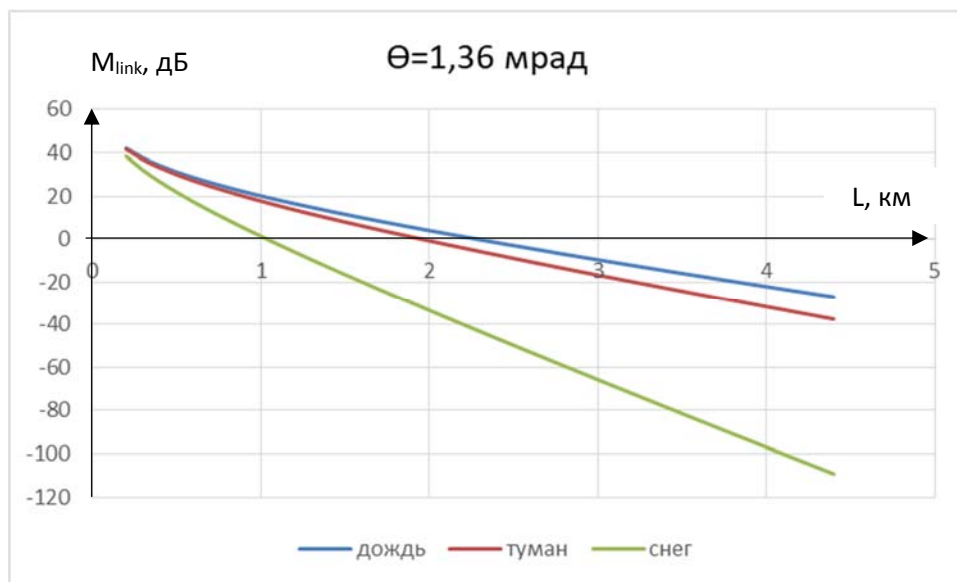


Рис. 3. Значение энергетического потенциала АОЛС при воздействии различных погодных факторов при $\Theta = 1,36$ мрад

При ДНД $\Theta = 1,36$ мрад первичное наведение и требуемый коэффициент готовности АОЛС будет обеспечен при ее дальности в условиях дождя до 2,2 км, в условиях тумана до 1,9 км, в условиях снегопада до 1 км. Исходя из полученных данных наведение СПС АОСП может быть осуществлены только за счет расширения ДНД. Для увеличения дальности АОЛС ДНД может быть уменьшена, при этом для первичного наведения необходимо использовать один из известных алгоритмов [6], при этом увеличится время наведения. На рис. 4 (см. ниже) представлена зависимость энергетического потенциала от длины линии передачи в различных погодных условиях при ДНД $\Theta = 0,1$ мрад.

При ДНД $\Theta = 0,1$ мрад первичное наведение и требуемый коэффициент готовности АОЛС будет обеспечен при ее дальности до до 4 км, в условиях тумана до 3,3 км, в условиях снегопада до 1,6 км.

Рассмотрим три способа обнаружения приемника корреспондирующей станции.

Первый способ – увеличение ДНД до 1,36 мрад приводит к увеличению площадь поверхности луча передачи на дальности 4,4 км в 136,778 м² и сокращению времени первичного наведения, которое составит около 8 сек. Однако энергетический потенциал АОЛС уменьшится на 22,5 дБ и будет составлять 0,79 дБ, что либо, уменьшит ее длину (см. рис. 3), либо коэффициент ее готовности.

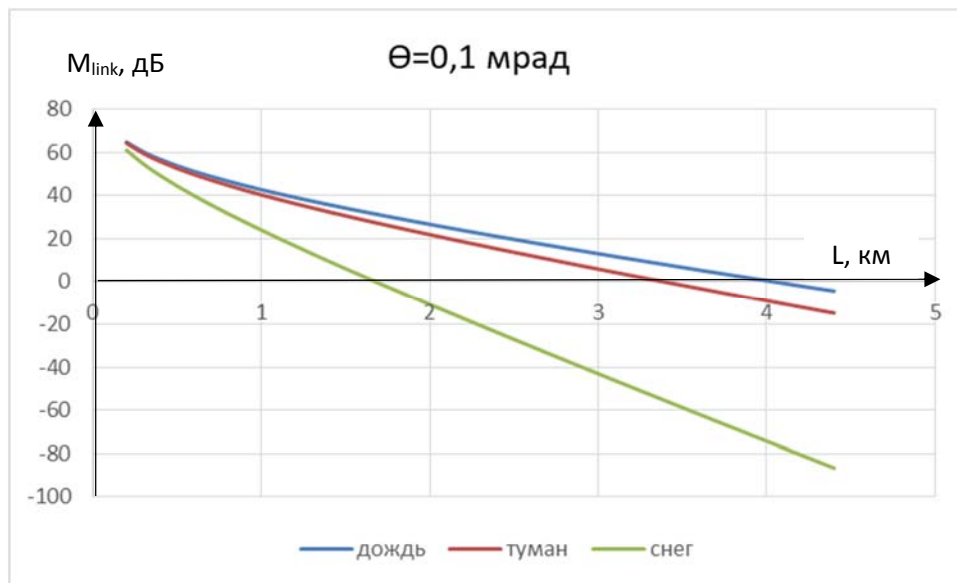


Рис. 4. Значение энергетического потенциала АОЛС в неблагоприятных погодных условиях при $\Theta = 0,1$ мрад

Второй способ – поиск по принципу «змейки». При ДНД в $0,1$ мрад СПС АОСП последовательно перемещает оптическую часть по горизонтали и вертикали до обнаружения приемопередатчика корреспондирующей станции. На противоположном конце формируется пятно площадью $0,152 \text{ м}^2$, а АОЛС обладает энергетическим потенциалом $23,46 \text{ дБ}$, что в большинстве случаев позволит ее эксплуатировать с требуемым коэффициентом готовности, однако время первичного наведения составит порядка 240 сек .

Третий способ – комбинированный. Он представляет собой совместное использование первого и второго способа. Например, ДНД меняется на время первичного поиска с $0,1$ до $0,5$ мрад что позволит увеличить площадь луча на приемной стороне и сократить время для первичного наведения по принципу «змейки» до 180 сек .

Таким образом, использование в способе пространственной стабилизации атмосферной оптической системы передачи специального назначения технических решений в виде приемника ГЛОНАСС или GPS для определения координат и увеличения ДНД оптической части, совместно с комбинированным способом первичного наведения позволяют сократить время наведения до 180 сек при требуемом энергетическом потенциале АОЛС, а, следовательно, на заявленной ТТХ аппаратуры дальности.

Список используемых источников

1. Дунаев К. В., Журавлёв Д. А., Муравцов А. А. Оценка вариантов применения АОЛС в сетях связи специального назначения // 72-я региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая весна – 2018» : сб. науч. ст. в 2-х т. Т. 1. СПб. : СПбГУТ, 2018. С. 388–391.

2. Журавлёв Д. А., Загудаев Д. А., Семуков Ю. А. Оценка энергетического потенциала атмосферной оптической линии связи для повышения точности наведения приемопередатчиков // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 4. С. 146–151.

3. Журавлёв Д. А., Левин А. В., Прасько Г. А. Определение области сканирования для первичного наведения приемопередатчиков атмосферных оптических систем передачи при использовании GPS приемников // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 4. С. 156–161.

4. Рекомендация МСЭ-R P.1814. Методы прогнозирования, требуемые для разработки наземных оптических линий для связи в свободном пространстве, 2007 г.

5. Аппаратура атмосферной оптической линии передачи данных Artolink M1-GE-L Руководство по эксплуатации. ЗАО «МОСТКОМ».

6. Журавлёв Д. А., Левин А. В., Соколов А. С. Влияние энергетического потенциала на размер области сканирования при первичном наведении приемопередатчиков атмосферных оптических систем передачи // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 4. С. 162–165.

УДК 621.396.4
ГРНТИ 49.33.29

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАДИАЛЬНОЙ ИЛИ КОЛЬЦЕВОЙ ТИПОВОЙ СТРУКТУРЫ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПОСТРОЕНИЮ МЕСТНЫХ ПЕРВИЧНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ И СЕТЕЙ ДОСТУПА

Д. А. Журавлёв¹, А. Н. Зюзин¹, С. А. Ясинский²

¹Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

²Ленинградское отделение Центрального научно-исследовательского института связи

В статье приводятся математические выражения, определяющие относительные коэффициенты эффективности, для обоснования выбора радиальной или кольцевой типовой структуры применительно к построению кабельных местных (сельских и городских) первичных сетей связи и сетей доступа телекоммуникационных систем общего пользования и специального назначения.

структура, первичная сеть связи, коэффициент эффективности.

Введение

Для построения кабельных местных (сельских и городских) первичных сетей связи (МПСС) и сетей доступа телекоммуникационных систем общего пользования и специального назначения проведен сравнительный анализ радиальных и кольцевых типовых структур (РТС и КТС) с равным количеством узлов связи по максимуму структурной живучести и минимуму суммарной длины кабелей. При этом за основу была взята модель из теории графов, в которой заданы: $A = \{a_i; i = \overline{1, N}\}$ – множество вершин графа (узлов связи) и множество ребер графа (линий связи). По результатам этого сравнительного анализа по максимуму структурной живучести получены следующие выводы [1]: при наличии в базовых типовых структурах (ТС) от 5-ти до 9-ти вершин трудно отдать предпочтение в выборе между РТС и КТС; при $N \leq 5$ предпочтительней в выборе РТС, а при $N \geq 10$ – кольцевая структура.

1 Математические выражения для обоснования выбора равнозначного по относительным коэффициентам эффективности количества узлов связи в РТС и КТС

Для сравнительного анализа реально развертываемых МПСС на основе РТС и КТС с использованием волоконно-оптического кабеля (ВОК) были предложены следующие выражения по определению двух относительных коэффициентов эффективности (ОКЭ) для конкретного количества УС, из допустимого диапазона от 6-ти до 9-ти [2]:

для радиальной типовой структуры

$$K_{\text{рад}}(N=6) = 3,96K_{\text{кр}} / N; \quad (1)$$

$$K_{\text{рад}}(N=7) = 5,39K_{\text{кр}} / N; \quad (2)$$

$$K_{\text{рад}}(N=8) = 7,04K_{\text{кр}} / N; \quad (3)$$

$$K_{\text{рад}}(N=9) = 8,91K_{\text{кр}} / N. \quad (4)$$

для кольцевой типовой структуры

$$K_{\text{кол}}(N) = 0,11N / K_{\text{кр}}, \quad (5)$$

где $K_{\text{кр}}$ – поправка на кривизну ребер при прокладке линий связи.

2 Обоснование выбора РТС или КТС по относительным коэффициентам эффективности

Сравнительный анализ двух ТС по ОКЭ с использованием (1), ..., (5) целесообразно начинать с минимально возможного числа узлов в сети связи

($N = 3$), как нижней границы относительной эффективности. Верхняя граница для N неизвестна и может быть определена после проведения вычислений значений ОКЭ для КТС, одна из которых окажется примерно равной относительной эффективности изначальной РТС, при $N = 3$. Расчеты ОКЭ будем проводить для двух случаев, когда: $K_{кр} = 1,0$ – отсутствует поправка на кривизну ребер; $K_{кр} = 1,1$ – поправка на кривизну ребер составляет худшее на практике прокладки ВОК значение в 10 %.

Результаты расчетов по формулам (1), ..., (5) с точностью до третьего знака после запятой, при $N \geq 3$ и $K_{кр} = 1,0$, приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Результаты расчетов при $K_{кр} = 1,0$

N	$K_{рад}(N=6)$	$K_{рад}(N=7)$	$K_{рад}(N=8)$	$K_{рад}(N=9)$	$K_{кол}(N)$
3	1,320	1,796	2,346	2,970	0,33
4	0,990	1,347	1,760	2,227	0,44
5	0,792	1,078	1,408	1,782	0,55
6	0,66	0,898	1,173	1,485	0,66
7	0,565	0,77	1,006	1,273	0,77
8	0,495	0,673	0,88	1,114	0,88
9	0,440	0,599	0,782	0,99	0,99
10	0,396	0,539	0,704	0,891	1,10
11	0,360	0,490	0,640	0,810	1,21
12	0,330	0,449	0,586	0,742	1,32
13		0,415	0,541	0,685	1,43
14		0,385	0,503	0,636	1,54
15		0,359	0,469	0,594	1,65
16		0,336	0,440	0,557	1,76
17			0,414	0,524	1,87
18			0,391	0,495	1,98
19			0,371	0,469	2,09
20			0,352	0,445	2,20
21			0,335	0,424	2,31
22				0,405	2,42
23				0,387	2,53
24				0,371	2,64
25				0,356	2,75
26				0,343	2,86
27				0,330	2,97

В результате сравнительного анализа данных из таблице 1 видно, что приведенные результаты расчетов ограничены наибольшим числом УС (верхняя граница) из-за равенства ОКЭ для РТС и КТС следующим образом:

для $K_{\text{рад}(N=6)}$ – числом $N = 12$, где $K_{\text{кол}}(3) = K_{\text{рад}}(12) = 0,33$;

для $K_{\text{рад}(N=7)}$ – числом $N = 16$, где $K_{\text{кол}}(3) \approx K_{\text{рад}}(16) = 0,336 \approx 0,33$;

для $K_{\text{рад}(N=8)}$ – числом $N = 21$, где $K_{\text{кол}}(3) \approx K_{\text{рад}}(21) = 0,335 \approx 0,33$;

для $K_{\text{рад}(N=9)}$ – числом $N = 27$, где $K_{\text{кол}}(3) = K_{\text{рад}}(27) = 0,33$.

Жирным шрифтом в таблице 1 выделены равновеликие значения ОКЭ (со сдвигом на 0,1 относительно друг к другу) для РТС и КТС:

для $K_{\text{рад}(N=6)}$ – получено $K_{\text{кол}}(6) = K_{\text{рад}}(6) = 0,66$;

для $K_{\text{рад}(N=7)}$ – получено $K_{\text{кол}}(7) = K_{\text{рад}}(7) = 0,77$;

для $K_{\text{рад}(N=8)}$ – получено $K_{\text{кол}}(8) = K_{\text{рад}}(8) = 0,88$;

для $K_{\text{рад}(N=9)}$ – получено $K_{\text{кол}}(9) = K_{\text{рад}}(9) = 0,99$.

Результаты расчетов по формулам (1), ..., (5) с точностью до третьего знака после запятой при $K_{\text{кр}} = 1,1$, приведены в таблице 2.

По результатам сравнительного анализа данных в таблице 2 (см. ниже), при $K_{\text{кр}} = 1,1$, можно сделать следующие выводы:

для $K_{\text{рад}(N=6)}$ – числом $N = 15$, где $K_{\text{кол}}(3) \approx K_{\text{рад}}(15) = 0,291 \approx 0,3$;

для $K_{\text{рад}(N=7)}$ – числом $N = 20$, где $K_{\text{кол}}(3) \approx K_{\text{рад}}(20) = 0,296 \approx 0,3$;

для $K_{\text{рад}(N=8)}$ – числом $N = 26$, где $K_{\text{кол}}(3) \approx K_{\text{рад}}(26) = 0,298 \approx 0,3$;

для $K_{\text{рад}(N=9)}$ – числом $N = 33$, где $K_{\text{кол}}(3) \approx K_{\text{рад}}(33) = 0,297 \approx 0,3$.

Заключение

В результате уточнения математических выражений, определяющих относительные коэффициенты эффективности, для обоснования выбора радиальной или кольцевой типовой структуры применительно к построению кабельной местной (сельской, городской) первичной сети связи или сети доступа, получены четыре возможных варианта наиболее предпочтительного выбора количества узлов связи в рамках допустимого диапазона от 6-ти до 9-ти. Полученные результаты исследований предлагается использовать

для разработки методик и алгоритмов синтеза кабельных МПСС и сетей доступа телекоммуникационных систем общего пользования и специального назначения на основе обоснованного выбора наиболее предпочтительных РТС и (или) КТС, после определения двух ОКЭ для конкретного количества УС из допустимого диапазона от 6-ти до 9-ти.

ТАБЛИЦА 2. Результаты расчетов при $K_{кр} = 1,1$

N	$K_{рад}(N=6)$	$K_{рад}(N=7)$	$K_{рад}(N=8)$	$K_{рад}(N=9)$	$K_{кол}(N)$
3	1,452	1,976	2,581	3,267	0,3
4	1,089	1,482	1,936	2,450	0,4
5	0,871	1,186	1,549	1,960	0,5
6	0,726	0,988	1,291	1,633	0,6
7	0,622	0,847	1,106	1,400	0,7
8	0,544	0,741	0,968	1,225	0,8
9	0,484	0,659	0,860	1,089	0,9
10	0,435	0,593	0,774	0,980	1,0
11	0,396	0,539	0,704	0,891	1,1
12	0,363	0,494	0,645	0,817	1,2
13	0,335	0,456	0,596	0,754	1,3
14	0,311	0,423	0,553	0,700	1,4
15	0,291	0,395	0,516	0,653	1,5
16		0,371	0,484	0,613	1,6
17		0,349	0,456	0,577	1,7
18		0,329	0,430	0,544	1,8
19		0,312	0,408	0,516	1,9
20		0,296	0,387	0,490	2,0
21			0,369	0,467	2,1
22			0,352	0,445	2,2
23			0,337	0,426	2,3
24			0,323	0,408	2,4
25			0,310	0,392	2,5
26			0,298	0,377	2,6
27				0,363	2,7
28				0,350	2,8
29				0,338	2,9
30				0,327	3,0
31				0,316	3,1
32				0,306	3,2
33				0,297	3,3

Список используемых источников

1. Ясинский С. А. Анализ структурной живучести кольцевой локальной сети // Вторая всесоюзная конференция по информационным системам множественного доступа : тезисы докладов, ч. 2. Минск : БелНИИТИ, 1991. С. 142–145.
2. Ясинский С. А. Сравнительный анализ базовых типовых структур для построения кабельных локальных вычислительных, телекоммуникационных сетей и сетей доступа // *Информация и Космос*. 2020. № 4. С. 32–38.

УДК 621.396
ГРНТИ 49.27.33

РАСКРАСКА ГРАФА МАРШРУТОВ ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ ДЛИН ВОЛН В ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ СО СПЕКТРАЛЬНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ

Д. А. Журавлёв¹, А. Н. Зюзин¹, С. А. Ясинский²

¹Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

²Ленинградское отделение Центрального научно-исследовательского института связи

В статье описываются особенности использования метода раскраски графа при решении подзадачи назначения длин волн составных спектральных каналов в транспортных сетях связи со спектральным уплотнением.

телекоммуникационная система, транспортная сеть связи, спектральное уплотнение каналов, выбор путей и назначение длин волн, раскраска графа.

Введение

Повсеместная цифровизация жизни современного человека увеличивает объёмы потребляемой обществом информации. Для этого требуются высокопроизводительные современные телекоммуникационные системы. При этом, пропускная способность и устойчивость этих систем полностью зависят от текущих возможностей и потенциала наращивания транспортных сетей (ТС) связи.

Технология спектрального уплотнения (разделения) каналов (СУК) – Wavelength Division Multiplexing [1, 2] уже давно используется на ТС как наиболее простое и очевидное средство увеличения пропускной способности волоконно-оптических линий связи. Основная идея технологии СУК заключается в объединении и передаче на разных участках спектра оптического диапазона высокоскоростных информационных потоков. Таким

образом, суммарная потенциальная пропускная способность ТС с использованием СУК будет зависеть от количества спектральных каналов системы передачи с СУК.

Вместе с активным внедрением систем передачи СУК, возникает новый вид конечного ресурса на ТС – это ресурс спектральных каналов или длин волн, которым нужно эффективно пользоваться.

Таким образом, возникает важная и интересная оптимизационная задача – задача оптимального выбора маршрутов (путей) и назначения длин волн (ВМНДВ). Эта задача в англоязычной литературе получила название *Routing and Wavelength Assignment (RWA)* [3, 4].

Подходы к решению задачи выбора маршрутов и назначения длин волн

Задача ВМНДВ для ТС с СУК состоит в поиске множества маршрутов между корреспондирующими парами узлов (КПУ) ТС и последующем назначении этим маршрутам длин волн таким образом, чтобы обеспечить возможность организации максимального количества соединений между КПУ ТС. При этом, необходимо учитывать ряд ограничений, связанных с техническими возможностями систем передачи и коммутации на ТС с СУК, физической природой распространения оптического сигнала и необходимостью резервирования передаваемых информационных потоков [2].

Оптимизационная задача ВМНДВ в ТС с СУК состоит из подзадачи выбора маршрутов составления спектральных каналов и подзадачи рационального назначения длин волн для каждого маршрута. При этом целесообразно вносить дополнительные оптимизационные условия: минимум расстояния, минимум промежуточных узлов на маршруте, наличия или отсутствия свободных длин волн на участке или минимальное количество преобразований длин волн на узлах коммутации [5].

Составной спектральный канал (ССК) (*lightpath*) – это основной вид канала передачи в ТС с СУК, под которым понимают выделенный на каждом участке сети ресурс длин волн для связи между двумя КПУ [2].

Подзадачу поиска множества маршрутов между КПУ решают различными известными методами или их производными, где чаще всего в качестве главного критерия выбирается наименьшая протяженность маршрута.

Вторая подзадача ВМНДВ на ТС с СУК заключается в рациональном назначении длин волн для каждого ССК на всех участках сети. Для этого возможно использовать различные известные алгоритмы распределения: методы случайного выбора (*Random, R*), выбора «первого попавшейся» (*First-Fit, FF*), выбора наиболее загруженной (*Most-used, MU*) длины волны и выбора наименее (*Least Loaded, LL*) загруженной длины волны на участке ТС с СУК. Однако, наиболее рациональным с математической точки зрения являются алгоритмы распределения, основанные на ре-

шении задачи «раскраски графа» (*Graph coloring*). Использование алгоритмов «раскраски графов» при распределении длин волн позволяет также выявить хроматическое число графа маршрутов, которое соответствует минимальному количеству длин волн необходимому для сборки всех ССК на участке ТС с СУК.

Особенности решения подзадачи назначения длин волн с использованием алгоритма раскраски графа

Физический смысл использования алгоритмов раскраски графа при распределении (назначении) длин волн заключается определении зависимых и независимых подграфов для графа маршрутов ССК $G_c = \{A_c, B_c\}$. Для маршрутов (вершин графа $G_c = \{A_c, B_c\}$) составляющих независимые подграфы возможно назначать одинаковые длины волн реализуя оптимизационную задачу распределения (назначения) длин волн для ССК на участке ТС с СУК. Важно отметить, что для начала работы алгоритма раскраски графа необходимо построить специальный граф маршрутов ССК $G_c = \{A_c, B_c\}$, где все маршруты ССК становятся вершинами графа $A_c = \{a_i; i = \overline{1, R}\}$ с общим количеством R , а ребра $B_c = \{b_{ij}; i, j = \overline{1, R}; i \neq j\}$ между вершинами графа строятся в случае хотя бы одного совпадения ребер графа $G = \{A, B\}$ на маршрутах ССК между собой.

Полученный граф маршрутов ССК $G_c = \{A_c, B_c\}$ «раскрашивают» или назначают каждой вершине графа (маршрута ССК) натуральное число (цвет) так, что для двух любых инцидентных вершин $a_i, a_{i+1} \in B$ – это число было разным. В настоящий момент известны различные методы решения этого типа задач, как эвристические, так и точные. Они основываются на комбинаторных алгоритмах полного перебора, жадных алгоритмах и алгоритмах с использованием битовых операций с матрицами. Самыми быстроедействующими признаются алгоритмы, основанные на битовых операциях [6].

Математическая формулировка подзадачи назначения длин волн выглядит следующим образом: для построенного графа маршрутов ССК $G_c = \{A_c, B_c\}$ определить S – минимальное количество цветов. При этом, формируется функция раскраски – $S\{A_c\}$, которая ставит в соответствие каждой вершине графа $G_c = \{A_c, B_c\}$ натуральное число (цвет). В случае реализации на основе битовых операций задача формулируется как:

$$S\{A_i\} \rightarrow \min, \quad i \in A_c$$

$$S(A_i) \neq S(A_j), \quad A_i, A_j \in B_{ij}$$

$$\sum_{s=1}^S \xi_{is} = 1, \quad i \in A_c$$

где $\xi_{is} = \begin{cases} 1, & \text{если вершине } i \text{ назначен цвет } s; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$

Эту задачу можно решить, совместив «жадный» алгоритм и битовые операции [6]. В этом случае алгоритм будет состоять из последовательных действий (операций) над матрицей смежности графа маршрутов ССК $G_c = \{A_c, B_c\}$.

Порядок работы с матрицей смежности следующий:

1. Начиная с первой строки матрицы смежности производится поиск нулевого элемента – первой несмежной неокрашенной вершины графа $G_c = \{A_c, B_c\}$.

2. Далее производится процедура «стягивания вершин» – процедура дизъюнкции рассматриваемой строки и строки, соответствующей первой несмежной неокрашенной вершине графа $G_c = \{A_c, B_c\}$. Номера сложенных строк формируют первое натуральное число – первую цветовую группу.

3. Над результирующей строкой проводится операция «стягивания» вершин до тех пор, пока не останется нулевых элементов в результирующей строке.

4. Затем выбирается следующая по порядку строка матрицы смежности, не вошедшая в выбранные цветовые группы, а операции 1-4 повторяются.

5. Работа алгоритма заканчивается после того, как все строки матрицы смежности распределены по числовым (цветовым) группам.

Результатом выполнения операций над матрицей смежности графа маршрутов ССК $G_c = \{A_c, B_c\}$ будет:

1. Хроматическое число для графа маршрутов ССК т. е. минимальное количество «цветов», которым возможно раскрасить граф $G_c = \{A_c, B_c\}$.

2. Порядок распределения цвета между вершинами. Например: цвет № 1 – вершина «0» и вершина «2», цвет № 2 – вершина «1» и вершина «3» и т. д.

В тоже время, для подзадачи назначения длин волн ССК результаты решения можно интерпретировать следующим образом:

1. Определение минимального количества длин волн для фрагмента сети.

2. Порядок распределения длин волн между маршрутами на фрагменте сети.

Таким образом, результатом решения задачи назначения длин волн станет распределение длин волн для всех ССК на участке сети либо вывод о нехватке имеющегося количества длин волн для составления требуемого количества ССК.

Заключение

В статье рассмотрены особенности решения подзадачи назначения длин волн на ТС с СУК с учетом использования алгоритма раскраски графа. При этом предложен порядок формирования графа маршрутов ССК, который в дальнейшем используется при раскраске. В дальнейшем предлагается использовать рассмотренный подход для решения подзадачи назначения длин волн в процессе проектирования, эксплуатации и последующей модернизации фрагментов ТС с СУК.

Список используемых источников

1. Грязев А. Н., Ясинский С. А., Зюзин А. Н. Методы развития транспортных сетей связи для цифровой экономики РФ // Вестник связи. 2018. № 2. С. 19–22.
2. Ефимов В. В., Ясинский С. А., Зюзин А. Н., Горбач А. Н. Подход к выбору маршрутов и назначению длин волн в транспортных сетях со спектральным уплотнением на основе волнового алгоритма // Электросвязь. 2017. № 7. С. 28–30.
3. Ramesh G., Sundaravadivelu S. Reliable Routing and Wavelength Assignment for Optical WDM Networks // European Journal of Scientific Research. 2010. V. 48. № 1. PP. 85–96.
4. Leonardi E., Mellia M., Marsan M. A. Algorithms for the logical topology design in WDM all-optical networks // Optical Networks. 2000. V. 1. PP. 35–46.
5. Ясинский С. А., Зюзин А. Н. Особенности решения задачи выбора путей и назначения длин волн в транспортных сетях телекоммуникационных систем со спектральным уплотнением // Информация и космос. 2019. № 3. С. 32–38.
6. Бацын М. В., Комоско Л. Ф. Быстрый алгоритм для решения задачи о раскраске графа с использованием битовых операций // Труды 38-й конференции «Информационные технологии и системы – 2014». Н. Новгород : ИППИ РАН, 2014. С. 432–438.

УДК 621.396
ГРНТИ 49.27.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА АТМОСФЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

Д. А. Журавлёв, Н. С. Скляр, Ю. Д. Фатин

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

Энергетический потенциал атмосферной оптической линии связи влияет на качество ее функционирования. Зачастую возникает задача по расчету энергетического потенциала линии для определения дистанции связи при требуемом коэффициенте ее готовности. В статье представлена программа по расчету энергетического потенциала атмосферной оптической линии связи, которая учитывает, как параметры приемопередающего оборудования, так и воздействие погодных факторов и турбулентности атмосферы.

атмосферная оптическая линия связи, энергетический потенциал, коэффициент готовности, погодные факторы.

Атмосферные оптические системы передачи (АОЛП) применяются на сетях связи для построения атмосферных оптических линий связи (АОЛС) и обеспечения высокоскоростной связи между пространственно-разнесенными объектами. Основные преимущества АОЛС позволяет рассматривать вопрос их применения в сетях связи специального назначения [1]. Однако при проектировании АОЛС необходимо учитывать коэффициент ее готовности, напрямую зависящего от энергетического потенциала линии. В свою очередь на энергетический потенциал АОЛС влияют физико-географические факторы в виде дождя, снега, тумана и турбулентности атмосферы. Ускорить процесс предварительной оценки энергетического потенциала АОЛС можно за счет использования программного обеспечения, которое учитывает параметры приемопередающего оборудования АОСП и параметры погодных факторов и турбулентности атмосферы.

На рис. 1 представлено меню программного обеспечения для расчета энергетического потенциала атмосферной оптической линии связи «Расчет энергетического потенциала АОЛС – Спирит v.1» [2].

В качестве математического аппарата, лежащего в основе программного обеспечения, выступают Рекомендации МСЭ-R P.1814. «Методы прогнозирования, требуемые для разработки наземных оптических линий для связи в свободном пространстве» 2007 г.

Расчет энергетического потенциала АОЛС - Спирит v.1

Суммарная мощность излучателя (дБм) 4

Чувствительность приемника (дБм) -20

Потери в системе (дБ) 1,00

Расстояние между излучателем и приемником (км) 4,00

Ослабление в условиях чистого воздуха (дБ/км) 1,00

Длина волны (нм) 1550,00

Геометрическое ослабление (дБ)

Поверхность захвата приемника (м2) 0,06

Угол расхождения луча (мрад) 0,01

Расчитанное значение = -16,7916161098247

Ослабление

туман дождь снег

Ослабление в тумане (дБ/км)

Видимость (км) 4,00

Расчитанное значение = 0,37364163497731

Влияние мерцания

Турбулентность Слабая Умеренная Высокая

Волна оптическая миллиметровая

Энергетический потенциал АОЛС (дБ) = 20,5

Расчет

Рис. 1. Внешний вид меню

При расчёте атмосферных оптических линий (FSO) связи необходимо учитывать несколько явлений: потери на поглощение и турбулентность атмосферы, климатические условия и местные эффекты, протяженность и неточность установки линии. Все эти явления влияют на ключевой параметр – энергетический потенциал линии M_l , который представляет собой доступную мощность, превышающую чувствительность приемника. Расчет энергетического потенциала осуществляется по формуле

$$M_l = P_e - S_r - A_g - A_a - A_{sc},$$

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 [3].

Геометрическое ослабление вычисляется по формуле:

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

где S_c – поверхность захвата приемника (м^2), S_d – площадь поверхности луча передачи на расстояние d , которая аппроксимируется формулой $S_d = \frac{\pi}{4}(d \cdot \theta)^2$, где θ – угол расхождения луча (мрад), d – расстояние между излучателем и приемником (км).

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, изморось, туман и т. д.). Исходя из этого A_a можно представить как

$$A_a = \gamma_{clear_air} \cdot d \text{ или } \gamma_{fog} \cdot d \text{ или } \gamma_{rain} \cdot d \text{ или } \gamma_{snow} \cdot d,$$

где γ_{clear_air} – ослабления в условиях чистого воздуха, γ_{fog} – ослабление в тумане, γ_{rain} – ослабление в дожде; γ_{snow} – ослабление в снеге. Каждый из ослабляющих факторов необходимо учитывать либо отдельно, либо в совокупности для конкретного сезона года и с учетом частных задаваемых параметров.

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

Ослабления в условиях чистого воздуха незначительны, при необходимости вычисляются по исходным данным указанным в [2] и в данной статье не учитываются.

Ослабление в тумане вычисляется как $\gamma_{fog}(\lambda) = \frac{3,91}{V} \left(\frac{\lambda}{550 \text{ нм}} \right)^{-q}$ [дБ/км], где V – видимость (км), λ – длина волны (нм), q – коэффициент, зависящий от распределения размеров рассеивающих частиц, его значения определены в [3]. На рис. 2 представлен фрагмент меню с задаваемыми частными параметрами для тумана.

Ослабление
 туман дождь снег
 Ослабление в тумане (дБ/км)
 Видимость (км) 4,00
 Расчитанное значение = 0,37364163497731

Рис. 2. Частные параметры для расчета ослабления туманом

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 [3]. На рис. 3 представлен фрагмент меню с задаваемыми частными параметрами для дождя.

The screenshot shows a software interface for setting rain attenuation parameters. It includes radio buttons for 'туман', 'дождь', and 'снег', with 'дождь' selected. Below are input fields for 'Интенсивность дождя (мм/ч)' (1.00), 'Параметр k' (1.580), and 'Параметр a' (0.63). A 'Расчитанное значение =' field shows 1.58.

Рис. 3. Частные параметры для расчета ослабления дождем

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].

На рис. 4 представлен фрагмент меню с задаваемыми частными параметрами для снега.

The screenshot shows a software interface for setting snow attenuation parameters. It includes radio buttons for 'туман', 'дождь', and 'снег', with 'снег' selected. Below are input fields for 'Интенсивность снегопада (мм/ч)' (2.00), 'Параметр a' (3.9481000), and 'Параметр b' (0.72). A 'Расчитанное значение =' field shows 6.50323939054821. There is also a 'Снег' section with radio buttons for 'мокрый' and 'сухой', with 'мокрый' selected.

Рис. 4. Частные параметры для расчета ослабления снегом

Ослабление из-за турбулентности атмосферы (атмосферное мерцание) 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⁻¹) – номер волны, L (м) – протяженность линии связи, C_n^2 (м^{-2/3}).

Рассмотрим пример использования программного обеспечения «Расчет энергетического потенциала АОЛС – Спирит v.1» при проектировании АОЛС с помощью АОСП ARTOLINK модели M1-GE-L на дистанции до 4400 м [4].

Значения энергетического потенциала АОЛС в условиях тумана представлены на рис. 5. Как видно из графиков, максимальная дальность связи

не обеспечивается только при видимости 1 и 2 км. В остальных случаях обеспечивается дальность связи, определяемая ТТХ аппаратуры.

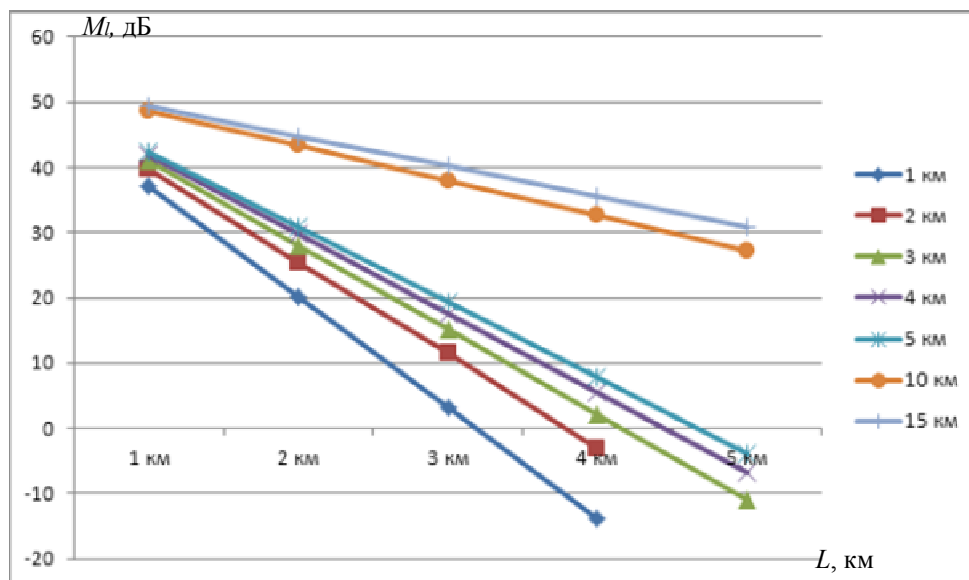


Рис. 5. Значения энергетического потенциала АОЛС в условиях тумана

Полученные графики позволяют рассчитать коэффициент готовности АОЛС для конкретной местности и дальности связи по месяцам и за год в целом и в случае его несоответствия пересмотреть дальность связи. Например, при проектировании АОЛС в 4,4 км на выбранной местности энергетический потенциал ниже нормы в течении 20 дней в году, что определяет коэффициент ее готовности в 94,52 %. Однако при понижении дальности связи до 3 км коэффициент готовности АОЛС составит 100 %, что позволит эксплуатировать ее круглогодично. Таким образом, использование программного обеспечения «Расчет энергетического потенциала АОЛС – Спирит v.1» позволяет сократить временные затраты при проектировании и эксплуатации АОЛС.

Список используемых источников

1. Журавлёв Д. А., Соколов А. С., Дунаев К. В., Седунова И. Д., Самаркин Д. С. Анализ возможности применения атмосферных оптических линий для резервирования полевых волоконно-оптических линейных трактов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IV Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2017. Т. 1 С. 403–406.

2. Журавлёв Д. А., Скляр Н. С., Фатин Ю. Д. Расчет энергетического потенциала АОЛС – Спирит v.1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020667810 от 29 декабря 2020 г.

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 004
ГРНТИ 49.01

ПРОБЛЕМА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ И РЕСУРСОВ КИБЕРПРОСТРАНСТВА ЭЛЕМЕНТАМ КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

П. В. Закалкин

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

Киберпространство является глобальным поставщиком различного вида услуг и ресурсов как отдельным индивидам, так и различным корпоративным системам связи. В статье рассматриваются существующий подход к предоставлению услуг киберпространства корпоративным системам связи.

киберпространство, система связи, оператор связи.

Введение

Одним из основных негативных факторов, влияющих на состояние информационной безопасности Российской Федерации, является наращивание рядом зарубежных стран возможностей информационно-технического воздействия на информационную инфраструктуру в военных целях. Постоянно повышается сложность, увеличиваются масштабы и растет скоординированность кибервоздействий на объекты критической инфраструктуры, усиливается разведывательная деятельность иностранных государств в отношении Российской Федерации, а также нарастают угрозы применения информационных технологий в целях нанесения ущерба суверенитету, территориальной целостности, политической, экономической и социальной стабильности Российской Федерации.

Появление киберпространства привело к тому, что органы государственной власти, силовые структуры, частные организации, элементы критической инфраструктуры и т. д. вынуждены заказывать у операторов связи услуги различного вида (в частности услуги связи, пропуска трафика), что принципиально изменило подход к построению систем связи. Таким образом, для обеспечения взаимодействия между территориально разнесенными элементами системы связи стал необходим посредник (в виде оператора связи) предоставляющий возможность доступа к ресурсам и услугам киберпространства (рис. 1) [1, 2, 3].

При этом, логика построения защиты элементов корпоративной системы связи, осталась неизменной и осуществляется поэлементно. Эле-

менты системы связи, защищаются организационными (организация пропускного режима и т. д.), организационно-техническими мерами, программными и программно-аппаратными средствами (межсетевые экраны, системы обнаружения атак, средства анализа уязвимостей и т. д.). Реализация данных мер на всех элементах системы связи позволяет получить, защищенный набор элементов системы связи, и соответственно система связи в целом считается защищенной [4, 5, 6, 7].

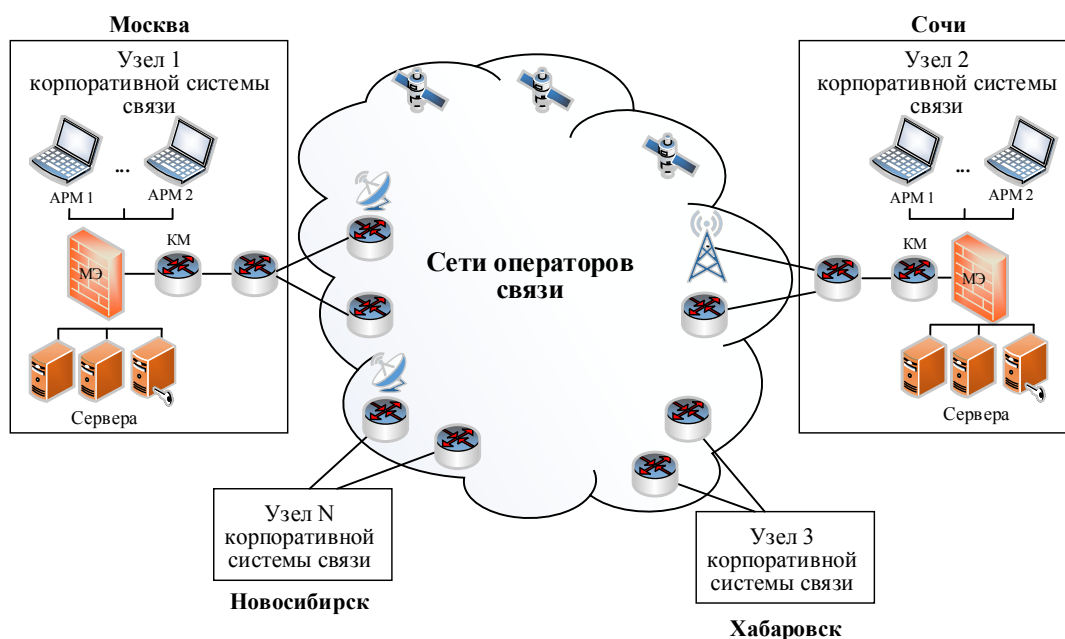


Рис. 1. Графическое представление обеспечения взаимодействия между территориально разнесенными элементами системы связи

Сети магистральных операторов связи являются сегментами киберпространства, функционирующего в интересах любой системы и множества пользователей, что приводит к одновременному нахождению в одном общедоступном пространстве множества систем управления, в том числе государственной власти и военного управления всего мирового сообщества, разведки и киберкомандований иностранных государств. В результате, сети связи специального назначения, разработанные по конкретные требования целевых систем управления, функционируют в одном пространстве с другими, в том числе иностранными, специальными сетями, а их целевые системы управления разделяют это пространство с другими системами управления, в том числе имеющими антагонистические цели (рис. 2) [8, 9, 10].

В случае невыполнения оператором связи своих обязательств (например, отказ от предоставления доступа к услугам и ресурсам киберпространства) система связи будет представлять из себя набор территориально разнесенных элементов, не имеющих связи между собой (рис. 3).

Для самих узлов с материальной точки зрения ничего не изменится, они будут так же защищены, содержать информацию и вычислительные ресурсы. Однако они потеряют важную способность – предоставлять (получать) ресурсы и информацию от других узлов сети связи и киберпространства в целом. При этом, каждый элемент будет защищен согласно существующих требований, но с точки зрения системы связи особой ценностью они представлять не будут.

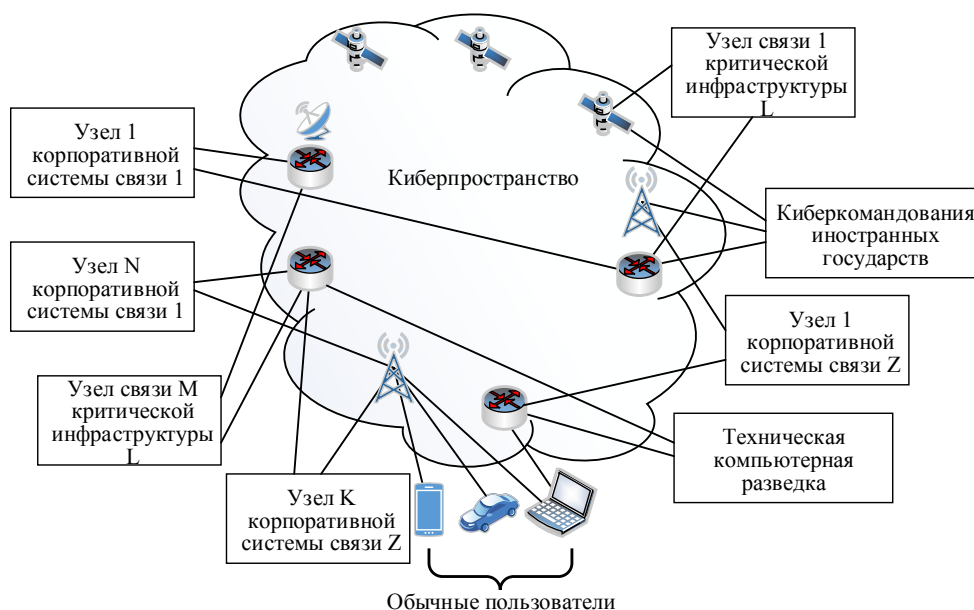


Рис. 2. Графическое представление взаимодействия множества систем связи и пользователей посредством киберпространства

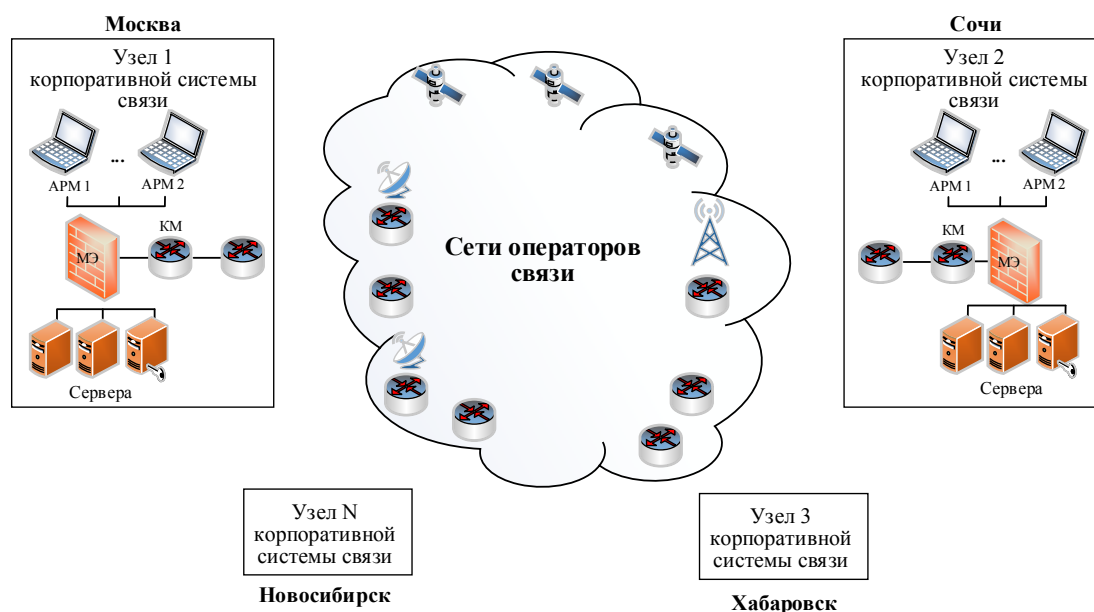


Рис. 3. Графическое представление системы связи в случае невыполнения оператором связи своих обязательств

Элементы системы связи превратятся в набор территориально разнесенных, хорошо защищенных «крепостей», не имеющих связи друг с другом и не имеющих возможность выполнять поставленные перед ними задачи. Даже если несколько элементов системы связи смогут осуществлять информационный обмен друг с другом посредством имеющихся в резерве средств связи, то в масштабах всей системы это будет ничтожно мало и не позволит выполнять задачи возложенные на систему управления.

Вывод. Таким образом, в условиях использования ресурсов и услуг киберпространства задача поэлементной защиты узлов корпоративных систем связи отходит на второй план (при всей ее важности и необходимости), а первоочередной задачей становится переход к контролю сегментов киберпространства, позволяющий обеспечить необходимый доступ к ресурсам киберпространства с целью обеспечения собственного функционирования и выполнения задач согласно предназначения.

Список используемых источников

1. Стародубцев Ю. И., Закалкин П. В., Иванов С. А. Техносферная война как основной способ разрешения конфликтов в условиях глобализации // Военная мысль. 2020. № 10. С. 16–21.
2. Иванов С. А. Роль и место единой сети электросвязи Российской Федерации в системе военного управления // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XXIII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН. 2020. С. 237–241.
3. Стародубцев Ю. И., Бухарин В. В., Семенов С. С. Техносферная война // Информационные системы и технологии. 2011. № 1 (63) С. 80–85.
4. Анисимов В. В., Бегаев А. Н., Стародубцев Ю. И. Модель функционирования сети связи с неизвестным уровнем доверия и оценки ее возможностей по предоставлению услуги VPN с заданным качеством // Вопросы кибербезопасности. 2017. № 1 (19). С. 6–15.
5. Стародубцев Ю. И., Закалкин П. В., Иванов С. А., Добрышин М. М. Способ защиты серверов услуг сети связи от компьютерных атак // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2020. № 9–10 (145–146). С. 63–67.
6. Нижегородов А. В., Закалкин П. В., Стародубцев П. Ю., Кабанов А. С. Роль мониторинга в системе обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак // Промышленные АСУ и контроллеры. 2013. № 7. С. 67–71.
7. Добрышин М. М. Модель разнородных компьютерных атак проводимых одновременно на узел компьютерной сети связи // Телекоммуникации. 2019. № 12. С. 31–35.
8. Добрышин М. М. Предложение по совершенствованию систем противодействия DDoS-атакам // Телекоммуникации. 2018. № 10. С. 32–38.
9. Вершенник Е. В., Закалкин П. В., Стародубцев Ю. И. Кибернетические воздействия на информационно-телекоммуникационные сети связи // Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях. Труды III Межвузовской научно-практической конференции. 2018. С. 210–213.
10. Закалкин П. В., Иванов С. А. Взгляд вооруженных сил США на киберпространство // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Инфор-

мационная безопасность». Сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции. Федеральное государственное автономное учреждение «Военный инновационный технополис «ЭРА». Анапа, 2020. С. 18–22.

УДК 004.75
ГРНТИ 49.37.01

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МОДУЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ АППАРАТНОЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СВЯЗЬЮ НА УЗЛАХ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В. Г. Иванов, Д. Д. Корякин, М. Ю. Черенкевич

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

В данной статье представлено описание программно-аппаратного комплекса управления распределенным узлом связи и некоторые подходы к решению задач мониторинга параметров сетевых устройств. Рассматриваются вопросы повышения эффективности организации управления на современном этапе развития средств автоматического управления сетями связи специального назначения.

сети связи, телекоммуникационные системы, мониторинг сетевых устройств.

Система управления узлом связи является совокупностью функционально и организационно связанных между собой органов управления элементами узла связи, пунктов управления элементами узла связи и технической основы системы управления, которая включает информационные, вычислительные, служебные телекоммуникационные ресурсы и специальные средства, базирующиеся на комплексах программно-аппаратных средств [1].

Степень автоматизации системы управления узлом связи должна базироваться на программно-аппаратных средствах (комплексах), позволяющих осуществлять сбор, хранение, обработку, распределение и предоставление данных по управлению узлом связи; информационном сопряжении технологических трактов управления средствами связи и прикладных задач по управлению связью на основе геоинформационной платформы поддержки управленческих решений [2].

В целях автоматизации процессов управления, уменьшения доли времени и усилий, затрачиваемых на техническую и расчетно-информационную работу, сокращения времени на сбор и обработку информации о состоянии узлов связи и его элементов, доведения задач до подчиненных с одновременным их документированием, обеспечения циркулярной или выборочной передачи важных команд и распоряжений до всех инстанций разработан программно-аппаратный комплекс, который позволяет решать задачи автоматизации процессов управления узлами связи не только при планировании их применения, но и в ходе обеспечения связи на основе ведения «стволового» контроля за установлением запланированных связей. При организации «стволового» контроля программа осуществляет работу по клиент-серверной технологии, где сервером является ПЭВМ начальника УС (дежурного по УС). Средством отображения информации служат разработанные в программной среде документы (схема-приказ, схема калибрования, схема электроснабжения). Изменения состояния связи автоматически записываются в журнал несения дежурства по узлу связи.

Программа состоит из двух частей – «интерфейсной оболочки» и базы данных. Доступ пользователя осуществляется через web-браузер АРМ.

В настоящее время в состав программы входит четыре модуля: формирование оперативно-технических данных; формирование документов оперативно-технической службы; организации онлайн-контроля обеспечения связи; решение расчетных задач рис. 1.

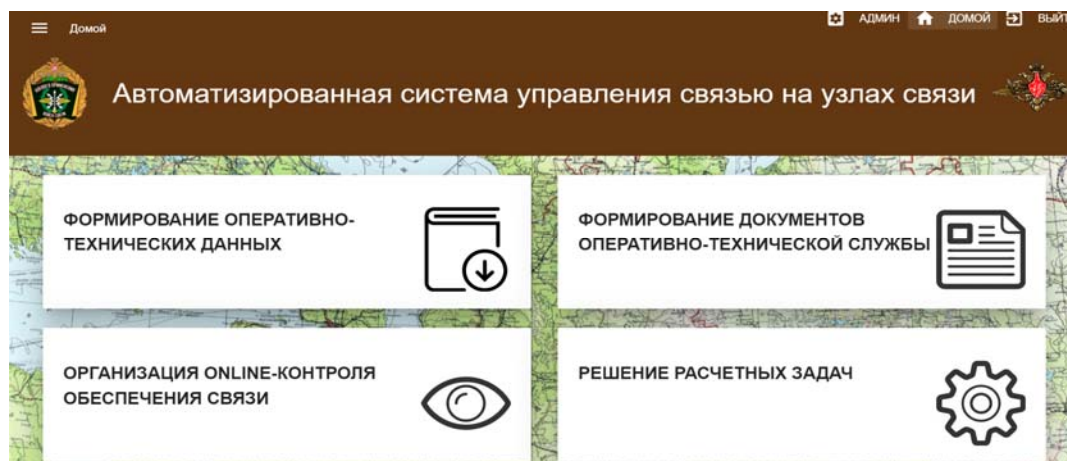


Рис. 1. Автоматизированная система управления связью на узлах связи

Для контроля состояния оборудования аппаратной и станции в составе программного комплекса разработана система контроля SNMP MONITOR, которая для обеспечения контроля использует функциональные возможности протокола SNMP. Схема подключения оборудования аппаратной для организации мониторинга управления представлена на рис. 2.

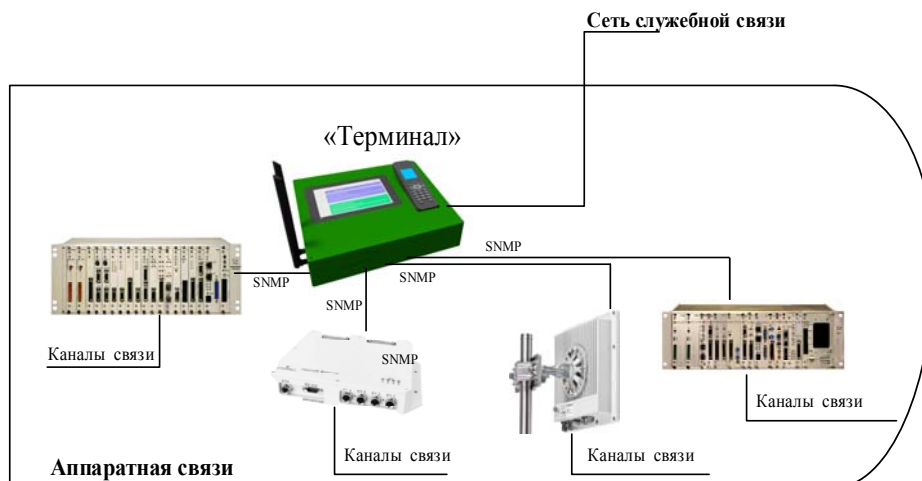


Рис. 2. Схема подключения оборудования аппаратной

Особенность реализации модуля контроля состояния оборудования аппаратной и станции заключается в размещении специального вычислительного блока на борту каждой аппаратной, что в условиях гетерогенного оборудования систем связи позволяет решить проблему преобразования и представления данных мониторинга в удобном для работы формате.

При такой схеме отсутствует необходимость в прямой рассылке сервером мониторинга (как правило располагаемом на пункте управления) SNMP-запросов до каждого оконечного устройства в множестве аппаратных. Концепция предполагает локальную рассылку SNMP-запросов (либо проприетарных запросов для специального оборудования) исключительно в пределах аппаратной, накоплении полученных данных в вычислительном блоке, их первичную обработку, преобразование и пакетную отправку непосредственно на сервер мониторинга.

Такой подход служит достижению важного свойства – происходит сбор исходных данных вместо получения простого предупреждения о возникших неполадках, а накопление данных от разных устройств на локальном вычислительном устройстве позволяет проводить анализ массива поступающего потока данных от плеяды устройств аппаратной и превентивно выявлять корреляционные связи между элементами функционирующей системы. Иными словами, локальный вычислительный блок служит не просто для выполнения некоего измерения, а для запуска триггеров принятия решения о состоянии локальной системы на основе комплекса измерений параметров бортового оборудования. В свою очередь, локальный вычислительный блок принимает решение о состоянии системы в целом.

Для численных данных появляется возможность сохранять их в агрегированном и визуализирующем динамику формате, вычислять минимумы, максимумы и средние значения параметров на произвольном временном интервале наблюдения.

Появляется новый функционал, в целом повышающий устойчивость системы – возможность реагировать и вырабатывать управляющие воздействия не только в рамках выхода за пределы нормы значений отдельных параметров, а по общей производительности системы, которую невозможно оценить без комплексного и удобного представления данных.

Концепция использования локального вычислительного блока показывает свои преимущества и на поле унификации, приспособления различных типов аппаратных к единому порталу автоматизированной системы управления связью. Не секрет, что в состав узла связи входят различные по своему назначению, а, следовательно, и по наполнению аппаратные. Накопление и преобразование данных в локальном вычислительном блоке позволяет существенно упростить адаптацию серверной части к эксплуатации в составе различного парка аппаратных, достигая простой масштабируемости системы в зависимости от поставленных задач. Таким образом, серверная часть остается всегда неизменной и работает с единым форматом представления данных мониторинга, задача преобразования же исходных данных полностью ложится на локальный вычислительный блок.

Положительно на гибкости мониторинга и экономии ограниченного ресурса пропускной способности сети сказывается пассивный принцип взаимодействия между сервером и локальными вычислительными устройствами на аппаратных. (рис. 3) Причем интервал запросов может настраиваться в зависимости от времени суток, условий обстановки, наличия сетевого ресурса.

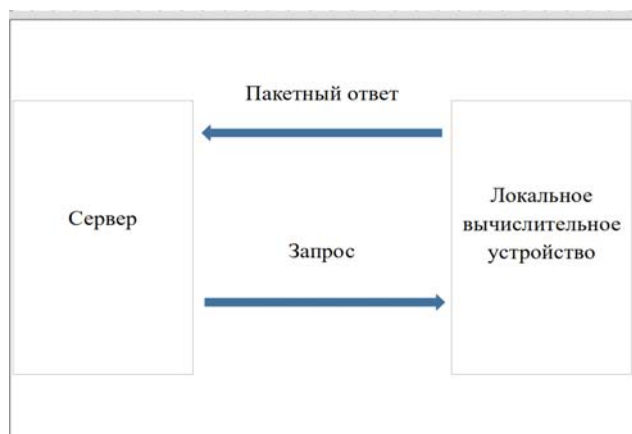


Рис. 3. Схема взаимодействия между сервером и ЛВУ

Практичным шагом видится инкапсуляция накопленного массива данных мониторинга в формат JSON. Формат JSON отлично подходит для работы со сложными структурами и удобен для использования в архитектурах «сервер-сервер» и «сервер-браузер». JSON поддерживается любым современным языком программирования и позволяет достичь унификации между

различными программными системами (что опять-таки положительно сказывается на масштабируемости).

Функциональная схема инкапсуляции данных представлена на рис. 4.



Рис. 4. Функциональная схема инкапсуляции данных

Генерация JSON возможна за счет применения простых скриптов, не требующих значительных вычислительных мощностей и позволяющий реализовать гибкую подстройку с учетом требуемого формата представляемых данных.

Таким образом, внедрение модуля мониторинга, функционирующего на описанных выше принципах, в автоматизированную систему управления связью на узлах связи специального назначения позволяет достичь ряда существенных преимуществ:

- повышение устойчивости функционирования системы связи;
- снижение нагрузки на ограниченный ресурс пропускной способности сети;
- расширение возможностей мониторинга на основе трендовых и корреляционных моделей анализа данных мониторинга;
- достижение значительной унификации и масштабируемости системы;
- возможность интеграции с голосовыми ассистентами и внешними системами поддержки принятия решений;
- возможность дальнейшего развития, путем использования накопленных в базах данных значений параметров мониторинга и данных анализа корреляционных связей как обучающих примеров для перспективных нейросетевых модулей в автоматизированной системе управления связью на узлах связи специального назначения.

Список используемых источников

1. Иванов В. Г., Панихидников С. А. Теория и практика построения технической основы системы управления специального назначения : монография. СПбГУТ. – СПб., 2016. 184 с.

2. Иванов В. Г. Модель технической основы системы управления специального назначения в едином информационном пространстве на основе конвергентной инфраструктуры системы связи : монография. СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2018. 214 с.

УДК 004.056
ГРНТИ 20.53.19

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА IPLIR В ПРОГРАММНО-АППАРАТНОМ КОМПЛЕКСЕ VIPNET

П. А. Калюк, Д. А. Свечников, С. С. Фатеев

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

В статье рассматриваются особенности реализации протокола безопасности сетевого уровня IPLir, являющегося основой построения L3 и L2 виртуальных частных сетей в программно-аппаратных комплексах ViPNet. В ходе исследования проведены анализ режимов работы протокола IPLir, структуры IPLir-пакета и алгоритма функционирования протокола. Определены криптографические наборы, применяемые алгоритмы и порядок их использования.

ViPNet, VPN, протокол безопасности сетевого уровня IPLir.

При разработке или модернизации средств криптографической защиты (СКЗИ) должны использоваться криптографические механизмы, утвержденные в качестве национальных стандартов или имеющие положительное заключение ФСБ России по результатам их экспертных исследований [1]. Данные требования обязуют использовать программно-аппаратные комплексы, сертифицированные ФСБ России и ФСТЭК России, использующие отечественные протоколы, криптографические алгоритмы и программное обеспечение.

Выписки из перечня средств защиты информации, сертифицированных ФСБ России и ФСТЭК России по определенному классу защищенности представлены на официальных сайтах.

В настоящее время широкое применение получил ПАК ViPNet Coordinator 4, прошедший сертификацию ФСБ на соответствие требованиям

к СКЗИ по классам КС1, КС2, КС3, КВ и межсетевого экрана (МЭ) по четвертому классу защиты.

ПАК ViPNet Coordinator 4 является разработкой российской компании «ИнфоТеКС», обеспечивает защиту данных, передаваемых по различным каналам связи посредством построения виртуальных частных сетей на сетевом и канальном уровнях модели OSI (L3, L2 VPN). Поддерживает взаимодействие с клиентскими компонентами ПО ViPNet Client 4, централизованное управление и удаленное обновление с помощью ПО ViPNet Administrator 4.

Для построения VPN используется протокол IPsec, разработанный компанией «ИнфоТеКС», который обеспечивает защищенную передачу данных по различным каналам связи. Протокол безопасности сетевого уровня IPsec обеспечивает конфиденциальность, целостность и аутентичность данных передаваемых по протоколам IPv4 и IPv6 и функционирует без процедур предварительного установления соединения, согласования и распределения ключей. В отличие от протокола IPsec, не накладывает ограничений на топологию сети, адресную структуру и место подключения узла к сети. Механизм работы протокола IPsec основывается на шифровании пакетов после их инкапсуляции и вычисления имитовставки. Протокол IPsec обеспечивает защиту от навязывания повторных пакетов на основе использования значений счетчика и/или меток времени. В отличие от других технологий организации защищенной сети, неспособных передавать защищенный трафик при использовании NAT-технологии, протокол IPsec обеспечивает взаимодействие с устройствами, преобразующими IP-адреса.

В качестве IP-заголовка выступает заголовок стандартного IP-пакета. UDP-заголовок используется только в случае применения дополнительной инкапсуляции IPsec-сообщения в UDP-сообщение. Порт назначения 55777 используется в качестве порта по умолчанию.

Основной частью IPsec-пакета является IPsec-сообщение, которое состоит из защищенных данных исходного пакета и необходимых для обработки открытых данных [2]. Структура IPsec-сообщения представлена на рис.

IPsec-сообщение состоит из:

- IPsec-заголовка, содержащего открытую информацию, связанную с инкапсуляцией и защитой исходного IP-пакета;
- IPsec-тела, содержащего информацию, потенциально требующую обеспечения конфиденциальности;
- IPsec-трейлера, содержащего имитозащитные вставки, идентификатор транзитного узла и транзитную синхропосылку.

Существует три возможных режима работы протокола IPsec: транспортный режим, туннельный режим и режим легкого туннеля. Транспортный ре-

жим и режим лёгкого туннеля обеспечивают защиту данных, сформированных протоколами транспортного уровня и выше по ЭМВОС. Туннельный режим является основным и обеспечивает защиту всего исходного IP-пакета, включая его IP-заголовок.

Байты	0								1								2								3																									
Биты	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0																		
<i>Iplir</i> -заголовок	Версия <i>IPlir</i> -заголовка								Идентификатор криптонабора								<i>T</i>	<i>D</i>	<i>ExtID</i>	<i>ExtSN</i>	<i>DAR</i>	<i>RI</i>								<i>KN</i>								<i>TKN</i>								↑	↑			
	Время отправки пакета																																																	
	Идентификатор отправителя																																																	
	Идентификатор получателя																																																	
	Порядковый номер пакета																																																	
Сквозная синхропосылка																																																		
<i>Iplir</i> -тело	Тип 1								Длина 1								Значение 1																↑	↑																
	...																																																	
	Тип <i>n</i>								Длина <i>n</i>								Значение <i>n</i>																↓	↓																
	Исходный IP-пакет или его часть																																																	
	Сетевое дополнение <i>IPlir</i> -пакета																																																	
<i>Iplir</i> -трейлер	<i>SL</i>								<i>Mode</i>								<i>TLV</i>								<i>S</i>								Поле будущих переменных								Номер протокола IP-пакета								↓	↓
	Сквозная имитозащитная вставка (СИВ)																																																	
	Идентификатор транзитного узла																																																	
	Транзитная синхропосылка																																																	
Транзитная имитозащитная вставка (ТИВ)																																																		

Рис. Структура *IPlir*-сообщения

Конфиденциальность пакета в протоколе *IPlir* обеспечивается посредством его шифрования, которое всегда осуществляется между узлом-отправителем и узлом-получателем (*point-to-point*) независимо от топологии сети передачи и наличия промежуточных узлов.

При криптографической обработке применяется определенный криптографический набор, определяющий применяемые алгоритмы и порядок их использования. Возможно определение до 256 различных криптонаборов, которые отличаются по идентификатору CS (1-255). В настоящее время на практике применяются только два основных криптонабора 1 (MAGMA-MGM) и 2 (KUZN-CTR-CMAC). Выбор набора зависит от политики безопасности источника и контекста получателя. Логика и порядок обработки пакетов, защищенных определенным криптографическим набором, тоже зависят от установленной политики безопасности.

Целостность и аутентичность обеспечивается протоколом *IPlir* при помощи имитозащиты, которая может быть сквозной (обязательной) и транзитной (опциональной).

Одновременное обеспечение конфиденциальности и имитозащиты передаваемых данных осуществляется при помощи алгоритмов шифрования и имитозащиты или режимов аутентифицированного шифрования.

Особенностью протокола IPsec является то, что для каждого IP-пакета на основе ключей обмена вырабатываются уникальные ключи (аутентифицированного) шифрования пакета, сквозной имитозащиты пакета и транзитной имитозащиты пакета, используемые в соответствующих криптографических алгоритмах.

Ключи обмена, на основе которых вырабатываются ключи (аутентифицированного) шифрования пакета и сквозной имитозащиты пакета, определяются значением поля KN IPsec-сообщения и идентификаторами узла-отправителя и узла-получателя. Ключи обмена, на основе которых вырабатываются ключи транзитной имитозащиты пакета, определяются значением поля TKN IPsec-сообщения и идентификаторами взаимодействующих (транзитных) узлов.

Ключи обмена, необходимые для обработки конкретного пакета, со всеми их обязательными атрибутами (метаинформацией) доставляются на узел заблаговременно.

В криптографическом наборе MAGMA-MGM шифрование IPsec-тела и вычисление сквозной имитовставки ICV, размещаемой в поле IntegrityCheckValue IPsec-сообщения, происходит в соответствии с алгоритмом ГОСТ 34.12-2015 («Магма») в режиме MGM, согласно ГОСТ Р 1323565.1.026-2019, при этом: в качестве ключа используется ключ аутентифицированного шифрования пакета длиной 256 бит; в качестве ассоциированных данных используются данные полей IPsec-заголовка в порядке, совпадающем с порядком их следования в IPsec-сообщении; в качестве открытого текста используются данные полей IPsec-тела в порядке, совпадающем с порядком их следования в IPsec-сообщении; в качестве одноразового вектора используется величина IV длиной 64 бит; длина имитовставки s равна 32 бита [2].

Вычисление транзитной имитовставки TICV, размещаемой в поле TransitIntegrityCheckValue IPsec-сообщения, происходит в соответствии с алгоритмом ГОСТ 34.12-2015 («Магма») в режиме MGM, согласно ГОСТ Р 1323565.1.026-2019, при этом: в качестве ключа используется ключ транзитной имитозащиты пакета длиной 256 бит; в качестве ассоциированных данных используются данные полей IPsec-заголовка, зашифрованное IPsec-тело и данные полей IntegrityCheckValue, TransitIdentifier, TransitInitValue в порядке, совпадающем с порядком их следования в IPsec-сообщении; открытый текст представляет собой пустую строку; в качестве одноразового вектора используется величина TIV длиной 64 бит; длина имитовставки s равна 32 бит.

В криптографическом наборе KUZN-CTR-CMAC шифрование IPsec-тела происходит в соответствии с алгоритмом ГОСТ Р 34.12-2015 («Кузнечик») в режиме гаммирования, согласно ГОСТ Р 34.13-2015, при этом: в качестве ключа используется ключ шифрования пакета длиной 256 бит;

в качестве открытого текста используются данные полей IPIntegrityCheckValue IPIr-тела в порядке, совпадающем с порядком их следования в IPIr-сообщении; в качестве синхропосылки используется величина IV длиной 64 бит; длина блоков гаммы s равна 128 бит [2].

Вычисление сквозной имитовставки ICV, размещаемой в поле IntegrityCheckValue IPIr-сообщения, происходит в соответствии с алгоритмом ГОСТ Р 34.12-2015 («Кузнечик») в режиме выработки имитовставки, согласно ГОСТ Р 34.13-2015, при этом: в качестве ключа используется ключ сквозной имитозащиты пакета длиной 256 бит; в качестве данных используются данные полей IPIr-заголовок и зашифрованное IPIr-тело в порядке, совпадающем с порядком их следования в IPIr-сообщении; длина имитовставки s равна 64 бит.

Вычисление транзитной имитовставки TICV, размещаемой в поле TransitIntegrityCheckValue IPIr-сообщения, происходит в соответствии с алгоритмом ГОСТ Р 34.12-2015 («Кузнечик») в режиме выработки имитовставки, согласно ГОСТ Р 34.13-2015, при этом: в качестве ключа используется ключ транзитной имитозащиты пакета длиной 256 бит; в качестве данных используются данные полей IPIr-заголовок, зашифрованное IPIr-тело и данные полей IntegrityCheckValue, TransitIdentifier, TransitInitValue в порядке, совпадающем с порядком их следования в IPIr-сообщении; длина имитовставки s равна 64 бит.

Протокол IPIr отвечает требованиям государственных стандартов, наиболее оптимален ввиду отсутствия необходимости установления предварительного криптографического соединения между узлами сети, отсутствия ограничений на топологию сети и синхронизацию между узлами в каждом пакете. Особенностью протокола IPIr является то, что для каждого IP-пакета на основе ключей обмена вырабатываются уникальные ключи (аутентифицированного) шифрования пакета, сквозной имитозащиты пакета и транзитной имитозащиты пакета, используемые в соответствующих криптографических алгоритмах.

Список используемых источников

1. Приказ ФСБ РФ от 9 февраля 2005 г. № 66 «Об утверждении Положения о разработке, производстве, реализации и эксплуатации шифровальных (криптографических) средств защиты информации (Положение ПКЗ-2005)».

2. Протокол безопасности сетевого уровня IPIr. Режим доступа: <https://tc26.ru/discussions/informatsionnaya-tekhnologiya-kriptograficheskaya-zashchita-informatsii-protokol-bezopasnosti-setevo.html>.

УДК 004(051)
ГРНТИ 50.33.03

ОБ ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЭВМ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЕ

А. В. Кий, О. Е. Лапшин, В. А. Логинов, А. Ю. Халенев

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

Для реализации национальных интересов Российской Федерации в сфере информационной безопасности в настоящее время ведутся активные работы по реализации плана перевода средств и комплексов автоматизации на отечественную аппаратно-программную платформу.

В качестве отечественной АПП в государственных структурах РФ рассматриваются ПЭВМ общего и специального назначения на базе процессоров «Эльбрус».

отечественная АПП, оценка производительности ПЭВМ.

В информационных технологиях важнейшей задачей является сравнение ПЭВМ и вычислительных систем (ВС) ПЭВМ могут сравниваться по техническим характеристикам, простоте использования, эргономическим показателям и показателям технической эстетики, но основным показателем сравнения является производительность. Для обеспечения эффективного применения ПЭВМ на отечественной аппаратно-программной платформе (АПП), а также выработки тактико-технических характеристик к линейке данных ПЭВМ в различных областях использования, необходимо оценить их производительность при решении различных задач.

Под производительностью понимают эффективность ВС с точки зрения выполнения поставленных перед ней задач, с учетом характера реализованных в ней для этого функций [1]. Стоит отметить, что производительность системы напрямую зависит от процессорной архитектуры. Некоторые процессоры имеют большую функциональность для матричных и векторных операций чем другие, что при выполнении подобных задач, вызовет несомненное преимущество.

Тестирование обычно проводится на выполнении распространенных задач, которые содержат операции с целыми числами, нахождение простых чисел, сжатие данных без потерь, мультимедийный тест, шифрование данных, математические операции с плавающей точкой, сортировку строк, задачи с задействованием только одного ядра, задачи из области физики [2].

При выполнении указанных тестов можно получить достаточно объективную оценку производительности процессора.

Также для оценки производительности ПЭВМ может быть применена реализация задач, которые ставят перед своими компьютерами множество пользователей и должностных лиц в своей повседневной деятельности. К ним можно отнести работу с гипермедиафайлами высокого качества, фильтрацию изображений в графических редакторах, видео и аудио конвертирование, архивирование со сжатием и распаковка файлов, 3D-визуализация, интернет-серфинг и многие другие. Проведя замеры времени выполнения одной и той же задачи на разных ПЭВМ при одинаковых исходных данных, получают сравнительную оценку производительности, являющуюся наиболее информативной для принятия решения о возможностях использования ПЭВМ.

Крупные сообщества производителей ПЭВМ и комплектующих объединяются в организации, которые разрабатывают множество разнообразных наборов тестовых задач. Одной из таких самых уважаемых и авторитетных организаций является SPEC (*Standard Performance Evaluation Corporation*), чьи тестовые пакеты практически являются стандартами для оценки производительности компьютеров.

Производительность ПЭВМ подразделяют на комплексную, системную, номинальную и производительность на рабочей нагрузке.

Комплексная производительность берет в расчет структуру системы, ее влияние на быстродействие совместно функционирующих устройств.

Системная производительность учитывает не столько быстродействие устройств и функциональные и физические связи между ними, но и зависимость от операционной системы.

Номинальная производительность характеризуется быстродействием устройств, входящих в состав системы [3].

Производительность на рабочей нагрузке имеет зависимость от факторов, оказывающих влияние на системную производительность, а также от рабочей нагрузки, то есть поставленных перед вычислительной системой задач. Такая характеристика качества обслуживания пользователей как время ответа (время пребывания задач в системе) также связана с производительностью. Таким образом для оценки производительности необходимо рассчитать время ответа для всего множества задач и количество выполняемой системой работы в единицу времени.

При определении сфер использования ПЭВМ на отечественной АПП возникает задача получения наиболее объективной оценки производительности. Для этого необходимо определить какую из вышеперечисленных видов производительностей взять за основу, а также в каких единицах измерения оценивать и как интерпретировать полученный результат.

Для оценки производительности ВС используют несколько единиц измерения. Пиковая (предельная), а также реальная производительность обычно измеряется в MIPS (FLOPS) – числе инструкций (операций), выполняемых системой за единицу времени [4]. Пиковая (предельная) производительность в MIPS является характеристикой скорости работы процессора при обработке инструкций. Стоит отметить, в данном случае время обращения к оперативной памяти и к устройствам ввода-вывода не учитывается. Данная характеристика легко рассчитывается, система с более высоким быстродействием будет иметь больший MIPS, что делает ее понятной рядовому пользователю. Отметим, что сравнивать компьютеры с разными системами команд (с разной архитектурой) по MIPS не рационально, так как MIPS имеет прямую зависимость от набора команд процессора.

Таким образом, применять данный способ для оценки производительности ПЭВМ «Эльбрус» некорректно, в связи с тем, что микропроцессор «Эльбрус» использует архитектуру команд VLIW, обладающую существенными особенностями, такими как длинное командное слово, динамическая двоичная трансляция, отсутствие микрокода, распределение вычислительных устройств с помощью компилятора.

Нельзя не принимать во внимание операции с плавающей точкой. Для таких расчетов используется величина MFLOPS. Данная единица измерения применяется только для оценки производительности расчетов с плавающей точкой. На разных ПЭВМ одна и та же программа всегда будет выполнять одно и то же количество операций с плавающей точкой, хотя количество команд может быть разным. Потому для получения более объективной оценки при сравнении разных ПЭВМ используют именно MFLOPS.

Кроме пиковой и реальной производительности, производительность ПЭВМ или ВС характеризуется временем ответа. Реальная производительность имеет прямую зависимость от типа данных, которые нужно обработать, от архитектуры компьютера, от вида инструкций, а также от качества разработки программы. Поэтому реальная производительность при выполнении программ обычно отличается от пиковой в несколько раз

С учетом вышеназванных факторов вывести формулу для расчета реальной производительности довольно затруднительно. Поэтому, многие специалисты сходятся во мнении о необходимости использования времени выполнения реальных программ в качестве единицы измерения производительности компьютера. ПЭВМ, который выполнит за меньшее время определенный объем работы будет более быстрым (меньшее время подразумевает большую производительность). Часто тест LINPACK применяют в качестве такой программы. с известным количеством операций $n_{LINPACK}$. Реальная производительность оценивается, как:

$$R_{\text{реал}} \frac{n_{LINPACK}}{t_{LINPACK}}$$

Результаты тестирования будут иметь смысл при сравнении их с результатами эталонного ПЭВМ. Поэтому при оценке производительности вводятся понятия интегральной оценки производительности и референсного ПК [5].

При расчете интегральной оценки производительности результаты всех проведенных тестов сравниваются с результатами тестирования референсного ПК:

$$R = \frac{t_{ref}}{t},$$

где t_{ref} – время выполнения задачи референсным ПК, t – время выполнения задачи тестируемой системой.

Полученный результат R , представляет собой нормированную скорость выполнения задачи тестируемой системой и показывает, во сколько раз время выполнения задачи тестируемой системой больше (или меньше), чем время выполнения той же задачи эталонной системой.

После этого полученные результаты тестов нужно разбить на логические группы (создание фильма из фотографий, конвертирование аудио и видео, многозадачные тесты, и т. п.). В каждой группе тестов рассчитывается промежуточный интегральный результат как среднегеометрическое от нормированных результатов. Для удобства представления результатов, полученное значение умножается на 1000. Полученное значение будет являться интегральной оценкой производительности ПЭВМ. Для референсного ПК интегральный результат производительности будет равен 1000 баллов, а для тестируемого ПЭВМ он может быть, как больше, так и меньше 1000 баллов.

Таким образом, проведенный анализ подходов к оценке производительности ВС показывает, что для оценки производительности ПЭВМ общего назначения на отечественной АПП с целью определения их вычислительных возможностей и областей применения, что особенно актуально для органов государственного управления, требуется разработка комплексного подхода. Такой подход должен включать оценку системной производительности на основе синтетических тестов, оценку реальной производительности на задачах, характерных для конкретного органа управления, а также интегральную оценку производительности.

В связи с тем, что производители отечественных процессоров по ряду причин, связанных с технологическими процессами, отказались от создания симметричных мультипроцессорных систем и пошли по направлению развития многопроцессорных систем с неоднородным доступом памяти (в целях повышения производительности при существующем уровне отечественной технологии производства процессоров) в качестве референсных следует использовать линейку ПЭВМ, реализованных на данной архитектуре.

Разработка комплексной методики оценки производительности, учитывающей вектор развития отечественной АПП позволит, во-первых, обеспечить рациональный подход при оснащении органов государственного управления средствами автоматизации и, во-вторых, позволит сформировать требования по производительности к типоряду разрабатываемых ПЭВМ для различных областей применения.

Список используемых источников

1. Реальная производительность [Электронный ресурс]. URL: <https://megapredmet.su/1-11165.html> (дата обращения 20.02.2021).
2. Особенности измерения основных характеристик вычислительных систем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/3457/699/lecture/14133?page=2> (дата обращения 21.02.2021)
3. Комаров И. В. Оценка производительности вычислительных систем // Труды СПИИ РАН. 2005. Т. 2. Вып. 2.
4. Сравнительная производительность [Электронный ресурс]. URL: <http://www.csa.ru/CSA/performance1.shtml/> (дата обращения 21.02.2021)
5. Ракитский А. А. Разработка и исследование аналитического метода оценки вычислительной способности компьютеров : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.17/ Ракитский Антон Андреевич, 2014. 131 с.

УДК 654.1
ГРНТИ 49.01.11

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ШТАТНОЙ СТРУКТУРЫ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СВЯЗИ

А. В. Кощев, Ю. Ф. Лашин, А. К. Сагдеев, С. Л. Халепа

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

В статье рассматриваются вопросы по повышению устойчивости управления в тактическом звене управления и оптимизации организационно- штатной структуры подразделений связи.

управление войсками, организация связи, система связи, система управления.

1 Проблемы существующей системы связи

В настоящее время, приоритетным направлением в области военного строительства, является развитие и совершенствование системы управления войсками и ее технической основы – системы связи [1]. Совершенствование форм и способов вооруженной борьбы, оснащение армии новейшим вооружением и военной техникой повышают роль систем военной связи и автоматизации управления в современной войне.

Вместе с тем, существующие подходы к организации связи в вооруженных силах, во многом являются наследием второй мировой войны и не отвечают реалиям времени. И, если в условиях локальных конфликтов, существующая система связи еще каким-то образом удовлетворяет нужды управления, когда противник имеет ограниченные возможности по его нарушению, то в глобальных и даже региональных конфликтах, громоздкие и неповоротливые структуры, обладающие полным набором ярко выраженных разведывательных признаков, которые мы называем узлами связи пунктов управления, будут выведены из строя в первые дни и даже часы ведения боевых действий и это очевидно [2].

Кроме того, не подлежит сомнению, что в случае конфликта с достаточно развитым в военном отношении государством, обе противоборствующие стороны постараются в сжатые сроки нейтрализовать орбитальную группировку противника предназначенную, для обеспечения управления войсками.

При этом, перевооружение войск связи, оснащение частей и соединений связи современными цифровыми системами передачи, всех проблем не решает. В этих условиях, настоятельно встает вопрос об эффективном боевом применении средств связи, подразделений, частей и соединений связи, о коренном изменении подходов к организации связи [3].

Вышесказанное будет обусловлено следующими условиями ведения боевых действий в современных условиях:

1. В связи с резким нарастанием влияния радиоэлектронной борьбы (РЭБ) на боевые возможности войск, военным руководством США и НАТО в настоящее время особое внимание уделяется разработке вопросов противодействия системам управления потенциального противника.

2. Следует ожидать, что одна из особенностей боевых действий в возможной крупномасштабной или региональной войне будет заключаться в существенном уменьшении относительного вклада сухопутных группировок войск в разгром противника. В то же время, значительно возрастет роль ударно-огневых средств и средств РЭБ в решении различного рода тактических и оперативных задач. Кроме того, возможен длительный период в начале войны, в котором стороны будут стремиться решать свои задачи преимущественно нанесением массированных ракетно-авиационных ударов и широким применением десантно-диверсионных сил, направленных

на дезорганизацию системы управления и ее материальной основы – системы связи [4].

3. Как показывают события военно-политического характера 2000–2021 гг., опасность развязывания региональной, а возможно и крупномасштабной войны в современной военно-политической обстановке не снижена, кроме того Россия, как и любая другая великая держава может иметь интересы далеко за пределами своей территории. Очевидно, что для решения этих задач будет необходимо привлекать мощные по составу группировки войск, что также подчеркивает необходимость иметь полевую мобильную систему связи соединений и объединений, способную в считанные сутки и даже часы «покрыть» любой конфликтный регион земного шара.

4. Масштабы применения высокоточного оружия в современных операциях объективно возрастают. Это существенным образом изменяет стратегический характер войны и способы наращивания усилий в ходе операций. В отличие от прошлых взглядов в современных операциях наращивание усилий будет осуществляться, прежде всего, нанесением мощных массированных огневых ударов, ударов оружия на новых физических принципах в комплексе с дистанционным минированием местности и активным применением средств РЭБ. Не трудно понять, что в этих условиях обеспечение устойчивой связи традиционными способами для управления войсками будет проблематичным.

5. Как показывает опыт ведения боевых действий на Ближнем востоке конца XX – начала XI века, в оперативном искусстве главной концепцией применительно к континентальным театрам военных действий, становится воздушно-наземная операция. В основу концепции заложены внезапность начала военных действий, глубокие ракетно-авиационные удары по пунктам управления противника с массированным применением высокоточного оружия большой дальности на оперативную глубину группировки противоборствующих войск с целью физического уничтожения элементов систем управления противника или нарушения их функционирования.

Очевидно, что в этих условиях удаление пунктов управления от линии соприкосновения с противником, как мера по защите от огневого поражения малоэффективна.

2 Пути решения проблем

Следует отметить, что у противника не существует потенциальных проблем поражения элементов системы управления как по досягаемости, так и по мощности средств поражения (как огневого, так и средств РЭБ), но при этом на лицо проблемы их оперативно-тактического распознавания (идентификации, классификации) и определения точного местоположения, а также преодоление систем активной защиты (в основном ПВО).

Следовательно, в интересах надежной защиты систем управления наряду с организацией охраны, обороны и развертыванием зон ПВО важно обеспечить максимальную скрытность как развертывания и функционирования системы пунктов управления в целом, так и их отдельных элементов, что значительно увеличивает время на их разведку. Наиболее существенные мероприятия, позволяющими достичь данных целей являются снижение уровня демаскирующих признаков, дезориентация системы разведки противника. Именно в этом направлении и необходимо вести исследования по совершенствованию системы пунктов управления войсками и системы связи.

Меры по выполнению мероприятий, таких как частое и оперативное перемещение пунктов управления, работа в движении, при существующих подходах к организации связи и технике связи, состоящей на вооружении, малоэффективны, по причинам, указанным выше (громоздкость и неповоротливость узлов связи пунктов управления и системы связи в целом).

Следовательно, наиболее целесообразным для защиты пунктов управления от воздействия противника, будут являться следующие мероприятия:

- распределение (размазывание) пунктов управления в боевом порядке войск;
- применение для радиопередающих средств помехоустойчивых (широкополосных) способов кодирования сигналов;
- максимальное сокращение проводных сетей связи, использование проводных средств только, для дублирования привязки базовых станций и в высших звеньях управления, для привязки к стационарной (территориальной) сети связи и сетям связи общего пользования [5].

Таким образом комплект средств связи и автоматизации для обеспечения управления в общевойсковом соединении (модуль управления соединением), должен включать в себя:

- систему базовых станций;
- автоматизированные рабочие места должностных лиц;
- средства спутниковой связи;
- систему технического обеспечения.

3 Требования к элементам модуля управления соединением

1 Система базовых станций (опорная сеть связи)

Должна обеспечить покрытие полосы (района) обороны, полосы наступления или района сосредоточения (пункта постоянной дислокации) соединения, в зависимости от выполняемых задач.

При этом в комплект оборудования базовой станции должно входить оборудование собственно базовой станции, комплект радиорелейных и проводных средств для привязки базовых станций между собой, взаимодей-

ствующими модулями управления соединением (далее – МУС), вышестоящим модулем управления (модуль управления объединением – МУО) и стационарным сетям связи, оборудование глобального и инерциального позиционирования.

Оборудование базовой станции должно обеспечивать ретрансляцию сигналов в движении, помехоустойчивое кодирование радиосигналов, групповое засекречивание, передачу сигналов локального позиционирования в пределах МУС и точного времени, маршрутизацию и коммутацию.

2 Автоматизированные рабочие места должностных лиц.

В звене командир подразделения – командир соединения – унифицированные, имеющие различие, только в уровне доступа, обеспечиваемого программными (ключевыми) средствами.

АРМ должно обеспечивать связь как по схеме абонент- БС- абонент, так и абонент-абонент, ретрансляцию сигналов других абонентов окончательным абонентским устройством, прием, передачу и обработку информации, маскирование, засекречивание с гарантированной стойкостью, иметь выносные терминалы позволяющие обеспечивать работу должностных лиц вне средства подвижности, глобальное, локальное и инерциальное позиционирование, передачу управления с оповещением следующему должностному лицу по иерархии в случае выхода из строя АРМ старшего начальника.

Программное обеспечение должно иметь дружественный интерфейс, при этом вопросы использования его и эксплуатации технических средств управления должно быть частью подготовки общевойсковых командиров, что сведет к минимуму привлечение технического персонала.

Применение средств спутниковой связи и технического обеспечения традиционны и в данной статье не рассматриваются.

4 Организационно-штатная структура подразделения связи общевойскового соединения

На основании вышеизложенного, представляется возможным сформировать организационно-штатную структуру подразделения связи общевойскового соединения.

Учитывая высокую интеграцию средств связи и автоматизации управления, вернее было бы говорить не о подразделении связи, а о подразделении управления. Предлагаемая структура отдельного подразделения управления общевойскового соединения будет включать в себя: подразделение управления, подразделение базовых станций, радиорелейное подразделение, подразделение спутниковой связи, подразделение обеспечения.

Список используемых источников

1. Малюков В. А. Перспективы развития системы связи Вооруженных Сил Российской Федерации в современных условиях 2017 г. [Электронный ресурс]. 2017. URL: <http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-7/III/Malyukov.pdf>

2. 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.

3. Сагдеев А. К., Фролова Ю. А. Требования к структуре Вооруженных Сил в условиях ведения сетецентрических войн // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики, часть I. – Ростов-на-Дону : ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2015. С. 528–531.

4. 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.

5. Гордийчук Р. В., Ракоед А. А., Сагдеев А. К., Сидоренко Е. Н. Анализ влияния современных и перспективных технологий построения сетей связи на ИТКС ВН // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 4. С. 107–111.

УДК 654.06
ГРНТИ 78.01.84

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В БОЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЙСК СВЯЗИ

О. Л. Мальцева

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

В статье рассматривается предложение о внесении в штат и практику войск связи электроэнергетической службы, которая могла бы обеспечить решение всех задач электроэнергетического обеспечения в боевой деятельности войск связи.

электроснабжение, полевые средства связи, электроэнергетическое обеспечение.

В современных вооруженных конфликтах применение оружия и техники немислимо без использования электрической энергии. Одним из важнейших элементов системы связи, обеспечивающей управление войсками,

являются узлы связи, а их надежное функционирование в значительной степени определяется надежностью систем электроснабжения (СЭС).

Полевая система связи есть совокупность взаимоувязанных и согласованных по задачам полевых узлов и полевых линий связи различного назначения, развертываемых для решения задач обеспечения управления войсками.

Выполнение полевой системой связи возложенных на нее задач возможно только при условии обеспечения электроэнергией необходимого качества и в достаточном количестве технических средств связи, составляющих ее основу.

Это, с одной стороны, достигается проведением комплекса организационно-технических мероприятий, обеспечивающих производство, передачу и распределение электроэнергии, необходимой для функционирования технических средств связи в данных условиях оперативно-тактической обстановки.

С другой стороны, электроснабжение полевых средств связи невозможно без достаточного укомплектования соединений, частей и подразделений войск связи электротехническими средствами (ЭТС) и имуществом, а также без поддержки ЭТС в готовности к использованию, их ремонта, обслуживания и восстановления, что совпадает с основными задачами технического обеспечения связи и АСУ.

Следовательно, действия полевых войск связи должны быть обеспечены электроэнергетически.

Таким образом, электроэнергетическое обеспечение действий полевых войск связи следует рассматривать как составную часть обеспечения связи и автоматизированных систем управления, представляющую собой комплекс организационных и технических мероприятий, создающих энергетическую основу для развертывания, функционирования, свертывания и переоборудования полевых автоматизированных систем связи и управления.

Всю совокупность мероприятий по электроэнергетическому обеспечению действий полевых войск связи следует разделить на две группы: мероприятия по обеспечению боевого использования электротехнических средств; мероприятия по техническому обеспечению боевого использования электротехнических средств.

Первая группа мероприятий направлена на непосредственное решение задач электроснабжения, к которым относятся:

определение состава, топологии и схем развертывания автономных систем электроснабжения (АСЭС) полевых узлов и комплексов средств связи; определение и контроль режимов работы АСЭС, прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций, организация использования резерва и проведение технического обслуживания;

определение и проведение мероприятий противодействия аварийным процессам в АСЭС при отказах электротехнических средств и огневом воздействии противника, организация ремонта и восстановления электротехнических средств;

обеспечение безаварийной работы электротехнических средств, их развертывания и свертывания. Создание условий экономичной работы источников электроэнергии;

контроль и поддержание оптимальных режимов работы источников электроэнергии, обеспечение боеготовности резерва.

Комплекс мероприятий по техническому обеспечению боевого использования электротехнических средств должен обеспечивать решение задач по:

своевременному укомплектованию соединений, частей и подразделений полевых войск связи электротехническими средствами и электротехническим имуществом;

учету, распределению и перераспределению электротехнических средств и электротехнического имущества;

организации технически правильной эксплуатации электротехнических средств, поддержания их в постоянной боевой готовности;

организации своевременного и качественного ремонта и восстановления электроэнергетических средств;

организации технической специальной подготовки личного состава, обслуживающего электротехнические средства;

разработке мероприятий мобилизационной готовности частей и подразделений связи в постоянной боевой готовности.

Достаточный уровень электроэнергетического обеспечения достигается: своевременным сбором, обобщением, анализом и объективной оценкой данных о наличии, состоянии, режимах работы электротехнических средств и укомплектованности соединений и частей электротехническим имуществом, о состоянии и возможностях сил и средств технического обслуживания и ремонта, о наличии и подготовленности экипажей ЭТС; своевременным принятием решения по электроэнергетическому обеспечению и доведению задач до исполнителей и контролем за их исполнением; тщательным планированием электроэнергетического обеспечения; высоким уровнем организации и проведения занятий по технической и специальной подготовке личного состава; своевременным укомплектованием частей и подразделений ЭТС и имуществом; поддержанием электротехнических средств в постоянной боевой готовности; созданием и своевременным пополнением установленного запаса электротехнического имущества и материалов, необходимых для функционирования АСЭС; надежной защитой

и маскировкой электротехнических средств на позициях; постоянной информацией личного состава по важнейшим вопросам электроэнергетического обеспечения; твердым, непрерывным управлением.

Успешное решение этих основных задач электроэнергетического обеспечения позволяет создавать необходимые условия для функционирования полевых систем связи и АСУ в условиях боевой обстановки.

Комплексному решению задач электроэнергетического обеспечения мешают ряд организационно-технических недостатков, проявляющихся в практике электроснабжения полевых узлов и комплексов АСУ, основными из которых являются следующие: недостаточная оснащенность полевых войск связи электротехническими средствами и электротехническим имуществом, а также их разнотипность; несоответствие организационно-штатной структуры соединений, частей и подразделений войск связи (в части полевой энергетики современным требованиям по энергопотреблению; отсутствие в организационно-штатной структуре полевых войск связи инфраструктуры, обеспечивающей техническое обслуживание, ремонт и восстановление электротехнических средств в условиях боя; отсутствие в соединениях и частях полевых войск связи резервов (резерва) электротехнических средств и запасов электротехнического имущества; отсутствие стройной системы подготовки кадров электроэнергетиков для войск связи всех уровней, в особенности офицерского состава; отсутствие планирования боевого применения и технического обеспечения использования электротехнических средств в реальных условиях обстановки; отсутствие централизованного управления функционированием электротехнических средств в автономных системах электроснабжения.

Все недостатки электроэнергетического обеспечения полевых войск связи, в конечном счете, имеют одну основную причину – организационную. В организационно-штатной структуре части отсутствует необходимое электроэнергетическое подразделение, что снижает боеготовность части в целом и не позволяет организовать управление АСЭС в ходе боевой работы должным образом [1].

Так, например, отсутствие в составе управлений НС ВС РФ подразделения (группы), целенаправленно курирующей разработку и заказы в промышленности электротехнических средств для войск связи, предопределяет разнотипность и недостаток ЭТС в войсках, а отсутствие должным образом организованной системы энергонадзора является одной из причин значительного числа нарушений правил техники электробезопасности и случаев гибели личного состава.

Таким образом, устранение отмеченных недостатков и повышение, тем самым, надежности электроснабжения технических средств связи и АСУ

наиболее целесообразно проводить путем организации и внедрения в практику войск электроэнергетической службы, обеспечивающей решение задач электроэнергетического обеспечения в полном объеме.

Анализ практики организации электроснабжения полевых узлов связи стратегического, оперативно-стратегического и тактического звеньев управления, проведенный в рамках данных исследований, позволяет сформулировать основные исходные положения (принципы), определяющие порядок и способы применения электротехнических средств для электроэнергетического обеспечения функционирования полевой системы связи.

Основными принципами электроэнергетического обеспечения и построения АСЭС являются: опережающая готовность АСЭС при развертывании относительно готовности элементов полевой системы связи; энергетическая достаточность; экономичность, бесперебойность, живучесть, мобильность и безопасность электроснабжения.

ОПЕРЕЖАЮЩАЯ ГОТОВНОСТЬ АСЭС предлагает упреждающее развертывание и приведение в рабочее состояние электротехнических средств АСЭС до окончания развертывания элементов полевой системы связи. Она достигается умением использовать возможности ЭТС, высокой квалификацией обслуживающего персонала и четкой организацией взаимодействия при развертывании.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДОСТАТОЧНОСТЬ электроснабжения предполагает производство, в достаточном для функционирования элементов полевой системы связи количестве, электроэнергии с заданными показателями качества. Она достигается путем своевременного развертывания определенного числа передвижных источников электроэнергии необходимой единичной мощности.

ЭКОНОМИЧНОСТЬ электроснабжения предполагает производство необходимого количества электроэнергии при минимальном расходе топлива и моторесурса источников электроэнергии. Она достигается путем использования минимально необходимого числа источников электроэнергии и максимальной их загрузкой.

БЕСПЕРЕБОЙНОСТЬ электроснабжения предполагает непрерывную подачу электроэнергии к потребителям полевой системы связи в течение всего цикла функционирования при соблюдении категорийности электроснабжения. Она достигается путем резервирования источников, распределительных сетей, устройств вторичного питания, использованием систем (установок) гарантированного питания и применением современных технических средств автоматики.

ЖИВУЧЕСТЬ электроснабжения предполагает способность АСЭС выполнять свои функции по электроснабжению элементов полевой системы связи при активном воздействии противника и отказах электротехнических средств. Она достигается рациональным размещением на местности ЭТС,

их укрытием, сокрытием демаскирующих признаков функционирования источников электроэнергии и распределительных сетей, проведением мероприятий по скорейшему восстановлению вышедших (вывезенных) из строя ЭТС.

МОБИЛЬНОСТЬ электроснабжения характеризует свойства АСЭС, обеспечивающие своевременное прибытие и развертывание электротехнических средств в заданном районе в определенное время, оперативное переоборудование, маневрирование электротехническими средствами и электроэнергией. Мобильность достигается использованием электротехнических средств на шасси повышенной проходимости, однотипных с шасси объектов связи, широким применением электроустановок с отбором мощности.

БЕЗОПАСНОСТЬ электроснабжения предполагает способность АСЭС не допускать поражения личного состава электрическим током в нормальных и аварийных условиях работы, включая и боевые повреждения электротехнических средств. Она достигается проведением комплекса организационных и технических мероприятий, обеспечивающих защиту личного состава от опасного и вредного воздействия электрического тока, электрической дуги и электрических разрядов, в соответствии с действующими нормативно-техническими документами [2].

Указанные принципы электроэнергетического обеспечения и построения АСЭС полевых систем связи определяют направления практической деятельности должностных лиц по электроснабжению элементов полевой системы связи, выступая исходной базой при принятии решения по организации электроэнергетического обеспечения и его планировании. Они во многом определяют состав и структуру группировки электротехнических средств и сил личного состава. Поэтому практическая реализация их является одним из необходимых условий успешного выполнения задач электроэнергетического обеспечения.

Кроме того, организация электроэнергетического обеспечения должна осуществляться в соответствии с общими основами военного искусства и принципами управления войсками и боем. Так, например, при организации электроэнергетического обеспечения действий соединений и частей полевых войск связи должны быть практически реализованы следующие принципы: сосредоточение усилий на важнейших направлениях; маневр силами и средствами; заблаговременное создание резервов, их умелое использование и своевременное восстановление; всестороннее обеспечение; твердое и непрерывное управление в ходе выполнения задачи и другие.

Необходимо остановиться на непрерывном управлении СЭС. Одним из возможных вариантов оснащения пунктов управления СЭС, позволяющим значительно повысить возможности по управлению, является автоматизация контроля состояния электропитания на узлах связи. В состав комплекса средств автоматизации контроля состояния электропитания входят:

датчики качества электроэнергии по переменному и постоянному току, устройства сбора данных, компьютер с комплектом необходимого программного обеспечения [3].

Таким образом, в организационно-штатных структурах соединений и частей полевых войск связи должна быть внедрена в штат и практику войск электроэнергетическая служба, которая могла бы обеспечить решение всех задач электроэнергетического обеспечения в условиях боевой обстановки.

Список используемых источников

1. Гундарев А. С., Доднев Г. В., Кокарев А. П., Мальцева О. А., Мишин Н. А., Муравьев А. И., Мякотин А. В. Электроснабжение полевых узлов связи : учеб. пособие / Под ред. проф. А. В. Мякотина. СПб. : ВАС, 2007. 180 с.
2. Иванов В. Г., Панихидников С. А., Мальцева О. Л., Тевс О. П., Гудков М. А., Корякин Д. Д., Михалев О. А. Основы эксплуатации полевых узлов связи пунктов управления. Часть 2. : учеб. пособие; СПбГУТ. – СПб., 2018.
3. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций : учеб. пособие / Под ред. Н.Г. Сысоева. – СПб.: ВУС, 2014. С. 250.

УКД 004.91
ГРНТИ 49.47.33

ОРГАНИЗАЦИЯ ФЕЛЬДЪЕГЕРСКО-ПОЧТОВОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО СВЯЗИ

А. А. Марченков¹, С. Г. Фёдоров², В. П. Хоборова²

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

²Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

При ведении боевых действий посредством фельдъегерско-почтовой связи должна обеспечиваться своевременная доставка воинских почтовых отправок войсками при нанесении ими контрударов (контратак) в сочетании с упорным держанием районов и позиций. В настоящее время при планировании и ведении боевых действий используется программно-аппаратный комплекс поддержки принятия решений по связи Элина. Данный комплекс позволяет обеспечивать поддержку принятия решения должностным лицам по связи, в том числе и старшего офицера по ФПС.

В статье раскрываются вопросы планирования ФПС с использованием ПАК ППРС.

организация, обеспечение, сеть фельдъегерско-почтовой связи, программно-аппаратный комплекс.

Боевое применение узла фельдъегерско-почтовой связи (УФПС) заключается в обеспечении управления войсками (или силами флота) путем доставки подвижными средствами связи штабам соединений, воинских частей (кораблей), учреждениям, военно-учебным заведениям, предприятиям и организациям воинских почтовых отправок (телеграмм), а также для осуществления постоянной действующей почтовой и телеграфной связи личного состава армии и флота с населением страны. При проведении боевых действий перед УФПС стоят задачи по развертыванию и наращиванию сети фельдъегерско-почтовой связи (ФПС), её обеспечению в установленные сроки и в любых условиях обстановки. Для выполнения данных задач необходимо эффективно использовать возможности УФПС, его обменных пунктов и подвижных средств [1].

Узел ФПС обеспечивает прием воинских почтовых отправок (ВПО), адресованных в войска; обработку и доставку (направление) их на узлы (станции) ФПС; прием и направление по назначению воинских почтовых отправок, исходящих от воинских частей. Узел ФПС объединения экспедирует в войска (силы) все виды литературы и периодическую печать.

При ведении боевых действий посредством ФПС должна обеспечиваться своевременная доставка ВПО войскам при нанесении ими контрударов (контратак) в сочетании с упорным удержанием районов и позиций; при борьбе с диверсионными группами противника, а также при переходе от обороны к наступлению.

Фельдъегерско-почтовая связь в обороне организуется, как и в наступлении, от всех развертываемых пунктов управления силами и средствами узлов и станций ФПС. При этом с наиболее важными элементами боевого порядка и с частями, обороняющимися на направлении сосредоточения основных усилий и участвующими в контрударах (контратаках), ФПС организуется по направлениям, а с войсками второго эшелона и резервами – по направлениям или круговым маршрутам.

Надежность фельдъегерско-почтовой связи в обороне обеспечивается развертыванием широкой сети обменных пунктов; инженерным оборудованием узлов и станций ФПС, подготовкой запасных районов для их развертывания; организацией фельдъегерско-почтовой связи по направлениям с учетом обеспечения доставки ВПО наиболее важным элементам построения войск не менее чем по двум различным маршрутам; выбором и подготовкой запасных маршрутов для подвижных средств связи; наличием резерва сил и средств ФПС.

Оперативные условия ведения боевых действий, исходные данные для планирования, наличие сил и средств ФПС, а также другая информация,

необходимая для организации ФПС должны предоставляться в вышестоящий штаб и анализироваться старшим офицером по ФПС. Сбор данных и их анализ может занять много времени и быть недостаточно эффективным при маневренной обороне или при меняющейся боевой обстановке. Отсюда следует, что необходима автоматизация данных процессов и предоставление информации о текущем состоянии войск, их действиях, а главное – об организации ФПС в режиме реального времени, в динамике развития боевых действий.

В настоящее время при планировании и ведении боевых действий используется программно-аппаратный комплекс поддержки принятия решений по связи (ПАК ППРС) Элина. Данный комплекс обеспечивает поддержку принятия решения должностным лицам (ДЛ) по связи, в том числе и старшего офицера по ФПС, путем проведения расчетов и последующего имитационного моделирования различных вариантов построения системы связи, в частности сети ФПС.

В качестве общего программного обеспечения в ПАК ППРС выступает операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition» – операционная система класса Linux, обеспечивающая защиту информации, содержащей сведения, ограниченного доступа [2].

Использование ПАК ППРС Элина для выполнения расчетных задач дает возможность выполнять многие информационные, вычислительные, логические и операционные функции.

В рамках автоматизации управления работой должностных лиц по ФПС данное изделие обеспечивает: автоматизированное проведение расчета времени на организацию ФПС; автоматизированное формирование расчета времени и графика работы подвижных средств связи и вывод его на печать; автоматизированный контроль работы должностных лиц по ФПС в ходе принятия решения и планировании связи; моделирование сети ФПС с целью получения характеристик предложенных вариантов ее построения, сравнительной оценки по показателям и выработки предложений по выбору наилучшего; решение информационно-расчетных задач в интересах оценки противника и своих войск; автоматизированное формирование документов на планирование ФПС в операции.

В ПАК ППРС для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах используется геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС). ГИС является основой для моделирования и расчета маршрутов и направлений подвижных средств связи. Благодаря взаимодействию с ГИС «Оператор» по переносу оперативной обстановки в информационно-моделирующую систему изделия, есть возможность выстраивать маршруты ФПС по реальному рельефу с учетом состояния дорожной сети.

Важнейшим принципом организации ФПС является единство ее организации для всех родов войск и видов Вооруженных Сил, участвующих в боевых действиях. Оно достигается согласованностью в работе органов ФПС различных звеньев управления, а также централизованным руководством частями ФПС и использованием всех сил и средств связи. Все части ФПС должны работать в тесном взаимодействии друг с другом. С этой целью графики работы подвижных средств связи, время доставки и обмена отправлениями должны быть взаимосвязаны, а места размещения узлов, станции и особенно обменных пунктов, аэродромов и посадочных площадок в ходе боевых действий должны своевременно доводиться до всех заинтересованных штабов.

Таким образом, использование ПАК ППРС Элина старшим офицером по ФПС при планировании и организации ФПС повышает эффективность функционирования всей сети ФПС в общем и боевого применения УФПС в частности, а процессы автоматизации решения задач по ФПС и составления планирующих, отчетно-информационных документов сокращают время, затрачиваемое на планирование.

Список используемых источников

1. Инструкция об организации и обеспечении фельдъегерско-почтовой связи в объединениях, соединениях и воинских частях ВС РФ (ПР МО РФ № 2000), 2011 г.
2. Руководство оператора ПО 83т646 ИТНЯ.01856-02 34 01.

УДК 623.615
ГРНТИ 49.33.33

ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ УЗЛА СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

А. В. Милашевский, А. А. Привалов

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

Статья посвящена вопросам моделирования узлов связи специального назначения. С использованием общего логико-вероятностного метода разработана типовая базовая модель технического устройства, которая легла в основу схем функциональной целостности систем более высокого порядка (аппаратных (станций), узлов связи).

Приведены результаты моделирования, доказана работоспособность моделей, их чувствительность к изменению исходных данных и адекватность.

узлы связи, логико-вероятностная модель, схема функциональной целостности, функциональная устойчивость, дестабилизирующие факторы.

Высокие темпы развития технологий на базе передовых достижений науки и техники привели к значительному повышению военной мощи отдельных государств мира, появлению новых форм и методов ведения вооруженных противоборств с преобладанием избирательного воздействия на противника.

Актуальность темы исследования определяется изменениями ключевой парадигмы ведения вооруженных противоборств обозримого будущего, появлению новых форм и способов их ведения, что диктует необходимость учета влияния новых внешних и внутренних факторов на функционирование сетей связи (СС) и ее основных элементов – узлов связи (УС) специального назначения (СН), главенствующую роль среди свойств которых приобретает функциональная устойчивость.

Следует отметить, что расчет показателей устойчивости современных организационно-технических систем, характеризующихся высокой сложностью построения, представляет собой довольно непростую задачу. Анализ существующих возможностей отечественных и зарубежных методов по решению задач системного моделирования структурно-сложных систем и расчета показателей устойчивости [1, 2, 3, 4, 5, 6] показал, что для этой цели может быть использован общий логико-вероятностный метод (ОЛВМ), нашедший широкое применение для анализа структурно-функциональных свойств сложных систем, функционирующих в условиях антагонистического конфликта.

Так как наиболее трудоемким этапом в ОЛВМ является составление схем функциональной целостности (СФЦ), предназначенных для строго формализованного представления общей логической организации взаимного функционирования всех элементов в исследуемой системе в целом, то в основу решения научной задачи была положена идея создания универсальной, базовой модели условного технического устройства, обладающим свойством устойчивости, циклическое использование структуры которой позволит решать задачи исследования по оценке показателей устойчивости систем более высокого порядка элементов системы или УС, а также СС в целом, которые функционируют в условиях комплекса дестабилизирующих факторов (ДФ).

На основе ОЛВМ была разработана такая базовая модель (примитив), которая позволила унифицировать процесс разработки УС СН различного назначения и структуры в виде совокупности примитивов. Поскольку в системах высокого порядка каждый элемент характеризуется не только своим

собственным состоянием, но и состояниями ряда других элементов, то при построении последующих СФЦ (аппаратной, станции, элемента системы) используется совокупность исходных базовых примитивов, объединяемых с учетом логики их взаимодействия.

СФЦ технического устройства из состава аппаратных (станций) узла связи, названное выше примитивом, приведена на рис. 1.

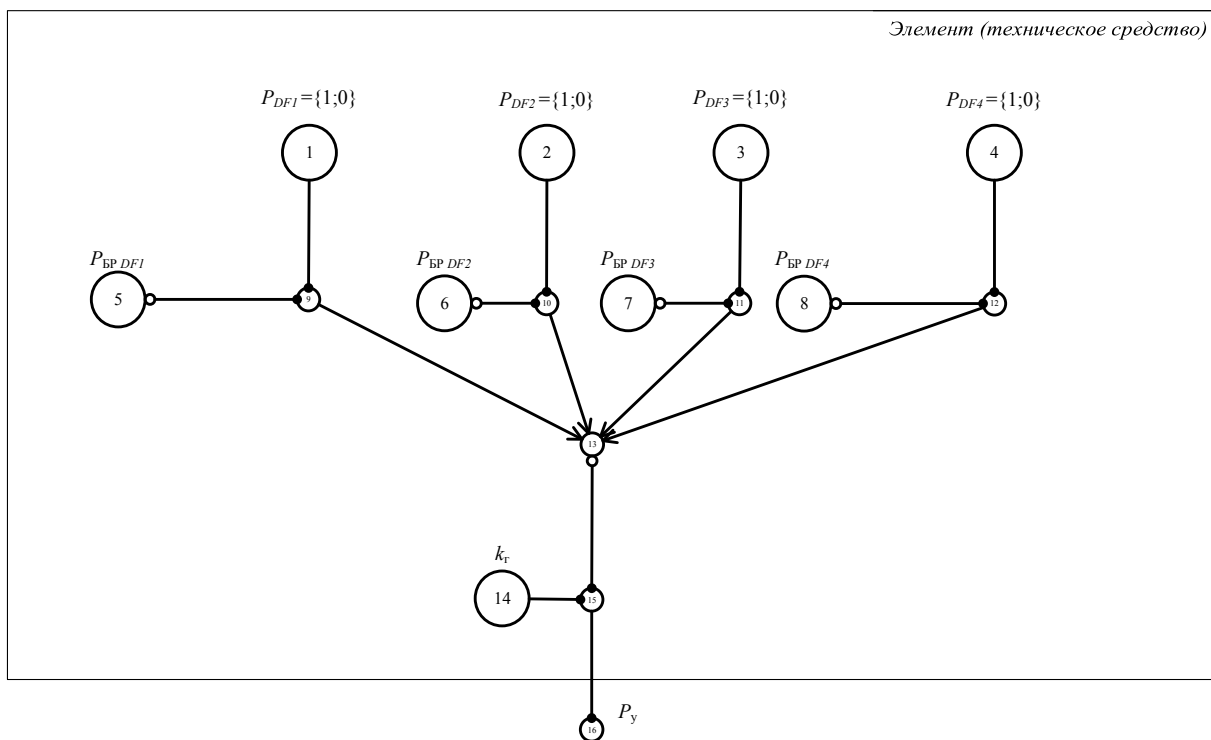


Рис. 1. Модель технического устройства, подверженного комплексному дестабилизирующему воздействию

Для учета комплекса внешних ДФ в СФЦ примитива введены функциональные вершины 1–4. Эти вершины являются обеспечивающими по отношению к соответствующим вершинам 5–8 и характеризуют случайные события возникновения ДФ.

Логическая функция работоспособности системы заданного фиктивной вершиной 16 логического критерия функционирования описывается функцией вида:

$$Y_y = x_5 x_6 x_7 x_8 x_{14} \vee \overline{x_1} x_6 x_7 x_8 x_{14} \vee \overline{x_2} x_5 x_7 x_8 x_{14} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} x_7 x_8 x_{14} \vee \overline{x_3} x_5 x_6 x_8 x_{14} \vee \overline{x_1} \overline{x_3} x_6 x_8 x_{14} \vee \overline{x_2} \overline{x_3} x_5 x_8 x_{14} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} x_8 x_{14} \vee \overline{x_4} x_5 x_6 x_7 x_{14} \vee \overline{x_1} \overline{x_4} x_6 x_7 x_{14} \vee \overline{x_2} \overline{x_4} x_5 x_7 x_{14} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_4} x_7 x_{14} \vee \overline{x_3} \overline{x_4} x_5 x_6 x_{14} \vee \overline{x_1} \overline{x_3} \overline{x_4} x_6 x_{14} \vee \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} x_5 x_{14} \vee \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} x_{14}$$

Вероятностная функция работоспособности в составе 16 одночленов описывается выражением:

$$\begin{aligned}
 P_y = & P_5 P_6 P_7 P_8 P_{14} + Q_1 Q_5 P_6 P_7 P_8 P_{14} + Q_2 P_5 Q_6 P_7 P_8 P_{14} + \\
 & Q_1 Q_2 Q_5 Q_6 P_7 P_8 P_{14} + Q_3 P_5 P_6 Q_7 P_8 P_{14} + Q_1 Q_3 Q_5 P_6 Q_7 P_8 P_{14} + \\
 & Q_2 Q_3 P_5 Q_6 Q_7 P_8 P_{14} + Q_1 Q_2 Q_3 Q_5 Q_6 Q_7 P_8 P_{14} + Q_4 P_5 P_6 P_7 Q_8 P_{14} + \\
 & Q_1 Q_4 Q_5 P_5 P_6 Q_8 P_{14} + Q_2 Q_4 P_5 Q_6 P_7 Q_8 P_{14} + Q_1 Q_2 Q_4 Q_5 Q_6 P_7 Q_8 P_{14} + \\
 & Q_3 Q_4 P_5 P_6 Q_7 Q_8 P_{14} + Q_1 Q_3 Q_4 Q_5 P_6 Q_7 Q_8 P_{14} + \\
 & Q_2 Q_3 Q_4 P_5 Q_6 Q_7 Q_8 P_{14} + Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 Q_5 Q_6 Q_7 Q_8 P_{14}
 \end{aligned}$$

Здесь $Q_i = 1 - P_i$.

Разработанный примитив и соответствующие ему уравнения позволяют производить анализ устойчивости элемента и возможность реализации им своего функционального предназначения. Это обеспечивает возможность использования разработанного универсального примитива для расчета показателей устойчивости систем более высокого порядка (аппаратных (станций), УС, СС), функционирующих в условиях комплексного дестабилизирующего воздействия.

Пример СФЦ аппаратной связи, отражающего состав и логику взаимосвязи элементов (технических средств, оборудования), построенной с использованием примитива, представлен на рис. 2.

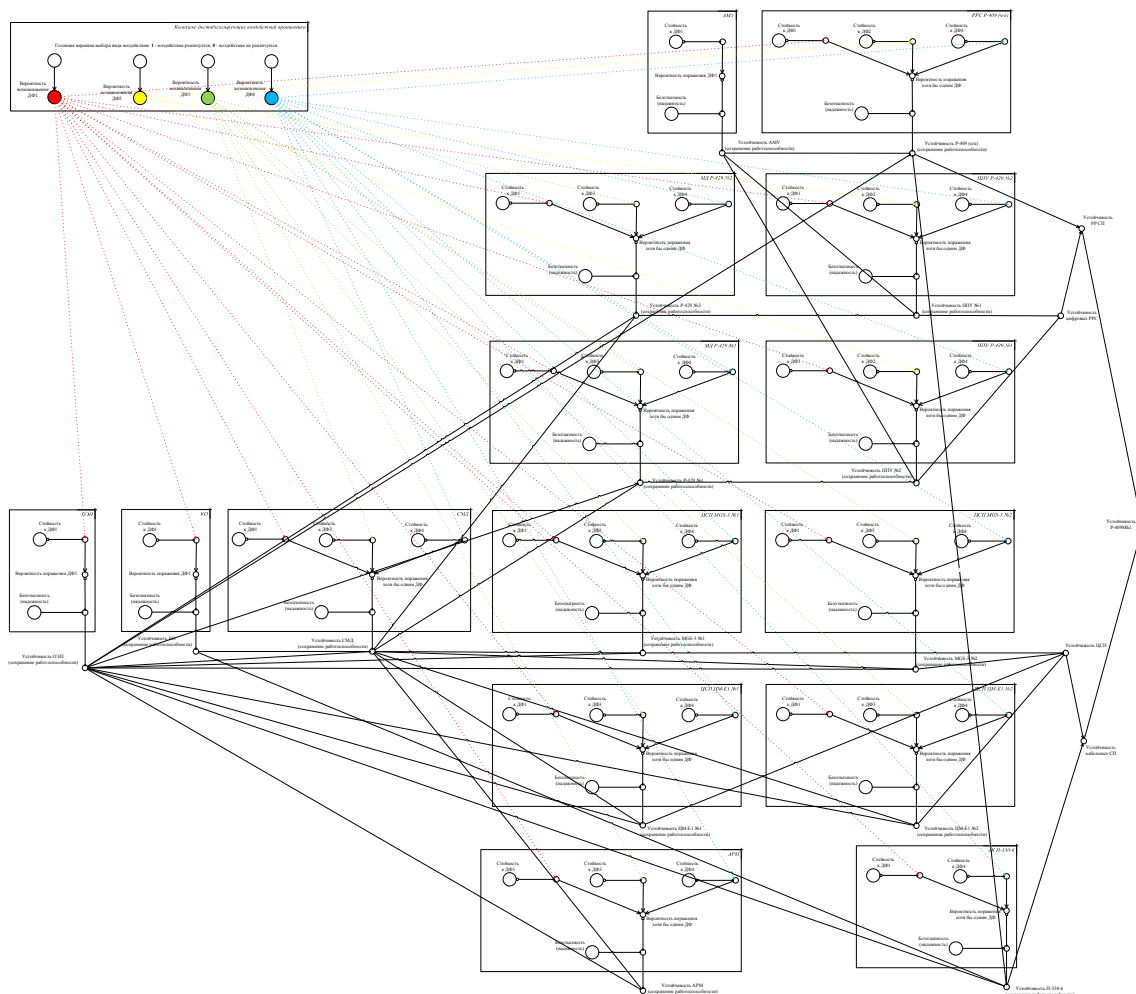


Рис. 2. СФЦ аппаратной УС СН

СФЦ для оценки функциональной устойчивости УС СН типовой структуры включающего в себя в общем случае $N_{\text{апп}}$ аппаратных (станций) и $N_{\text{лс}}$ внутриузловых линий связи приведен на рис. 3.

С целью учета динамики реализации ДФ в вероятностной функции целесообразно осуществить переход от вероятностной меры к функции распределения случайного времени реализации ДФ.

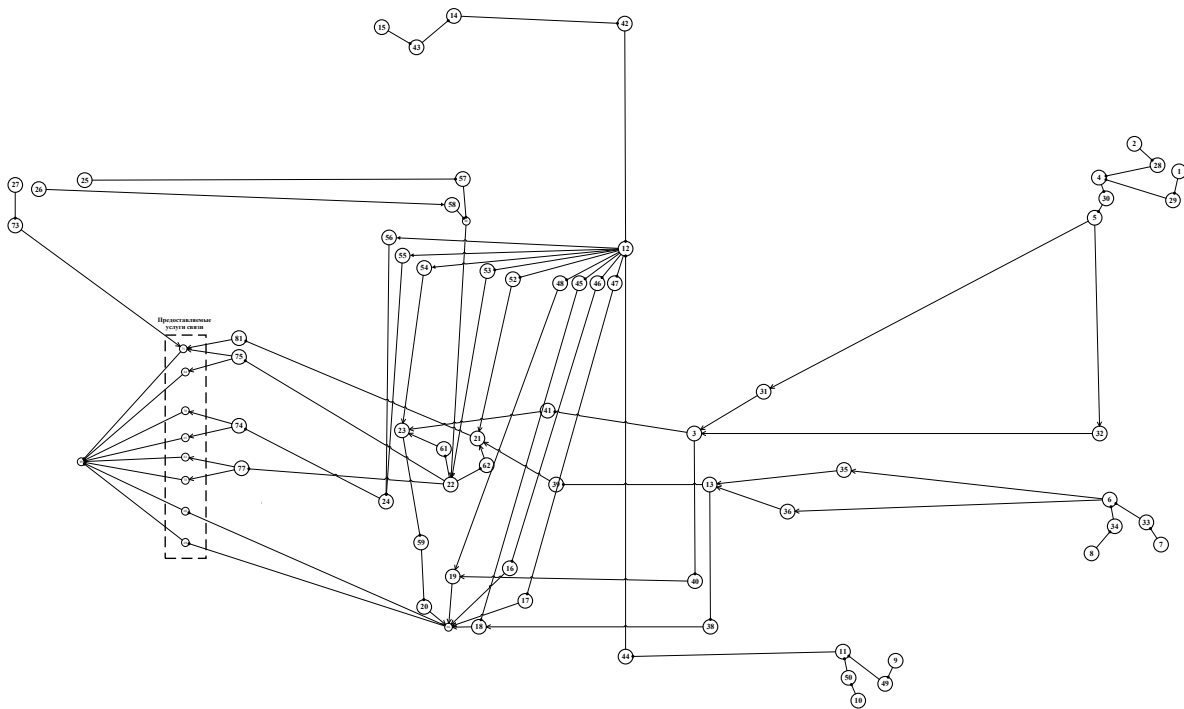
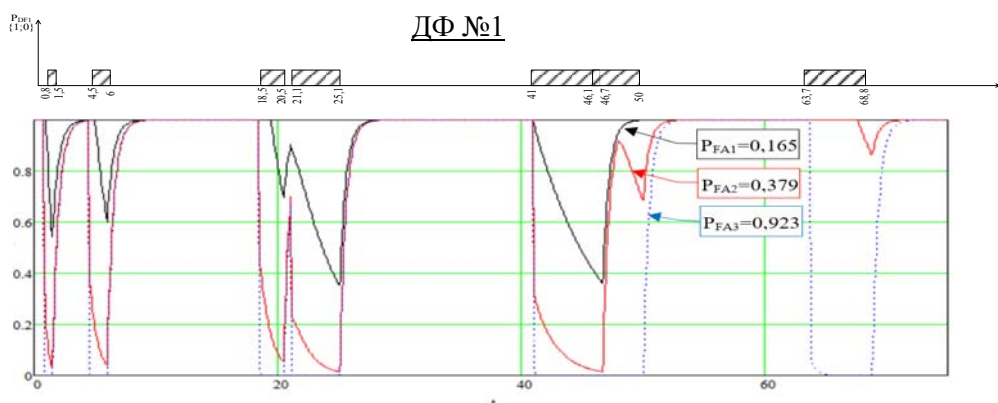


Рис. 3. СФЦ узла связи специального назначения

Анализ результатов моделирования УС СН (рис. 4) показывает, что при его функционировании в условиях комплекса ДФ, вероятность сохранения функциональной устойчивости резко снижается и достаточно сильно зависит от способности моделируемой системы к восстановлению. Поэтому одним из направлений повышения устойчивости функционирования УС СН является реализация мероприятий по сокращению времени цикла управления его элементами за счет минимизации времени оценки состояния.



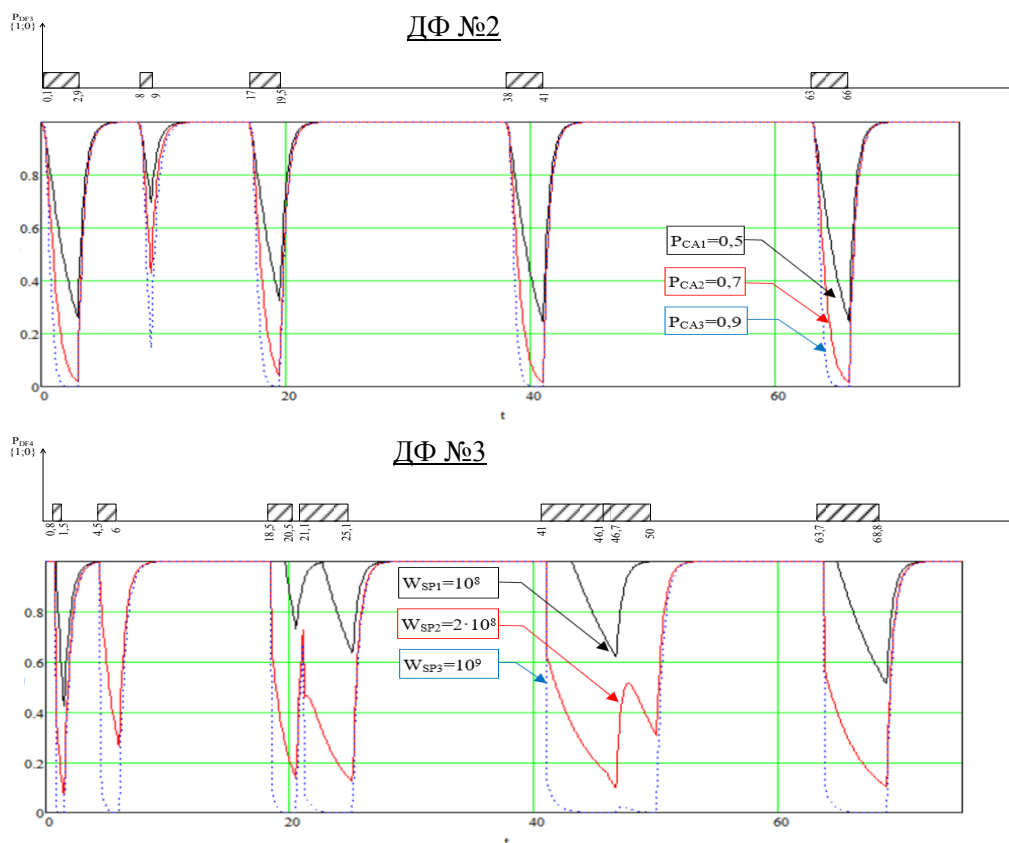


Рис. 4. Результаты моделирования

Кроме того, результаты моделирования свидетельствуют о том, что разработанная модель работоспособна, чувствительна к изменению исходных данных, позволяет получать не противоречащие логике результаты и адекватно отображает изменение состояния узла связи специального назначения и его элементов при функционировании.

Список используемых источников

1. Городецкий А. Е., Тарасова И. Л. Нечеткое математическое моделирование плохо формализуемых процессов и систем. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 336 с.
2. Можаяев А. С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности структурно-сложных систем : учебное пособие. Л. : ВМА, 1988. 68 с.
3. Поленин В. И., Можаяев А. С., Гладкова И. А. Общий логико-вероятностный метод моделирования сложных систем : монография. Германия : Palmarium Academic Publishing, 2015. 688 с.
4. Поленин В. И., Рябинин И. А., Свиринов С. К., Гладкова И. А. Применение общего логико-вероятностного метода для анализа технических, военных организационно-функциональных систем и вооруженного противоборства: монография / Под ред. проф. А. С. Можаяева. СПб. : НИКА, 2011. 410 с.
5. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем : монография. СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. 278 с.
6. Рябинин И. А., Черкесов Г. Н. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем. М. : Радио и связь, 1981. 261 с.

УДК 623.615
ГРНТИ 49.33.33

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ БАЗОВОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ИЗ СОСТАВА УЗЛА СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

А. В. Милашевский, А. А. Привалов

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

Статья посвящена методике оценки функциональной устойчивости технического устройства из состава аппаратных (станций) узла связи специального назначения, построенной на базе логико-вероятностной модели. Приведена блок-схема методики, проанализированы результаты, полученные при оценке устойчивости технического средства, функционирующего в условиях комплекса дестабилизирующих факторов.

узлы связи, методика оценки, функциональная устойчивость, дестабилизирующие факторы, показатели роли.

В условиях ведения современных вооруженных противоборств, функционирование узлов связи (УС) специального назначения (СН), происходит в постоянном взаимодействии с внешней неблагоприятной средой, которая характеризуется высшей степенью неопределенностью. Кроме того, изменения произошедшие в характере протекания современных вооруженных противоборств, существенно возросшие возможности ведущих государств мира по ведению разведки и последующему применению различных по своим возможностям средств дестабилизирующего воздействия диктуют необходимость всестороннего анализа и учета воздействующих факторов [1], способных оказывать негативное влияние на функционирование УС и технических объектов, входящих в их состав.

Изменившиеся требования, предъявляемых к УС СН, со стороны систем более высокого порядка, а также требования, обусловленные процессами, протекающими внутри подсистем, позволяет заключить о том, что главенствующая роль принадлежит обеспечению устойчивого функционирования УС [2].

Проведенный анализ предметной области показал, что существующий научно-методический аппарат оценки функциональной устойчивости УС СН не в полной мере учитывает особенности его функционирования в усло-

виях комплексного воздействия. Кроме того, в свете устаревания фактические данные, не учитывающих особенностей внедрения на УС СН современных информационно-телекоммуникационных систем, изменений средств, способов, средств и сфер проведения перспективных вооруженных противоборств, обуславливают необходимость уточнения и пересмотра отдельных аспектов существующих методик.

Для снятия существующих ограничений, актуализируется задача по разработке автоматизированной методики, которая позволит получить количественные оценки функциональной устойчивости УС СН и на основании их анализа определить направления ее обеспечения в условиях воздействия комплекса дестабилизирующих факторов.

Постановка задачи

Положим, что для предоставления телекоммуникационных услуг абонентам развернут и функционирует на протяжении времени $t \in [t_a; t_b]$, ЦСП «ЦМ-Е1». В процессе функционирования техническое устройство подвергается воздействию дестабилизирующих факторов [3]: DF_1 (поражение оборудования осколочным полем при разрыве боеприпаса), DF_2 (блокирование доступа радиоприемного устройства к полезному сигналу при воздействии преднамеренных радиоэлектронных помех), DF_3 (блокирование санкционированного доступа к необходимому ресурсу для авторизованных пользователей вследствие сетевой атаки «отказ в обслуживании»), DF_4 (поражение оборудования мощным электромагнитным импульсом оружия функционального поражения), – приводящих к его отказам (блокированию информационного обмена) и, как следствие, непредоставление необходимых услуг связи абонентам. Вероятности возникновения дестабилизирующих факторов считаются известными и задается значениями булевого множества $\{0; 1\}$, в соответствии с предполагаемым сценарием воздействий.

Требуется оценить устойчивость ЦСП «ЦМ-Е1», функционирующей в условиях комплексного дестабилизирующего воздействия и определить, какие из вложенных элементов оказывают наибольшее влияние на общесистемный показатель устойчивости.

Ограничения и допущения

1. Предполагается, что ЭМС средств связи обеспечивается.
2. В начальный момент времени ЦСП находится в работоспособном состоянии, выполняя все предусмотренные техническим описанием функции.
3. Ресурс подсистемы восстановления не ограничен. Восстановление ЦСП происходит с необходимым качеством в сроки, предусмотренные технической документацией без временных затрат на перемещение к месту ремонта.

4. Вероятностно-временные сценарии возникновения ДФ считаются известными.

5. Надежность ЦСП считается абсолютной на протяжении времени функционирования.

Решение

Для учета динамики изменения состояния ЦСП на протяжении времени его функционирования целесообразно осуществить переход от вероятностной меры к функции распределения случайного времени реализации ДФ.

Приведенные в [4, 5] СФЦ и соответствующие им уравнения вероятностных функций, отражающих свойство функциональной устойчивости, позволили установить количественно обоснованные взаимосвязи между частными параметрами и разработать методику оценки функциональной устойчивости универсальной базовой модели элементарного технического средства (примитива).

На рис. 1 (см. ниже) представлена блок-схема методики оценки функциональной устойчивости технического устройства, входящего в состав аппаратной (станции), функционирующего в условиях возникновения принятых к рассмотрению дестабилизирующих факторов.

Блок-схема включает в себя следующие элементы:

Блок 1. Иницирует начало алгоритма (актуализация задачи) расчета показателей функциональной устойчивости технического устройства, входящего в состав аппаратной (станции) УС СН.

Блок 2. Ввод и преобразование исходных данных вероятного сценария комплексного воздействия на временном интервале $t \in [t_a; t_b]$ в форму пригодную для обработки.

Блок 3. Ввод и преобразование исходных данных тактико-технических характеристик технического устройства в форму пригодную для обработки.

Блок 4. Иницирует обращение к подпрограмме, реализующей построение СФЦ (базовой модели) технического устройства, входящего в состав аппаратной (станции) УС СН с использованием изобразительных средств ОЛВМ.

Блок 5. Иницирует обращение к подпрограмме, реализующей расчет функции надежности, обусловленной собственными отказами технического устройства.

Блоки 6, 9, 12, 15 выполняют аналогичную функцию, реализуя проверку на уязвимость технического устройства к ДФ₁, ДФ₂, ДФ₃, ДФ₄ соответственно с последующей активизацией одной из альтернатив: «да» – переход к соответствующим блокам 7, 10, 13, 16, «нет» – переход к соответствующим блокам 8, 11, 14, 17.

Блоки 7, 10, 13, 16. Иницируют обращение к подпрограммам, реализующим расчет функции $P_{бр\ ДФ1}(t)$, $P_{бр\ ДФ2}(t)$, $P_{бр\ ДФ3}(t)$, $P_{бр\ ДФ4}(t)$ соответственно, характеризующих вероятности работы технического устройства без отказов (блокировок) при воздействии соответствующего дестабилизирующего фактора (ДФ₁, ДФ₂, ДФ₃, ДФ₄) по известным методикам, подробно изложенным в [6, 7, 8, 9, 10, 11].

Блоки 8, 11, 14, 17. Иницируют присвоение функции $P_{бр\ ДФ1}(t)$, $P_{бр\ ДФ2}(t)$, $P_{бр\ ДФ3}(t)$, $P_{бр\ ДФ4}(t)$ соответственно, константного значения равного 1, указывающего на абсолютную неуязвимость технического устройства к соответствующим дестабилизирующим факторам (ДФ₁, ДФ₂, ДФ₃, ДФ₄).

Блок 18. Иницирует обращение к подпрограмме, реализующей расчет (на основании данных, полученных в результате частных расчетов), функции $P_{уф\ устр}(t)$ технического устройства, характеризующей вероятность его устойчивой работы, а также коэффициента $k_{ид\ устр}$, который отражает апостериорную (статичную) оценку устойчивости в виде отношения времени устойчивой работы к суммарному времени устойчивой работы и простоя на интервале $t \in [t_a; t_b]$.

Блок 19. Иницирует обращение к подпрограмме, реализующей расчет показателей роли (значимости ξ , положительного β^+ и отрицательного β^- вкладов) ДФ в реализацию общесистемного показателя устойчивости технического устройства.

Блок 20. Иницирует преобразование данных в форму, пригодную для отображения результатов обработки

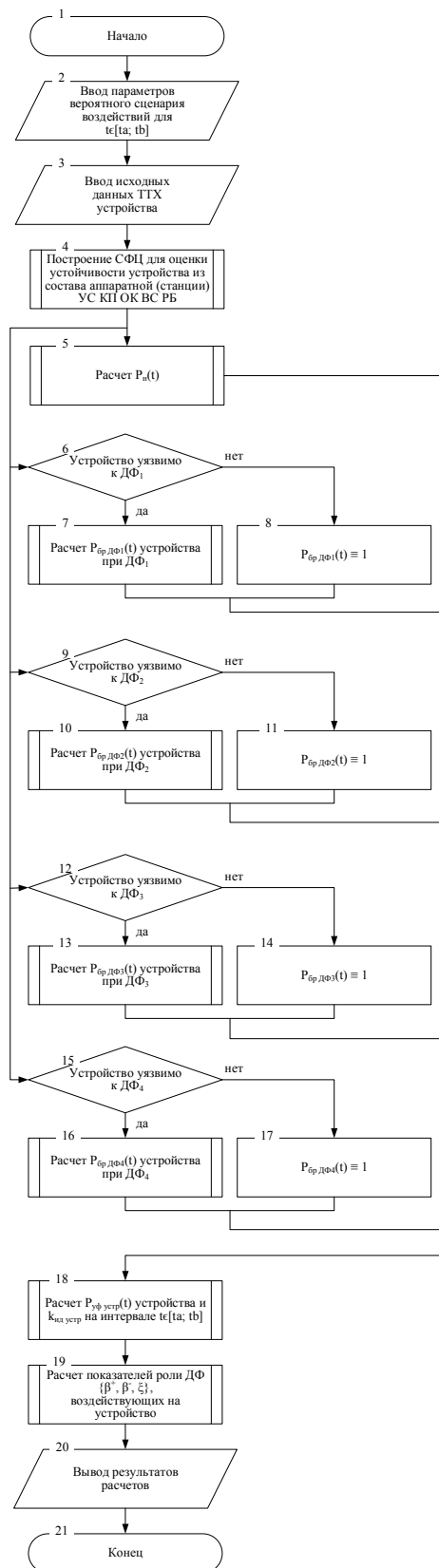


Рис. 1. Блок-схема методики оценки функциональной устойчивости технического устройства из состава аппаратуры (станции) УС СН

и вывод численных значений показателей функциональной устойчивости технического устройства.

Блок 21. Иницирует окончание алгоритма расчета показателей функциональной устойчивости технического устройства.

В результате выполнения последовательности действий, предусмотренной приведенным алгоритмом, была проведена оценка устойчивости ЦСП «ЦМ-Е1» (рис. 2) и получены показатели роли ДФ, оказывающих на него деструктивное воздействие.

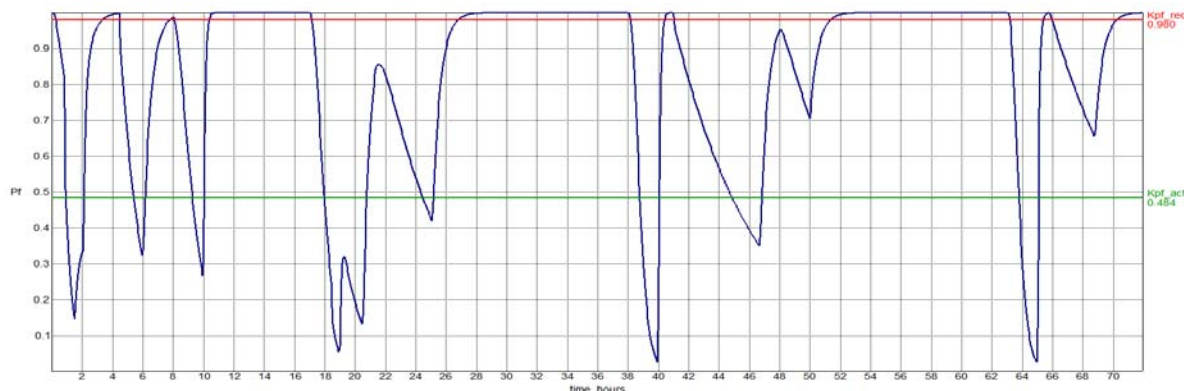


Рис. 2. Результаты моделирования

Анализ результатов свидетельствует о том, что актуальный уровень функциональной устойчивости $k_{ид \text{ устр}} = 0,484$ рассматриваемой ЦСП сильно снижен и не соответствует требуемым значениям показателя ($k_{ид \text{ устр тр}} = 0,98$). Кроме того, показатели вкладов (табл.) указывают на то, что ЦСП наиболее подвержена воздействию электромагнитного импульса оружия функционального поражения, основанного на новых физических принципах, а также программно-аппаратному воздействию, что очерчивает круг мероприятий по увеличению его защитного ресурса.

ТАБЛИЦА. Значения показателей роли вкладов

Номер вершины	Характеристика	Положительный вклад	Значимость	Отрицательный вклад
18	Уязвимость ЦСП к DF ₄	0,3646	0,8482	-0,4835
11	Уязвимость ЦСП к DF ₃	0,1179	0,6014	-0,4835

Таким образом, реализация приведенной методики позволяет прогнозировать изменения технического состояния технических устройств, функционирующих в условиях воздействия комплекса ДФ. А учет в методике логических взаимосвязей между техническими устройствами позволит проводить оценку систем более высокого порядка (аппаратных, станций, узлов связи, системы связи).

Список используемых источников

1. Милашевский А. В., Мякотин А. В., Привалов А. А., Чеботарев В. И. Факторы, влияющие на функциональную целостность и устойчивость функционирования подвижного узла связи специального назначения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. N 11. С. 339–344.
2. Васильков В. А., Милашевский А. В., Яковлев А. В. Устойчивость как целевой показатель качества функционирования системы связи специального назначения // Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях (20 марта 2020 г.). Труды V межвузовской науч.-практ. конф. СПб. : ВАС, 2020. С. 287–292.
3. Киселев А. В., Гагарин Ю. А., Милашевский А. В. Модель комплексного дестабилизирующего воздействия противника на узел связи специального назначения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. N 12. С. 122–129.
4. Милашевский А. В., Бекбаев Г. А., Привалов А. А. Особенности моделирования и расчета устойчивости функционирования инфотелекоммуникационной сети связи специального назначения в условиях внешнего дестабилизирующего воздействия на основе общего логико-вероятностного метода // Тез. докл. X Междунар. симп. «Eltrans 10.0». СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2019. С. 132–139.
5. Милашевский А. В. Построение логико-вероятностной модели для анализа функциональной устойчивости пункта управления узлом связи в условиях внешних дестабилизирующих воздействий вероятного противника // Инфокоммуникационные технологии: Современное состояние и пути развития (10 декабря 2019 г.) Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Алматы, Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи, Республика Казахстан, 2019. С. 74–81.
6. Балаганский И. А., Мержневский Л. А. Действие средств поражения и боеприпасов : учебник. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2004. 408 с.
7. Селиванов В. В. Средства поражения и боеприпасы : учебник / Под общ. ред. В. В Селиванова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 984 с.
8. Привалов А. А. Метод топологического преобразования стохастических сетей и его использование для анализа систем связи ВМФ / Под. ред. В. П. Чемиринко. СПб. : ВМА, 2000. 166 с.
9. Привалов А. А., Попов П. В. Методика расчета вероятности функционального поражения элементов системы связи флота // Тезисы семинара «Проблемы риска в технологической и социальной сферах» / Под ред. В. В. Яковлева. Вып. 4. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2005. 178 с.
10. Бекенова Я. А., Шипилов Н. Н., Борисенко К. А., Шоров А. В. Моделирование DDoS-атак и механизмов защиты от них // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2015. N 3. С. 32–39.
11. 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, СПб. : ЛО ЦНИИС, 2014. 126 с.

УДК 654.026
ГРНТИ 49.33.29

УСТОЙЧИВОСТЬ СЕТИ МНОГОКАНАЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕСТРУКТИВНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПОМЕХ

Нгуен Хай Бинь¹, Нгуен Ван Куан²

¹Университет телекоммуникаций (г. Нячанг, Вьетнам)

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)

В работе описан алгоритм оценки устойчивости сети многоканальной радиосвязи. Представлена модель оценки устойчивости сети в условиях деструктивных радиоэлектронных помех, учитывающая структурные параметры и доступность деструктивных радиоэлектронных помехов к элементам сети. Приведены примеры расчет устойчивости сети многоканальной радиосвязи в заданных ее структурах при различных степенях охвата сети радиоэлектронными помехами.

сеть многоканальной радиосвязи, устойчивость, деструктивные радиоэлектронные помех.

Введение

Сеть многоканальной радиосвязи (МКРС) специального назначения имеет структуру по объему, средства и линия связи которой размещаются на различных эшелонах [1, 2]. В условиях внешних воздействий, в том числе деструктивные радиоэлектронные помех (ДРЭП), с целью обеспечения объема передаваемой информации в сети МКРС необходимо поддерживать значения ее устойчивости на требуемой уровне. При этом под деструктивными радиоэлектронными помехами будем понимать электромагнитные излучения средствами деструктивных факторов, которые ухудшают качество функционирования сети МКРС по обработке и передаче информации.

Существуют разные определения по устойчивости сети электросвязи, в том числе сеть связи специального назначения, которые представлены в работах [2, 3, 4, 5]. В отличии от существующих в рамках исследования под устойчивостью сети МКРС понимается ее способность в условия ДРЭП обеспечить функционирования сети по передаче информационных потоков путем применения защитного ресурса. Классификация и способ применения защитного ресурса показывается в работе [6]. Необходимо отметить, что без постоянной оценки устойчивости сети МКРС в условиях ДРЭП не можем

заблаговременно обеспечивать ее значение в динамическом изменении деструктивных воздействий. Поэтому данная работа посвящена походу к оценке устойчивости сети МКРС в условиях ДРЭП.

Математическая модель сети МКРС в условиях ДРЭП

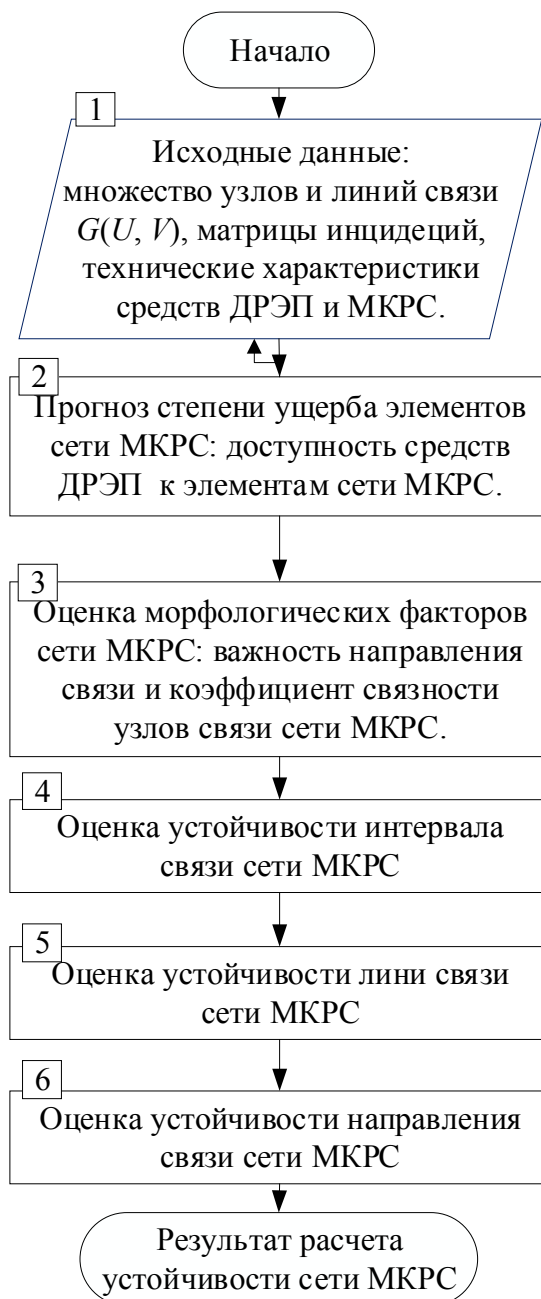


Рис. 1. Алгоритм оценки устойчивости сети многоканальной радиосвязи специального назначения

В работах [1, 2, 3] предложен способ оценки устойчивости сети МКРС с учетом ее важности направления связи, связности средства с другим средствами сети и степени и доступность ДРЭП на средствах МКРС, представленный на рис. 1.

С учетом алгоритма (см. рис. 1) получена устойчивость сети МКРС специального назначения в условиях ДРЭП, значение которой может вычисляться с помощью математической модели с учетом структурных параметров сети и доступности ДРЭП к ее элементам по формуле [4]:

$$P_{\text{уст.сеть}} = \sum_{n=1}^N \alpha_n \left\{ 1 - \prod_{j=1}^J \left[1 - \prod_{i=1}^I \prod_{k=1}^2 \left(1 - \prod_{r=1}^R \left(1 - \delta^{kr} \left(1 - \beta^{kijn} \right) P_{\text{уст.Ср}}^{kijn} \right) \right) \right] \right\}, \quad (1)$$

где α_n – важность направления связи сети МКРС; β^{kijn} – коэффициент доступность средств ДРЭП к элементам сети; δ^{kr} – коэффициент связности k -го средства с r -м средством сети МКРС; $P_{\text{уст.Ср}}^{kijn}$ – вероятность устойчивости k -го средства МКРС.

Пример расчета устойчивости сети МКРС в условиях ДРЭП

С учетом модели (1) оценим устойчивость различных вариантов структур сети МКРС (рис. 2): *а* – сеть состоит из четырех узлов (узлы 1–4) и двух наземных ретрансляционных центров (5, 6); *б* – сеть состоит из четырех узлов (узлы 1–4), двух наземных ретрансляционных центров (узлы 5, 6) и одного ретранслятора на основе беспилотного аппарата (узел 7); *в* – сеть состоит из четырех узлов (узлы 1–4), двух наземных ретрансляционных центров (узлы 5, 6) и двух ретрансляторов на борте беспилотного аппарата (узел 7, 8).

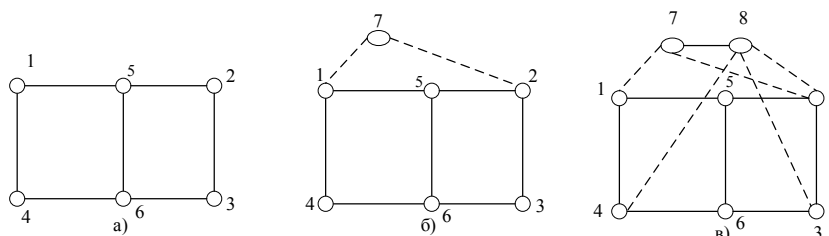


Рис. 2. Варианты структур сети МКРС специального назначения

Результаты оценки устойчивости вариантов сетевой структуры представлены на рис. 3–4. На рис. 3 представлена зависимость устойчивости сети от устойчивости средства при различных структурах. При этом структура *в* (см. рис. 2, *в*) окажется наиболее устойчивой структуры в условиях ДРЭП при сравнении с другими структурами (см. рис. 2, *а*, *б*). Это значит, что степень разветвленности играет важную роль для обеспечения устойчивости сети в условиях ДРЭП.

На рис. 4 представлена объемная зависимость устойчивости сети от устойчивости средства и доступности при охвате ДРЭП 50 % элементов сети. Анализ графиков показывает, что большей эффективностью обладают меры по восстановлению устойчивости сети на участках вероятности устойчивости средства от 0,8 до 1 при коэффициентах доступности от 0

до 0,4 (рис. 4, а), вероятности устойчивости средства 0,5 до 0,8 при коэффициентах доступности от 0 до 0,6 (рис 4, б).

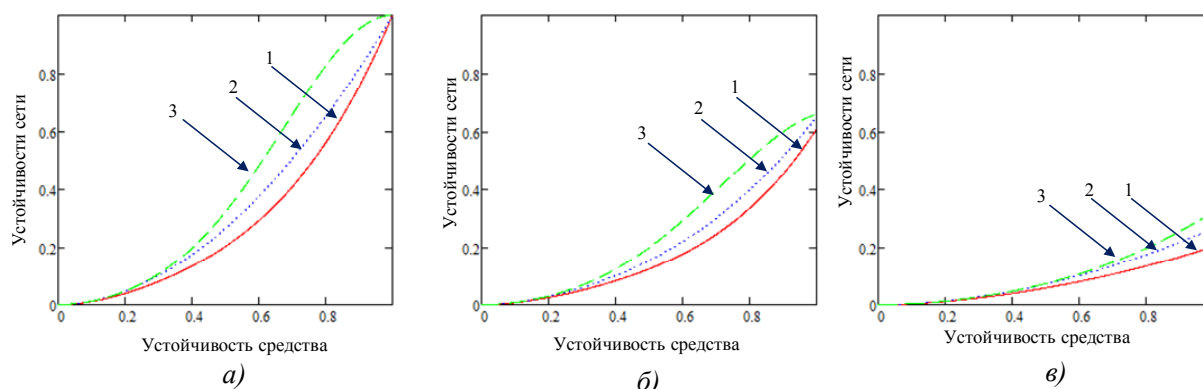


Рис. 3. Зависимость устойчивости сети МКРС от устойчивости средства и степени ее разветвленности: а – отсутствие ДРЭП; б – охват деструктивными радиоэлектронными помехами 50 % элементов сети; в – охват деструктивными радиоэлектронными помехами 100 % элементов сети

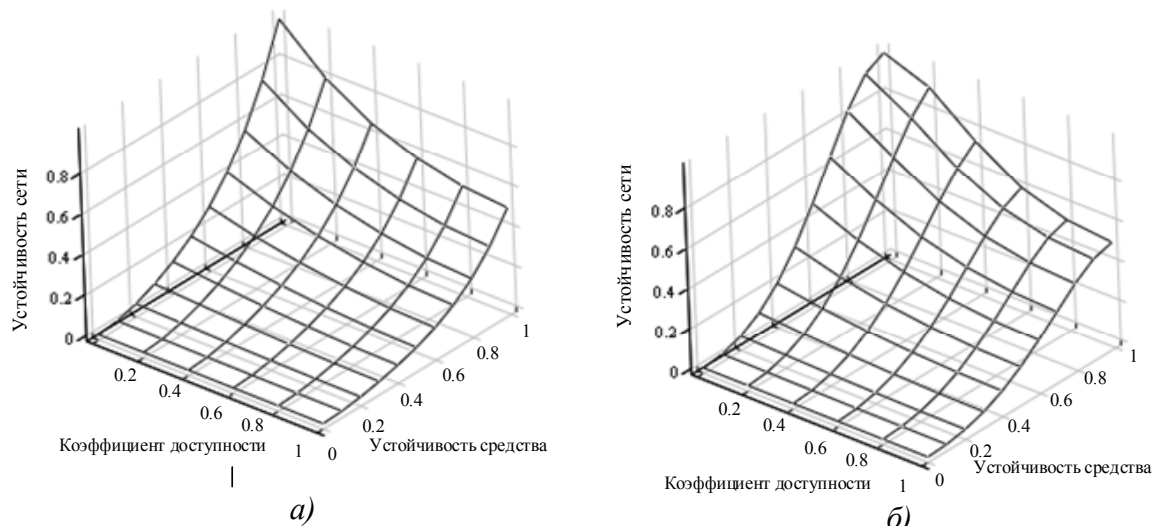


Рис. 4. Зависимость устойчивости сети МКРС от устойчивости средства и доступности при охвате деструктивными радиоэлектронными помехами 50 % элементов сети:
а – устойчивость структуры сети на рис. 2 а;
б – устойчивость структуры сети на рис. 2 в

Заключение

Меры по восстановлению, вышедших из строя элементов сети в результате ДРЭП эффективнее на прямолинейных участках графиков (см. рис. 3–4). Можно отметить, что в условиях ДРЭП значительный выигрыш в восстановлении устойчивости при минимальных затратах защитного ресурса сети МКРС обеспечивается на прямолинейных областях увеличения вероятности устойчивости средств. Для обеспечения устойчивости сети МКРС в условиях ДРЭП необходимо выполнять организаци-

онно-технические мероприятия, которые включают в себя: создание энергетического превосходства путем повышения энергии сигнала над энергией помех на входе приемника МКРС; применение частотных и временных отличительных признаков сигналов, отличающихся от частотно-временных параметров помех; пространственная селекция сигналов и помех путем изменения диаграмм направленности приемных антенн. Все это является дальнейшим направлением исследования.

Список используемых источников

1. Якушенко С. А., Сазонов М. А. Методология создания перспективных средств многоканальной радиосвязи на новых технических принципах // Успехи современной радиоэлектроники. 2016. № 11. С. 18–24.
2. ГОСТ Р 53111-2008. Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки. М. : Стандартиформ, 2009. 16 с.
3. Иванов В. Г. Модель технической основы системы управления специального назначения в едином информационном пространстве на основе конвергентной инфраструктуры системы связи : монография. СПб.: ПОЛИТЕХПРЕСС, 2018. 214 с.
4. Нгуен Х. Б. Модель оценки устойчивости сети многоканальной радиосвязи // Известия Тульского государственного университета. 2019. № 6. С. 93–97.
5. Нгуен Х. Б. Методика оценки сети многоканальной радиосвязи в условиях противодействия деструктивным факторам // Стратегическая стабильность. 2019. № 4 (89). С. 40–43.
6. Забело А. Н., Нгуен Х. Б. Предложение по исследованию динамики изменения состояния сети многоканальной радиосвязи в условиях воздействия деструктивных факторов // Стратегическая стабильность/ 2020. № 1 (90). С. 32–34.

УДК 621.396.24
ГРНТИ 49.43.29

ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЕЙ ПАКЕТНОЙ ДЕКАМЕТРОВОЙ РАДИОСВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Р. С. Панин

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

Рассматривается возможность перехода от классических сетей радиосвязи декаметрового диапазона с радиальным способом организации к самоорганизующимся радиосетям с децентрализованным управлением, где каждая абонентская радиостанция

может выступать в роли ретранслятора, динамически определяя направления пересылки чужих данных. Особенности данных сетей являются устойчивостью к изменениям инфраструктуры сети, устойчивостью к изменению помеховой обстановки, высокая скорость развертывания и повышение пропускной способности радиосети.

самоорганизующиеся сети, эффективность функционирования, протокол множественного доступа, протокол маршрутизации.

Системы радиосвязи декаметрового диапазона (ДКМ), несмотря на присущие им невысокое качество и надежность по сравнению с другими родами связи продолжают активно развиваться как в России, так и за ее пределами. Это связано прежде всего с тем, что современная ДКМ связь при относительно небольших технических и организационных затратах позволяет осуществлять передачу данных не только на большие расстояния, но и в труднодоступные районы, а также в условиях чрезвычайных ситуаций выполняет функции одного из базовых видов резервной, а порой и единственной связи.

При этом становится актуальным решение задач повышения организационно-технических возможностей автоматизированных систем ДКМ радиосвязи для выполнения требований по обеспечению устойчивости, своевременности и скрытности передачи информации, а также предоставления широкого спектра интегрированных услуг.

Современные сети радиосвязи строятся на основе технологий с коммутацией пакетов. В пакетной радиосвязи ДКМ диапазона существенными факторами, влияющими на эффективность радиосвязи, являются изменяющееся состояние ионосферы, различного рода помехи, ограничения на пропускную способность радиоканалов.

Относящиеся к ним многолучевое распространение, сопровождающееся глубокими замираниями сигнала, подверженность влиянию ионосферных возмущений, загруженность частотных каналов помехами приводят к тому, что вследствие использования отражения радиоволн от ионосферы, одни и те же рабочие частоты обеспечивают различные уровни сигнала на приеме в разных направлениях связи. При этом проблема анизотропии радиоканалов как по направлению передачи, так и по рабочей частоте, проявляется в том, что рабочая частота, пригодная для обмена данными в одном направлении, может быть совершенно непригодной для обмена в другом направлении.

Стремление в повышении надежности систем радиосвязи выразилось в создании помехозащищенных систем и средств радиосвязи, в том числе использующих режим псевдослучайной перестройки рабочих частот (ППРЧ), представляющий собой способ последовательного расширения спектра сигнала путем скачкообразного изменения номинала несущей частоты по априорно известному корреспондирующим станциям псевдо-

случайному закону. При этом достигаемый эффект надежности связи определяется большим объемом используемых частот, из которого осуществляется выбор очередной рабочей частоты, и малым временем существования сигнала на этой частоте. С другой стороны, увеличение количества рабочих частот выше потребностей радиосети, приводит к нерациональному использованию частотного ресурса, вследствие простоя радиоканалов, а влияние анизотропии к уменьшению эффективности функционирования линий ДКМ связи из-за использования частотных каналов, неудовлетворяющих требованиям по скорости и качеству передачи. Анизотропия рабочих частот и направлений передачи приводит к невозможности использования радиостанциями сети свободных рабочих частот в произвольном порядке. Представленные обстоятельства предопределяют требования изотропии радиоканалов при назначении группы рабочих частот (ГРЧ) в режиме ППРЧ.

В ряде исследований [1, 2, 3] показано, что наибольшей эффективностью обладают автоматизированные ДКМ радиосети с изменяемой топологией с реализацией многопараметрической адаптации.

При этом повышение эффективности радиосвязи достигается не только использованием ППРЧ с адаптацией по рабочим частотам и режимам работы [4], а также применением наряду с прямыми радиоканалами обходных путей передачи информации (составные каналы). Таким образом в сети реализуется режим структурной адаптации при невозможности передачи информации по данной радиолинии и помехах на другие маршруты передачи. Практически рассматривается вопрос построения эффективной системы радиосвязи с надежностью значительно выше надежности обычных систем радиосвязи.

В настоящее время предложены ряд стандартов для реализации беспроводных децентрализованных самоорганизующихся сетей радиосвязи (ССР или MANET – *Mobile Ad hoc Network*) в гигагерцовых диапазонах. Использование на принципах множественного доступа группы выделенных радиоканалов обеспечивает ССР устойчивость к изменениям инфраструктуры сети, устойчивость к изменению помеховой обстановки, простоту и высокую скорость развертывания. Эти преимущества указывают на несомненный интерес данной технологии для систем управления критическими структурами. Однако ареал покрытия таких сетей не превышает сотен метров. Использование для критических структур требует перехода в диапазоны, обеспечивающие обмен данными на сотни и тысячи километров.

В связи с этим дальнейшим развитием ДКМ радиосетей представляется создание крупномасштабных сетей специального назначения с пакетной коммутацией, оперативно адаптирующихся к быстро меняющейся ситуации на сети [5], так называемых самоорганизующихся ДКМ-сетей.

Это радиосети с децентрализованным управлением, не имеющие постоянной структуры. При наличии доступности, любые радиостанции могут

соединяться в произвольном порядке, при этом сохраняется возможность установления соединения с другими сетевыми станциями, находящимися вне зоны замирания сигнала.

Выделяемые группы частот коллективно используются группой радиостанций, тем самым позволяя экономить частотный ресурс. Каждая корреспондирующая радиостанция может выступать в роли ретранслятора, динамически определяя направления пересылки чужих данных.

С целью поддержания высокой связности сети, автоматизированные узлы радиосвязи предусматривается размещать с возможностью не менее трехкратного пересечения зон радиовидимости и использовать односкачковые линии ионосферной связи.

При этом основными проблемами на пути создания и совершенствования самоорганизующихся сетей ДКМ радиосвязи являются протоколы функционирования автоматизированной системы управления (АСУ) установлением соединений этих сетей.

Решение проблемы обеспечения общей производительности сети за счет эффективного разделения радиоканалов между радиостанциями предполагает оптимизацию процедур множественного доступа и маршрутизации.

Протоколы случайного множественного доступа оценивают по комплексному критерию: задержка – скорость передачи. Этот критерий учитывает два аспекта организации управления доступом. Первый аспект определяет среднюю длительность времени доставки пакета адресату. Второй связан с рациональным использованием выделенной полосы радиочастот, т. е. чтобы большая часть времени работы радиоканала приходилась на передачу полезной информации. Это ставит задачу минимизации накладных расходов, определяемых объемом передаваемой служебной информации, уменьшения простоев радиоканала при наличии в сети готовых к передаче пакетов и сокращения времени нахождения радиоканала в состоянии передачи конфликтующих пакетов [6].

Протоколы маршрутизации в беспроводных многоузловых сетях передачи данных, как правило, направлены на минимизацию средней задержки, процента служебных сообщений, процента потерь пакетов, а также на увеличение средней пропускной способности маршрута в сети.

Анализ протоколов маршрутизации показал, что каждый из них эффективен (достигается оптимум одного или нескольких показателей эффективности функционирования сети – пропускной способности, средней задержки передачи сообщения и др.) при определенной ситуации в сети (динамика изменения топологии, интенсивность входящего трафика, размерность и т. д.). При этом стоит отметить, что выбор того или иного протокола маршрутизации в большинстве случаев зависит от назначения самооргани-

зующейся сети и требований, которые предъявляют к ней. Следует отметить, что требования к самоорганизующимся сетевым технологиям могут расширяться. Поэтому в небольших и малоподвижных сетях наиболее целесообразно применять проактивные или реактивные протоколы маршрутизации, а в более крупных эффективными могут быть гибридные.

В потенциале такая система способна обеспечить радиосвязь при сравнительно небольших излучаемых мощностях. Использование ППРЧ в коротковолновых радиоканалах в сочетании с адаптацией по частоте позволяет получить коэффициент готовности направления связи 0,99 и выше даже в условиях помеховых воздействий. Применение перспективных сигнально-кодовых конструкций и цифровых методов их формирования и обработки позволяет в потенциале обеспечить в декаметровом радиоканале пропускную способность до 19,2 кбит/с и более.

Список используемых источников

1. Головин О. В., Простов С. П. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи. М. : Изд-во Горячая линия – Телеком, 2006. 600 с.
2. Гук И. И., Путилин А. Н., Сиротинин И. В., Хвостунов Ю. С. Адаптивная система декаметровой радиосвязи с полнодиапазонной псевдослучайной перестройкой рабочей частотой. Предварительные результаты трассовых испытаний ее фрагмента // Материалы VI Санкт-Петербургской Межрегиональной конференции «Региональная информатика 2011», Санкт-Петербург, 26–28 октября 2011 г.
3. Шаров А. И. Автоматизированные сети радиосвязи. Л. : ВАС, 1988. 178 с.
4. Панин Р. С., Путилин А. Н., Хвостунов Ю. С. Использование частотного ресурса системой декаметровой связи в режиме псевдослучайной перестройки рабочей частоты // Техника средств связи. 2020. № 3 (151) С. 2–13.
5. Присяжнюк А. С., Присяжнюк С.П. Модель управления когнитивной декаметровой радиосетью // Информация и космос. 2018. № 4. С. 44–48.
6. Бунин С. Г., Войтер А. П., Ильченко М. Е., Романюк В. А. Самоорганизующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами. Киев : НПП «Издательство «Наукова думка» НАН Украины», 2012. 444 с.: ил.

*Статья представлена профессором кафедры ВАС,
доктором технических наук, профессором А. Н. Путилиным.*

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 377, 378
ГРНТИ 82.17, 14.85

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Г. В. Абрамян^{1,2}

¹Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,

²Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

В статье рассматриваются основные тенденции и особенности цифровизации образования в современных условиях. В современных условиях цифровое образование при сохранении качества предоставляемых услуг можно рассматривать как среду распараллеливания задач управления образовательными процессами. Талантливый молодой человек должен обладать практикоориентированными умениями и навыками, виртуально-анимированными представлениями на глобальном рынке идей, творческих проектов и анимаций, технологий, алгоритмов деятельности. Система цифрового/электронного обучения на основе искусственного интеллекта необходима прежде всего для поддержки прикладных/профильных группы обучаемых – будущих функциональных исполнителей «заданных» производственных процессов и алгоритмов. Предлагается разработать перечень типовых электронных операций обучаемого, которые он осуществляет с использованием тактильных ручных манипуляторов, виртуальных тактильных манипуляторов и датчиков, подкожных электронных чипов. Необходимо проводить глубокое исследование, как и каким образом, развитие «новых» тактильных зон вместо традиционных будет сказываться на развитии сознания и интеллекта обучаемых.

особенности цифровизации образования, тенденции развития, искусственный интеллект, проблемы, риски.

В условиях цифровизации экономики и существующих пандемических ограничений в мире российская система высшего образования функционирует и развивается в особом режиме, при котором цели и задачи высшего,

среднего профессионального (СПО) и общего (ОО) образования кардинально изменяются. [1] Например, в системе СПО в ближайшее время планируется реализовать: 1) ускоренный двухгодичный выпуск обучающихся, в том числе укорачивая уже существующие образовательные программы, проводя акселерацию и ускоренную подготовку по рабочим профессиям, развивая краткосрочные курсы [2], 2) практико-ориентированное содержание образования, 3) новые формы и модели обучения, в том числе на основе дуальных форм обучения при которых: 3.1) работодатели принимают самое активное участие в создании учебных планов и программ, 3.2) теоретическая подготовка по которым осуществляется в учреждении образования, 3.3) практическая подготовка ведется на предприятии и конкретном рабочем месте.

Тенденция 1. В новых условиях цифровое образование и экспериментальная дистанционная/удаленная работа в вузах, системе СПО и школах все чаще становится нормой. Образование теперь можно получать в любом месте и в любое время (в вузах, СПО и школах при наличии соответствующего ИКТ-оборудования в том числе и в личном пользовании у обучающихся), однако сам учебный процесс все шире и глубже сопровождается сбором образовательных и индивидуальных данных о характере прохождения учебных маршрутов. Получаемые персональные данные об обучающихся, как правило, собираются образовательным учреждением и поступают на экспертизу в региональные и федеральные отделы образования, профильные министерства и ведомства для принятия организационных и управленческих решений об эффективности учебных процессов.

В условиях пандемии считается, что цифровые удаленные формы обучения как и телемедицина это более безопасные, качественные и дешевые формы оказания услуг обучения/лечения населению. Однако реальное/онлайн социальное общение и диалог в перспективе могут в новых условиях стать доступным лишь для людей обладающими достаточными средствами и возможностями. Например, в условиях пандемии за дополнительные «домашние» занятия с репетитором, обучаемым (студентам и школьникам) или их родителям было необходимо заплатить в среднем полторы-две тысячи рублей в час, занятия с использованием видеосервисов стоило около 500 рублей в час, а подписка на использование различных образовательных платформ в среднем стоила 200–300 рублей в месяц, в сети Интернет представлены многочисленные и бесплатные или более бюджетные открытые электронные ресурсы. Цифровизация образования в условиях пандемии позволила с одной стороны государству обеспечить образовательный процесс, преподавателям реализовать профессиональную деятельность, а обучаемым и их родителям получить образовательные услуги «на дому». В новых условиях изменились и функции ППС и учителей – они все больше становились тьюторами, создающими и «запускающими» необходимый

аудиовидеоконтент и параллельно занимающимися сопутствующими профессиональными задачами и процессами. В этой связи цифровое образование при сохранении качества предоставляемых услуг можно рассматривать как среду распараллеливания задач управления образовательными процессами.

Тенденция 2. В современных условиях целью обучения, например, в системах СПО и вузах становится уже не столько обучение, развитие и воспитание, сколько создание и поддержание системы подготовки молодежи к эффективной продаже на свободном рынке услуг своих сформированных и будущих компетенций, знаний, умений и навыков. В этой связи талантливый молодой человек – выпускник СПО или вуза возможно уже не будет восприниматься как социально самооценная личность, но он будет ценен своими практикоориентированными умениями и адаптивными навыками SOFT SKILLS [3], творческими проектами и анимациями, технологиями, алгоритмами деятельности, виртуально-анимированными представлениями на глобальном рынке дизайнерских идей и пр. [4, 5] В этой связи необходимо чтобы еще и на стадии обучения в вузе и системе СПО субъект обучения создавал собственную персонализированную модель компетенций, параллельно выстраивая свою карьеру в обществе, являясь при этом частью его «живого» товара и генерируя при этом свое виртуальное отражение в цифровой мир. В зависимости от уровня развития/глубины/связей/отношений модели компетенций и талантливости обучаемый будет стоять тем дороже, чем более развитой по структуре/связям/глубине представляется его компетентностная модель и соответственно, тем он выше будет цениться и дороже продаваться на рынке услуг.

Тенденция 3. Разрабатываемые в настоящее время траектории индивидуального развития и обучения позволят дифференцировать обучаемых и тем самым сформировать группы обучаемых ориентированные на творческие задачи (ГООТЗ) с одной стороны, а с другой стороны более прикладные/профильные группы обучаемых – будущих функциональных исполнителей «заданных» производственных процессов и алгоритмов (ФИЗППА).

В условиях цифровизации обучения в вузах, СПО и школах параллельно идут процессы дифференциации системы образования на академическую/фундаментальную и прикладную/профильную составляющие образования. При этом система академического/фундаментального образования постепенно становится все более закрытой, элитарной и доступной либо для избранного контингента обучаемых, либо для обеспеченных семей, которые в состоянии компенсировать расходы на обучение своих детей. Именно для реализации в первую очередь ФИЗППА образования, по нашему мнению, и необходима система цифрового/электронного обучения, для управления которой необходимо в первую очередь создавать искусственный интеллект. Пандемия и связанный с ней резкий отток трудовых мигрантов, в том числе

из РФ показал, что за реализацией интеллектуального ФИЗППА образования на основе цифрового/электронного обучения, безусловно, большое будущее [6].

Тенденция 4. При всех положительных составляющих цифрового/электронного обучения и возможности интеллектуализации и автоматизации ФИЗППА образования, нельзя забывать о проблемах, которые будут возникать при подготовке молодежи. В частности, поиск и обработка готовой информации в цифровой/электронной среде и связанный с этим набор текстов подменяет важные для развития мозга обучаемых процессы письменного изложения мыслей, которые совместно тактильными операциями формируют навыки/умения и как результат развития происходит рост нейронных связей и систем между левым и правым полушариями мозга. При использовании клавиатуры и мыши или ручки/карандаша используются совершенно различные тактильные зоны, в первом случае лишь «подушечки» пальцев. Поэтому необходимо проводить глубокое исследование, как и каким образом, развитие «новых» тактильных зон вместо традиционных будет сказываться на развитии сознания и интеллекта. Необходимо также учитывать, что в процессе электронного обучения происходит значительное увеличение периодов набора текстов, вставки объектов, «протаскивания» мыши и др. Для изучения этих явлений предлагается разработать перечень типовых электронных операций обучаемого, которые он осуществляет с использованием: 1) клавиатуры, 2) тактильных ручных манипуляторов (мышь, джойстик, игровые пульты и пр.), 3) виртуальных тактильных манипуляторов и датчиков (виртуальный шлем, очки и пр.), 4) подкожных электронных чипов [7].

Тенденция 5. В процессе онлайн обучения в РФ в настоящее время используются в основном зарубежные программы и информационные системы: 1) глобальные информационные сервисы видеоконференций – Zoom, Skype, Microsoft Teams, Cisco Webex Meetings, Slack, Google Hangouts Meet, Facebook Messenger, GoToMeeting, JoinMe, CyberLink U Meeting, BlueJeans, Lifesize, FreeConference, Starleaf, Trueconf, 2) системы электронного обучения (СЭО) – Canvas от Instructure, Adobe Captivate Prime от Adobe, iSpring Suite от Ричмедиа, Академия-Медиа от Издательский центр «Академия», АнтиТренинги от Интернет Университет, АнтиТренинги от Интернет Университет, iSpring Page от Ричмедиа, iSpring Page от Ричмедиа, eFront от Epignosis, myQuiz от WaveAccess, Система тестирования INDIGO от Indigo Software Technologies, Electude от Electude International, Collaborator от Davintoo, ATutor, eLearning Server 4G от Гиперметод, Teachbase от Интернет Школа, Emdesell от ИП Соколов М.А., GetCourse от Система Геткурс, iSpring Market от Ричмедиа, , Mirapolis LMS от Mirapolis, StartExam от Милдсофт, CourseLab от WebSoft, Online Test Pad, Eliademy от CloudBerry Tec, Testand от Тестанд, Testand от Тестанд, Adobe Captivate

от Adobe, Uchi.pro от Учи.Про, , Open edX от edX, MyLMS от WebSoft, MyLMS от WebSoft, Google Класс от Google, Google Класс от Google, Articulate Storyline 360 от Articulate Global, Ё-Стади от Седьмое Небо, iSpring Learn от Ричмедиа, Edmodo от Edmodo, Эквио от Эквио, Gurucan от Гурукэн, Moodle от Moodle, Teachable от Teachable, ZenClass от Дзен-Класс, LearnWorlds от LearnWorlds, Мосо от Technomatix, TalentLMS от Epignosis, Unicraft от Юникraft, eTutorium LMS от Етуториум, Totara Learn от Totara Learning Solutions, Eduardo от Лекториум, EduTerra.PRO от Территория Образования, 1С:Электронное обучение. Корпоративный университет от 1С, Thinkific от Thinkific, JustClick от ДжастКлик что приводит к утечке персональных данных в глобальную сеть. В случае если используются зарубежные сервисы видеоконференций и СЭО, то в условиях импортозамещения программного обеспечения параллельно российское образование становится зависимым от работы данных сервисов и как результат система образования уже перестанет быть суверенной и независимой [8]. Причем сбор образовательных персональных данных для управления контентом [9] и интерфейсами формирования профессиональных компетенций осуществляется в настоящее время во многом без научного обоснования [10, 11], с неясными целями и возможными негативными последствиями как для обучаемых и их родителей, так и для самой системы образования (учителя, ППС, управленческие кадры).

Тенденция 6. Использование современных систем электронного обучения предполагает наличие дома у обучаемых высокоскоростных каналов связи и дорогостоящей компьютерной техники и внешних устройств, что приводит с одной стороны к зависимости доступности образовательных услуг и качества образования от: 1) материальной обеспеченности обучаемых, их родителей и учебного заведения в котором установлена СЭО школы, 2) наличия ИТ-компетенций у обучаемых и их родителей, преподавателей, руководящего и обслуживающего персонала учреждения образования [12]. В реальных условиях РФ это может привести к принудительному разделению обучающихся, родителей, ППС, обслуживающего ИТ-персонала учреждения образования по территориальным, материальным, финансовым и как результат этническим, национальным и религиозным признакам. Цифровые средства (аппаратные, программные, организационные и пр.) в соответствии с законодательством РФ должны быть наполнены лицензионным программным обеспечением, поэтому приобретая продукты компаний Microsoft, Apple и др. сотрудники образовательных учреждений и родители обучаемых должны помнить о том, что Microsoft, Apple, Intel, AMD являются американскими компаниями и в доктрине безопасности США РФ по настоящее время является одним из главных врагов США. Исходя из этого руководству образования необходимо принимать адекват-

ные организационные решения с точки зрения информационных рисков защиты персональных данных обучаемых в условиях реализации реального суверенитета РФ [13].

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. DOI: 10.17513/spno.29830. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=29830> (дата обращения 12.01.2021).
2. 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.
3. Абрамян Г. В. Модели экономической, финансовой и информационно-образовательной коллаборации в Евразийском пространстве на основе современной AGILE методологии и горизонтальных систем управления на основе адаптивных умений и навыков SOFT SKILLS // *Технологическая перспектива в рамках Евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста : материалы 2-й Международной конференции*. 2016. С. 15–22.
4. Абрамян Г. В. Формирование проектно-графической культуры будущих дизайнеров с помощью информационных технологий // *Человек и образование*. 2019. № 1 (58). С. 123–127.
5. Абрамян Г. В. Развитие дизайн-культуры как фактора опережающего развития специалиста // *Образование: ресурсы развития*. Вестник ЛОИРО. 2019. № 1. С. 90–91.
6. Абрамян Г. В. Методология анализа, классификации и таксономии целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях интернационализации образования, поляризации экономических рынков, региональной и глобальной миграции трудовых ресурсов // *Региональная информатика и информационная безопасность Сборник трудов*. Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. 2016. С. 200–205.
7. Абрамян Г. В. Медико-экологические аспекты влияния средств НИТ на человека и их применение в системе непрерывного образования // *Комплексные методики активного обучения педагогов в области экологического образования (Экология человека) Теория, опыт работы*. ИОВ РАО, СПб., 1993. С. 12–13.
8. 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 материалы XVIII Международной школы-конференции. 2018. С. 363–368.
9. Абрамян Г. В. Вербальные, визуальные и паралингвистические невербальные компоненты HIGH-HUME/HIGH-TECH цифрового управления подготовкой выпускников вузов с учетом региональных фонетических, фонологических, морфологических, лексикологических и синтаксических конструкций и форм организации ИТ-коммуникаций // *Современное программирование*. Материалы III Международной научно-практической конференции. Нижневартовск, 2021. С. 261–266. DOI: 10.36906/AP-2020/51.
10. Абрамян Г. В. HIGH-HUME методология и алгоритмы реализации HIGH-TECH управления контурами естественнофизиологических, электронноцифровых и ги-

бридных интерфейсов формирования профессиональных компетенций выпускников вузов // Современное программирование. Материалы III Международной научно-практической конференции. Нижневартовск, 2021. С. 255–260. DOI: 10.36906/AP-2020/50.

11. Абрамян Г. В. Формирование профессиональных компетенций выпускников вузов в цифровой HIGH-HUME образовательной среде на основе HIGH-TECH суггестивно-лингвистического анализа и управления профессиональной деятельностью, коммуникациями и контентом учебных каналов // Современное программирование. Материалы III Международной научно-практической конференции. Нижневартовск, 2021. С. 251–254. DOI: 10.36906/AP-2020/49.

12. 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.

13. Абрамян Г. В. Риски и потенциальные угрозы компьютерных систем и технологий электронного обучения на платформе WINDOWS научно-образовательной среды Российской Федерации // Региональная информатика и информационная безопасность. Санкт-Петербург, 2015. С. 414–416.

УДК 377, 378

ГРНТИ 82.17, 14.85

ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ ЦИФРОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ IOT ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Г. В. Абрамян^{1,2}

¹Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,

²Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

В статье рассматриваются проблемы, перспективы и направления развития концепции цифровой инфраструктуры интеллектуальной системы IoT образования на основе интернета вещей. Предлагается система развития новых технологий образования на основе Интернета вещей, робототехники, систем искусственного интеллекта и концепции «больших данных».

интеллектуальная система, образование, интернет вещей, IoT образование, цифровая инфраструктура, концепция, проблемы, перспективы, развитие.

В соответствии с указом «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в РФ за счет внедрения цифровых технологий необходимо обеспечить прорывное

научно-технологическое развитие экономики и социальной сферы, планируется увеличить доли инновационных предприятий. Для достижения новых целей в настоящее время реализуется программа «Цифровая экономика» (ЦЭ) в соответствии с которой планируется создание инфраструктуры оперативной, безопасной передачи, обработки и хранения большого объёма данных. Реализация программы ЦЭ предполагает достижение всеобщей цифровой грамотности и значительное увеличение выпуска специалистов в сфере ЦЭ [1, 2].

В программе ЦЭ указывается важность развития процессов компьютеризации, информатизации и цифровизации не только сфер производства, промышленности и бизнеса, но для сфер образования, науки, социальной, досуговой, сфер жизнедеятельности российских граждан [3]. Система цифрового образования в РФ в условиях реализации концепции ЦЭ и ее зарубежных аналогов (например, японской «Общество 5.0») в первую очередь предполагает интеграцию цифровой среды и физического пространства.

В докладе рассматриваются проблемы, перспективы и направления развития концепции цифровой инфраструктуры интеллектуальной системы Интернета вещей (IoT) образования на основе интернета вещей с учетом имеющегося опыта, разрабатываемых и перспективных аппаратно-программных систем комплексной автоматизации образовательных процессов включающей системы: 1) IoT-робототехники, 2) систем искусственного интеллекта, 3) систем обработки «больших данных» [4].

Концепция развития цифровой инфраструктуры интеллектуальной системы IoT образования основана на использовании технологии «интернета вещей» и по содержанию заключается в использовании средств радиочастотной идентификации и информационном взаимодействии между объектами и субъектами образовательной инфраструктуры (физическими объектами) между собой, а также между внешним социальным и электронно-цифровым окружением на основе беспроводных сетей, облачных вычислений, разработки и внедрения технологий межмашинного взаимодействия и идентификации объектов/устройств на основе 6-ой версии интернет протокола IPV6 и программно-определяемых сетей SDN на основе протокола OpenFlow обеспечивающего: 1) разделения процессов передачи и управления данными, 2) централизацию управления сетями на основе унифицированных программных средств, 3) виртуализацию физических устройств.

Реализация концепции цифровой инфраструктуры интеллектуальной системы IoT образования на основе интернета вещей предполагает решение проблем:

1. Обоснования и выбора перечня производственных и образовательных IoT-целей и IoT-процессов (IoT-учеба, IoT-воспитание, IoT-самообразование, IoT-развитие) получающих права доступа для записи/чтения IoT-данных [5].

2. Обоснования и выбора перечня производственных, образовательных и бытовых IoT-объектов (материальных, нематериальных, электронных, дидактических средств/предметов, технических, автоматизированных, робототехнических средств и устройств [6], современных учебных и наглядных пособий, нейролингвистически воздействующих на органы чувств обучающихся и облегчающих им восприятие и изучение учебного материала, методы, приемы обучения, формы организации учебно-познавательной деятельности систем обучения и пр.) для реализации технологии IoT [7]. Традиционно к техническим средствам обучения относятся: 1) приборы, лабораторное оборудование, 2) проекторы, 3) лингафонные устройства, 4) магнитофоны, 5) персональные компьютеры, 6) карты, 7) макеты, 8) наглядные пособия, 9) диафильмы, 10) объемные модели, в том числе, например, фигуры и чучела. К средствам цифровых коммуникаций относятся компьютеры, сети связи, смартфоны и пр. К бытовым приборам относятся: 1) часы, будильники, 2) телевизоры, 3) домашние кинотеатры, 4) чайники, кофеварки, 5) охранные системы, 6) системы освещения и кондиционирования, 8) датчики освещенности и движения и пр.

3. Обоснования и выбора перечня производственных и образовательных IoT-субъектов (обучаемых и их родителей, преподавателей, учителей, управленческого и технического персонала организации и пр.) для подключения и использования технологии IoT.

4. Обоснования, выбора и монтажа коммуникационных сетей поддержки IoT-взаимодействия: 1) инфракрасных, 2) беспроводных, 3) силовых, 4) слаботочных.

5. Обоснования, выбора и монтажа аппаратных IoT-средств и установки программных IoT-средств поддержки инфраструктуры интеллектуальной IoT системы образования.

6. Обоснования, выбора и монтажа автоматизированных датчиков для управления цифровой, робототехнической и киберфизической IoT-средой (тепловых, датчиков освещенности, датчиков движения, систем распознавания образов, лиц, систем распознавания динамического аудио и видеоконтента) [8].

7. Управления технической IoT-инфраструктурой: автоматическая инициация, запуск, выполнение и завершение IoT-процессов (включение/отключение и управление интенсивностью режимов работы электрооборудования, систем вентиляции, систем ультрафиолетовой очистки воздуха, систем отопления, систем освещения, систем автоматической под-

держки температуры, мониторинга текущей ситуации, системами ухода/полива зеленых насаждений на территории (например, сада, изменение освещённости для растений «зимнего» сада и пр.). Активизации и управление процессами позволят сберегать ресурсы, электроэнергию и управлять её потреблением вовремя, например, аудиторных занятий, каникул, отпуска сотрудников.

8. Управления IoT-профилями, IoT-интерфейсами и режимами работы IoT-субъектов инфраструктуры интеллектуальной IoT системы образования как цифровой образовательной экосистемы (профилями IoT-обучения, профилями IoT-преподавания, профилями IoT-технических служб, профилями IoT-методической поддержки и служб, профилями IoT-служб безопасности, профилями IoT-служб управления, кадрового учета и пр.) [9, 10, 11, 12].

9. Обоснования и выбора перечня функционально-офисных IoT объектов (приборов, оборудования, мебели, физических объектов, личных «вещей», и пр.) подлежащих сетевой IoT интеграции, например: 1) рабочих мест (ПК, периферии, столов, стульев и пр.), 2) входных/выходных IoT-турникетов для входа в образовательную организацию, проходных турникетов между корпусами, аудиториями, коридорами и пр., 3) IoT-дверей, 4) IoT-окон, 5) мобильных IoT-ПК, 6) мобильной IoT-периферии, 7) IoT-смартфонов, 8) IoT-гаджетов, 9) IoT-смарт-устройств, 10) IoT-часов и пр.

10. IoT-управления мониторингом и организации учебно-событийной сигнализации о IoT-образовательных процессах. Например, мобильная сигнализация событий о IoT-расписании для: 1) студентов и учащихся с функциями напоминания лекционных, практических, лабораторных занятий, номеров аудиторий, переносов/замен занятий/преподавателей, сдачи учебных отчетов, ведения дневников успеваемости, социальных мероприятиях, медицинских осмотрах, карантинных мероприятиях в период пандемии и пр. [13, 14, 15], 2) преподавателей с функциями мобильного напоминания о расписании занятий, номерах аудиторий, переносов/замен занятий, организационных мероприятиях (заседаниях кафедр, совещаниях, семинарах, курсах ПК и пр.) [16, 17], 3) технического персонала об особенностях реализации функциональных обязанностей, например подготовки и сдачи материала, презентации, отчета, планирования, проведения производственного процесса, мероприятия, ревизии, осмотра, уборки, профилактического обслуживания, ремонта и пр. Для всех категорий IoT-пользователей реализуются общие IoT-оповещения [18], например, оповещения о срабатывании систем безопасности, пожаротушения, отключения/включения электроэнергии, режимах работы, текущем меню и цен в точках общественного питания (столовых, кафе, буфетах). При наличии у IoT-пользователей встроенных микрочипов-имплантатов на интегральных схемах или на основе RFID технологии интеграции с базами «больших данных» возможна реали-

зация непрерывного мониторинга за особыми группами IoT-преподавателей [19] и IoT-студентов (визуальный мониторинг, контроль и анализ состояний, напоминание о необходимости соблюдения режима труда, учебы и отдыха, напоминание о необходимости приёма лекарств, мониторинг состояний, положения тела, динамика движения зрачков глаз, измерение частоты дыхания, пульса, давления, измерение температуры локальных частей тела, в том числе мониторинг состояния левых и правых частей головного мозга.

11. Управления IoT-безопасностью, IoT-поведением/IoT-анализом присутствия/перемещения в образовательном учреждении. При наличии соответствующих средств и технологий в перспективе возможна реализация IoT-мониторинга, контроля и управления IoT-искусственным/естественным сознанием IoT-субъектов. В настоящее время данное направление возможно реализовать лишь частично, например, на основе алгоритмов распознавания образов/лиц с целью выявления рисков агрессивного/нетипового поведения и пр.

Реализация концепции цифровой инфраструктуры интеллектуальной системы IoT образования предполагает, что все IoT-объекты и IoT-субъекты являются цифровыми и позволяют поддерживать работу с IPv6, программно-определяемыми сетями на основе протокола OpenFlow. В качестве альтернативы можно рассматривать вариант программно-аппаратного дооснащения реальных физических объектов и субъектов встроенными IoT-модулями, поддерживающими IoT-процессы и технологии IoT-взаимодействия друг с другом и с внешней IoT-средой [20].

Список используемых источников

1. 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.
2. Абрамян Г. В. Методология анализа, классификации и таксономии целей обучения информатике и информационным технологиям в условиях интернационализации образования, поляризации экономических рынков, региональной и глобальной миграции трудовых ресурсов // Региональная информатика и информационная безопасность. 2016. С. 200–205.
3. Зимина А. Е., Абрамян Г. В. Технология разработки информационной модели профилактики социального манипулирования молодежью со стороны неформальных общественных организаций с использованием нотации IDEF0 // Современное программирование. 2019. С. 42–46.
4. Абрамян Г. В. Функциональные особенности и возможности использования компьютеров ARDUINO для обучения в вузах и школах программированию цифровых робототехнических и киберфизических систем // Информатика: проблемы, методы, технологии. 2020. С. 1784–1790.

5. 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.

6. Абрамян Г. В. Структура и функциональные возможности использования одноплатных компьютеров ARDUINO для обучения в вузах и школах программированию цифровых робототехнических и киберфизических инфотелекоммуникационных систем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019). Санкт-Петербург, 2019. С. 550–555.

7. Абрамян Г. В. Методология и принципы преподавания информационных технологий на основе нейролингвистического программирования познавательной и учебной деятельности обучаемых // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2019. С. 67–70.

8. Абрамян Г. В. Одноплатные компьютеры ARDUINO как аппаратные средства программирования цифровых робототехнических и киберфизических систем // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2019. С. 322–325.

9. Абрамян Г. В. Вербальные, визуальные и паралингвистические невербальные компоненты high-hume/high-tech цифрового управления подготовкой выпускников вузов с учетом региональных фонетических, фонологических, морфологических, лексикологических и синтаксических конструкций и форм организации it-коммуникаций // Современное программирование. Нижневартовск, 2021. С. 261–266. DOI: 10.36906/AP-2020/51.

10. Абрамян Г. В. HIGH-HUME методология и алгоритмы реализации HIGH-TECH управления контурами естественнофизиологических, электронноцифровых и гибридных интерфейсов формирования профессиональных компетенций выпускников вузов // Современное программирование. Нижневартовск, 2021. С. 255–260. DOI: 10.36906/AP-2020/50.

11. Абрамян Г. В. Принципы развития цифровых экосистем на основе моделей сотрудничества университетов, академических институтов, компаний ИТ-бизнеса и органов власти // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2019. С. 34–37.

12. Савельев С. Д., Абрамян Г. В. Информационная модель распределенной автоматизированной информационной системы кадрового учета в финансовом университете при Правительстве РФ на основе удаленного вызова процедур «Тонкий клиент» // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 218.

13. Борисова С. А., Абрамян Г. В. Методика оптимизации информационной системы «Электронный дневник учащегося» основе интеграции сервис-модулей: «Sms-оповещения», «Напоминания», «Библиотека» // Современные проблемы развития техники, экономики и общества. 2017. С. 43–45.

14. Шагай М. А., Абрамян Г. В. Современные тенденции и особенности управления качеством обучения в системе среднего образования Ленинградской области в информационной среде // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 125.

15. Кицела К. И., Соколов М. А., Тенишев Р. Д., Абрамян Г. В. Технология отбора мобильных программ-клиентов для обмена личными сообщениями в информационно-образовательной среде вуза // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 92.

16. Жедигеров Д. Ж., Абрамян Г. В. Система учебной навигации студентов и преподавателей университета на основе спутниковой системы GLONASS и облачных сервисов NAVITEL // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 213.

17. Шумкова И. Г., Абрамян Г. В. Особенности, значение и принципы формирования информационно-образовательного пространства вуза на основе интернет – ресурса «СПБ ГИПИСР» // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 100.

18. 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

19. Янкевичус А. А., Абрамян Г. В. Система оптимизации штатов на основе дифференциации сотрудников технических служб сервиса и консультирования пользователей персональных компьютеров в педагогическом университете // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 126.

20. Абрамян Г. В. Формирование профессиональных компетенций выпускников вузов в цифровой HIGH-HUME образовательной среде на основе HIGH-TECH суггестивнолингвистического анализа и управления профессиональной деятельностью, коммуникациями и контентом учебных каналов // Современное программирование. Нижневартовск, 2021. С. 251–254. DOI: 10.36906/AP-2020/49.

УДК 377, 378

ГРНТИ 82.17, 14.85

ПРОБЛЕМЫ, РИСКИ И УГРОЗЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Г. В. Абрамян^{1,2}

¹Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,

²Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова

В статье рассматриваются проблемы и риски цифровизации образования в современных условиях. Предлагается изучить, сравнить, проанализировать, смоделировать на основе моделей нейронных сетей и учесть в цифровом обучении и работе ППС особенности процессов мозговой работы сознания обучаемых и преподавателей при использовании: 1) традиционных письменных средств, 2) электронных тактильных манипуляторов (клавиатур, мышей, виртуальных шлемов, встроенных в организм чипов), 3) электронных и цифровых средств – источников радио-, электро-, магнитных полей. Для оптимизации цифрового дистанционного и удаленного обучения и деятельности ППС в современных условиях предлагается: 1) провести сравнительное исследование

качества традиционного и цифрового/ дистанционного образования и услуг, 2) разработать российские технологии цифрового управления и электронного распараллеливания традиционными и цифровыми образовательными процессами на основе учета персональных данных, 3) учитывать риски цифрового/дистанционного образования, в том числе связанные со сбором персональных/личных данных включая биометрию зарубежными электронными системами обучения, 4) при оказании образовательных услуг основным считать приоритеты в вопросах сохранения и поддержания здоровья обучающихся и ППС, 5) при разработке или закупке инфраструктуры компьютерного и ИКТ-оборудования для цифровой среды необходимо строго учитывать современные отечественные и лучшие зарубежные медико-технические и санитарно-гигиенические требования и рекомендации.

проблемы, риски, угрозы, цифровизация образования, электронные тактильные манипуляторы, сбор персональных данных, биометрия, здоровье обучающихся, медико-технические требования, санитарно-гигиенические рекомендации.

Цифровизация российского образования предполагает активное формирование и непрерывное поддержание современных информационных ресурсов и систем электронного обучения с целью наполнения их актуальным учебным контентом. Для поиска актуальной информации, ее отбора, разработки гипертекстового и мультимедийного учебного контента, его размещения и систематизации на электронных ресурсах преподавателям требуются значительные усилия. У неподготовленных ИТ-пользователей зачастую на эту работу уходят достаточно продолжительное время и силы.

Ситуация усугубляется тем что цифровизация российского образования в настоящее время происходит в условиях продолжающейся пандемии. Многие преподаватели и обучаемые оказались не готовы к постоянной или периодической виртуальной работе, у многих отсутствовало современное оборудование, программное обеспечение, не было доступа к современным высокоскоростным сетям передачи данных что во многих регионах привело к дополнительным стрессам, трудностям, проблемам, значительно увеличило как риски работы и обучения, так и угрозы здоровью обучаемым, их родителям и ППС [1, 2].

Цифровой учебный процесс предполагает, что значительное время преподаватели и обучаемые проводят за экранами компьютеров, гаджетов, электронных устройств, периферии, находятся в достаточно опасных для здоровья радиоэлектронных и магнитных полях, негативно воздействующих на людей, в частности, на мозговую деятельность обучаемых и преподавателей [3].

Для оптимизации рисков и угроз цифровизации образования в условиях пандемии и выстраивания адекватных и эффективных моделей высшего, профессионального и общего образования, по нашему мнению, целесообразно исследовать проблемы, риски, угрозы и особенности поведения субъектов в цифровой среде, в том числе особенности функционирования мозговой деятельности субъектов обучения [4, 5].

В статье предлагается изучить, сравнить, проанализировать, смоделировать на основе моделей нейронных сетей и учесть в цифровом обучении и работе ППС особенности, риски и угрозы процессов мозговой работы сознания обучаемых и преподавателей при использовании: 1) традиционных средств образования (рукописных, печатных, письменных и пр.), 2) электронных тактильных манипуляторов (клавиатур, мышей, виртуальных шлемов, встроенных в организм чипов и пр.), 3) электронных и цифровых интерфейсов и средств сетевой коммутации – источников радио-, электро-, магнитных полей [6, 7].

Представляется целесообразным исследовать и учесть в цифровом обучении и работе ППС особенности поведения обучаемых и преподавателей в случаях, когда их деятельность проходит в нетипичной образовательной ситуации: цифровой среде, в режиме удаленного онлайн-, офлайн-обучения и пр. Предлагается изучить и учесть в цифровом обучении и работе ППС возможности оптимизации/сокращения временных интервалов, сроков работы в традиционном режиме обработки информации (рукописном, письменном) заместив эти режимы электронными методами обработки информации без ощутимой потери качества обучения. Предлагается учесть в цифровом обучении и работе ППС, что избыточное использование электронных средств ввода и обработки данных может привести к неуправляемым затруднениям, рискам и угрозам в развитии моторики и координации движений как обучающихся, так и ППС. Как следствие в будущем у обучающихся и ППС могут возникнуть проблемы в возможности реализации не только творческой работы, но и функционально-исполнительской, в результате обучаемые и ППС могут все меньше и реже читать традиционные классические произведения/литературу/поэзию/прозу/исторические книги из «образцовых» первоисточников, заменяя это клиповой «вторичной» информацией из социальных сетей, форумов и как следствие вместо процессов развития могут инициироваться процессы мозговой деградации нейронных связей, узлов и сетей «мышления» и как результат со временем может произойти общее понижение возможностей мозговой деятельности. Для восстановления утраченных навыков обучаемых и ППС предлагается изучить возможность освоения и использования техники, например, письменной или электронной каллиграфии, которая по мнению экспертов способствует образованию и модификации нейронных связей.

В связи резким увеличением объемов набора электронных текстов и одновременным снижением необходимости писать вручную у обучаемых и ППС в цифровой среде повышаются риски снижения способностей зрительной памяти, которая достаточно важна для запоминания орфографических и пунктуационных правил, параллельно может уменьшаться воображение. В связи с недостатком живого монолога/диалога/общения у обучаемых

и ППС и с отсутствием/недостатком обратной информации/реакции от преподавателя и других обучаемых обучаемые и ППС могут значительно медленнее и хуже по качеству формулировать собственные мысли и идеи. В результате у обучаемых и ППС может постепенно происходить снижение социально-коммуникативных умений и навыков, что может привести к социальной разобщенности, неумению найти общие интересы с другими обучаемыми и ППС, способствовать формированию стереотипа индивидуального/регионального/глобального «цифрового» поведения у обучаемых, которые закладываются достаточно рано и затем «пронесются» на протяжении всей последующей личной жизни и профессиональной карьеры. Недооценка этих факторов в результате может привести к эмоциональной ограниченности, притуплению живых человеческих реакций и эмоций обучаемых и ППС. И обучаемые и ППС могут становиться все более апатичными, постепенно терять интерес к активной жизни, в поведении напоминать функционально-запрограммированных исполнителей, чем «живых» и инициативных граждан. При этом дальнейшее «погружение» в цифровую среду при неконтролируемом использовании гаджетов может привести либо: 1) к деградации сознания/ума/интеллекта, 2) к депрессивным состояниям, психосоматическим расстройствам, психическим срывам/заболеваниям/ пограничным/ неуправляемым состояниям/ суициду, манифестациям признаков эпилепсии, скачкам давления, 3) к возможности относительно простой манипуляции сознанием и поступками обучаемых и ППС. Данные процессы могут крайне негативно через некоторое непродолжительное время сказываться на обучаемых, которым предстоит продолжать обучение, служить в российской армии и флоте, а также строить семейные отношения и в будущем воспитывать собственных детей и ППС.

В статье предлагается учесть, что в процессе «погружения» и работы в цифровой среде на обучаемых и ППС комплексно воздействует ряд неблагоприятных факторов: 1) воздействие на глаза светового излучения от экранов – прежде всего опасных синей и ультрафиолетовой составляющих, разрушающих сетчатку глаз, 2) воздействие разнообразных источников электромагнитного излучения (высокочастотного излучения антенн Wi-Fi, Bluetooth, сотовой GSM связи 3, 4, 5 поколений, процессоров, активных устройств, шин передачи данных и пр.) влияющих на нервную систему и все органы организма в целом, как правило приводящих к повышенным эмоциональным нагрузкам и угнетению иммунной системы, 3) гиподинамии и малой подвижности обучаемых и ППС в процессе работы в цифровой среде, вызывающих в том числе недостаточное обеспечение кислородом мозговой деятельности, 4) повышенной нагрузки на органы зрения и нервную систему и как следствие ухудшение физического состояния и здоровья, 5) возникновения «пограничных» состояний, 6) социально-психологической «нормали-

зации» и закрепления в сознании обучаемых и ППС неизбежности функциональных расстройств организма. Воздействие данных неблагоприятных факторов цифровой и антропогенной среды требует от обучаемых и ППС повышенных компенсаторных ресурсов и адаптационных резервов, средств и возможностей [8].

Для оптимизации цифрового дистанционного/удаленного обучения и деятельности ППС в современных условиях предлагается: 1) провести сравнительное исследование качества традиционного и цифрового/дистанционного образования/обучения/услуг, 2) разработать российские технологии и интерфейсы цифрового HIGH-HUME управления и электронного распараллеливания традиционными и цифровыми образовательными процессами на основе учета персональных данных [9, 10], 3) учитывать риски цифрового/дистанционного образования, в том числе связанные со сбором персональных/личных данных включая биометрию зарубежными электронными системами обучения, 4) при оказании образовательных услуг и развитии цифровых экосистем всегда ориентироваться на необходимость соблюдения информационной безопасности субъектов и образовательных процессов, понимать и придерживаться приоритетов в вопросах сохранения и поддержания здоровья обучаемых и ППС [11, 12], 5) при разработке или закупке инфраструктуры компьютерного и ИКТ-оборудования (компьютеров, ноутбуков, планшетов, серверов, интерактивных панелей, мобильных телефонов, точек Wi-Fi связи, умных технологий и др.) необходимо строго учитывать современные отечественные и лучшие зарубежные медико-технические и санитарно-гигиенические требования и рекомендации, 6) непрерывно проводить исследования обучаемых в цифровой среде с точки зрения определения количества обучаемых находящихся/переходящих в пограничные состояния, 7) проводить оптимизацию расходов на образование с учетом интересов обучаемых, ППС и здоровья нации, 8) проводить цифровой мониторинг не только того какой учебный контент передается обучаемым, но что из этого контента было воспринято/услышано/запомнено обучаемыми, что поняли обучаемые [13]. В случае если обучаемые чего-то не поняли, то необходимо обязательно компенсировать недостаток знаний, 9) проводить мониторинг и оценку платного и открытого/свободного цифрового образовательного контента и систем электронного обучения [14], 10) организовать непрерывную подготовку ППС для работы в цифровой среде [15], 11) учитывать расходы/доходы на цифровые образовательные услуги с учетом возможных рисков для здоровья нации [16], 12) разработать современные санитарные правила, нормы, рекомендации по безопасной работе обучаемых и ППС в цифровой образовательной среде, 13) учитывать права и свободы обучаемых и ППС в соответствии с Конституцией РФ как социального государства.

Список используемых источников

1. Абрамян Г. В. Риски и потенциальные угрозы компьютерных систем и технологий электронного обучения на платформе WINDOWS научно-образовательной среды Российской Федерации // Региональная информатика и информационная безопасность. Санкт-Петербург, 2015. С. 414–416.
2. Абрамян Г. В. Системы и технологии электронного обучения как потенциальные объекты риска информационно-образовательной среды вузов и школ Российской Федерации // Электронное обучение в вузе и школе. РГПУ им. А. И. Герцена. 2014. С. 17–20.
3. Колк Н. А., Хижняк А. Ю., Абрамян Г. В. Опыт обучения студентов web-программированию на мобильных устройствах с сенсорным экраном в среде визуальных сервисов GOOGLE BLOCKLY // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 22.
4. Абрамян Г. В. Риски и потенциальные угрозы компьютерных систем и технологий электронного обучения на платформе WINDOWS научно-образовательной среды Российской Федерации // Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2015). 2015. С. 54–55.
5. Абрамян Г. В. Риски и потенциальные угрозы компьютерных систем и технологий электронного обучения на платформе WINDOWS научно-образовательной среды Российской Федерации // Российская история. 2015. Т. 2015. С. 414.
6. Абрамян Г. В. Вербальные, визуальные и паралингвистические невербальные компоненты high-hume/high-tech цифрового управления подготовкой выпускников вузов с учетом региональных фонетических, фонологических, морфологических, лексикологических и синтаксических конструкций и форм организации ИТ-коммуникаций // Современное программирование. Нижневартовск, 2021. С. 261–266. DOI: 10.36906/AP-2020/51.
7. 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.
8. Абрамян Г. В., Фокин Р. Р., Абиссова М. А., Емельянов А. А. Адаптация электронных учебников к индивидуальным особенностям студентов при разработке сервисов обучения информатике // Письма в Эмиссия.Оффлайн: электронный научный журнал. 2012. № 5. С. 1788.
9. Абрамян Г. В. HIGH-HUME методология и алгоритмы реализации HIGH-TECH управления контурами естественнофизиологических, электронноцифровых и гибридных интерфейсов формирования профессиональных компетенций выпускников вузов // Современное программирование. Нижневартовск, 2021. С. 255–260. DOI: 10.36906/AP-2020/50.
10. 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). Санкт-Петербург, 2018. С. 434–439.
11. Абрамян Г. В. Принципы развития цифровых экосистем на основе моделей сотрудничества университетов, академических институтов, компаний ИТ-бизнеса и органов власти // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2019. С. 34–37.
12. Абрамян Г. В. Инновационные технологии нелинейного развития современного регионального образования и подготовки кадров в сфере информационной безопасности // Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2013). СПб. 2013. С. 232.

13. Абрамян Г. В. Формирование профессиональных компетенций выпускников вузов в цифровой high-hume образовательной среде на основе HIGH-TECH суггестивно-лингвистического анализа и управления профессиональной деятельностью, коммуникациями и контентом учебных каналов // Современное программирование. Нижневартовск, 2021. С. 251–254. DOI: 10.36906/AP-2020/49.

14. Кирпач А. А., Абрамян Г. В. Технологии оценки систем электронного обучения в детских образовательных учреждениях Ленинградской области // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 124.

15. Куспанов У. К., Абрамян Г. В. Педагогические условия применения ЭВТ в процессе повышения квалификации учителей // Западно-Казахстанский ОИУУ. Уральск, 1992.

16. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Инвестиционно-кредитная модель организации наукоемкого высшего образования в условиях глобализации трудовых рынков и производств // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 8–2. С. 275–279.

УДК 004.045
ГРНТИ 50.47.02

ПРОТОТИП ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЕМ ЗАНЯТИЙ

С. В. Акимов, А. А. Житов, В. М. Прощенков

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

В докладе представлены результаты исследований по автоматизации процесса составления расписания. Показано, что первым шагом в решении данной задачи является создание интерактивной системы составления расписания, работающей в диалоговом режиме. Вторым этапом может стать добавление алгоритма автоматического составления расписания.

управление расписанием занятий, автоматизация управления расписанием занятий, интерактивная система составления расписания.

В настоящее время существует множество автоматизированных систем составления расписания используемых в вузах, колледжах и школах [1, 2, 3, 4]. Существующие системы далеки от совершенства, так как не всегда позволяют учитывать ограничения, накладываемые на расписание, а также пожелания преподавателей.

В статье представлены результаты разработки прототипа интерактивной системы управления расписанием занятий. В основу данного прототипа положены три основных признака корректного расписания:

- 1) преподаватель должен проводить одновременно не более одного занятия;
- 2) в одной аудитории должно проводиться одновременно не более одного занятия;
- 3) у одной группы должно проводиться одновременно не более одного занятия.

Данные признаки не препятствуют составлению расписания, в котором учитывается специфика проведения некоторых дисциплин, таких как физическая культура или иностранный язык. В случае занятий по иностранному языку группу часто делят на подгруппы, что необходимо для качественного проведения занятий. Таким образом, учет данных признаков позволяет составлять корректное расписание, в которых учитывается специфика методики преподавания дисциплин на отдельных видах занятий.

На рис. 1 представлена диаграмма классов, отражающая основные сущности предметной области.



Рис. 1 Диаграмма классов

Из диаграммы классов видно, что информация о преподавателях, группах, дисциплинах и аудиториях уже имеется в системе, так как ее предоставили различные подразделения вуза. Поэтому для составления корректного расписания требуется выбрать только дату и номер пары (время проведения занятия).

Приложение имеет микросервисную архитектуру, построенную по принципам DDD (*domain-driven design*). Для реализации проекта были выбраны следующие технологии:

- язык программирования C#;
- платформа ASP.Net Core 5.0;
- технология ASP.Net Core 5.0 WebAPI.

Прототип пользовательского интерфейса представлен на рис. 2. С помощью данного интерфейса осуществляется ввод данных в информационную систему. В процессе ввода данных система выдает подсказки о том, какие аудитории свободны, а также не дает возможности составлять расписание, которое не удовлетворяет сформулированным выше признакам. Система имеет ряд фильтров, а также ряд функций, упрощающих процесс ввода (например, включение определенного занятия в заданные аудитории, день недели и время), при этом если аудитория в данный момент занята, то система в данную аудиторию ничего добавлять не будет. Система допускает глубокую интеграцию в единую академическую киберсреду, а также интенсивное взаимодействие с другими службами.

Режим составления расписания

SheduleManager							
Преподаватель	Нечетная неделя		Четная неделя				
Дисциплина	№ пары	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
Группы	1	Акимов С.В. ВеП (ЛК) ИСТ-841, ИСТ-842, ИСТ-851, ИСТ-852 700/1 Удалить	Вольгин П.А. ВМСС (ЛР) ИСТ-841, ИСТ-842, ИСТ-851, ИСТ-852 700/1 Удалить	Вольгин П.А. ОИТ (ЛК) ИСТ-841, ИСТ-842, ИСТ-851, ИСТ-852 700/1 Удалить			
Аудитория	2		Белоус К.В. ВМСС (ЛР) ИСТ-841 404/1 Удалить	Белоус К.В. ОИТ (ЛБ) ИСТ-842 404/1 Удалить			
	3	Верхова Г.В. ТАУ (ЛК) ИСТ-841, ИСТ-842, ИСТ-851, ИСТ-852 700/1 Удалить					
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						

Режим отображения расписания

SheduleManager							
Преподаватель	Группа	Аудитория	Показать				
№ пары	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	
1		Вольгин П.А. ВМСС (ЛР) ИСТ-841 404/1	Вольгин П.А. ОИТ (ЛР) ИСТ-841 404/1				
2		Вольгин П.А. ВМСС (ЛР) ИСТ-842 404/1	Вольгин П.А. ОИТ (ЛР) ИСТ-842 404/1				
3		Вольгин П.А. ВМСС (ЛР) ИСТ-851 404/1	Вольгин П.А. ОИТ (ЛР) ИСТ-851 404/1				
4		Вольгин П.А. ВМСС (ЛР) ИСТ-852 404/1	Вольгин П.А. ОИТ (ЛР) ИСТ-852 404/1				
5							
6							
7							
8							

Рис. 2. Графический интерфейс пользователя

Список используемых источников

1. Киптилов Е. Ю. Информационная система формирования расписания учебных занятий в вузе // Студенческая наука для развития информационного общества : сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции, Ставрополь, 22–23 мая 2018 года. Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. С. 95–98.
2. Холод И. И., Иванов В. С., Григорьев И. С. [и др.] Опыт автоматизации процесса составления расписания в вузе // Cloud of Science. 2020. Т. 7. № 4. С. 844–868.
3. Бирюкова Л. В., Кожоголова А. К., Лыченко Н. М. Моделирование и разработка программных средств мониторинга и управления расписанием аудиторных занятий в вузе // Проблемы автоматизации и управления. 2016. № 2(31). С. 40–50.
4. Григорьев В. К., Грушин А. В., Илюшечкин А. С. Особенности интерфейса автоматизированной распределенной системы расписания вуза // Информатизация образования и науки. 2018. № 2 (38). С. 26–37.

УДК 004.021
ГРНТИ 28.17.27

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

С. В. Акимов, М. Н. Попова

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

Представлены результаты исследования получения оценки качества образовательного процесса в вузе. Для данной оценки была разработана модель четырехуровневой оценки уровня освоения образовательной программы. Для подсчета третьего уровня – уровня освоения знания, умения или навыка предлагается использовать формулы, описанные в теории Раша. Расчеты проводятся на основании решенных студентами тестовых заданий.

тестирование, теория Раша, компетенция, знания, умения, навыки, образовательный процесс.

В последнее время особенное внимание уделяется проблемам образования в вузах и подходам совершенствования управления учреждениями высшего и высшего профессионального образования на различных уровнях. Отмечена большая активность в научно-исследовательских работах, аналитических и инновационных проектах, которые посвящены повышению качества и эффективности образовательного процесса. Происходящие изменения определяют стратегию и тактику построения инновационного

образовательного процесса в вузе на основе студентоцентрированного обучения, которое направлено на организацию образовательного процесса на основе индивидуального образовательного маршрута или траектории индивидуального развития [1]. Данный подход предполагает постановку таких образовательных задач, решение которых будет помогать развитию способности самостоятельно решать вопросы в сфере будущей профессиональной деятельности студентов.

В настоящее время в учебных заведениях применяются методы машинного контроля с использованием тестовых заданий. Для оперативной и конкретной оценки качества усвоения учебного материала предлагается использование контролирующих тестов с последующим построением квалиметрических компетентностных моделей. Этот метод помогает наглядно, быстро и объективно оценить знания и навыки студентов, а также произвести точный анализ усвоения материала по конкретным темам дисциплин. Кроме того, это позволяет одновременно оценить действенность, своевременность, и эффективность применяемых контролирующих тестов. Задания по дисциплинам составляются в виде вопросов, графических изображений, видеоматериалов и небольших текстовых задач с целью понять, насколько глубоко и хорошо студент освоил данный предмет, а также провести расчет уровня усвоения той или иной компетенции.

Для нахождения оценки эффективности образовательного процесса используются методы контроля на разных стадиях освоения учебных материалов. Это способы, которые помогают оценить результативность учебно-познавательной и других видов деятельности обучающихся [2]. Первый контроль осуществляется до того, как начинается изучение новой дисциплины, раздела, или модуля. Это предварительный или входной контроль, он позволяет выяснить, что обучающимся уже известно по данной теме, какие из знаний могут быть использованы в качестве основы для изучения более сложных задач, а какие должны быть исключены для избегания ненужных повторов. Входной контроль позволяет определить необходимую и допустимую степень сложности материалов, обновить уже имеющиеся знания обучающихся, повысить осознанность восприятия раздела и интерес к нему, а также способствовать самостоятельности студентов в последующей профессиональной деятельности.

Текущий контроль определяет качество, глубину и объем усвоения знаний в течение прохождения модуля или темы. Он позволяет стимулировать интерес студентов к специальности, выработать привычку систематической самостоятельной работы над учебным материалом. Текущий контроль успеваемости помогает освоить каждый отдельный элемент образовательного процесса: знания, умения или навыка. Но для осознанного полного восприятия модуля или темы необходимо осуществлять рубежный или тематиче-

ский контроль. Данный контроль является выходным контролем для каждого модуля, его главная задача заключается в определении степени усвоения обучающимися каждой темы в целом, их способности связать новый материал с уже усвоенными знаниями, проследить развитие, усложнение явлений, понятий и основных идей.

Для того, чтобы подготовить студента к усвоению нового материала и закрепить уже пройденное, входной контроль следующего модуля содержит задания, проверяющие пройденный материал и только на 30 % основывается на новых материалах следующего модуля. Пример последовательности освоения студентом дисциплины приведен на рис. 1. Итоговый контроль проводится в конце изучения каждой дисциплины и должен учитывать результаты текущего и тематического контроля. Цель итогового контроля – выявить и оценить знания, умения и навыки обучающихся по дисциплине в целом.

Провести оценку освоения материалов на основе ответов на задания предлагается с помощью математического аппарата однопараметрической модели Раша.

Дисциплина

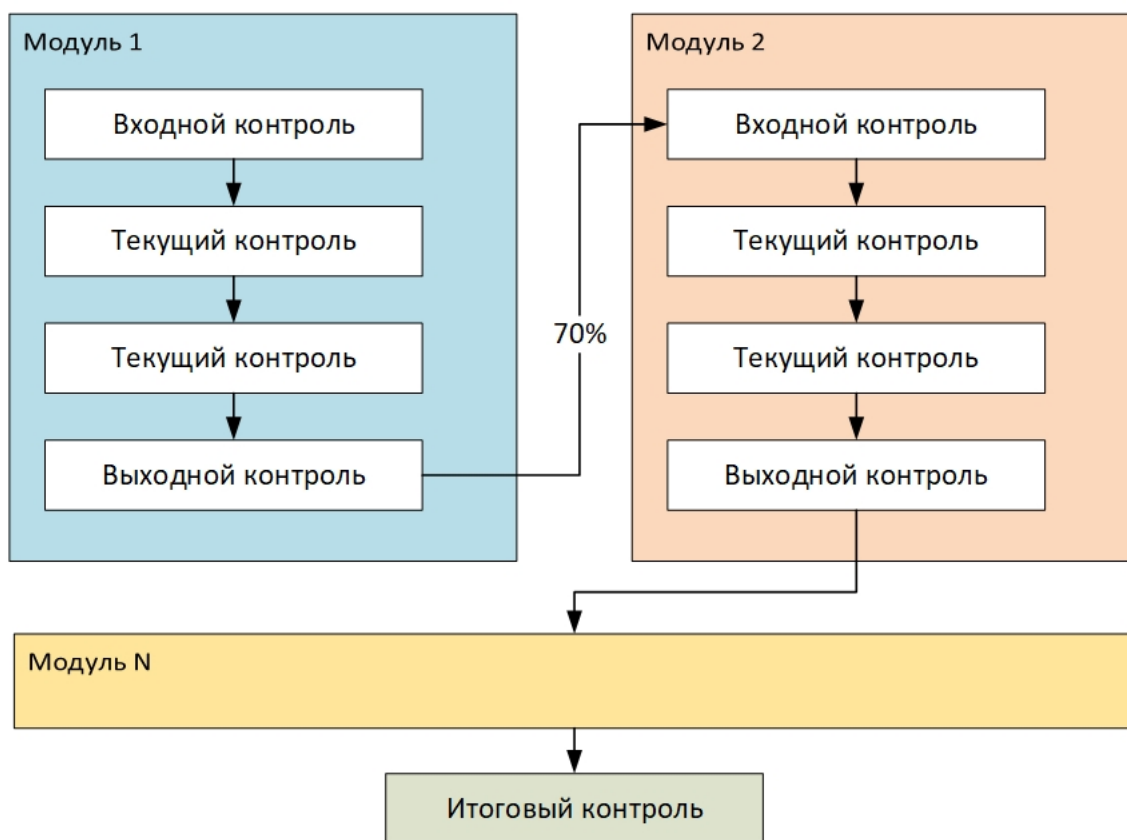


Рис. 1. Схема освоения дисциплины

Уровень освоения знаний студентами обозначаются как θ_i ($i = 1 \dots n$), где n – это количество обучающихся, а трудности заданий теста – β_j ($j = 1 \dots m$), где m – это количество вопросов. Теория Раша помогает установить связь между множествами параметров θ_i и β_j [3]. Профиль ответов студентов представляет собой матрицу, заполненную элементами a_{ij} , каждый элемент которой отражает ответ на каждое j -е задание, выполненное i -ым учащимся. Она состоит из нулей и единиц, где ноль – это неправильно выполненное задание, а единица правильное. Уровень подготовленности испытуемого определяется по формуле (1). Мера трудности задания вычисляется по формуле (2).

$$\theta_i = \ln \frac{p_i}{q_i}, \quad (1)$$

где p_i – доля правильных решенных заданий, q_i – доля неправильных.

$$\beta_j = \ln \frac{1-c_j}{c_j}, \quad (2)$$

где c_j – это доля студентов, правильно решивших данное задание.

Требования к качеству образования определяются на уровне государственного регулирования в Российской Федерации и оформлены в виде федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) и других нормативных документов, а также в виде показателей государственной аккредитации [4]. ФГОС определяет перечень образовательных программ, которые определяют объём, содержание и планируемые результаты обучения – компетенции, которыми будет обладать обучающийся. Под компетенцией будем понимать набор знаний, умений и навыков (ЗУНов). С другой стороны, каждую дисциплину можно также описать как набор знаний, умений и навыков. В предложенной четырехуровневой модели (рис. 2, см. ниже) каждому ЗУНу соответствует индикатор – метрика, отражающая уровень освоения, и который рассчитывается на основании решенных студентом тестовых заданий.

Для оценки степени выполнения показателей третьего уровня составлена пятибалльная шкала, которая соответствует пяти уровням освоения: достаточный, базовый, углубленный, продвинутый и лидерский. Наличие такой шкалы позволяет перейти от количественной оценки, соответствующей тому или иному уровню к качественной оценке освоения соответствующей компетенции.

Полученная модель объединяет четырехуровневую иерархическую совокупность оценочных показателей.

1. Первый уровень соответствует показателю уровня освоения образовательной программы в целом.

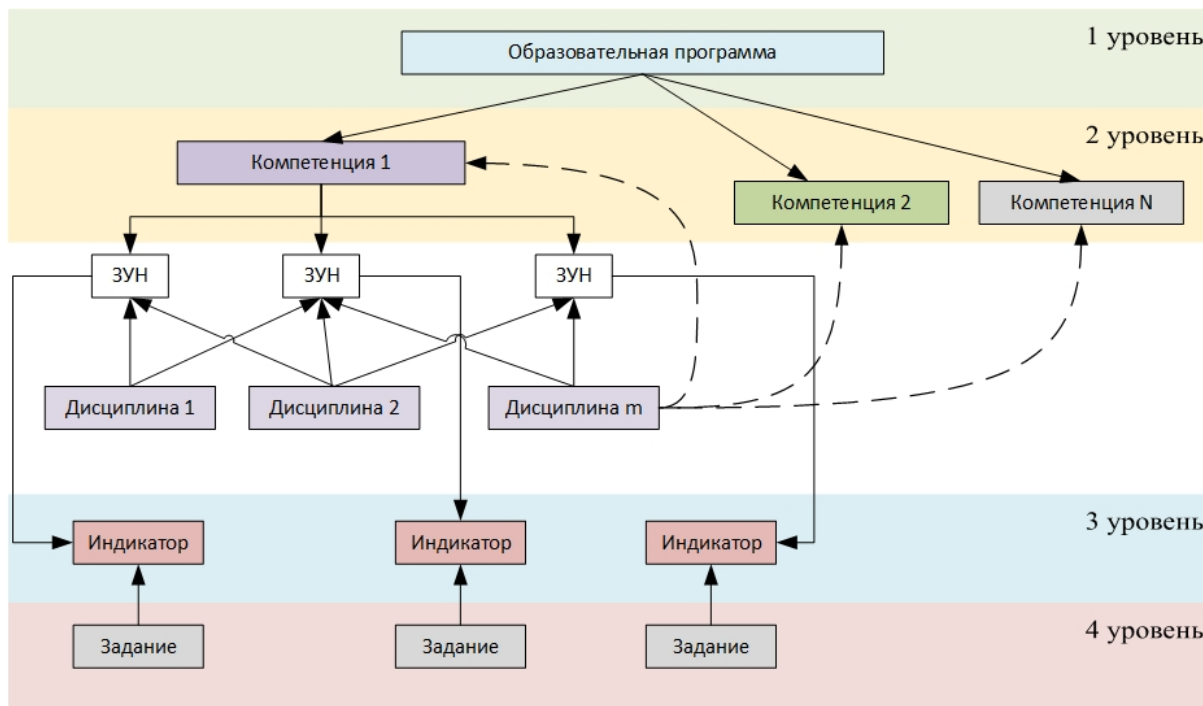


Рис. 2. Модель четырехуровневой оценки эффективности образовательного процесса

2. Второй уровень отвечает за показатели, характеризующие уровни освоения компетенций. Данные показатели формируются на основе групповых показателей третьего уровня, то есть освоение компетенции, как группы ЗУНов.

3. Третий уровень формирует оценку уровня освоения каждого отдельного знания, умения или навыка в виде индикатора, высчитываемого на основании формул математического аппарата однопараметрической модели Раша.

4. Четвертый уровень характеризуется последовательностью нулей и единиц, отражающих ответы обучающихся на тестовые задания.

На основе сформированной модели оценки эффективности образовательного процесса может быть разработана автоматизированная система мониторинга эффективности учебного процесса в вузе как на отдельных образовательных программах, так и на уровнях ниже: освоение отдельных компетенций или ЗУНов.

Список используемых источников

1. Айстраханов Д. Д. Методология моделирования профессиональной компетентности выпускников профессионально-технических учебных заведений машиностроительного профиля [Электронный ресурс] // Вестник Удмуртского университета. 2014. № 2. С. 62–67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-modelirovaniya-professionalnoy-kompetentnosti-vypusknikov-professionalno-tehnicheskikh-uchebnyh-zavedeniy> (дата обращения 14.03.2021).

2. Васильева Н. О. Оценка образовательных результатов студентов на основе модели компетенций // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. С. 177.

3. Габитов Д. Д. Оценка качества тестового материала математическими методами [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/ocenka-kachestva-testovogo-materiala-matematicheskimi-metodami-2570023.html>

4. Строд О. П. Методология функционального моделирования оценки результативности образовательного процесса в вузе [Электронный ресурс] // Стандарты и качество. Октябрь. 2010. URL: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=45296> (дата обращения 20.03.2021).

УДК 501
ГРНТИ 29.01.45

РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ФИЗИКЕ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

А. Д. Андреев, С. Н. Колгатин, Л. М. Черных

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

Дистанционная форма обучения потребовала пересмотра организации лабораторного практикума и перехода к выполнению студентами обучающих индивидуальных заданий, сформулированных на основе существующих лабораторных работ и методических разработок по ним.

лабораторный практикум, индивидуальное задание, отчет.

Учебно-методические материалы являются составной частью учебно-методического комплекса дисциплины физика. Их структура и содержание меняются со временем и определяются большим числом параметров и условий учебного процесса, включающего лекции, практические занятия и выполнение лабораторных работ.

Изменение объективных и субъективных условий учебной работы обуславливает необходимость коррекции организации и методического обеспечения обучения студентов, как по форме, так и по содержанию.

Так в 70-х, 80-х годах на кафедре физики была создана современная специализированная лекционная аудитория. При ней существовала и успешно работала лаборатория лекционного эксперимента, обеспечившая показ натуральных демонстраций, опытов и учебных фильмов. Сокращение времени обучения студентов физике привело к замене лекционных демонстраций на показ коротких видеофильмов, созданных по инициативе преподавателей или взятых из интернета [1]. Наблюдался также массовый переход от традиционного изложения к презентациям лекционного материала

при помощи кодоскопа и электронных средств передачи информации, что позволило оптимизировать в определенной степени лекционное время [1].

Повышение роли самостоятельной работы студентов (до 50 % учебного времени) в конце 90-х годов, когда некоторые студенты начали совмещать очное обучение и работу на предприятиях, на кафедре началась разработка и издание «конспектов лекций» в виде методических пособий по отдельным разделам курса общей физики. К настоящему времени изданы методички по всем 10-ти разделам курса физики.

Изданные в удобном формате, в виде отдельных книжечек, методички популярны среди студентов. Их удобно носить с собой и пользоваться ими во время всех видов занятий, при подготовке к коллоквиумам и к экзаменам. При этом, обеспечивается многократное визуальное представление учебного материала, что имеет суггестивный эффект его восприятия и запоминания [2].

В настоящее время из-за пандемии корона вируса и вынужденного, массового перехода к дистанционной форме обучения на кафедре физики потребовался пересмотр организации учебного процесса по выполнению студентами лабораторных работ в течение семестра. Конечно, дистанционное обучение не может полноценно заменить традиционные формы обучения в учебной лаборатории, состоящие из совокупности факторов, связанных с общением студентов с преподавателем до, вовремя и после выполнения лабораторной работы.

Упомянутые выше обстоятельства привели нас к выводу о необходимости создания определенной виртуализации занятий в учебной лаборатории. С этой целью, взяв за основу реально существующие лабораторные установки с описанием необходимых манипуляций для работы на них, изложенные в уже изданных методических пособиях, студентам предложена совокупность необходимых данных для самостоятельного выполнения расчетов по данной лабораторной работе.

Студентам необходимо выполнить расчетную часть лабораторной работы в соответствии с заданием, сформулированным в методическом пособии, оформить отчет по данной лабораторной работе или её части и прислать преподавателю на проверку.

Студенты выполняют задания по лабораторной работе по вариантам. Номер варианта – последняя цифра зачетной книжки. Таким образом, получается 10 вариантов, которые служат индивидуализации задания по работе. Номер варианта может быть включен в один из параметров, используемых при расчетах. Либо может содержаться в численных значениях экспериментальных данных и т. п.

В наших планах составить такие индивидуальные задания по всем существующим в настоящее время лабораторным работам и их методическим

описаниям. Индивидуальные задания могут быть востребованы и после пандемии: в случае ликвидации студентами академической задолженности, для оптимизации работы преподавателя в группах с большой численностью студентов при допуске к выполнению работы, при работе со студентами вечерней и заочной форм обучения.

Ниже приведены примеры таких индивидуальных заданий. Первый пример: виртуальная работа, существующая в учебной лаборатории, и выполненная на компьютере (рис. 1). В основе работы – явление отклонения пучка электронов при помещении электронно-лучевой трубки осциллографа в поперечное однородное магнитное поле, создаваемое соленоидом, расположенным слева и справа от трубки. Ось соленоида перпендикулярна оси электронно-лучевой трубки [3].

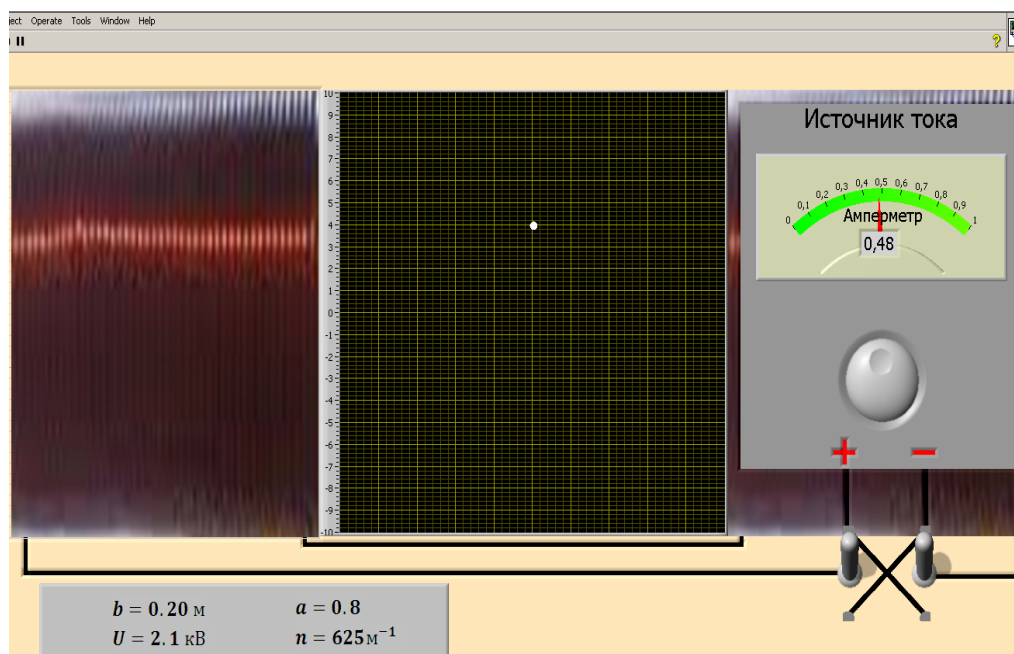


Рис. 1. Изображение экспериментальной установки виртуальной лабораторной работы

Индивидуальное задание по работе 4.1

1. Для выполнения задания необходимо ознакомиться с лабораторной работой 4.1 по учебно-методическому пособию по выполнению лабораторных работ «ФИЗИКА. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ» ГУТ, СПб., 2017 авторы А. Д. Андреев, В. М. Жуков, С. А. Салль, Л. М. Черных.

2. Название работы 4.1 «Определение удельного заряда электрона методом отклонения пучка электронов в магнитном поле».

3. Цель работы – измерение удельного заряда электрона.

4. В предложенном задании надо решить «обратную задачу»: исходя из известных величин удельного заряда электрона и параметров экспериментальной установки, приведенных ниже:

$$\frac{e}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,7 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$$

$$b = 0,20 \text{ м}; U = 2,1 \text{ кВ}; \alpha = 0,8; n = 625 \text{ м}^{-1},$$

определить силу тока в витках соленоида, чтобы отклонение луча на экране осциллографа было равно $a = (10 - 0,2N_0)$ см, где N_0 – номер вашего варианта (последняя цифра номера студенческого билета).

5. В отчете выполненное индивидуальное задание должно отдельно содержать:

- расчет скорости электрона в электронно-лучевой трубке,
- расчет радиуса кривизны траектории электрона в поперечном магнитном поле,
- расчет индукции магнитного поля соленоида по параметрам траектории электрона в электронно-лучевой трубке,
- расчет силы тока в витках соленоида для заданного отклонения луча на экране осциллографа.

6. Все расчеты должны быть представлены в виде: формула с обозначениями, введенными в лабораторной работе, = подстановка численных значений в системе СИ, = ответ с записью не более 3-х значащих цифр и единицами измерений.

7. Отчет с указанием фамилии, номера группы и номера варианта прислать в виде прикрепленного файла в сообщении преподавателю.

В приведенном примере индивидуального задания введены элементы обучения, указывающие на последовательность вычислений и представления результатов в отчете. Подобная формулировка задания помогает студенту построить логическую последовательность действий для выполнения работы, проведения необходимых расчетов, поиска возможных ошибок вычислений и последующего их исправления.

Во втором индивидуальном задании, приведенном ниже, студенты наглядно убеждаются в изменении физического смысла понятия частоты при употреблении разных прилагательных, связанных с этим существительным. В этом суть обучающего элемента задания.

Индивидуальное задание по лабораторной работе 5.2

1. Для выполнения задания необходимо ознакомиться с лабораторной работой 5.2 по учебно-методическому пособию по выполнению лабораторных работ Жуков В. М., Костин А. А., Федюшин В. Б., Черных Л. М. *Физика. Колебания и волны: лабораторный практикум*. Изд. ГУТ, СПб., 2014.

2. Название работы 5.2 «Исследование свободных затухающих колебаний в электрическом контуре».

3. Цель работы – исследовать, как характеристики свободных затухающих колебаний в последовательном электрическом контуре зависят от электроёмкости, индуктивности и омического сопротивления цепи.

4. Допустим, что при полном активном сопротивлении цепи 20,0 Ом, вы получили на экране осциллографа изображение затухающих колебаний (рис. 2, см. ниже) $U_L(t)$ с периодом колебаний, равным $T = (10 + N_0)10^{-6}c$, где N_0 – номер вашего варианта (последняя цифра номера зачетной книжки).

Затем по осциллограмме, как указано в методическом пособии по выполнению лабораторной работы, вы определили логарифмический декремент затухания $\theta = 1,8$.

Задание. Рассчитать:

1. Частоту колебаний ν , связанную с заданным периодом колебаний,
2. Циклическую частоту колебаний ω ,
3. Коэффициент затухания α , связанный с логарифмическим коэффициентом затухания,
4. Собственную циклическую частоту колебаний ω_0 ,
5. Индуктивность катушки L ,
6. Электроёмкость конденсатора C .
7. Критическое сопротивление цепи, при котором колебания в цепи прекратятся.

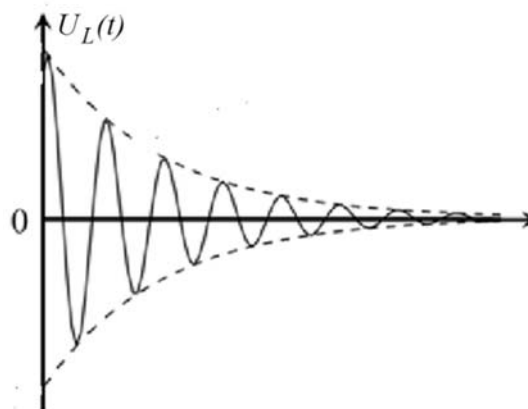


Рис. 2. Осциллограмма затухающих электрических колебаний

Отчет с указанием фамилии, номера группы и номера варианта сфотографировать и прислать в виде прикрепленного файла в сообщении преподавателю.

Список используемых источников

1. Андреев А. Д., Колгатин С. Н. Методические особенности использования видеоматериалов на лекциях по физике // 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. 403–407.

2. Андреев А. Д., Колгатин С. Н. К вопросу об оптимальной методике проведения занятий по физике в современных условиях // 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. 222–226.

3. Андреев А. Д., Колгатин С. Н. К вопросу о возможности использования виртуальных лабораторных работ по физике // 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. 191–195.

УДК 658.386
ГРНТИ 141521

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧЕБНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВОЙСК СВЯЗИ

В. А. Басыня¹, Д. С. Ванюгин²

¹Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого

²Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассматривается модель организации подготовки военных специалистов связи, представленная с применением методов теории массового обслуживания количество обучаемых, детерминированная система массового обслуживания, фонд времени эксплуатации, пропускная способность, программа подготовки.

теория массового обслуживания, учебные организации, пропускная способность.

Под качеством функционирования учебной военной организации (УВО) будем понимать не то, как хорошо выполнено само обслуживание (в нашем случае обучение одного специалиста индивидуально или подготовка группы специалистов) – это оценивается другими критериями – а насколько хорошо организовано обучение (обслуживание), насколько полностью загружены учебные места (обслуживающие приборы), не создается ли большая очередь или не велик ли уход из УВО необученных специалистов (необслуженных требований).

Максимальное количество специалистов, которое может быть обучено в УВО характеризуется пропускной способностью – количеством специалистов, подготовленных в УВО с требуемым уровнем подготовки за определенный период обучения (учебный период, семестр, год и т. п.), которая определяется, как показывает анализ программ подготовки и специфики обучения специалистов военной связи, в первую очередь, количеством учебных мест для практического обучения вопросам специальной и технической подготовки, получению профессиональных умений и навыков. Изучению и отработке практических вопросов (в том числе отработке учебных задач и нормативов) в программах различного уровня отводится 55–70 % учебного времени. Пропускная способность УВО позволяет или не позволяет ей выполнить задачу по обучению заданного количества специалистов по заданной программе [1].

Как показывает опыт очень часто учебные военные организации войск связи располагают ограниченными возможностями удовлетворения спроса (выполнение требований плана подготовки) на подготовку необходимого количества специалистов с требуемым уровнем подготовки. Возникает задача для определения пропускной способности УВО с необходимой для практики точностью установить количественную связь между характеристиками процесса подготовки такими как:

- количество специалистов, поступивших на обучение;
- продолжительность обучения (индивидуальная, групповая), в соответствии с программой подготовки;
- количество учебных мест (индивидуальных и групповых);
- возможная продолжительность эксплуатации учебных мест.

Представляется возможным в результате анализа процесса функционирования учебных военных организаций войск связи представить их в виде одной из самых простых систем массового обслуживания (СМО) – детерминированной системы. Для детерминированных СМО характерны два свойства, которые имеют доминирующее значение. Первым свойством моделей данного класса является полное отсутствие случайностей (детерминированность). Вторым свойством является рассмотрение явлений в объекте моделирования как изменяющихся во времени процессов, которые описываются соответствующими временными рядами – дискретно [2].

Будем считать, что УВО в соответствии с теорией массового обслуживания состоит из n приборов обслуживания – учебных мест (индивидуальных и групповых). Каждый из них может обслужить одновременно только одно требование. Требование – это специалист или группа специалистов (учебная группа). Предполагается, что УВО должна быть построена так, чтобы обеспечить время для обучения одного специалиста или группы на том или ином учебном месте в соответствии с требованиями по продолжительности обучения, изложенными в программе обучения.

Чтобы определить какие факторы влияют на пропускную способность УВО рассмотрим каким образом функционирует одноканальная детерминированная незамкнутая СМО, т. е. рассмотрим простейшую задачу массового обслуживания, анализ функционирования которой был представлен в своё время в трудах Т. Саати.

В этой задаче процесс массового обслуживания (обучения) организован так, что, что поступление требований (обучаемых) и обслуживание (обучение на учебном месте) происходит через однозначно определенные в соответствии с расписанием промежутки времени. В случае детерминированной системы заранее известно, что требования будут поступать в точно заданные моменты времени и будут обслуживаться в течение определенного промежутка времени. Задача является детерминированной и может быть решена элементарным способом. Поступление заявок на обучение

в систему (УВО) происходит в фиксированные моменты времени. Индивидуальные и групповые требования поступают по расписанию, графику, так как поступают, например, заявки на обучение, при определенном количестве обучаемых в накопителе и составленной программе, учебном плане и расписании занятий. Заявки поступают по очереди на обслуживающие приборы (индивидуальные и групповые учебные места). Время обслуживания (обучения, тренировки) – фиксированное (при организации обучения определяется временем необходимым и выделяемым для обучения одного специалиста или группы обучаемых в соответствии с планом подготовки).

До начала обучения нас не интересует характер потока абитуриентов (заявок), поступающих извне в систему, а только лишь конечное их количество, поступивших в систему (т. е. промежутки между поступлениями обучаемых в УВО можно не учитывать, т. к. они поступают в строго определенное время, по плану, в определенном (запланированном) количестве. Заявки (обучаемые) накапливаются в накопителе (идет подготовка к обучению). В связи с тем, что УВО рассматривается как простейшая детерминированная СМО, в накопителе к определенному времени до начала непосредственно обучения (обслуживания) будет набрано определенное количество обучаемых (заявок на обучение) в соответствии с планом организации подготовки.

Далее, находясь в УВО, обучаемые (заявки на обслуживание) будут поступать на обслуживание (обучение) на приборы обслуживания (учебные места: индивидуальные и групповые) в соответствии с учебным планом и расписанием занятий в детерминированные моменты времени, через, например, равные или неравные, но строго определенные промежутки времени.

В систему поступает детерминированный поток требований на обслуживание. Поток поступает из ограниченного источника, так что в системе может находиться не больше s – требований. Количество требований определяется количеством специалистов, принятых на обучение в соответствии с плановым (директивным) заданием вышестоящего органа.

Требования, которые поступили на обучение и застали хотя бы один прибор свободным (учебное место свободным) сразу же идут на обучение. Если же все приборы (учебные места) заняты, то требование становится в очередь на обучение и ожидают своей очереди до тех пор, пока один из приборов (одно из учебных мест) не освободится. Дисциплина очереди здесь определяется расписанием плановых занятий и графиком дополнительных занятий (тренировок), а также распорядком дня. Это означает, что требования поступают на обслуживание на те приборы, которые в этот момент будут обязательно свободны. При такой дисциплине время ожидания

в очереди может увеличиваться только в случае непредвиденных обстоятельств, например, поломки приборов, или прибытие на обучение дополнительного количества обучаемых.

Таким образом, определенно известно, в какое время, какое количество заявок должно поступить на обслуживаемые приборы (учебные места).

Если обучаемые (группы обучаемых) поступают в одноканальную систему через равные промежутки времени a (т.е. интенсивность поступления требований равна $1/a$) и обслуживаются (обучаются на учебном месте) в течение равных промежутков времени b (т.е. интенсивность обслуживания (обучения на учебных местах) равна $1/b$), то при $b < a$, или, что тоже самое, при $b/a < 1$ ни одно требование (обучаемый) ожидать обслуживания (доступа на учебное место) не будет. (Это эквивалентно тому что в накопителе все время не будет очереди. Каждая прибывающая заявка будет немедленно обслужена). Если же $b/a > 1$, то число ожидающих требований (обучаемых) будет возрастать неограниченно. При $b = a$, требования ожидать не будут, если процесс обслуживания начался при отсутствии очереди. В противном случае очередь будет постоянной длины.

Вышеприведенные зависимости можно представить и следующим образом. Некоторое количество заявок, поступивших в систему требуют для своего обслуживания некоторого суммарного времени A . Для их обслуживания выделяется какое-то суммарное время эксплуатационной занятости канала – B .

$$A = c \cdot b,$$

где, c – количество заявок в системе, требующих обслуживания.

В этом случае можно проанализировать зависимость между A и B на примере функционирования УВО.

При организации занятий по расписанию, интервал времени поступления (a) заявок не имеет значения, т.к. требования находятся в системе, поступают на обучение в строго определенные моменты времени (временной интервал поступления очередной группы на занятия в класс или на полигон связи будет определяться именно расписанием и будет строго определенным (детерминированным)). Расписание определяет очередность загрузки учебных мест. Например, 1 группа в 1 учебный день, 1 специалист через каждые 1,5; 2 часа (через 2–3 смены).

В период обучения общее время, необходимое на практическое обучение специалистов (можно сказать, что это нагрузка на учебное заведение со стороны обучающихся) можно определить:

$$A = t_{об.1} \cdot c,$$

где, $t_{об.1}$ – время которое должно быть выделено по программе подготовки на практическую подготовку одного специалиста.

Общее время обслуживания – общее время рабочего функционирования обслуживаемых приборов, каналов (комплектов учебной аппаратуры связи, используемой в процессе учебных занятий и тренировок в периоде обучения) может быть равно:

$$B = t_1 \cdot N,$$

где, t_1 – суммарное время работы одного прибора за учебный период (T); N – общее количество приборов (комплектов аппаратуры).

По аналогии с вышеприведенными соотношениями для одноканальной СМО учебная военная организация может работать при: $B < A$; $B > A$; $A = B$.

При $B < A$ или $(B/A) < 1$ – ни одно требование (обучаемый) ожидать обслуживания (доступа на учебное место) не будет. Т. е. все обучаемые будут обслужены, отработают на аппаратуре запланированное для них программой обучения время. Приборы будут работать с недогрузкой. Пропускная способность этой системы позволяет увеличить количество способных обучаться в данном учебном заведении.

При $B > A$ или $(B/A) > 1$ – число ожидающих требований (обучаемых) будет возрастать неограниченно. Это означает, что в УВО принято для обучения больше, чем может быть обучено. Не позволяет пропускная способность УВО. В этом случае каждому специалисту не может быть предоставлено полное индивидуальное время для обучения на учебном месте в соответствии с программой подготовки, если расписанием занятий время подготовки будет распределено между обучаемыми равномерно. Все заявки на обучение будут недообслужены. Чем больше будет (B/A) , тем меньше будет уровень выполнения одной одиночной заявки. Либо при неравномерном распределении индивидуального времени обучения между обучаемыми, тем большее количество специалистов будет вообще не обслужено.

При $A = B$ требования ожидать не будут, если процесс обслуживания начался при отсутствии очереди. В противном случае очередь будет постоянной длины.

Пропускная способность будет определяться соотношением общего суммарного фонда времени (установленного в соответствии с программой подготовки), необходимого для проведения занятий и лимита времени возможного использования оборудования данного типа в учебном процессе в течение конкретного периода обучения, а также возможностями по одновременному освоению техники и достижению необходимого уровня обученности специалистами на одном комплекте аппаратуры (количество специалистов, выполняющих нормативы и учебные задачи, одновременно на одном комплекте аппаратуры на различных видах практических занятий и тренировках).

Т. о. приведенные выше соотношения позволяют оценить пропускную способность УВО. Пропускная способность будет определяться соотношением общего суммарного фонда времени (установленного в соответствии

с Программой подготовки), необходимого для проведения занятий и лимита времени возможного использования оборудования данного типа в учебном процессе в течение конкретного периода обучения, а также возможностями по одновременному освоению техники и достижению необходимого уровня обученности специалистами на одном комплекте аппаратуры (количество специалистов, выполняющих нормативы и учебные задачи, одновременно на одном комплекте аппаратуры на различных видах практических занятий и тренировках).

Приведенные выше соотношения позволяют предварительно оценить, в процессе организационного проектирования учебной организации на этапе определения структуры и состава УМБ пропускную способность УВО. Кроме этого приведенные выше соотношения лежат в основе зависимостей (формул), рассчитать количество учебных средств связи (тренажеров), необходимых для организации процесса практической подготовки специалистов в соответствии с требуемой пропускной способностью УВО.

Список используемых источников

1. Басыня В. А. Организация подготовки специалистов связи запаса в учебных центрах: дис. ... канд. воен. наук / Басыня Владимир Анатольевич. СПб. : ВАС, 1994. 290 с.
2. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М. : Советское радио, 1965. 512 с.

УДК 001.12:377
ГРНТИ 20.01.45

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ОТКРЫТОЙ ЛЕКЦИИ «ЦИФРОВИЗАЦИЯ: ТЕНДЕНЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО КОЛЛЕДЖА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Д. И. Баталов

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

Учебная и внеучебная деятельность студентов колледжа должна решать, как образовательные, так и воспитательные задачи. Актуальным вопросом является цифровизация всех сфер экономики и общества. Студентам необходимо понимать, какова будет их роль в этом процессе. Освоение обучающимися этой информации, попутно решает задачи гражданско-патриотического, духовно-нравственного, профессионально-трудового воспитания.

цифровизация, воспитание, колледж, информатика, поколение Z.

С 24 по 30 ноября 2020 года в Санкт-Петербургском колледже телекоммуникаций им. Э. Т. Кренкеля проводилась «Неделя информатики и программирования» для студентов специальностей: 09.02.03 Программирование в компьютерных системах; 09.02.05 Прикладная информатика (по отраслям); 09.02.07 Информационные системы и программирование.

Одним из мероприятий недели стала открытая лекция «Цифровизация: тенденции, перспективы», подготовленная автором.

Идея прочитать такую лекцию возникла в связи с тем, что в настоящее время в СМИ много говорят о цифровизации, но мало кто понимает, особенно среди молодежи, о чем собственно идет речь.

Вместе с тем, разобраться в этом вопросе очень важно. Цифровизация уже сегодня касается непосредственно каждого из нас. Также требуется понимание, как этот процесс отразится на нашей жизни и деятельности в будущем.

Поскольку формат лекции ориентировался на дистанционный режим, то для привлечения внимания студентов был создан анонс в форме видеоролика продолжительностью 49 секунд (рис. 1). Для создания ролика использовался сервис «Диктор» платформы «Смотри Mail.ru», что позволило имитировать выступление цифрового ведущего о предстоящей лекции в новостном сюжете.



Рис. 1. Выступление цифрового ведущего

Для отражения связи поколений в начале лекции рассказывалось о том, что в 60–70-х годах прошлого века были очень популярны книги с такими названиями, как:

- «Транзистор?.. Это очень просто!»;
- «Радио?.. Это очень просто!»;
- «Телевидение?.. Это очень просто!».

Эти книги с помощью простых примеров и аналогий с предметами из повседневной жизни помогали разобраться в принципах работы и устройстве электронных приборов.

Подобных книг для молодежи нам не хватает сегодня, они могли бы способствовать более точному пониманию, что такое цифровизация

или – по-другому – цифровая трансформация технологий, процессов и явлений, которые нас окружают.

Студентам было предложено самим разобраться, что же такое цифровизация?

Цифровизация пришла на смену компьютеризации и информатизации, то есть является некоторым новым этапом развития и смены технологий не только в производстве, но и в других областях общественной и частной жизни (рис. 2).



Рис. 2. Этапы смены технологий

Лекция включала в себя элементы беседы, так, например, для активизации собственного опыта студентам необходимо было назвать известные им примеры механизации, автоматизации, роботизации. Эта беседа подвела к вопросу: «Но что же тогда означает термин цифровизация?».

Внимание студентов акцентировалось на том, что найти определение этого термина не просто. Если, например, обратиться к Википедии, то можно обнаружить, что там статьи еще нет... Перед обучающимися был поставлен вопрос: «Почему же до сих пор нет развернутого определения понятия «цифровизация»? Почему так происходит?».

За разъяснениями по данному проблемному вопросу необходимо было углубиться в его историю. Дело в том, что термины «оцифровка» и «цифровизация» появились еще в 1960–1970-х годах, в период начала компьютерной революции. Тогда цифровизация означала переход от аналоговых методов записи и обработки информации к цифровому стандарту, когда информация имеет цифровой вид, пригодный для записи на электронные носители [1].

Но еще до этого, в 1933 году, Владимиром Александровичем Котельниковым была доказана теорема, в которой показан способ перехода от аналогового сигнала к цифровому, т. е. к дискретному (рис. 3). При этом сохранялась возможность вернуться к сигналу

Теорема Котельникова, 1933 год

Непрерывный сигнал $x(t)$ можно представить в виде интерполяционного ряда:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k\Delta) \operatorname{sinc} \left[\frac{\pi}{\Delta} (t - k\Delta) \right],$$

где $\operatorname{sinc}(x) = \sin(x)/x$ — функция sinc. Интервал дискретизации удовлетворяет ограничениям

$$0 < \Delta \leq \frac{1}{2f_c}.$$

Мгновенные значения данного ряда есть дискретные отсчеты сигнала $x(k\Delta)$.



Владимир Александрович
Котельников
(1908–2005)

Рис. 3. Теорема В.А. Котельникова

в исходной форме. Цифровая форма представления сигнала позволяла зашифровать сообщение, передать его в зашифрованной форме, а потом снова расшифровать [2].

Обращение к истории открытий в этой области, сделанных отечественными исследователями, активизировало воспитательное воздействие на студентов для формирования чувства гордости за отечественную науку.

Почему же так важно представлять информацию в цифровой форме?

Представление в цифровой форме позволяет создавать информацию, а далее передавать и использовать ее, минуя этап создания копий на физических носителях: кассетах, пленках, картинах, листах бумаги, книгах и картах!

Передавать такую информацию можно на любое расстояние без искажений! А в случае необходимости выполнить ее защиту от внесения изменений или для гарантированного подтверждения авторства источника информации!

Таким образом, сегодня можно сказать что цифровизация – это повсеместное внедрение цифровых технологий в разные сферы жизни: промышленность, экономику, образование, культуру, обслуживание и т. п. А наступление нового этапа технологического развития произойдет тогда, когда новые цифровые технологии начнут применяться широко и повсеместно.

Этот процесс уже начался, что подтверждается названиями трендов, которые широко используются сегодня: цифровое правительство; цифровое производство; цифровая экономика и т. д.

Автор призвал студентов поразмышлять над тем, чего же ждать поколению Z от всех этих преобразований.

Поколение Z называют пионерами цифровизации (рис. 4). Его представители прокладывают тот путь, по которому будет развиваться мир в ближайшие годы. Поколение Z уже привыкло к новой парадигме цифровых потребностей. Поэтому ясно, что именно на представителей поколения Z ляжет труд по внедрению и использованию цифровых технологий во всех сферах жизни.

Далее в лекции были рассмотрены программы цифровизации в стране и в нашей отрасли.

Многие страны мира оказались вовлечены в процесс цифровой трансформации разных сфер своей

Поколение Z = цифровое поколение



Поколение Z – пионеры цифровизации
Поколение новых технологий
Ориентированы на изменения
Желание влиять на окружающий мир
Высокие ожидания от технологий и организаций
Поколение прагматиков и предпринимателей

Рис. 4. Поколение Z

жизни. В Российской Федерации существует несколько программ, описывающих планы такого развития.

На лекции студенты узнали, что в рамках программы «Национальная технологическая инициатива» для них проводится множество обучающих мероприятий. А, следовательно, можно самостоятельно изучать эти программы, записываться на предлагаемые в них курсы.

Разнообразить и обогатить информацию позволил показ видеофрагмента лекции Олега Геннадьевича Духовницкого, руководителя Федерального агентства связи, с которой он выступал 1 сентября 2020 года – в День знаний – перед студентами Университета.

В конце лекции были сделаны следующие выводы:

Первое. Цифровизация меняет не только разные отрасли и сферы, но и поведение человека, общую картину жизни; и эти изменения обществу еще предстоит полностью ощутить и осознать в будущем.

Второе. Широкое внедрение новых технологий в современной цивилизации имеет как позитивные, так и негативные тенденции. И к этому нужно быть готовым, в том числе повышая свою квалификацию, как в рамках своей профессии, так и получая знания в области других – смежных – дисциплин.

Третье. Не смотря на процессы деиндивидуализации человека и виртуализации социального пространства, главным условием культуры человека является духовный труд.

Таким образом, результатом проведения открытой лекции стало повышение грамотности студентов в вопросах цифровизации технологий в конкретных отраслях и общества в целом, понимание их роли в этом процессе, в способах достижения личной эффективности.

Итак, полученный опыт проведения открытой лекции позволит и в дальнейшем выполнять решение задач по нескольким направлениям воспитательной работы колледжа: гражданско-патриотическому, духовно-нравственному, профессионально-трудовому [3].

Список используемых источников

1. Халин В. Г., Чернова Г. В. Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски // Управленческое консультирование. 2018. № 10. С. 46–63.

2. Козырев А. Н. Цифровая экономика и цифровизация в исторической ретроспективе // Цифровая экономика. 2018. № 1 (1). С. 5–19.

3. Соколенко Я.В. Основные направления воспитательной деятельности в организациях среднего профессионального образования в современных условиях // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 11 дек. 2016 г.). Чебоксары : ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 243–247.

УДК 159.9
ГРНТИ 15.81.35

ТЕНДЕНЦИИ И ПРОТИВОРЕЧИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е. В. Белова

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

В статье рассматриваются тенденции и противоречия определения, развития и применения современных образовательных технологий. С точки зрения основ педагогической психологии и возможностей развития лидерских компетенций обсуждаются особенности обучения в формате ДОТ, использования видео и геймификации в обучении.

дистанционные образовательные технологии, видео и геймификация в обучении, педагогическая психология, лидерские компетенции.

В 2020 году применение современных технологий обучения стало не просто темой педагогических исследований, моделью развития передовых вузов или модным трендом самообразования и повышения квалификации, но и насущной формой организации образовательного процесса для различных категорий обучающихся. До периода пандемии COVID-19 многие вопросы использования дистанционных технологий оставались теоретическими задачами, хотя «теория без практики мертва». Активная практика внедрения дистанционной среды обучения в работу вузов началась именно в ситуации изоляции. Несмотря на то, что трудности применения ДОТ освещались СМИ в 2020 году не так явно (как трудности в экономической, политической, культурной сферах), тем не менее, представители науки, бизнеса, государства и систем образования на разных уровнях приняли экстренную попытку переосмысления роли дистанционных технологий в обучении. Так, задача повышения эффективности ДОТ определила скачок в развитии платформ для дистанционного обучения даже теми учебными заведениями, которые использовали ДОТ факультативно.

Доработка имеющихся (например, *zoom*, *google meet*) и разработка новых платформ различными вузами показали технические и «психологические» недостатки данных ресурсов. Уже не отрицается возможность и необходимость применения ДОТ даже в условиях стабилизации жизни общества. Однако тенденции создания, развития и применения современных технологий создают противоречия, которые возникают между методологией педагогики и психологии высшей школы и практикой использования ДОТ. Наблюдается саккадический рост различных частных приемов и техник обучения без учета методологических основ («практика без теории

слепа»). Подобная ситуация в обществе уже возникала, когда экспоненциальный рост различных вариантов тестов на интеллект в середине XX века и их повсеместное использование частично дискредитировали саму идею полезности их применения.

Выход дистанционных технологий образования за пределы вузов, их широкое использование, например, на платформе бизнеса, требует междисциплинарного обсуждения проблемы. На примере работы семинаров СберУниверситета, посвященных вопросам применения видео и геймификации в обучении, рассмотрим особенности понимания современных образовательных технологий (*EduTech* на темы «Видео в обучении: создаем и вовлекаем» [1] и «Геймификация в обучении: как не заиграться?» [2, 3]). Краеугольным камнем в выборе технологий, форм и приемов обучения является изначальная парадигма обучения, которая зависит не только от эпохи, общества, политики вуза, но и выбора самих преподавателей и особенностей студенчества. Современное состояние педагогики высшей школы характеризуется поиском таких эффективных интерактивных методов, которые реализуют личностно-ориентированные парадигмы обучения, формируя лидерские компетенции студентов и навыки системного мышления.

По Г. Б. Корнетову в современной образовательной среде наблюдается переход к педагогике поддержки от педагогики авторитета и манипулятивной педагогики [4]. Педагогика поддержки создает интерактивную среду общения наставника (транслятора ценностей, опыта, знаний и компетенций) и студентов, которые взаимодействуют при решении сложных практических задач. Отметим, что деление на два полярных типа взаимодействия характерно и для классификации стилей управления и типов организаций: так, противостояние дисциплины и творчества в работе программистов рассматривает Р. Гласс. Е. А. Ямбург делит парадигмы педагогики на когнитивную, центрированную на интеллектуальном развитии индивида (развитии когнитивной сферы, интеллекта, креативности, отборе одаренных и отсеивающих обучающихся) и личностную (аффективно-эмоционально-волевою). Последняя отрицает жесткие нормы и требования, ориентирована на индивидуализацию и спонтанную естественность образования.

Балльно-рейтинговые системы оценки ориентированы все еще на научно-технократическую парадигму, построенную по бинарному принципу. Одной из центральных задач гуманитарной педагогики становится поиск форм обучения, способствующих вовлечению обучающегося в процесс самостоятельного мышления: т. е. развитию навыка поиска способов нахождения новых алгоритмов, решений. Тем не менее, применение геймификации и видео в обучении само по себе не гарантируют создание подобной

развивающей среды. Отсутствие обучающего наставника, целей и задач может вызвать в игре гонку по кругу с наращиванием формальных баллов, а не ростом реальных навыков.

Необходимо отметить, что методы, технологии и формы обучения представляют собой различные понятия и педагогические инструменты. Организационные формы обучения (лекции, семинарские, практические, лабораторные занятия) уже определяют некоторые требования, ограничения и возможности применения ДОТ. Сочетание педагогических (модульных, знаково-контекстных, игровых) и информационно-компьютерных (от электронного учебника до полноформатных дистанционных) технологий [5] также задают специфику применения частных приемов и средств обучения (например, геймификации или видео). Варианты пересечения данных технологий, их возможности и ограничения не изучены в полной мере. Тем не менее, подход от выбора сначала средства и приемов обучения (часто даже без уточнения организационных форм и технологий, возрастной или профессиональной специфики аудитории) ведет к потере основной цели обучения.

Учитывая парадигмы педагогической психологии, рассмотрим геймификацию как прием игровой и видео как прием знаково-контекстной педагогических технологий. Принципы геймификации в обучении (веселье, связь с реальностью и добровольность) и мотивация обучающихся (единение, автономия, мастерство и высший смысл) как основа долгосрочного преуспевания [2, 3] пересекаются с принципами организации сотрудников высокоэффективных команд или творческих групп, а также принципами создания «потока» М. Чиксентмихайи [4].

Основные тренды видео в 2021 году [1]: эмоциональность, визуализация, низкий хронометраж (благодаря только конкретной информации), интерактивность (общение, выбор продолжения, возможность задать вопрос, прокомментировать, пройти квиз), вертикальный формат и видеоподкасты. Как видно из перечисленных тенденций, часть приемов перешла из интерактивных аудиторных занятий (например, визуализация, интерактивность, учет переключаемости внимания). Тем не менее, наблюдается явный акцент на эмоциональность информации, наглядно-образное и наглядно-действенное мышление, эмоциональную и образную память.

Ключевым аспектом применения геймификации является обучающая среда. Интерактивное обучающее событие (*interactive learning event*, ILE), учитывая разные виды процесса (смоделированный или реальный) и технику (неигровую или игровую), позволяет выделить формы обучающего воздействия: симуляции, деловые игры, игры или геймификацию [2, 3]. Основными аспектами геймификации являются: динамика (поддерживает внимание через реальные игровые ситуации), эстетика (через игровые арте-

факты создается эмоциональное состояние), механика (сценарные элементы, характерные для игры, такие как уровни, статусы, очки, бонусы, рейтинги, виртуальные валюты и т. д.) и социальное взаимодействие. Принципы геймификации включают: внедрение системы отображения прогресса слушателей образовательной программы (рейтинги баллов, значков, списков лидеров и т. д.); справедливость рейтинговой системы (реальный прогресс участника определяется через метрики, которые показывают смысловое значение полученных баллов); объективность рейтинговой системы, наличие соревновательных механик (конкуренция внутри группы и с собой), наличие продуктивных метрик (контент и метрики программы: посещаемость и ее продолжительность, периодичность, отказы, возвраты, глубина просмотра контента и т. д.).

Отметим, что мотивационные аспекты, частично основанные на принципах теорий бихевиоризма, применяются не только в создании, например, компьютерных игр, но и в межличностном общении. Так, главным в построении манипулятивного процесса в межличностном общении является определение «струн души» (по Е. В. Сидоренко) или мотивов действия собеседника. Важным является и то, что геймификация направлена на поколения Y (1983–2003) и Z (2003–2014), – т. е. поколения, выросшие на играх (компьютерных или консольных) [2, 3]. Отметим еще один важный аспект: геймификация работает только при добровольности участия, для этого необходимо задействовать не стимуляцию, а мотивацию игроков, а также принципы доверия (по С. Кови).

Модель «Окталисис» (*Octalysis model*) Ю Кая Чоу выделяет 8 ключевых стимулов, играющих [2], которые надо учитывать для эффективной геймификации. Так, данные ценности представляют собой: эпичное значение или признание как связь с чем-то большим (ощущение себя как «Избранного»), развитие креативности и обратная связь (необходимость постоянно выбора и принятия решений в «новых» игровых ситуациях, использование различных комбинаций), социальное влияние и причастность (сюда относят все социальные причины поведения: наставничество, принятие, принадлежность к группе, причастность и конкуренция), любопытство и непредсказуемость («иррациональное», по мнению автора модели, т. е. желание увидеть результат даже при негативном прогнозе событий), развитие и достижение (прогресс навыка), обладание и собственность (коллекционный мотив и стремление «улучшить» вещь), нужда и нетерпение (стремление к тому, чего нет), потеря и избегание (желание избежать негативного).

Итак, краткий обзор применения в обучении знаково-контекстных, игровых и дистанционных образовательных технологий (в форме обучения с помощью видео и геймификации) показывает следующие тенденции развития современных образовательных технологий. Во-первых, это противо-

речие в парадигмальных основах данных приемов и способах их реализации: рейтинговая система и соревнование авторитарно-манипулятивного, технократического стиля в корне противоречат принципам развития, автономии, мастерства и высшего смысла полифонической парадигмы; когнитивный подход с отбором и заранее данными критериями «успеха» игры противоречит личностному подходу, формирующему самостоятельность мышления. Во-вторых, возникающий «парадокс мотивации»: для долгосрочного результата необходима мотивация (внутреннее качество), хотя сами игры основаны на внешней стимуляции (средствами искусственно созданной игры или среды). Модель «Окталисис» частично основывается на экзистенциальных потребностях: по Э. Фромму это потребности в корнях и братстве, в преодолении, в установлении связей, в системе взглядов. Тем не менее, такие особенности личности как мотивация избегания неудач, мотив власти, акизитивные переживания, ловушки мышления, – противодействуют экзистенциальным потребностям и могут повлечь формирование или усиление непродуктивного типа характера (накапливающего, зависящего, рыночного или эксплуатирующего). Более того, игровая зависимость основывается на иррациональном желании увидеть результат, даже при негативном рациональном прогнозе событий, а мотив власти превалирует у манипуляторов. В-третьих, игра – это всегда искусственная форма ситуации, заданная извне. Моделирование условий мыследеятельности, создание ограничений, определение возможностей и условий, в которых мыследеятельность может проявиться, – противоречит принципам латерального, дивергентного, системного мышления, суть которого и заключается в разумном «контргейминге». Искусственно созданные условия игры, заданные «извне», не самим игроком, хотя и подразумевают различные комбинации выборов и решений, тем не менее, не дают возможности выбора метастратегии поиска, т. е. не развивают креативность, латеральное мышление, системное мышление как основу лидерских компетенций. Риск создания бесконечных и разнообразных правил «игры в бисер» при применении данных приемов может быть устранен только при тщательной проработке методологии обучения. Более того, понимание самого значения и природы игры требует уточнения, как и сама психологическая сущность *homo ludens*.

Список используемых источников

1. Видео в обучении: создаем и вовлекаем [Электронный ресурс]. URL: <https://sberbank-university.ru/edutech-club/events/4771/> (дата обращения 26.02.2021).
2. Геймификация в обучении: как не заиграться? [Электронный ресурс]. URL: <https://sberbank-university.ru/edutech-club/events/6288/> (дата обращения 26.02.2021).
3. Геймификация: словарь терминов [Электронный ресурс]. URL: <https://sberbank-university.ru/edutech-club/glossary/943/> (дата обращения 26.02.2021).
4. Белова Е. В. Формирование системного мышления и лидерских компетенций у студентов и аспирантов технических вузов: монография; СПбГУТ. СПб., 2018. 198 с.

5. Шарипов Ф. В. Педагогика и психология высшей школы: учеб. пособие. М. : Логос, 2012. 448 с.

УДК 502.2.05
ГРНТИ 87.01.45

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

А. Д. Бобер, С. А. Панихидников

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

В работе предлагается методика анализа организации практик при подготовке бакалавров направления 05.03.06 «Экология и природопользование» в СПбГУТ. Актуальность методики обусловлена необходимостью оценки результатов по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской работы в ходе учебной практики и профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности в ходе производственной практики для последующего решения профессиональных задач эколога.

методика, организация практики, бакалавр, эколог.

Для проведения качественной оценки результатов прохождения практики предлагается алгоритм, который представлен на рис. 1.

Исходными данными Б-1 будут являться формируемые и демонстрируемые обучающимся компетенции, изложенные в [1, 2] в соответствии с ФГОС ВО: ОК, ОПК и ПК. Необходимо отметить, что формируемые компетенций в ФГОС ВО 3++ должны соответствовать трудовым функциям, требованиям к образованию и обучению, опыту практической работы профессиональных стандартов.

На основании анализа формируемых и демонстрируемых обучающимися компетенций в Б-2 определяются цели практики, которые в Б-3 декомпозируются на задачи практики по месту и времени проведения.

Далее в Б-4 осуществляется сравнение задач практики по месту и времени проведения с определёнными целями практики. При их соответствии в Б-5 определяются требуемые результаты практики. При выявлении несоответствий процедура действий повторяется в Б-2, 3.

В Б-6 осуществляется сравнение соответствия требуемых результатов практики. При их соответствии в Б-7 формируется содержание отчёта практики. При выявлении несоответствия процедура действий повторяется в Б-3, 4, 5, 6.

Содержание представляемого на защиту обучающимся отчёта практики Б-7 должно соответствовать формируемым и демонстрируемым компетенциям Б-8, проверяемым на соответствие в Б-9.

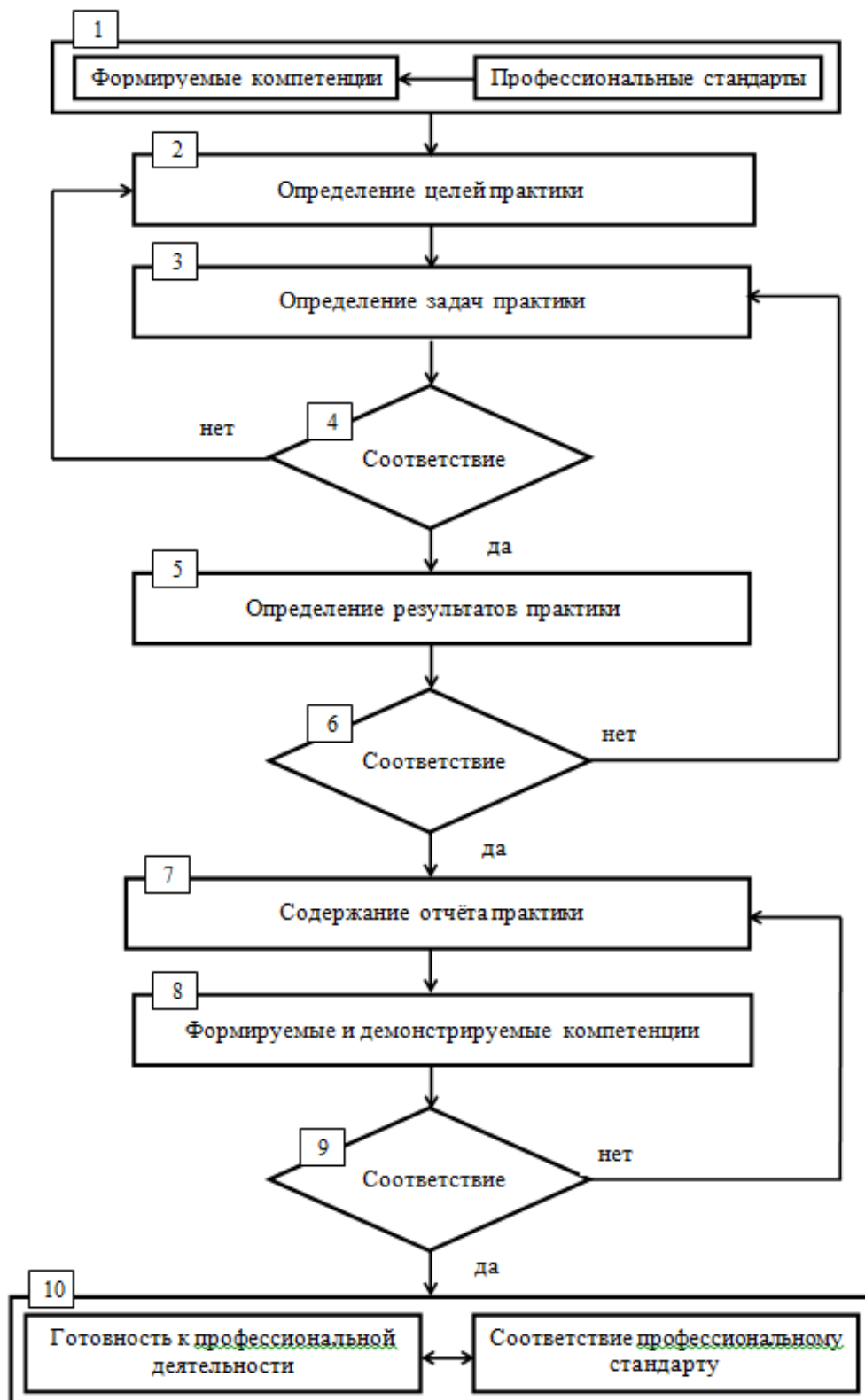


Рис. 1. Алгоритм качественной оценки результатов прохождения практики

При их соответствии выпускник готов к профессиональной деятельности и соответствует требованиям профессионального стандарта. При выявлении несоответствия процедура действий повторяется в Б-7, 8, 9.

Исходные данные для Б-5, 7 по видам практик представлены в таблицах 1 и 2 (см. ниже).

ТАБЛИЦА 1. Исходные данные учебной практики

Результаты учебной практики	Содержание отчёта учебной практики по семестрам обучения	
	2 семестр	4 семестр
<p>1. Оценка специфики влияния отдельных экологических факторов и их совокупности на особи, популяции и сообщества организмов.</p> <p>2. Практическое изучение специфики экологических особенности водной, наземно-воздушной и почвенной сред обитания.</p> <p>3. Приобретение дополнительных знаний об общих закономерностях функционирования и динамики структуры популяций, биоценозов и экосистем под влиянием естественных и антропогенных изменений.</p> <p>4. Получение навыков использования законов общей экологии, ландшафтоведения и почвоведения для оценки природно-ресурсного потенциала территорий и акваторий.</p>	<p>1. Титульный лист.</p> <p>2. Оглавление.</p> <p>3. Введение.</p> <p>4. Основную часть.</p> <p>5. Заключение.</p> <p>6. Индивидуальное задание.</p> <p>7. Список литературы.</p> <p>8. Приложения.</p> <p>Основная часть:</p> <p>1. История формирования территории.</p> <p>2. Геологическое строение.</p> <p>3. Рельеф.</p> <p>4. Климат (солнечная радиация, среднемесячные температуры воздуха, осадки, испаряемость; поверхностные и подземные воды).</p> <p>5. Почвы.</p> <p>6. Растительный покров.</p> <p>7. Природно-территориальные комплексы в пределах ландшафта.</p> <p>8. Хозяйственное использование территории (сельское хозяйство пригородного направления, места отдыха, дачные участки).</p>	<p>1. Титульный лист.</p> <p>2. Оглавление.</p> <p>3. Введение.</p> <p>4. Основную часть.</p> <p>5. Заключение.</p> <p>6. Индивидуальное задание.</p> <p>7. Список литературы.</p> <p>8. Приложения.</p> <p>Основная часть:</p> <p>1. Экономико-географические, социально-географические и политико-географические аспекты устойчивого развития.</p> <p>2. Мероприятия по охране окружающей среды.</p> <p>3. Пространственный базис устойчивого развития.</p> <p>4. Приоритетные загрязняющие вещества в наземно-воздушной и водных средах.</p> <p>5. Нормирование качества природной среды.</p> <p>6. Экологический мониторинг поверхностных и подземных вод суши.</p> <p>7. Экологический мониторинг морских акваторий.</p> <p>8. Экологический мониторинг атмосферы.</p> <p>9. Экологический мониторинг почвенного слоя.</p>

Предложенная методика позволяет проводить качественную оценку результатов прохождения практики. В дальнейшем в разработанном алгоритме необходимо применить математические модели, что позволит повысить обоснованность и достоверность оценки результатов практики и своевременно выявлять, и устранять несоответствия между требованиями к образованию и трудовым функциям практической работы профессиональных стандартов.

ТАБЛИЦА 2. Исходные данные производственной практики

Результаты производственной практики	Содержание отчёта производственной практики 6 семестр
1. Закрепление на практике знаний и умений, полученных в процессе теоретического обучения. 2. Развитие профессиональных навыков. 3. Ознакомление с общей характеристикой объекта практики и правилами техники безопасности.	1. Титульный лист. 2. Оглавление. 3. Введение. 4. Основную часть. 5. Заключение. 6. Индивидуальное задание. 7. Список литературы. 8. Приложения. Основная часть: 1. Знакомство со структурой организации, выбор рабочего места для дальнейшего прохождения практики в соответствии с направлением подготовки. 2. Изучение нормативной документации и методических рекомендаций по выполнению работ. 3. Изучение технологических регламентов. 4. Оформление дневников, формирование пакета отчетных материалов, написание теоретических разделов, подготовка к отчету.

Список используемых источников

1. Программа практики. Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской работы от 15.06.2017 г. № 17.08/312-Д.

2. Программа практики. Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности от 19.06.2018 г. № 16.08/250-Д.

УДК 514.18
ГРНТИ 20.01.04

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Е. П. Бояшова, Д. В. Волошинов

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

Дистанционное обучение поставило новые задачи в освоении геометро-графических дисциплин, сложность которых состоит в овладении методами геометрического моделирования явлений, объектов и процессов, способствующих развитию образного и рационального мышления. Применяемая гибкая система геометрического моделирования Симплекс предлагает новую концепцию геометро-графического взаимодействия в современных условиях дистанционного обучения, что позволяет создавать значительно более сложные модели в отличие от традиционного исполнения вручную, данный подход дает возможность существенно сократить время на выполнение и проверку учебных заданий в режиме реального времени. Предлагаемая технология раскрывает глубинную информационную сущность изучаемого предмета «Начертательная геометрия», содействует формированию гибкости восприятия в условиях возрастания скорости информационных процессов.

начертательная геометрия, дистанционное обучение, гибкая система геометрического моделирования.

Начертательная геометрия – графическая дисциплина со своим собственным языком условных обозначений является теоретической основой для изучения инженерной графики. Начертательная геометрия как наука о теории изображений предлагает другой способ в представлении объектов реального мира, отличный от привычного способа непосредственного наблюдения. Изучение дисциплины требует системного подхода в решении задач начертательной геометрии с осмыслением всех взаимосвязей и взаимозависимостей аналитических и синтетических алгоритмов построения графических моделей.

Дисциплина «Начертательная геометрия» опирается на знания элементарной геометрии (планиметрии и стереометрии), знакомой студентам еще со школьного курса, а теоретические основы начертательной геометрии позволяют освоить такую дисциплину как «Инженерная графика» – непременную составляющую технического образования [1]. Основные трудности,

возникающие на пути овладения навыками работы с графическими моделями, представляют собой как психологические аспекты в восприятии и понимании абстрактных образов в представлении объектов, так и сложности в освоении синтетическим языком дисциплины, его семантическим содержанием. Обучающемуся требуется не только узнавать графические изображения на чертеже, но и использовать словесно-понятийный аппарат в описании графических моделей, совмещать сугубо графический образ представления геометрических элементов с их условными обозначениями на чертеже, уметь перекодировать графические пространственные образы в математические формулы (условия параллельности, перпендикулярности и т. д.).

Оперирование геометрическими моделями требует наличия пространственного мышления, которое не у всех развито в полной мере ввиду отсутствия в школьном курсе таких учебных дисциплин как рисование и черчение. Кроме того, в школе эти предметы занимают положение второстепенных и необязательных для освоения, отсюда мы имеем снисходительно-пренебрежительное отношение студентов к дисциплине, связанной с изображениями. Тем не менее, наглядная форма представления графической модели объекта в начертательной геометрии позволяет одновременно и последовательно показать, как собственные элементы модели, так и ее динамические преобразования, взаимосвязи и взаимозависимости изменений объекта. Освоение способов представления графической информации выливается в такое понятие как «графическая культура», а графическая культура неотделима от достижений человечества в самых различных областях – от машиностроения до дизайна, занимает не последнее место в развитии логического, пространственного, образного мышления, является неотъемлемой частью проектной деятельности будущего профессионала. Обучающимся с трудом дается освоение методов начертательной геометрии, осмысление построений пространственных графических моделей на плоскости [2]. Непривычная для повседневного способа восприятия реальности форма представления объектов поначалу вызывает неприятие, отчасти вызванное низкой графической культурой, отчасти недостаточно развитым пространственным мышлением. Студенты чувствуют нехватку достаточного количества времени на выполнение графических заданий, изучения теории при наличии факта отсутствия самоорганизации личности в современных реалиях и отсутствия навыков самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Кроме того, освоение дисциплины связано с большими временными затратами на выполнение домашних графических заданий вручную. Для решения этой проблемы многие вузы используют такие методические приемы как «Рабочая тетрадь» с готовыми графическими условиями задач для сокращения времени на перечерчивание условий, но ни для кого не является

секретом, что готовые тетради с правильно выполненными решениями могут «гулять» по вузу. Проверка выполненных домашних заданий и письменное объяснение ошибок в тетрадях требует внимания и времени преподавателя. Работа над ошибками также требует времени на исправление их студентом и разработки преподавателем особого условного языка для пометок неверно выполненных решений и их однозначного прочтения студентом в тетрадях при отсутствии личного общения.

Дистанционное обучение поставило новые задачи перед преподаванием геометро-графических дисциплин, сложность которых состоит в овладении методами геометрического моделирования явлений, объектов и процессов, способствующих развитию образного и рационального мышления. В проблемное поле образования при дистанционном обучении попало множество факторов – от отсутствия личной мотивации студентов при дистанционном обучении до недостаточного развития интерактивных форм онлайн-сопровождения занятий в нашей стране. Деперсонализация процесса цифрового сопровождения обучения привела к потере такой важной составляющей как воспитание, осталось только обучение, зачастую без непосредственной заинтересованности в предмете обучающегося. Отсутствие «живой» коммуникации (голос за кадром лектора) привело к стиранию грани между виртуальным и реальным миром. Виртуальное общение возобладало над личностным – преподавателю трудно удерживать интерес аудитории к изучаемой дисциплине без визуального контакта с аудиторией, невозможности демонстрировать трехмерные модели в реальном пространстве. В свою очередь отношение обучающихся к предмету изменилось, студенты воспринимают лекцию как развлекательный контент, приравнивают его к режиму просмотра видео в реальном времени, от этого возникает проблема поддержания нужного темпа обучения без контроля со стороны самого обучающегося. Преподавателю трудно отследить количество студентов, адекватно воспринимающих материал с плоскости монитора, трудно провести внутренний мониторинг по усвоению полученных знаний во время видеолекции. Студенты, не освоившие терминологию дисциплины, автоматически выпадают из процесса обучения, при этом очень малый процент полноценно воспринимает материал на слух, и совсем немногие ведут традиционные конспекты, полагаясь на сохранение снимков экрана. Отсюда мы приходим к отсутствию самостоятельного мышления, одномерности восприятия информации, фрагментарности и поверхностности суждений.

Применяемая гибкая система геометрического моделирования Симплекс предлагает новую концепцию геометро-графического взаимодействия в современных условиях дистанционного обучения, что позволяет создавать значительно более сложные модели в отличие от традиционного

исполнения вручную, данный подход дает возможность существенно сократить время на выполнение и проверку учебных заданий в режиме реального времени. Предлагаемая технология освоения методов геометрического моделирования удачно совместилась с дистанционным обучением. Лабораторный практикум и практические занятия проводятся онлайн с сохранением последовательности и содержания тем рабочей программы дисциплины, также у преподавателя появилась возможность выдавать задачи одновременно всем обучающимся непосредственно перед занятием, при этом задачи имеют индивидуальный характер без возможности повторения, (сами по себе варианты задач по начертательной геометрии имеют безграничный выбор графических условий). В процессе решения задачи студенты имеют возможность динамического изменения условий задачи и наблюдения за результатом трансформации объекта. Наглядность взаимосвязей и взаимозависимостей алгоритмов графических построений модели объекта побуждают обучающихся к последующему изучению закономерностей его изменений, и программа Симплекс становится для студента мощным исследовательским инструментом.

Данная технология вкупе с дистанционным обучением позволяет избавиться от обычных трудностей в освоении дисциплины «Начертательная геометрия»: программа позволяет получать немедленные наглядные результаты решения задач – преподаватель может оценить степень верности решения и проверить графические задания у большого количества студентов в течение одного занятия; программа дает возможность построения графических моделей в режиме реального времени с консультацией преподавателя – уходит страх, неуверенность в правильности выбора алгоритма графического построения, студенты могут найти более рациональный способ решения с применением творческого подхода к выполнению задачи. В процессе проведения занятий каждый студент на виду, количество решенных задач фиксируется преподавателем, происходит взаимообучаемость студентов не только в освоении программы, но и в изучении самой дисциплины [3].

Предлагаемая технология раскрывает глубинную информационную сущность изучаемого предмета «Начертательная геометрия», содействует формированию гибкости восприятия в условиях возрастания скорости информационных процессов, позволяет выявлять творческий потенциал обучающихся и способствует развитию воображения при использовании геометро-графического моделирования для последующей профессиональной деятельности студента.

Список используемых источников

1. Сальков Н. А. Место начертательной геометрии в системе геометрического образования технических вузов // Геометрия и графика. 2016. № 3. С. 53–61.

2. Вольхин К. А. Начертательная геометрия глазами студентов // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации : материалы VIII Международной науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2019 г. Пермь : ИД ПНИПУ 2019. С. 30–39.

3. Волошинов, Д. В. Технологии применения геометрического инструмента. Основы [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации : материалы VIII Международной науч.-практ. интернет-конф., февраль – март 2019 г. – URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2019/papers/34/>.

УДК378.4
ГРНТИ 14.15.07

**МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ,
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОГРАММАМ ВОЕННОЙ
ПОДГОТОВКИ В ВОЕННОМ УЧЕБНОМ ЦЕНТРЕ
ПРИ СПБГУТ И НАЗНАЧЕННЫМИ НА ДОЛЖНОСТИ
ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ КОМАНДИРОВ ВЗВОДОВ,
КОМАНДИРОВ ОТДЕЛЕНИЙ
НА УЧЕБНОМ СБОРЕ В ВОИНСКОЙ ЧАСТИ**

В. М. Величко, В. М. Козырев, А. В. Новак

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

С 2019 года в гражданских вузах, где осуществляется военная подготовка, образованы Военные учебные центры, являющиеся приемниками Учебных военных центров, военных кафедр, факультетов военного обучения при гражданских вузах.

При организации методической работы в Военном учебном центре планируется и проводится подготовка студентов, обучающихся по программам военной подготовки, и назначаемых на учебном сборе в воинской части, на должности заместителей командиров взводов, командиров отделений. О методике подготовки этих студентов к учебному сбору и будет рассказано в данной статье.

военная подготовка, Военный учебный центр, учебный сбор, методика, занятие.

Основными руководящими документами, регламентирующими организацию и проведение военной подготовки в гражданских вузах, учебных сборов в воинских частях, являются:

– приказ Министра обороны Российской Федерации от 26 августа 2020 года № 400 «Об определении Порядка приема и обучения граждан Российской Федерации в военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования»;

– приказ Министра обороны Российской Федерации и Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 февраля 2020 года № 66/212 «Об установлении порядка замещения должностей работников военного учебного центра при федеральной государственной образовательной организации высшего образования, Перечня отчетных документов, а также документов, которые, разрабатываются и ведутся в военном учебном центре при федеральной государственной образовательной организации высшего образования, документов по планированию, организации проведения образовательной деятельности, учету граждан, проходящих военную подготовку, учету и обслуживанию военной техники, Порядку контроля организации деятельности военных учебных центров при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования и проведения военной подготовки»;

– приказ Командующего войсками Западного военного округа на организацию и проведение сборов (издается ежегодно);

– приказ ректора университета на организацию и проведение сборов (издается ежегодно);

– приказ командира войсковой части на организацию и проведение сборов (издается ежегодно);

– программы военной подготовки по военно-учетным специальностям;

– программа учебных сборов.

Назначение на должности командиров учебных взводов и командиров отделений осуществляется на основании приказа начальника военного учебного центра (ВУЦ) на учебный год.

Учебные сборы являются составной частью военной подготовки, предназначены для практического обучения граждан эксплуатации, ремонту, боевому применению вооружения и военной техники (ВВТ), совершенствования командно-методических навыков и навыков военно-политической работы, общевойсковой и физической подготовки, отработки упражнений, приемов и нормативов, определенных уставами, наставлениями и руководствами, выполнения других учебно-боевых задач и приобретения опыта в исполнении обязанностей по должностному предназначению [1].

В период, предшествующий учебным сборам (за 1–2 месяца до их начала) со студентами военного учебного центра, назначенными на должности заместителей командиров взводов, командиров отделений на учебном

сборе в воинских частях приказом ректора университета, проводятся инструкторско-методические занятия в ходе трехдневного учебно-методического сбора.

Программа трехдневного учебно-методического сбора со студентами военного учебного центра, назначенными на должности заместителей командиров взводов, командиров отделений на учебном сборе в воинских частях исполняется начальником кафедры и утверждается начальником ВУЦ.

Целями проведения инструкторско-методических занятий со студентами, является: подготовка студентов к выполнению должностных обязанностей, организация военно-политической работы в подразделении, организация индивидуальной работы с подчиненными, организация внутреннего порядка, ознакомление с методикой проведения занятий, с основами военного законодательства, изучение документов по боевой подготовке и правил техники безопасности при проведении сборов.

Трехдневный учебно-методический сбор со студентами проводится в военном учебном центре в весеннем семестре, на 3 курсе, перед выездом студентов на учебный сбор в воинские части, в соответствии с планом подготовки военного учебного центра к учебному сбору.

Расписание занятий учебно-методического сбора разрабатывается и подписывается начальником кафедры и представляется на утверждение начальнику ВУЦ. Продолжительность учебного часа 45 минут. Всего на инструкторско-методические занятия отводится 15 часов. Особое внимание на инструкторско-методических занятиях уделяется вопросам формирования командирских, методических и организаторских навыков у обучающихся, на формирование у них чувства ответственности за качество подготовки студентов на учебном сборе.

Примерный расчет часов и наименований тем для инструкторско-методических занятий:

1. Военно-политическая подготовка. Тема: «Мероприятия военно-политической работы с военнослужащими на примере типовой недели. Порядок организации и проведения индивидуальной работы с военнослужащими» – 2 часа;

2. Основы военного законодательства. Тема: «Закон «О воинской обязанности и военной службе». Ответственность за воинские преступления. Работа сержантского состава по предупреждению воинских преступлений» – 1 час;

3. Общевоинские уставы Вооруженных Сил РФ. Тема: «Распределение времени и повседневный порядок на учебном сборе. Организация и несение внутренней службы личным составом. Правила техники безопасности при проведении сборов. Обязанности заместителей командиров взводов и командиров отделений. Методы работы заместителей командиров взводов

и командиров отделений по укреплению воинской дисциплины и по своевременному выявлению причин и предупреждению проступков подчиненных. Воспитательное значение поощрений, наказаний» – 6 часов;

4. Огневая подготовка. Тема: «Приемы и правила стрельбы из стрелкового оружия. Условия и порядок выполнения упражнения учебных стрельб из автомата. Работа заместителей командиров взводов и командиров отделений по сохранению, уходу, сбережению стрелкового оружия» – 1 час;

5. Строевая подготовка. Тема: «Строевые приемы и движения без оружия и с оружием. Строй отделения и взвода, порядок управления ими» – 2 часа;

6. Методическая подготовка. Тема: «Особенности организации занятий со студентами на учебном сборе. Подготовка к занятиям. Проведение занятий со студентами на учебном сборе» – 3 часа.

Инструкторско-методические занятия со студентами проводятся начальником кафедры, его заместителем и наиболее опытными преподавателями. Все занятия должны быть направлены на освоение студентами порядка отработки упражнений, приемов и нормативов [1].

По окончании трехдневного учебно-методического сбора со студентами начальник кафедры представляет начальнику военного учебного центра оценочную ведомость с результатами сбора.

В ходе учебного сбора все студенты оцениваются по результатам исполнения ими служебных обязанностей, качеству проведения различных мероприятий в ходе учебного сбора, по результатам выполнения нормативов по предметам общевойсковой подготовки (огневая подготовка, радиационная химическая и биологическая защита, физическая подготовка). Результаты выполнения нормативов учитываются при сдаче студентами комплексного зачета с оценкой.

Студенты военного учебного центра, назначенные на должности заместителей командиров взводов, командиров отделений на учебном сборе принимают непосредственное участие во всех вышеперечисленных мероприятиях, обеспечивают выполнение, лично, и другими студентами, элементов распорядка дня воинской части, выполнения своими подчиненными нормативов, приобретения всеми студентами командных и методических навыков.

Для качественного выполнения своих обязанностей, обеспечения плановости в работе, обеспечению контроля со стороны преподавателей за выполнением студентами своих обязанностей, каждый студент назначенный на должность заместителя командира взвода, командира отделения выполняет индивидуальное задание на учебный сбор. Это задание выдается в ходе проведения трехдневного учебно-методического сбора, на занятии по методической подготовке. Результаты выполнения индивидуального задания,

как и все этапы прохождения учебного сбора, отражаются в персональном «Журнале учета выполнения индивидуальных заданий на учебном сборе».

Кроме того, начальником кафедры разрабатывается комплексный план привития командных и методических навыков студентам на учебном сборе. В этом плане, основные элементы распорядка дня воинской части, на весь период сборов, закрепляются за студентами для исполнения. Мероприятия этого плана, также доводятся до студентов на учебно-методическом сборе.

Важное значение имеет понимание преподавателями степени ответственности, возлагаемой на студентов при исполнении ими обязанностей заместителей командиров взводов, командиров отделений на учебном сборе.

Понимание эмоционального состояния обучаемого (эмпатия) означает систематическое становление преподавателя на его внутреннюю точку зрения и понимание изнутри другого человека, т.е. целенаправленная работа с сознанием. Оно осуществимо при активном общении преподавателя с обучающимися. При этом, на наш взгляд, при проведении инструкторско-методических занятий со студентами, в первую очередь важна правильно выбранная методика проведения занятий совместно с используемой технологией обучения. Мотивационное обеспечение исполнения должностных обязанностей студентами будет иметь огромное значение (свободный выбор, креативность, состязательность, жизненный и профессиональный смысл) в ходе проведения учебного сбора [2].

Заблаговременная работа по подготовке к исполнению своих обязанностей на учебном сборе, проводится студентами в ходе самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов организуется в целях закрепления и углубления полученных знаний и навыков, а также выполнения учебных заданий, подготовки к предстоящим учебным занятиям [1].

Список используемых источников

1. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 26 августа 2020 года № 400 «Об определении Порядка приема и обучения граждан Российской Федерации в военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования». М., 2020.

2. Лубяников А. А., Мальцева О. Л., Штеренберг И. Г., Елисейкин М. М., Архипенко Н. П., Каравай В. И. Современные инновационные технологии военной подготовки : монография; СПбГУТ. СПб., 2017. 303 с. : ил., ISBN 978-5-89160-147-5.

Статья представлена доцентом кафедры защищенных систем связи СПбГУТ, кандидатом педагогических наук И. Г. Штеренбергом.

УДК378.4
ГРНТИ 14.15.07

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ С ПРЕПОДАВАТЕЛЯМИ ВОЕННО-УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ПРИ СПБГУТ

В. М. Величко, В. М. Козырев, А. В. Новак

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

С 2019 года в гражданских вузах, где осуществляется военная подготовка, образованы Военные учебные центры, являющиеся приемниками Учебных военных центров, военных кафедр, факультетов военного обучения при гражданских вузах.

При организации методической работы в Военном учебном центре планируются и проводятся методические занятия с преподавателями. О методике проведения указанных методических занятий и будет рассказано в данной статье.

военная подготовка, Военный учебный центр, преподаватель, методика, методические занятия.

Основными руководящими документами, регламентирующими организацию и проведение методической работы в Военном учебном центре, являются:

- приказ Министра обороны Российской Федерации от 26 августа 2020 года № 400 «Об определении Порядка приема и обучения граждан Российской Федерации в военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования»;
- положение об организации методической работы в военном учебном центре при СПбГУТ;
- план методической работы военного учебного центра на учебный год.

Методические занятия (инструкторско-методические, показательные, открытые, пробные) проводятся в соответствии с планом методической работы военного учебного центра, кафедр, циклов.

Количество проводимых методических занятий на учебный год на кафедрах военного учебного центра определяется начальниками кафедр. Все проведенные методические занятия обсуждаются на заседаниях предметно-методических комиссий кафедр военного учебного центра.

В ходе анализа определяется влияние проведения методических занятий на эффективность обучения студентов, на методику преподавания дис-

циплин кафедр, на педагогическую квалификацию преподавательского состава. Результаты анализа позволяют определить цели и задачи, которые необходимо решить в новом учебном году при проведении методических занятий [3].

Инструкторско-методические занятия (ИМЗ) проводятся по наиболее важным темам программы военной подготовки в целях отработки единообразной организации и методики проведения учебных занятий, освоения новых методических приемов. Они проводятся начальником военного учебного центра или его заместителями, начальниками кафедр, их заместителями, начальниками циклов [1].

ИМЗ в военном учебном центре, на кафедрах проводятся, как правило, перед началом нового учебного года, семестра или в начале нового учебного года, семестра. ИМЗ могут проводиться и по решению старшего начальника (руководителя) в период времени определенный старшим начальником (руководителем) исходя из целесообразности их проведения.

Своей целью проведение ИМЗ ставит подготовить преподавателя к учебным занятиям, определить преподавателям выбор наиболее верной методики проведения занятий, рассматривает наиболее сложные вопросы темы учебной дисциплины, раскрывает специфику рассмотрения (изучения, освоения) различных вопросов. В ходе ИМЗ преподавателям определяется последовательность подачи учебного материала, порядок применения учебных технологий и методику общения с обучающимися. Результат проведения ИМЗ – наличие у преподавателя готовой «инструкции» по организации и проведению занятий (занятия). Особенно важна эта «инструкция» для начинающих преподавателей, которые только начинают приобретать опыт своей собственной педагогической деятельности.

Задачи, решаемые ИМЗ:

- определение организационных форм, методических средств и приемов обучения, применяемых на занятиях;
- выбор разнообразных и эффективных педагогических средств обучения и воспитания;
- выявление оптимального соотношения компьютерного и других видов обучения;
- освоение, а также совершенствование как используемых, так и новых дидактических материалов, и методики применения технических средств обучения[2].

Показные занятия проводятся в соответствии с расписанием учебных занятий в целях показа образцовой организации и методики проведения учебных занятий, в том числе с использованием новых технологий обучения [1].

Показные занятия могут проводиться в различной форме, в том числе и в форме мастер-классов. Сущность показного занятия заключается в показе преподавателям образцово подготовленного и проводимого с высоким качеством учебного занятия. Своей целью проведение показного занятия ставит демонстрацию педагогического мастерства, результаты внедрения в учебный процесс новых технологий обучения, использование имеющихся возможностей учебно-материальной базы военного учебного центра, а также популяризация преподаваемого предмета (учебной дисциплины).

Результаты проведения показных занятий включают в себя:

- разработку методических рекомендаций проведения различных видов занятий и решения общих творческих задач, возникающих в процессе преподавания учебной дисциплины;
- разработку для преподавателей и для обучающихся методических рекомендаций по подготовке и проведению конкретных тем учебных занятий, по изучению и конспектированию учебной литературы, по решению задач и упражнений, по применению технических средств обучения и электронно-вычислительной техники, использованию данных социологических исследований и т. д.;
- осуществление педагогических экспериментов;
- организацию и распространение передового опыта решения творческих педагогических задач [2].

Открытые занятия проводятся в соответствии с расписанием учебных занятий в целях обмена опытом, оказания помощи преподавательскому составу в организации и методике проведения учебных занятий [1].

Открытые занятия являются наиболее часто применяемым видом методических занятий. На открытые занятия целесообразно приглашать всех свободных от плановых занятий преподавателей военного учебного центра.

Целью проведения открытых занятий является обмен опытом между преподавателями, возможность выбора приемлемых методик используемых при проведении занятий, и выбранных в результате обсуждения итогов проведения открытых занятий. Также, по результатам проведенных открытых занятий вырабатываются направления совершенствования используемых методик проведения учебных занятий.

Пробные учебные занятия проводятся в целях определения подготовленности преподавательского состава и допуска его к самостоятельному проведению учебных занятий с обучающимися, а также рассмотрения организации и методики проведения учебных занятий по новым темам (вопросам), определения целесообразности использования новых технологий и методов обучения. Пробные учебные занятия проводятся по решению начальника военного учебного центра, начальника кафедры, начальника цикла без обучающихся перед преподавателями.

Методика проведения пробного занятия в реальном масштабе учебного времени состоит в том, что преподаватель в роли его руководителя показывает в единстве и непрерывности свои знания и практические методические навыки в проведении занятия. При этом он в полной мере использует преподавателей, которые имитируют учебную группу студентов [3].

В результате планомерно проводимой методической работы в военном учебном центре преподавательский состав приобретает и совершенствует свой инструментарий педагога-методиста. Преподаватели осваивают активные методы обучения, позволяющие принудительно активизировать мышление обучающихся, воздействовать на мотивационную и эмоциональные составляющие процесса обучения для обучающихся.

Для преподавательского состава, по итогам проводимой в военном учебном центре методической работы, важно будет обеспечить обучающимся приобретение ими необходимых теоретических и практических знаний по изучаемым дисциплинам, применительно к их будущим служебным обязанностям (выполнению задач по предназначению). Соответствие обучающихся компетенциям (знать, уметь, владеть) позволяет педагогическому коллективу выполнять квалификационные требования, предъявляемые к выпускнику военного учебного центра, осваивать весь объем учебных программ, соответствовать требованиям современных государственных образовательных стандартов.

Следует обратить внимание, на сложившуюся, современную систему комплектования военного учебного центра преподавателями. В настоящее время значительную часть преподавателей составляют офицеры запаса. Это специалисты, имеющие богатый войсковой опыт. А также опыт работы с различными категориями военнослужащих, с гражданским персоналом. Что, в общем, с существующей методической подготовкой в военном учебном центре позволяет эффективно проводить учебные занятия со студентами.

Список используемых источников

1. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 26 августа 2020 года № 400 «Об определении Порядка приема и обучения граждан Российской Федерации в военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования». М. 2020.

2. Лубянников А. А., Мальцева О. Л., Штеренберг И. Г., Елисейкин М. М., Архипенко Н. П., Каравай В. И. Современные инновационные технологии военной подготовки : монография; СПбГУТ. СПб., 2017. 303 с. : ил., ISBN 978-5-89160-147-5.

3. Положение о методической деятельности Военной академии связи. СПб. : ВАС, 2016.

Статья представлена доцентом кафедры защищенных систем связи СПбГУТ, кандидатом педагогических наук И. Г. Штеренбергом.

УДК 378.1 355.23
ГРНТИ 14.37.01.21.14

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

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

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

Статья посвящена проблемам подготовки специалистов для подразделений технической защиты информации. В статье проводится сравнительный анализ требований руководящих документов, к работникам подразделений технической защиты информации и пути их выполнения. Проведен анализ требований профессиональных стандартов. Выявлено, что специалист подразделения технической защиты информации должен владеть новыми информационными технологиями и уметь работать с техническими средствами специального назначения. Предлагаются мероприятия по обеспечению требуемого уровня подготовленности специалистов для подразделений технической защиты информации в соответствии с новыми профессиональными стандартами.

информационная безопасность, профстандарт, техническая защита информации, эффективность трудовой деятельности.

Одним из решающих факторов успешности деятельности трудового коллектива является уровень профессиональной подготовленности его работников. Подготовленность работника к выполнению должностных (функциональных) обязанностей определяется его личностными качествами и той подготовкой к трудовой деятельности, которую он прошел в ходе обучения и практической работы. Вопросы определения личностных качеств работника оставлены за рамками статьи, а проблемы подготовки специалистов для подразделений, связанных с обеспечением информационной безопасности организаций или технической защиты информации выходят на передний план, особенно учитывая фактор необходимости перехода на новые профессиональные стандарты. В настоящее время во многих организациях созданы подразделения по обеспечению информационной безопасности (ИБ) или технической защиты информации (ТЗИ). Это вызвано, во-первых, широким внедрением технических средств обработки информации и средств автоматизации, а во-вторых ростом угроз безопасности информации и информационным (автоматизированным) системам. Поэтому в обществе востребованы специалисты в области обеспечения ИБ и ТЗИ. Как показывает практика наблюдается дефицит специалистов, владеющих

технологиями обеспечения информационной безопасности и технической защиты информации, (даже для Северо-Западного региона России), несмотря на кажущийся переизбыток специалистов на рынке труда.

В соответствии с основополагающим документом в области трудовых отношений [1] кандидат на вакантную должность предприятия должен представить документ об образовании и о квалификации или наличии специальных знаний – при поступлении на работу, требующую специальных знаний или специальной подготовки. Под квалификацией работника понимается [1] уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника. Характеристикой квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определенной трудовой функции является «Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих» и соответствующий профессиональный стандарт.

В настоящее время действует Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих [2]. Этим документом установлены следующие должности: главный специалист по технической защите информации, начальник отдела (лаборатории, сектора) по технической защите информации, специалист по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры, специалист по технической защите информации, администратор по обеспечению безопасности информации, инженер по технической защите информации, инженер-программист по технической защите информации, техник по технической защите информации. Изложенные в этом документе квалификационные характеристики специалистов в области технической защиты информации, могут применяться в качестве нормативных документов или служить основой для разработки должностных инструкций, содержащих конкретный перечень должностных обязанностей работников с учетом особенностей организации производства, труда и управления, а также их прав и ответственности.

С 2020 года организации и предприятия должны переходить на новые профессиональные стандарты (далее – профстандарт) [3]. Сборником профессиональных стандартов по группе занятий (профессий) «Специалисты в области информационной безопасности» предусмотрены следующие профстандарты.

1. Специалист по защите информации в автоматизированных системах.
2. Специалист по технической защите информации.
3. Специалист по защите информации в телекоммуникационных системах и сетях.
4. Специалист по безопасности компьютерных систем и сетей.
5. Специалист по автоматизации информационно-аналитической деятельности в сфере безопасности.

Анализ перечня должностей приведенных в группе стандартов по информационной безопасности [4, 5], показал, что диапазон наименований должностей в сфере ИБ достаточно широкий от руководителей крупных подразделений в области обеспечения ИБ до техников подразделений ТЗИ. И в соответствии с этим различаются квалификационные требования к потенциальным работникам. Коды и наименования должностей работников в области информационной безопасности представлены в таблице.

ТАБЛИЦА. Наименования должностей и коды по группе занятий –
техническая защита информации

Код ОКЗ	Наименование должности	Код ОКЗ	Наименование должности
1213	Руководители в области определения политики и планирования деятельности	1223	Руководители подразделений по научным исследованиям и разработкам
1330	Руководители служб и подразделений в сфере информационно-коммуникационных технологий	2425	Специалисты органов государственной власти
2511	Системные аналитики	2512	Разработчики программного обеспечения
2519	Разработчики и аналитики программного обеспечения и приложений, не входящие в другие группы	2523	Специалисты по компьютерным сетям
3511	Специалисты-техники по эксплуатации информационно-коммуникационных технологий	3513	Специалисты-техники по компьютерным сетям и системам
3359	Среднетехнический персонал на государственной службе, не входящий в другие группы	–	–

Анализ требования к специалистам, изложенных во вводимых профстандартах, показал, что, по мнению авторов, существует ряд проблем, связанных с переходом на новые профстандарты. К числу основных проблем можно отнести следующие. Первая, связана с отсутствием у ряда специалистов, занимающих должности в подразделениях ТЗИ соответствующего образования (высшее образование – специалитет или магистратура в области информационной безопасности и дополнительное профессиональное образование – программы повышения квалификации в соответствующей области). Вторая связана с отсутствием в учебных программах образовательных

заведений занятий, которые бы давали знания требуемые новыми профстандартами и занятий, которые бы обеспечили выполнение выпускниками трудовых функций, изложенных в соответствующем профстандарте.

Профстандартом установлено, что для занятия должности руководителя или главного специалиста подразделения ИБ необходимо иметь высшее профессиональное образование по специальности «Информационная безопасность» и определенных стаж работы по данной специальности [4, 5]. Однако остается неясно каким образом кандидат на занятие этой должности может приобрести ряд знаний и умений, предусмотренных стандартами. Анализ ряда учебных программ образовательных организаций высшего профессионального образования, выпускающих специалистов по специальности «Информационная безопасность» показал, что некоторые знания и умения учебными программами не предусмотрены. Так главный специалист должен знать нормативные правовые акты, методические документы, национальные стандарты в области защиты информации ограниченного доступа, порядок аттестации объектов информатизации на соответствие требованиям по защите информации, стандарты ЕСКД, ЕСТД и ЕСПД, порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении и т. д. Но большинство выпускников высшей школы с этими документами незнакомы.

Предлагается в учебные планы и программы, образовательных учреждений, которые готовят специалистов для работы в области ИБ и/или ТЗИ включить темы, по изучению комплекса нормативных правовых и руководящих документов, регулирующих эту деятельность.

Важнейшей традицией высшей технической школы России являлось органичное включение в учебный процесс системы производственной практики, основанной на развитии сети учебных мастерских, лабораторно-экспериментальной базы, а также на оригинальных педагогических идеях. Приоритет российской инженерной школы по этим позициям в XXI веке признавался специалистами Англии, США, Германии, а разработанные в России принципы, идеи и методы подготовки инженеров составили один из важнейших источников развития высшей школы [6]. Однако, к настоящему времени выпускники современной высшей школы, за редким исключением, практических навыков по специальности в ходе обучения не приобретают, хотя профессиональными стандартами они предусмотрены и в практической деятельности крайне необходимы. Подобную картину мы можем наблюдать и в сфере подготовки специалистов среднего звена.

Предлагается в учебные планы и программы подготовки специалистов в области информационной безопасности включить практические занятия, позволяющие сформировать у обучаемых основные умения, изложенные во вводимых профстандартах [4, 5]. Формирование практических навыков у выпускников образовательных организаций затрудняется как отсутствием

современной материальной базы, современного измерительного оборудования, средств защиты информации специального назначения, так и отсутствием у профессорско-преподавательского состава практических навыков выполнения функций, предусмотренных действующими стандартами для специалистов ТЗИ. Выход из такой сложной ситуации возможен путем кооперации на взаимовыгодной основе образовательных организаций с предприятиями, осуществляющими практическую деятельность в сфере ИБ (ТЗИ) и имеющих необходимое оборудование и квалифицированных специалистов. В дальнейшем, конечно, необходимо совершенствование учебной материальной базы образовательных организаций и комплектование специализированных кафедр специалистами, подготовленными к ее использованию в учебном процессе.

Трудовым законодательством предусматривается переподготовка и повышение квалификации работников [1]. Анализ учебных программ образовательных организаций дополнительного профессионального образования показал, что, обучение граждан по этим программам, безусловно полезно и необходимо, но умений, предусмотренных вводимыми профстандартами они не всегда не обеспечивают. Предлагается создавать региональные или отраслевые образовательные организации, которые бы были оснащены современным и перспективным оборудованием, укомплектованы опытными преподавателями и руководством, готовым к выполнению основной функции образовательной организации – подготовки высококвалифицированных специалистов, которые бы обеспечили информационную безопасность предприятий (организаций) на требуемом уровне. Поскольку известно, что за все надо платить, то на всех уровнях руководства предприятий должно быть сформировано понимание необходимости подготовки специалистов в области ИБ и ТЗИ и готовность финансирования подготовки специалистов и всестороннее обеспечение их деятельности.

Но остается открытым вопрос, как быть тем специалистам подразделений ИБ и ТЗИ, которые имеют опыт работы в этой сфере, но не имеют образования по специальности, предусмотренной новыми профстандартами. Авторы статьи полагают, что «букву закона» соблюдать необходимо, но, во-первых, не ухудшая положения дел в организации в погоне за выполнением требований по переходу на новые профстандарты, а во-вторых не допуская ломки судеб специалистов, которые успешно осваивают трудовые функции, предусмотренные профстандартами самостоятельно или под руководством «наставников». (Авторы убедились, что термин «наставник» приобретает важное значение на ряде предприятий. Руководство некоторых отраслей промышленности вводит и развивает институт наставничества, что очевидно, дает свои плоды.)

Как видят авторы пути перехода на новые стандарты.

Безусловно, на новые профстандарты в области ИБ переходить необходимо. В тоже время необходимо определить статус Приказ министерства здравоохранения и социального развития российской федерации от 22 апреля 2009 г. № 205 [2], так как с документом, свидетельствующим о его отмене авторы незнакомы.

Кроме того, поскольку на каждом предприятии имеется своя специфика, то при переходе на новые профстандарты необходимо четко определить и узаконить права руководителей предприятий по применению профстандартов на рекомендательной основе. Очевидно, что должностные обязанности работников подразделений информационной безопасности и технической защиты информации должны формироваться на основе задач, стоящих перед подразделением и изложенных в соответствующем положении о подразделении, с учетом особенностей предприятия и защищаемых информационных систем и информационных ресурсов.

Список используемых источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. От 09.03.2021).
2. Приказ министерства здравоохранения и социального развития российской федерации от 22 апреля 2009 г. № 205 «Об утверждении единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры, противодействию техническим разведкам и технической защите информации».
3. Постановление Правительства РФ от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов» (с изменениями и дополнениями).
4. Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, наименования должностей, профессий и специальностей, содержащихся в профессиональных стандартах (ЕКСД 2018).
5. Сборник профессиональных стандартов по группе занятий (профессий) «Специалисты в области информационной безопасности». Москва, 2016. 198 с.
6. Булат Р. Е. Унификация управления качеством профессиональной подготовки в военно-технических вузах : научное издание; ВИТУ. СПб., 2008. 280 с.

УДК 004
ГРНТИ 14.85.09

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. В. Гордейко, Е. В. Гунина, А. Р. Гутман, А. А. Шиян

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

В данной статье проводится исследование печатных информационных материалов, содержащих комплексную информацию о деятельности учреждений дополнительного образования, нормы и правила поведения, а также подсказки и дополнительные сведения для обучающихся, которые помогут им ориентироваться в образовательной и внеучебной деятельности организации. На основе полученных результатов анализа осуществляется разработка собственных информационных материалов для детского технопарка «Кванториум», которые будут называться «Путеводитель Кванторианца». Разработанные материалы будут способствовать уменьшению времени адаптации при поступлении, повышать эффективность результатов проектной деятельности.

информационные материалы, образовательное учреждение, управление учебным процессом, адаптация обучающихся, печатные издания.

Переход на новые принципы в системе образования привел к тому, что интерес к обучению в конкретном образовательном учреждении взаимосвязан с образом этого учреждения на рынке образовательных продуктов. Поэтому многие организации начинают создавать собственные информационные материалы для позиционирования персональной деятельности. Эти материалы делятся на две основные категории, такие как: электронная информация и печатные издания. К электронным ресурсам относятся сайт учреждения, приложение, онлайн-сервисы с обучающими материалами и многое другое. Помимо них издаются печатные материалы, которые также включают в себя информационно-рекламные сведения и помогают поступающим и учащимся ориентироваться в образовательном процессе данного учреждения, повышают уровень заинтересованности и мотивацию к поступлению и долгосрочной взаимной деятельности.

В ходе написания статьи были рассмотрены печатные информационные ресурсы следующих организаций:

- Молодежный образовательный центр «Ладога»;
- Детский технопарк «Кванториум» г. Нижний Новгород;

– Форум «Всмысле», организуемый Комитетом по молодежной политике и взаимодействию с общественными организациями.

Печатные материалы, изданные каждой из вышеназванных организаций, имеют различные названия, такие как: рабочая тетрадь, хэндбук и справочные материалы, но при этом несут одинаковую содержательную нагрузку, такую как:

- общая информация об учреждении;
- карта территории организации;
- контактная информация;
- правила посещения учреждения;
- словарь используемых терминов;
- правила работы с проектами;
- рекламная информация.

Эти информационно-рекламные материалы используются для повышения уровня адаптации новых обучающихся в образовательной организации, увеличения эффективности результатов проектной работы, а также для упрощения ориентации в образовательной и внеучебной деятельности организации.

Для анализа были рассмотрены следующие ресурсы:

- справочные материалы «Молодежный образовательный форум «Всмысле», 2017 год [1];
- рабочая тетрадь «Молодежный образовательный форум «Ладога», 2018 год [2];
- хэндбук «Образовательная сессия по направлению «Автоквантум», 2020 год [3].

В ходе исследования ресурсов был проведен опрос среди обучающихся учреждений дополнительного образования. Во время него данные справочные материалы были оценены по совокупности разработанных критериев, которые помогли выявить положительные и отрицательные составляющие каждого из этих ресурсов.

Все критерии были разделены по двум категориям:

1. Содержательная часть.

- высокая информативность;
- высокое качество контента;
- актуальность представленной информации;
- структурированность информации;

2. Визуальная часть;

- хорошо читаемый шрифт.
- контраст между фоном и визуальными объектами;
- использование визуального контента одного стиля;
- отсутствие нагроможденности лишними визуальными объектами;
- наличие иерархии визуальной информации;

– наличие запоминающихся и эксклюзивных элементов.

Все критерии рассчитываются по шкале от 1 до 10 баллов и отражены в графике (рис. 1).



Рис. 1. График, отражающий средний балл оценки информационных материалов по выбранным критериям

По итогам анализа был выявлен ряд положительных и отрицательных сторон каждого из рассматриваемых изданий в отдельности, а также отмечены основные повторяющиеся фрагменты.

По мнению большинства опрошенных, к наиболее важным положительным факторам, которыми обладают все рассмотренные источники, относятся:

- 1) высокая информативность изданий;
- 2) актуальность представленной информации

Наряду с этим было отмечено, что ресурсы не обладают чертами, связанными с визуальной составляющей, что ухудшает восприятие информации, уменьшает интерес к полному прочтению и осознанию источника, а также создает негативный фон для образовательного учреждения, которое выпустило данные печатные материалы.

В результате практического исследования и изучения данного вопроса у других авторов, были разработаны информационные материалы для детского технопарка «Кванториум» г. Всеволожск. В статье «Инфографика как способ визуализации учебной информации» автор Ермолаева Ж. Е. говорит, что визуальное представление информации ясно, содержательно, эстетически привлекательно и становится требованием современности [4].

Согласно многочисленным исследованиям педагогов и психологов новая информация усваивается лучше тогда, когда учебный материал представлен в структурированном виде. Это помогает учащимся легче усваивать новые системы понятий и способы действий. Существует множество методов визуального структурирования, обусловленных существенными различиями в природе, особенностях и свойствах знаний различных предметных областей [5].


Разработанный в ходе анализа данных информационных материалов ресурс, получил название «Путеводитель Кванторианца». В процессе составления справочника авторами были учтены все нюансы, которые были выявлены во время проведенного исследования. А именно: уделено большое внимание визуальной части представления информации, наличию инфографики, выбрана цветовая палитра с учетом влияния на целевую аудиторию, на которую направлены разрабатываемые материалы (школьники среднего и старшего звена) и проведена работа над шрифтами.

Также «Путеводитель Кванторианца» включает в себя большое количество разнообразной полезной информации, которая поможет обучающимся ориентироваться в среде данного учреждения.


Выбор визуального оформления данного информационного материала осуществлялся с опорой на руководство по брендированию детских технопарков «Кванториум» [6]. На рис. 2 представлена готовая цветовая палитра и шрифт детских технопарков «Кванториум».

Цветовая палитра данного информационного ресурса разработана на основе одного из правил дизайна – контраст между фоном и визуальными объектами. Весь контент выдержан в едином стиле, использована единая цветовая гамма.


Для обеспечения иерархии применяются структурные элементы, такие как заголовки, разделения на абзацы, таблицы и графики.




Основной синий PANTONE 286 C
R 2 G 49 B 161
C 100 M 91 Y 0 K 0



R 153 G 0 B 0
C 7 M 96 Y 100 K 32



R 0 G 102 B 51
C 89 M 11 Y 98 K 46



R 255 G 100 B 0
C 0 M 69 Y 100 K 0



BANK GOTHIC RUSS
Применяется для наборов заголовков

Рис. 2. Цветовая палитра и шрифт детских технопарков «Кванториум»

В качестве запоминающихся и эксклюзивных элементов выступают QR-коды для доступа к иным информационным ресурсам, инфографика для упрощения восприятия информации и ее легкого усвоения. Для обеспечения высокой информативности и актуальности информации, используются только самые необходимые сведения об организации, которые полезны обучающимся. Все данные четко структурированы.

После комплексного создания ресурса и его апробации, авторами было проведено анкетирование среди обучающихся, которые оценили справочные материалы по вышеуказанным критериям, а также дали независимое мнение.

По итогам опроса было отмечено, что средний балл созданного ресурса – «Путеводитель Кванторианца» равняется 9.1 из 10, что превышает средний балл подобных материалов. Также опрошенные заявили, что этот справочник помогает им при работе с проектами, организации учебной деятельности и адаптации в «Кванториуме».

Таким образом, в заключении следует отметить, что внедрение качественных справочных материалов в работу и маркетинг образовательных учреждений является перспективным трендом, который упрощает адаптацию поступающих и повышает эффективность деятельности обучающихся школьников в дополнительном образовании.

Список используемых источников

1. Справочные материалы «Молодежный образовательный форум «Всмысле», 2017 год.
2. Рабочая тетрадь «Молодежный образовательный форум «Ладога», 2018 год.
3. Хэндбук «Образовательная сессия по направлению «Автоквантум», 2020 год.
4. Налчаджян А. А. Психологическая адаптация: механизмы и стратегии. М. : Эксмо, 2010. 368 с.
5. Ермолаева Ж. Е., Лапухова О. В., Герасимова И. Н. Инфографика как способ визуализации учебной информации // Концепт. 2014. № 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/infografika-kak-sposob-vizualizatsii-uchebnoy-informatsii> (дата обращения 30.03.2021).
6. Федосова О. А., Соколина Е. Н. О значении визуализации учебной информации // Проблемы педагогики. 2018. № 3 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-znachenii-vizualizatsii-uchebnoy-informatsii> (дата обращения 30.03.2021).
7. Федеральная сеть детских технопарков «Кванториум» // <https://roskvanitorium.ru/>

УДК 004.921
ГРНТИ 00.45.00

МЕТОДОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ГРАЖДАНСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ И КУРСАНТОВ ВОЕННЫХ ИНСТИТУТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ (КОМПЬЮТЕРНАЯ) ГРАФИКА»

В. В. Громов

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

В статье предоставляется методика обучения курсантов и студентов высших учебных заведений дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» в Санкт-Петербургском Государственном университете телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.

Предоставляются примеры программ и данные по подготовке студентов и курсантов в условиях современного развития САПР и изменения системы федеральных образовательных стандартов.

системы автоматизированного проектирования (САПР), программные системы.

Форма обучения студентов высших учебных заведений и курсантов военных институтов и (далее – вуз) различны, у курсантов очная форма обучения совмещена с самоподготовкой из-за пандемии, у студентов вузов в основном применяются дистанционно образовательные технологии (далее – ДОТ) с самоподготовкой.

Только самоподготовка является единой формой обучения для студентов и курсантов, но каждый из перечисленных контингентов относится к данной форме обучения по-разному.

Самоподготовка у курсантов проводится в свободное время от нарядов и хозяйственных работ для выполнения заданий заданных преподавателем, но зачастую данное время предоставляется курсанту в полном объёме или не предоставляется вовсе и используется не по назначению и заключается в выполнении какой-либо специальной подготовки или работ. Курсанты часто жалуются на данные обстоятельства, пытаясь донести до преподавателя все тягости воинской службы.

Зачастую командиры взводов и рот подтверждают факты отсутствия времени на самоподготовку, которое в основном связано с выполнением специальной подготовки или нарядами.

В момент подтверждения руководством подразделения выполнения каких-либо работ, вместо самоподготовки, становится очень жалко курсантов

и своих трудов, которые потрачены напрасно в виду отсутствия закрепления материала во время самоподготовки. Понимая, что будущие командиры должны быть технически грамотными, приходится повторять материал на практических занятиях, давая возможность законспектировать лекции для усвоения пройденного материала. Зависимость курсантов от приказов вышестоящего руководства не оставляет выбора преподавателю повторять пройденный материал или нет.

Изучив основные проблемы обучения курсантов плавно перейдем к изучению темы самоподготовки у студентов и отметим, что самоподготовка полностью зависит от желания студента открыть учебник или сайт Росстандарта или электронной библиотеки и самостоятельно повторить пройденный материал.

Отношение к самоподготовке и свободному времени, пожалуй, самое главное отличие студентов и курсантов которое влияет на усвоение пройденного материала.

Сходство курсантов и студентов заключается в следующих выявленных фактах:

1. Отсутствие свободы мышления – главная проблема студентов и курсантов, является следствием системы современной подготовки школьников с «натаскиванием» на сдачу ЕГЭ с использованием шаблонного метода ответа на вопрос, вместо логического рассуждения и подготовки ответа в качестве вывода на базисе знаний, а не на базе зрительной памяти.

2. Неспособность работы с печатными источниками информации (учебники, стандарты и др.).

В чем же существенное отличие курсантов и студентов кроме отношения к самоподготовке? Для того, чтобы понять разницу нужно привести пример. Примером может служить устный опрос курсантов или студентов, который заключается в оценке знаний норм основополагающих стандартов. При оценке «неудовлетворительно», поведенческие реакции студентов и курсантов различны!

Сделаем предварительный вывод – курсанты охотнее используют время для самоподготовки и повторения пройденного материала, чем студенты, при этом у них отсутствует разница в поведенческих признаках. Действия их примерно идентичны.

Данный вывод основывается на действиях студентов, курсантов и их кураторов, которые следуют из оценки «неудовлетворительно», а именно:

1. Для курсантов, кураторы подразделений, применяют различные формы дисциплинарных взысканий таких как внеочередной наряд, запрет на увольнительную до момента исправления оценки на положительную.

2. Для студентов последствия наступают только в конце семестра и выражаются они банально – «зачет не сдан», а исправление оценки целиком

В настоящее время тьюторы, которые фактически выполняют роль классного руководителя, достаточно индифферентно реагируют на оценки неудовлетворительно в электронном журнале.

Наверно самое главное отличие студентов и курсантов связано с наличием или отсутствием свобод для выражения своих поведенческих настроений. Данный факт связан со «средой обитания» курсантов и студентов, которая формирует данные поведенческие настроения. Отсутствие контроля и наличие абсолютных свобод благодатная среда для формирования личности как «неоценённого гения», что в последствии приводит к очень тяжелым последствиям.

Приведенная реакция руководства формирует, реакцию студентов на раздражитель в виде несданного зачета как личную обиду, непризнание личности, что приводит к неправильным выводам, а именно:

1. Преподаватель «придирается».
2. Надо заменить экзаменатора и пожаловаться на него в деканат.

Вот в этом абзаце мы доходим до самой в разногласиях сути применяемой методики обучения курсантов и студентов, которая заключается в следующем:

1. Курсант **вынужден** выучить необходимый теоретический и практический материал согласно требованиям программы обучения по специальности.
2. Студенты имеющие академические задолженности используют максимальное количество юридических норм для смены экзаменатора, в случае отсутствия знаний по программе обучения (дисциплине).

Студент и курсант нацелены на одно – получение диплома и рабочей квалификации в вузе, но способы их достижения по сути – различны, что естественно сказывается на качестве образования при обучении в высших учебных заведениях – гражданских и военных институтах.

Следует отметить, что проблемы обучения в гражданских и военных ВУЗах одинаковы, к ним относятся:

1. Нехватка средств вычислительной техники (компьютеров) для проведения лабораторных работ.
2. Отсутствие профильного финансирования для закупки перспективного программного обеспечения и технологического оборудования для обучения современным методам работы.
3. Огромная нагрузка на профессорско-преподавательский состав, т. к. количество студентов достигает 25–36 в группе, что естественно сказывается на возможности уделения значительного времени для оценки знаний студента (курсанта) и помощи в освоения материала.

В настоящее время применяемая методика имеет единую основу – практические задания, которые выполняются студентами и курсантами раз-

ным способом. Курсанты – выполняют расчетно-графические работы с применением чертежных инструментов, а студенты – выполняют практические задания с помощью различных систем автоматизированного проектирования.

Формирование навыков выполнения чертежей с использованием чертежных инструментов является необходимой нормой для усвоения действующих стандартов. Применение САД-систем позволяет значительно упростить выполнение расчетно-графических работ, но не позволяет получить полный объём знаний, который мгновенно выявляется на зачете. Формально, применение САД-систем, позволяет только за счет моделирования создать эпюр Монжа, который служит базисом для любого чертежа, но без знания норм действующих стандартов выполнить правильно чертеж, даже имея САД-систему невозможно.

Хотелось бы обратить внимание, что студенты, прошедшие обучение навыкам черчения с применением чертежных инструментов, быстрее осваивают программное обеспечение с системами трехмерного моделирования для создания чертежей и правильно выполняют работы, чем студенты, не умеющие выполнять чертежи на ватмане, с использованием чертежных инструментов.

Обязательное чтение учебников и справочной литературы значительно облегчает усвоение материала по дисциплине «Инженерная графика» и «Начертательная геометрия» и позволяет студентам сдать зачет с первого раза. Добиться данного эффекта можно только с помощью взаимодействия всех уровней системы обучения, а именно – преподавателей и деканатов, при этом в основу взаимодействия должны быть заложены требования учебных программ, а не личностное восприятие дисциплины студентом [1].

Данное утверждение основано на многолетнем наблюдении за студентами и их действиями при сдаче зачетов по дисциплине «Инженерная графика». Только совместными действиями деканатов и преподавателей возможно создать грамотного специалиста, который будет соответствовать всем необходимым компетенциям, заложенным в программу обучения.

Список используемых источников

1. Громов В. В. Система автоматизированного проектирования компас-3D в процессе обучения современного студента навыкам черчения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. Санкт-Петербург, 2020. С. 305–309.

УДК 004.27
ГРНТИ 20.23.21

СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

В. В. Громов

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

В статье рассматриваются основные направления развития систем видеоконференций в учебном процессе. Демонстрируются примеры использования и применения различных систем таких как: Trueconf, Google Meet, Zoom, Discort. Анализируется опыт, полученный при ведении занятий в режиме дистанционного обучения.

Обсуждаются основные проблемы, достоинства и недостатки дистанционной формы обучения в современном общеобразовательном процессе.

микрокомпьютеры, информационные системы.

В апреле 2021 года исполнилось ровно один год как весь Мир перешел на дистанционное образование и работу в дистанционном режиме. На протяжении года я преподаю дисциплину «Инженерная и компьютерная графика» (Черчение), «Информатика» и др. в дистанционном режиме с использованием ресурса Google Meet или Zoom.

На резонный вопрос «Почему я не использую Big Blue Button или Trueconf (Российское программное обеспечение)?» я предлагаю ознакомиться с исследованиями компании Gartner, представленными на рис. 1, 2.



Рис. 1. Исследованиями компании Gartner за 2019 год

Представленные исследования проводились в 2019 и 2020 г.г. т. е. еще до начала пандемии и во время её в октябре 2020 г. На диаграммах видно существенное улучшение позиций Microsoft, Cosco, Zoom в период пандемии в первую очередь за счет надежности предложенных технологий и их себестоимости.

Остановимся на более подробном описании предложенных систем видеоконференции, которые используются для образовательного процесса и координации сотрудников различных фирм и форм собственности.

Figure 1. Magic Quadrant for Meeting Solutions



Source: Gartner (October 2020)

Рис. 2. Исследованиями компании Gartner за 2020 год

Microsoft предлагает в качестве базового решения программный продукт Skype для организации бизнеса для локальных, гибридных и выделенных управляемых сервисов. Разработан программный продукт Microsoft Teams для SaaS (одна из форм облачных вычислений, модель обслуживания,

при которой подписчикам предоставляется готовое прикладное программное обеспечение, полностью обслуживаемое провайдером), который делает его очень гибким выбором для современных организаций. Существует бесплатная версия Microsoft Teams для бизнеса и образования.

Компания TrueConf предлагает сервер TrueConf для локального развертывания, а также TrueConf Online также предоставляет SaaS лицензию прикладного программного обеспечения для конечных точек и для конференц-залов. TrueConf предлагает широкий спектр функций для настольных компьютеров, конференц-залов и мобильных устройств, но для организации бесплатных видеоконференций необходимо не более двенадцати (включая зарегистрированные конечные точки SIP и H.323) участников. Данное ограничение значительно снижает востребованность Российского программного обеспечения, которое активно используется в органах Государственной власти, Госкорпораций и крупных акционерных обществах.

BigBlueButton также относится к частично-бесплатному программному обеспечению с открытым исходным кодом и часто используется как интегрированная часть самых популярных систем управления обучением (LMS – *Learning Management System* расшифровываются как программное приложение для администрирования учебных курсов в рамках дистанционного обучения). BigBlueButton также может быть установлен и размещен на собственном сервере вашего учреждения вашей ИТ-командой.

Решения компании Google для конференц-залов включают Hangouts Chat и Hangouts Meet для SaaS, а также новый продукт Duo. В настоящее время продукт Hangouts Meet переименован в Google Meet, что делает его хорошим выбором для людей, имеющих регистрацию на сервисе Google.

Компания (GLOBE NEWSWIRE) – Zoom Video Communications, Inc. (NASDAQ: ZM) расположена в г. Сан-Хосе, Калифорния и является ведущим поставщиком объединенных коммуникаций с поддержкой видео. По результатам работы 2020 общая выручка за IV квартал составила 882,5 миллиона долларов, что на 369 % больше, чем в аналогичном периоде прошлого года. Компания предоставляет бесплатную 40 – минутную конференцию для образовательных и коммерческих технологий, что позволяет оставить всех конкурентов вне своей досягаемости.

Возможность локальной записи видеоконференции с конвертацией в формат MP4, сохранение чата и совместное использование рабочего стола. Введение функции передачи файла и сообщений. Резко выделяют данный программный продукт из общей массы систем видеоконференций.

Открытость компании в предоставлении сведений о доходах и выручки от продаж лицензии формирует доверие пользователя к компании и позволяет увеличить приток инвестиций для создания новых решений и улучшения работы сервисов.

После представления различных сервисов видеоконференций хотелось бы рассказать о своём личном опыте в период пандемии. Для организации цикла видеоконференций при дистанционной форме обучения мною были использованы сервисы Microsoft, Google и Zoom. С самого начала, наилучшими качествами обладала конференция Zoom, единственными недостатками были 100 рабочих мест и 40 минут времени для бесплатной видеоконференции.

Постепенно я перешел на ведение лекций в видеоконференции Google Meet, за счет возможности одновременного проведения двух видеоконференций с трансляцией экрана. В случае, когда мне нужно принять практические задания в обязательном порядке использую Zoom для контроля работы экзаменуемого.

При проведении экзамена была опробована технология гибридного соединения с использованием двух видеоконференций – Zoom для практики и Google Meet для устного опроса экзаменуемых, что позволило значительно сократить время на опрос студентов и позволило избежать упреков в неадекватности оценки знаний при приёме устной части экзаменационного задания. Перевод из Zooma, после выполнения практического задания в Google Meet двух-трех студентов для принятия устной части экзамена позволяет не только сравнить ответы, но и равномерно и адекватно оценить уровень знаний студентов в группе, что позволяет избежать возникновению жалоб со стороны родителей студентов.

В заключении необходимо отметить, что видеоконференция Zoom позволяет производить запись всех этапов зачета и исключает возникновение спорных вопросов между преподавателем, принимающим зачет и студентом, а Google Meet ориентируется на использовании свободного пространства сервиса Google Disk, что снижает эффективность использования данного сервиса при сохранении видеотчета конференции.

Список используемых источников

1. Сайт компании Trueconf. Изучение магического квадранта Gartner для решений для встреч 2019. URL: <https://trueconf.com/blog/in-the-news/exploring-gartners-magic-quadrant-for-meeting-solutions-2019> (дата обращения 29.03.2021).
2. Сайт компании Pexip: A Visionary in the 2020 Gartner Magic Quadrant for Meeting Solutions. URL: <https://www.pexip.com/gartner-magic-quadrant-2020> (дата обращения 29.03.2021).
3. Сайт компании Zoom. URL: <https://zoom.us/press> (дата обращения 29.03.2021).

УДК 378.184
ГРНТИ 12.31.31

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ФОРМАТА ОБУЧЕНИЯ

М. А. Егорова

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

Дистанционное образование решает задачу формирования навыков студентов самостоятельно расширять свои знания и применять их в профессиональной деятельности, но затрудняет активное участие студентов в научно-исследовательской работе и заставляет искать новые пути вовлечения студентов в этот процесс. Статья посвящена актуальной проблеме вовлечение студентов в научную деятельность для развития исследовательских и профессиональных навыков.

исследовательская деятельность, качество образования, творческое мышление.

Актуальность реализации новых требований к качеству современного образования вызвана трансформацией системы образования. Приходится приспособливаться к стремительно развивающимся цифровым технологиям и вынужденному переходу на дистанционный формат обучения. Меняющиеся условия касаются не только учебного процесса, но также затрагивают организацию студенческой научной работы, как элемент образовательного процесса.

Привлечение студентов к научной работе в России имеет давнюю историю. Богат такими традициями и Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. Через студенческие научные общества (СНО) талантливые ученые делились своим опытом со студентами, привлекая их к научно-исследовательской работе в отраслевых лабораториях, где они выполняли свои разработки и затем сами становились знаменитыми учеными, создавая уже собственные научные школы (А. А. Гоголь, Р. В. Киричек, Ю. А. Ковалгин, М. А. Сиверс и др.). Девиз вуза и сегодня: «Образование через исследования».

Однако в последнее десятилетия престижность научной работы среди молодежи неукоснительно снижается. Об этом свидетельствуют проводимые в вузах исследования и общая ситуация с научными кадрами [1]. Кроме того, все больше студентов нацелены с первых курсов на получение практических навыков, позволяющих им в короткие сроки получить источник

дохода. Научная деятельность становится не популярна и не престижна. Все эти процессы ведут к снижению уровня научной подготовки студентов.

В 2020 году под влиянием мировой повестки пришлось перестраивать формат обучения: пробовать более гибкие методики преподавания, адаптируя лекции к онлайн формату с усилением наглядного представления материала, корректировать практические и лабораторные работы, постоянно экспериментировать, разрабатывая индивидуальные задания для студентов. Пришлось осваивать новые для многих технологии выступления перед экраном компьютера. Колоссально увеличилась нагрузка на преподавателей в плане методологической работы, и времени на проверку студенческих заданий.

Дистанционное обучение в период пандемии выявило ряд проблем, связанных с качеством обучения и самостоятельной подготовки студентов. Во-первых, ведение поточных лекций в режиме видеоконференций с показом презентаций затрудняет контакт с аудиторией. Лектор не видит реакции слушателей и совершенно не понятно, как материал усваивается студентами. Для решения данной проблемы представляется необходимым подготовка блиц-опросов для оценки усвоения текущего материала и проверки вовлеченности аудитории.

Во-вторых, уровень и самостоятельность выполнения практических заданий, которые студенты раньше выполняли в аудитории, снизился в условиях удаленного формата. Нередко студенты копируют решения друг у друга, а также активно пользуются интернетом, скачивая готовые ответы. Следует отметить, что в последние годы в Интернете присутствует огромное количество растиражированных учебных материалов, не выдерживающих никакой критики с научной точки зрения. Причем с целью получения дохода эти материалы активно продвигаются в Интернете, а научные публикации переходят на самые низкие позиции в поисковиках.

Развитие дистанционного образования вызвало также необходимость поиска новых подходов и методов по выявлению, привлечению и работе студентов в научно-исследовательской сфере.

Одним из основных путей мотивации познавательной активности и самостоятельности студентов мы считаем внедрение в учебный процесс методики обучения на основе проектного подхода. Это особая форма работы – проектно-поисковая, где целевой установкой является реализация новых способов деятельности, с накоплением и анализом фактических знаний. Необходимо уже в рамках базовых курсов по предметам ориентировать и предлагать студентам выбор тем по исследовательским проектам, которые бы они развивали в течении своего обучения. В обучении на основе проектного подхода важна роль научных руководителей, а также преемственность читаемых дисциплин. Преподаватели уже на начальных курсах должны

суметь заинтересовать и сориентировать студентов в соответствии с их способностями и научными предпочтениями. Для этого весьма полезной становится подготовка и участие в олимпиадах по профильным предметам, подготовка рекомендаций и вовлечение студентов первых и вторых курсов в проекты для старшекурсников в качестве дублирующих членов команд [2]. В дальнейшем процессе обучения студенты смогут создать и развивать уже свои собственные проекты. Именно в процессе такого подхода у студентов появляется интерес и повышается мотивация к научной работе, и как следствие, растет число участников научно-практических конференций, студенческих научных публикаций, участников и победителей студенческих конкурсов.

Проектный способ организации исследовательской деятельности студентов в течении многих лет используется на кафедре УМСЭС при подготовке бакалавров по специальностям 38.03.05 «Бизнес-информатика» и 38.03.02 «Менеджмент». Уже на втором курсе у студентов есть возможность определить тему своего практического интереса в рамках курса «Основы бизнеса и предпринимательства». Участие в предметных олимпиадах по экономике, финансовым рынкам позволяет получать более глубокие знания. В процессе дальнейшего изучения дисциплин в рамках учебного плана у студентов появляется возможность развития как теоретических, так и практических навыков в области менеджмента, маркетинга, бизнес-планирования.

Участие в таких конкурсах как «Управляй!» и чемпионатах по стандартам Ворлдскиллс «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)» позволяют не только расширить знания, но и получить представление о механизме оперативной деятельности и управления в компании, способствуя сознательному усвоению учебного материала. Атмосфера соревнования повышает вовлеченность студентов в процесс, а работа в команде развивает навыки коммуникативности. В процессе соревнования в чемпионатах Ворлдскиллс хорошо показал себя метод попарной работы в малых группах. Практика использования такого подхода дает хорошие результаты в процессе усвоения новых знаний, вследствие чего, между студентами группы создается микроклимат взаимопонимания и доверия, способствуя сознательному усвоению учебного материала. Также среди положительных эффектов можно отметить приобретение и закрепление навыков самоорганизанности, целеустремленности, ответственности, умения обосновывать и отстаивать свою точку зрения.

Результаты своей исследовательской работы студенты могут представить в виде самостоятельной научной работы на, ставших уже традицией, Региональных научно-технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «СТУДЕНЧЕСКАЯ ВЕСНА» СПбГУТ. Здесь раскрываются творческие способности студентов, приобретается опыт публичных

выступлений и выявляются наиболее способные к научной работе студенты для дальнейшего обучения и обновления преподавательских кадров.

Дистанционный формат сделал участие в научных конференциях и конкурсах, с одной стороны, доступнее для студентов и создал возможность роста их активности. Расширилась география аудитории, появилась возможность участия в мероприятиях, проводимых другими вузами, в том числе зарубежными. В тоже время, данный формат заставляет студентов тщательнее готовить свои выступления, развивать презентационные способности. В ходе таких мероприятий, даже в дистанционном режиме, молодые люди могут видеть, как их работы выглядят на общем научном фоне. А публикации материалов и публичные выступления позволяют студентам приобрести значимое для молодого человека общественное признание среди коллег. Важным условием является своевременное информирование о проведении данных мероприятий.

Научно-исследовательская работа по тематике специальности позволяет приобрести навыки самостоятельной работы, стремление к поиску новых решений. Как правило, активные в исследовательской работе студенты, на высоком уровне выполняют и защищают выпускные квалификационные работы и могут стать надежным резервом научно-педагогических кадров.

Успешная исследовательская работа студентов не может проходить без поддержки научного руководителя. В его компетенцию должны входить:

научная и методическая помощь в выборе темы исследования и работы над ней;

поддержка и контроль исследовательской деятельности студента на протяжении всего периода обучения в вузе;

помощь в установлении контакта с представителями организаций, где студент может проходить практику, конкретизировать свои исследования для решения конкретных практических задач.

В условиях дистанционного обучения реализация указанной преподавательской деятельности существенно усложняется, значительно возрастают временные затраты вне учебного процесса для индивидуальной работы с творческими студентами. От преподавателя требуется:

во-первых, повышенное внимание к работе студентов по выполнению практических заданий, подготовке для тех, кто проявляет интерес к предмету, творческих заданий;

во-вторых, совместный с обучающимися поиск и изучение научных материалов и публикаций, а также их обсуждение;

в-третьих, более глубокое «погружение» в процесс подготовки и практически совместного участия в различных конкурсах и олимпиадах.

Отдельно хочется затронуть тему поощрения студенческой активности. Участие в конкурсах студенческих научных работ СПбГУТ, проводимых ежегодно начиная с 2013 года, приносит лишь моральное удовлетворение

учащихся. Победители традиционно объявляются на студенческой научной конференции в конце учебного года. Но этого недостаточно для стимулирования научного творчества молодежи.

Представляется крайне важным на уровне учебного заведения проводить работу по стимулированию преподавателей и студентов, занимающихся научно-исследовательской деятельностью. В противном случае процесс вовлечения студентов может оказаться формальной процедурой для отчета.

Для этого, на наш взгляд, в вузе целесообразно:

1. Разработать систему оценки реализованных и реализуемых проектов и изобретений студентов и молодых ученых для морального и материального стимулирования студентов и их научных руководителей.

2. Создать фонд научно-исследовательской работы студентов и молодых ученых [3]. Средства данного фонда должны использоваться для развития творческого и интеллектуального потенциала студентов, стимулирования участников и организаторов научной деятельности молодежи вуза.

3. Сформировать онлайн среду для своевременного информирования и общения студентов вуза различных факультетов, участвующих в научно-исследовательской деятельности. Для этого необходимо создание и постоянное обновление базы данных – портала, всех мероприятий в России и за рубежом, а также площадки в виде круглых столов по наиболее актуальным тематикам исследований, а также опыта участия в конкурсах.

4. Активно информировать о результатах и победителях олимпиад, конкурсов и мероприятий, связанных с научно-исследовательской деятельностью по профилю вуза не только на сайте вуза и факультетов, но и в сообществах отдельных учебных групп.

Конкурентоспособное образование должно предполагать активное вовлечение студентов с первых курсов в научно-исследовательскую деятельность. Научно-исследовательская деятельность развивает умения выявлять проблемы и искать способы их решения, расширяет границы поиска научных знаний и стимулирует приобретение новых. Таким образом, развитие творческой активности и навыков исследовательской деятельности студентов непосредственно влияет на качество образования, а научное творчество студентов составляет важнейшее условие их профессионального становления в процессе формирования единого мирового образовательного пространства.

Список используемых источников

1. Аноп М. Ф., Петрук Г. В. Пути привлечения молодежи в научное исследование // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» <https://scienceforum.ru/2014/article/2014006799>

2. Егорова М. А., Селютина Л. Г. Развитие научного творчества студентов как путь к повышению качества университетского образования // Актуальные проблемы совершенствования высшего образования. XIII научно-методическая конференция с международным участием : материалы конференции. 22–23 марта 2018 г. Ярославль : ЯрГУ, 2018. 600 с.

3. Будущее высшей школы в России: экспертный взгляд. М. : ИНФРА – М; 2016. 214 с.

УДК.681.51
ГРНТИ 47.05.05

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

З. В. Зайцева, Н. К. Логвинова

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

Рассматриваются методические аспекты, сопровождающие процесс разработки виртуального лабораторного практикума в условиях дистанционного обучения. К ним относятся: выбор экспериментальных лабораторных работ, анализ процессов в которых можно провести, используя компьютерное моделирование; выбор программного обеспечения для достижения поставленной цели; методика создания виртуального аналога экспериментальной лабораторной работы, повышающая эффективность обучения.

дистанционное обучение, виртуальный лабораторный практикум, экспериментальная лабораторная работа, эффективность обучения.

В настоящее время дистанционная форма обучения стала обязательной формой организации учебного процесса в университетах, поэтому необходимо разработать методику преподавания всех дисциплин с минимальными потерями эффективности обучения. Остановимся на организации лабораторных и практических занятий в техническом вузе и, в частности, при изучении дисциплины «Теория электрических цепей». В рабочей программе этой и аналогичных дисциплин, таких как «Основы теории цепей», «Электротехника» большой удельный вес отводится лабораторным и практическим занятиям, что закономерно и необходимо для понимания и усвоения учебного материала.

При дистанционном обучении встает вопрос организации лабораторных работ, которые могут быть только виртуальными.

Анализ последних исследований и публикаций показывает, что вопросы разработки и использования виртуальных лабораторных практикумов в учебном процессе вуза широко обсуждаются учеными и практиками в сфере образования.

Методическим проблемам выбора, построения и использования виртуальных лабораторных практикумов посвящены работы зарубежных [3, 4, 5, 6, 7] и отечественных [1, 2, 8, 9] специалистов.

Заменяя традиционные лабораторные работы на виртуальные, где в качестве объекта исследования выступает смоделированная система, можно добиться более детального исследования изучаемых процессов. При этом одновременно повышается эффективность и качество обучения за счет увеличения объема и индивидуального подхода к заданиям, выполняемым студентами в рамках самостоятельной работы при использовании системы удаленного доступа, благодаря которой становится возможным проведение лабораторной работы на компьютерах.

При традиционной форме обучения студенты выполняют экспериментальные лабораторные работы, которые позволяют студенту не только изучить основные процессы, происходящие в электрических цепях, но также ознакомиться с различными измерительными приборами, освоить осциллограф, научиться собирать схемы цепей. Однако ограниченное время в рамках учебного графика, отведенное на выполнение лабораторных работ, не позволяет студентам выполнить значительный объем работ: исследовать процессы в нескольких цепях, рассмотреть влияние различных параметров на режимы работы цепи или проанализировать множество их характеристик. Эти возможности появляются при использовании компьютерных программ, в которых можно моделировать процессы в электрических цепях. Лучшие результаты обучения можно получить при оптимальном использовании экспериментальных и компьютерных лабораторных работ. Однако в настоящее время при вынужденном формате дистанционного обучения доступны только виртуальные лабораторные работы. Поэтому на кафедре «Теории электрических цепей и связи» по каждой теме, изучение которой предусматривает выполнение лабораторных работ, разработаны два варианта реализации этих работ: экспериментальное на аппаратуре в учебной лаборатории и компьютерное с использованием компьютерных программ, таких как Fasmcan, Mathcad и т. д.

Такой подход к разработке лабораторных работ использовался на кафедре последние годы в связи с уменьшением часов на изучение дисциплин.

Расчет и анализ процессов, происходящих в электрических цепях, которые моделируются на компьютере, позволяют использовать этот формат не только в рамках лабораторных исследований, но и на практических занятиях.

Рассмотрим пример разработки виртуального компьютерного аналога экспериментальной лабораторной работы, выполняемой студентами при изучении раздела курса «Спектральный анализ электрических колебаний».

Студенты выполняют лабораторную работу на тему «Исследование влияния линейной пассивной электрической цепи на спектр колебаний негармонического периодического колебания». В процессе выполнения работы необходимо собрать схему (рис. 1), которая позволяет подавать на RC-цепь периодическую последовательность прямоугольных импульсов от генератора. Студенту требуется на входе и выходе цепи выделить с помощью фильтра гармоник, который представляет собой набор высокодобротных колебательных контуров, имеющих кратные резонансные частоты, первые пять гармонических составляющих спектра сигнала, измерить с помощью вольтметра их действующие значения и снять соответствующие осциллограммы. По результатам измерений надо построить графики спектров амплитуд на входе и выходе RC-цепи и сделать выводы о влиянии ее амплитудно-частотной характеристики на спектр колебания входного сигнала.

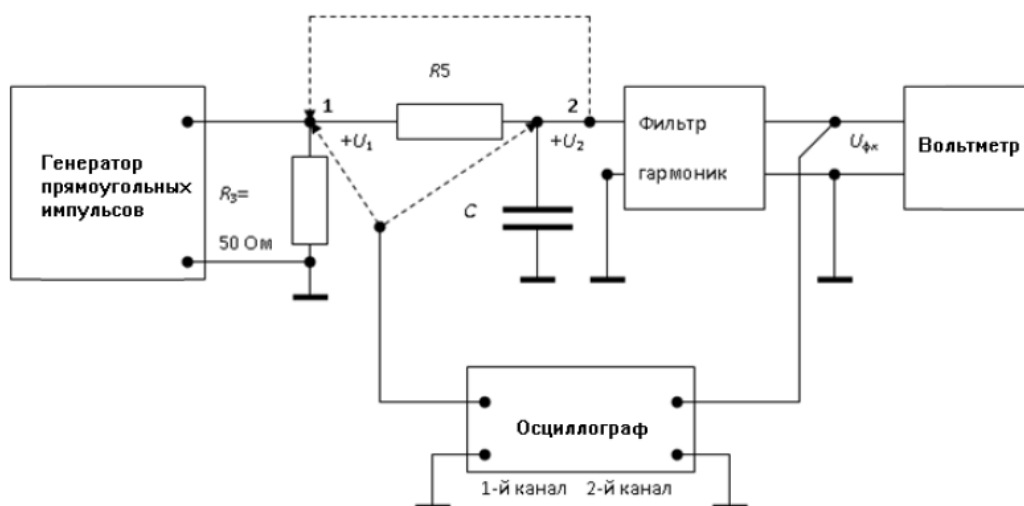


Рис. 1. Схема лабораторной установки

При создании виртуальной лабораторной работы студенты могут анализировать не только временные графики, но и спектры амплитуд и фаз входного и выходного колебаний. Таким образом, если смоделировать в программе Fastmean RC-цепь (рис. 2), то студент может увидеть, как выглядят во временной области входной (рис. 3, а) и выходной (рис. 3, б) сигналы. Это позволяет студенту сделать вывод, как параметры RC-цепи влияют на форму колебаний. Для большей наглядности

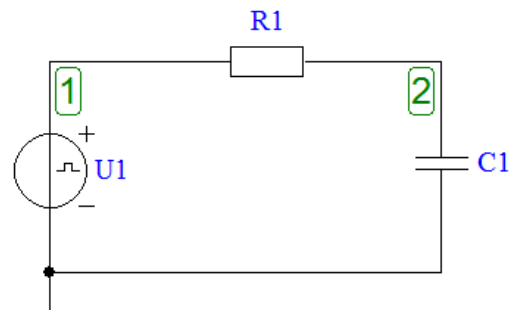


Рис. 2. Схема моделируемой RC-цепи

можно предложить несколько вариантов изменения параметров R и C для моделирования выходных колебаний.

Далее программа позволяет сразу провести анализ спектрального состава колебаний в частотной области. Графики спектров амплитуд на входе (рис. 4, а) и на выходе (рис. 4, б), а также графики спектров фаз на входе (рис. 5, а) и выходе (рис. 5, б) наглядно показывают влияние RC-цепи на спектральный состав колебания.

Визуальные наблюдения колебаний во временной и частотной областях позволяют студентам лучше понять сложные теоретические расчеты спектрального представления колебаний с использованием ряда Фурье.

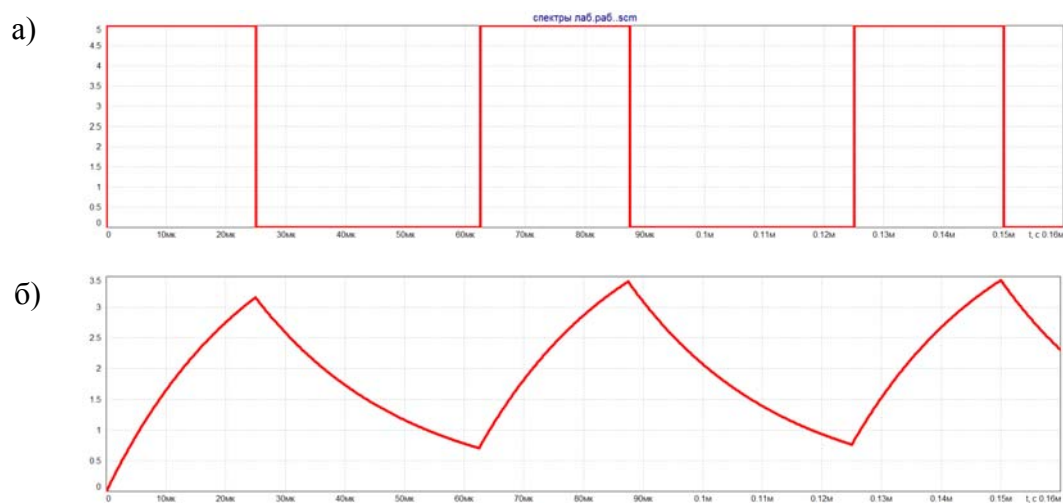


Рис. 3. Графики напряжений: а) на входе; б) на выходе RC-цепи

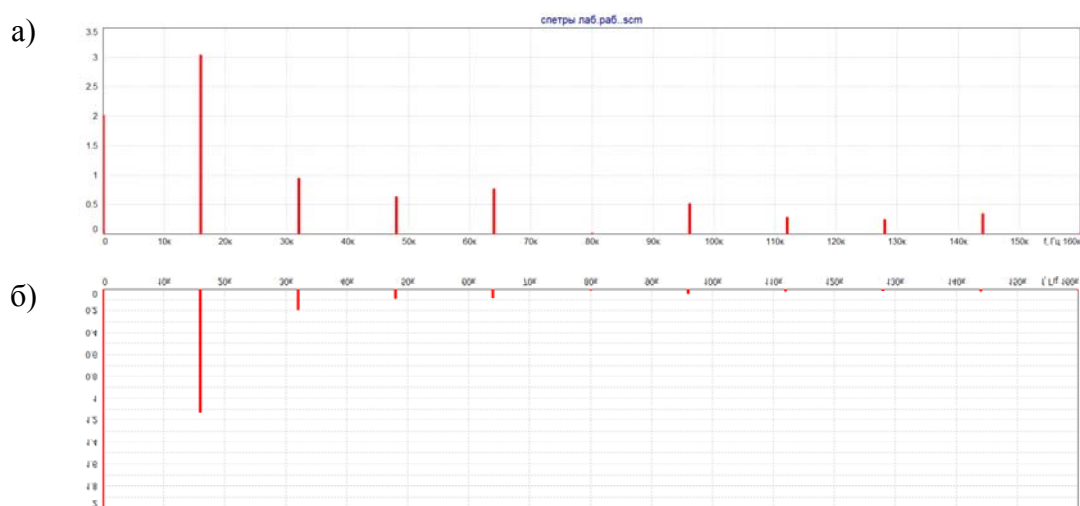


Рис. 4. Графики спектров амплитуд: а) на входе; б) на выходе RC-цепи

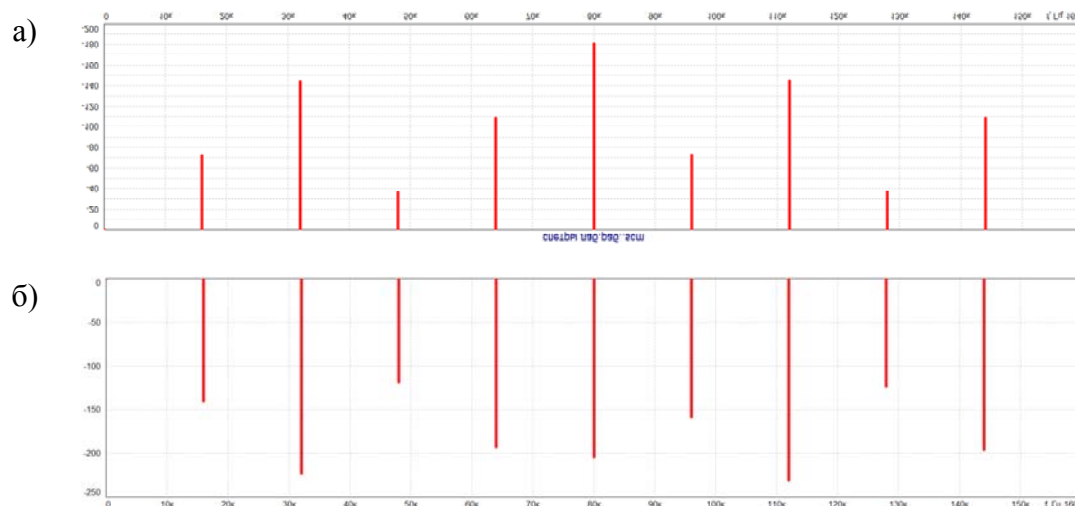


Рис. 5. Графики спектров фаз: а) на входе; б) на выходе RC-цепи

Анализ методики использования и разработки виртуальных лабораторных работ показывает, что при изучении технических дисциплин, они полезны и расширяют возможности изучения различных характеристик и процессов в устройствах. Однако они должны только дополнять экспериментальные исследования в учебных лабораториях, оснащенных специальной аппаратурой. Без знаний особенностей и умений использования этой аппаратуры для снятия заданных показателей, проведение измерений, а также без приобретения практических навыков и умений работать с различными приборами невозможно подготовить квалифицированных бакалавров и инженеров, а именно в этом состоит основная задача технических университетов.

Список используемых источников

1. Троицкий Д. И. Виртуальные лабораторные работы в инженерном образовании [Электронный ресурс] // Интерактивные электронные технические руководства. 2008. № 2. С. 69–73. URL: <http://www.quality-journal.ru/data/article/375/files/Binder13.pdf>
2. Зайцева З. В., Логвинова Н. К Компьютерный расчет линейных и нелинейных цепей при постановке виртуальных лабораторных работ // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции: сб. науч. ст. в 4-х т. СПбГУТ, 2019. С. 401–406.
3. What are the benefits of a virtual laboratory for student learning: proceedings of the HERDSA Annual International conference, (Melbourne, Jul. 1999). Melbourne : HERDSA, 1999. 209 p.
4. Virtual and remote labs in physics education: proceedings of the Second European Conference on Physics Teaching in Engineering Education, (Budapest, Jun. 2000). Budapest : Europress, 2000. 286 p.
5. A virtual laboratory environment for online it education, in SIGITE '05: proceedings of the 6th conference on Information technology education, (New York 2005). NY, USA : ACM Press, 2005, 389 p.

6. Noor A. K., Wasfy T. M. Simulation of physical experiments in immersive virtual environments // Engineering Computations: Int. J. for Computer-aided Engineering and Software. 2001. V. 18, № 3–4. PP. 515–538.

7. Prieto-Blázquez J., Arnedo-Moreno J., Herrera-Joancomartí J. An Integrated Structure for a Virtual Networking Laboratory // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2008. V. 55, № 6. PP. 308–318.

8. Методы обучения и организация учебного процесса в вузе: сб. тезисов докладов II Всерос. науч.-метод. конф. Рязань: Рязанский гос. радиотехн. ун-т, 2011. 476 с.

9. Морев И. А. Образовательные информационные технологии: учеб. пособие. Ч. 3. Владивосток : Дальневосточный ун-т, 2004. 150 с.

УДК 004.588

ГРНТИ 14.35.09

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ КАК ЭЛЕМЕНТА ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Д. Д. Капралов, В. Н. Мордовин

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

Проблема оценки знаний студентов в условиях дистанционной формы обучения в вузе требует от преподавателя внедрения в учебный процесс систем автоматизированного контроля знаний.

дистанционная форма обучения, система автоматизированного контроля знаний, сетевое тестирование.

В условиях вынужденного перехода вузов к дистанционной форме обучения студентов, у преподавателя часто возникают проблемы оценки знаний обучающихся. Данную проблему в течение семестра необходимо решать, как в рамках отдельных занятий (контрольных и проверочных, лабораторных работ) по учебной дисциплине, так и при проведении промежуточной аттестации (зачетов и экзаменов) [1].

Частично преподаватели решают проблему, используя бесплатные версии коммуникационных сервисов, поддерживающих групповую видеосвязь и имеющих чат для обмена текстовыми сообщениями. Внедрение в процесс подготовки студентов Google Meet, Zoom, Skype и им подобных сервисов не приводят к желаемому результату в тех случаях, когда возникает проблема тестирования обучающихся в количестве нескольких десятков человек одновременно, в ограниченные по времени сроки.

Для создания и оценки тестов преподаватели часто используют в Google Формы. Однако, предлагаемые возможности данной платформы не всегда удовлетворяют пользователей: не всех устраивает интерфейс программы; не все вопросы и виды ответов на них возможно включить в стандартные шаблоны теста; многих пользователей не устраивает вид и форма анализа результатов оценки прохождения теста.

Альтернативным решением проблемы стало применение в учебном процессе системы автоматизированного контроля знаний NetTest, разработанной доктором технических наук, учителем высшей категории Поляковым К. Ю.

Программный комплекс NetTest предназначен для проведения массового компьютерного тестирования знаний в локальной сети под управлением операционных систем Windows и Linux. Он полностью автоматизирует: процедуру выбора вопросов из базы данных; тестирование на рабочих станциях с ограничением времени; обработку результатов теста и их оформление; анализ результатов (какие вопросы вызвали сложности). Это обеспечивает проведение контроля знаний и тестирования, создание тестов и объединения их, а также разработку обучающих программ на основе PowerPoint из пакета Microsoft Office.

Комплекс состоит из двух программ – серверной и клиентской. Серверная программа позволяет создавать и редактировать тесты, она также осуществляет полное управление компьютерным тестированием, обработку и вывод результатов. Клиентская программа запускается с рабочих станций и предназначена для работы учащегося.

Вид интерфейса серверной части программы NetTest с указанием функциональных кнопок представлен на рис. 1.

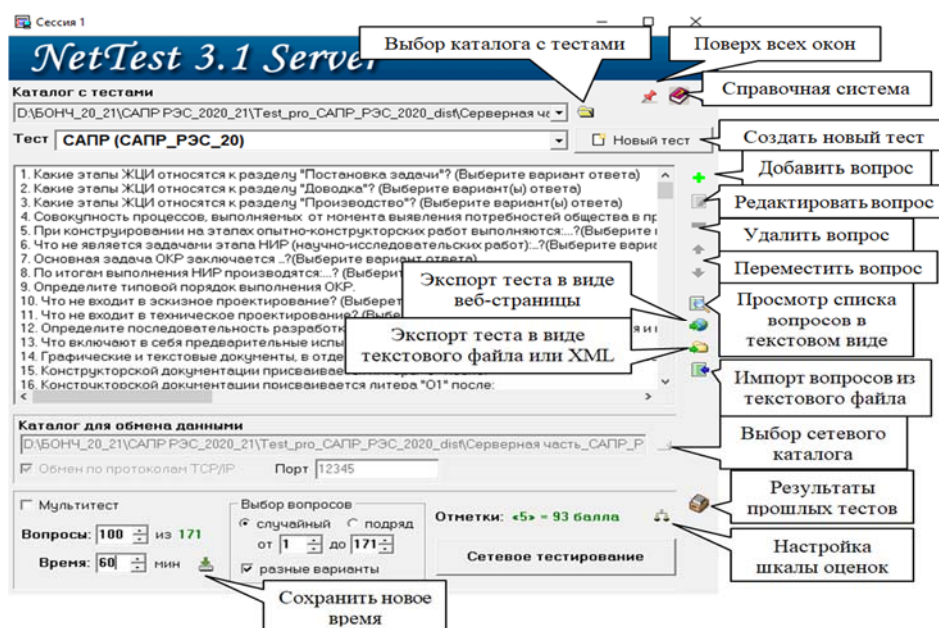


Рис. 1. Вид интерфейса серверной части программы NetTest

Архив комплекса включает следующие файлы:

testser.exe – серверная часть комплекса;

testser.ini – файл настроек серверной части;

testcli.exe – клиентская часть комплекса;

testcli.ini – файл настроек клиентской части;

nettest.chm – файл справочной системы (сжатый гипертекст);

TESTS – подкаталог с примером теста;

CONNECT – подкаталог для обмена данными между клиентской и серверной программами;

FONTS – подкаталог с моноширинными шрифтами для установки в ОС Linux [2].

Система автоматизированного контроля знаний NetTest обладает следующими возможностями:

применение 6 форм тестовых заданий;

задание критериев оценки с использованием четырёхбальной (неудовлетворительно – удовлетворительно – хорошо – отлично) или 100 бальной шкалой оценки результатов;

уточнение оценки средствами классической математической статистики;

использование рисунков для иллюстрации задания и в качестве вариантов ответов (форматы графики (JPG, GIF, BMP, DIB, WMF, EMF, ICO, CUR) и мультимедийных файлов (видео: AVI, MPG, WMV, аудио: MP3, WAV, MID);

задание условий формирования выборки заданий при тестировании;

произвольный порядок выполнения заданий и учет их сложности;

случайный порядок представления вопросов и вариантов ответа из заданного диапазона;

накопительный статистический анализ по ответам на каждый конкретный вопрос;

проверка правописания, контроль логической непротиворечивости теста и использование редактора формул;

работа в локальной сети по технологиям терминального доступа и файл-сервер;

вывод теста и всех используемых файлов в архив WinRar или в документ Microsoft Word.

Число заданий в каждом варианте тестов, количество и процентное содержание заданий каждой формы в тесте, вес каждого задания при подсчете баллов испытуемых, время выполнения теста и время выполнения каждого задания задается программой NetTest. Вид окна настройки шкалы оценок приведен на рис. 2.

Во время теста в окне серверной программы отображается список учеников, имена их компьютеров, набранные баллы и отметки.

В процессе обучения по дисциплине «САПР РЭС», студентам учебных групп для дистанционного тестирования (проведения экзамена) отправлялась папка «Клиентская часть».

Файлы, размещенные в папке «Клиентская часть» представлены на рис. 3.

Файл Radmin_VPN_1.1.4166.8.exe предназначен для установки на ПК обучающегося программы Radmin VPN.

Radmin VPN – бесплатная в использовании программа для создания виртуальных частных сетей (VPN), позволяющая пользователям устанавливать безопасное и надежное соединение между компьютерами через Интернет, как при соединении через локальную сеть [3]. Она необходима для с соединением с виртуальным сервером, на котором установлены тестирующие программы (домашний компьютер преподавателя). Поскольку IP-адрес сервера для обмена по протоколам TCP/IP статический (IP = 26.243.132.250), возникает необходимость создания виртуальной частной сети (VPN).

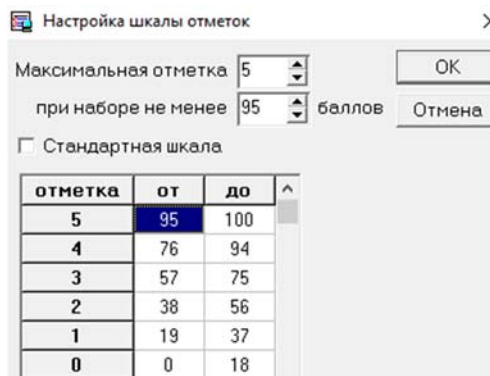


Рис. 2. Вид окна настройки шкалы оценок теста



Рис. 3. Содержимое папки «Клиентская часть»

При запуске файла Radmin_VPN_1.1.4166.8.exe пользователь выбирает язык установки программы, подтверждает лицензионное соглашение и устанавливает программу. После завершения установки студент присоединяется к сети. Сеть заранее создается преподавателем. В открывшемся окне «Присоединиться к сети» по умолчанию выбирается «Частная сеть», вводятся имя сети и пароль, и нажимается кнопка «Присоединиться».

В примере, представленном на рис. 4: имя сети – testtest12345678; пароль – задается преподавателем; виртуальный сервер имеет IP=26.243.132.250.

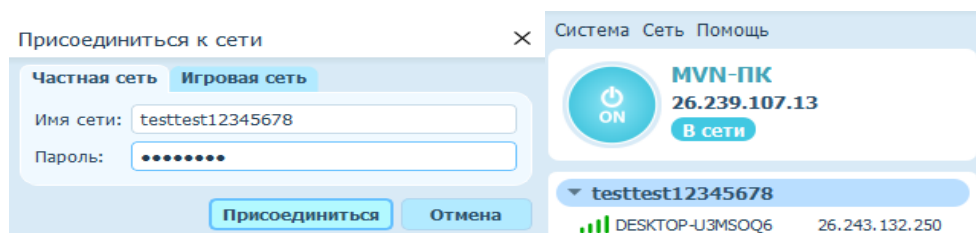


Рис. 4. Подключение, регистрация и выбор сети VPN

Клиентская часть теста (файл *testcli.exe*) запускается после того, как на ПК преподавателя будет запущена серверная часть теста. В открывшемся окне «Тест – Клиент», представленном на рис. 5, в соответствующей строке вводятся идентификационные данные тестируемого и производится его регистрация. В зависимости от настроек серверной части, регистрация может быть прекращена либо сразу после начала теста, либо после того, как все студенты пройдут регистрацию.

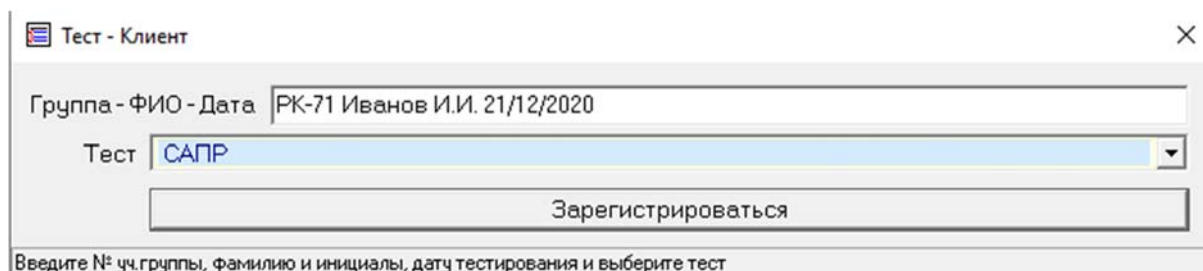


Рис. 5. Пример окна регистрации участника тестирования

После начала теста в нижней части окна тестирования отображаются шкалы времени и количества оставшихся вопросов. Имеется возможность отображения рисунка в центре окна тестирования при его наличии в тестовом вопросе.

На экране серверной программы можно видеть доли правильных и неправильных ответов отдельно по каждому вопросу и таким образом выявить материал, который был усвоен недостаточно хорошо.

Наибольшая эффективность системы автоматизированного контроля знаний NetTest достигалась при ее совместном использовании с коммуникационным сервисом Google Meet и программой Radmin VPN. Число студентов при одновременном тестировании достигало 50 человек.

Список используемых источников

1. Аттестации студентов: понятие, виды, предназначение [Электронный ресурс]. URL: <https://disshelp.ru/blog/attestatsiya-studentov-i-pedagogov-chto-eto-takoe-i-zachem-eto-nuzhno/> (дата обращения 28.01.2021).

2. Электронный ресурс. URL: <http://kpolyakov.spb.ru/prog/nettest/nettget.htm> (дата обращения 28.01.2021).

3. Radmin VPN – Бесплатная программа создания VPN [Электронный ресурс]. URL: <https://www.radmin-vpn.com/ru/> (дата обращения 28.01.2021).

УДК 377, 378
ГРНТИ 14.85, 76.33.43

АНАЛИЗ РАБОТЫ С ДАННЫМИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Г. Р. Катасонова¹, А. С. Шкрум²

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

²Санкт-Петербургский государственный университет

Анализ работы с данными в сфере учебной деятельности в вузе рассмотрен с точки зрения учебной аналитики, которая позволяет предоставить данные об эффективности применяемых методик и технологий обучения, провести анализ успеваемости и активность студентов, их вовлеченность в процесс обучения, оценить качество дистанционного обучения, улучшить преподаваемый контент. В работе рассматриваются понятия учебной аналитики, дается обзор ресурсов информационного пространства для сбора и анализа данных, необходимых для оценки результативности процесса обучения.

обучение, вуз, учебная аналитика, информационное пространство, ресурсы.

В условия вирусной пандемии большую актуальность получила форма дистанционного обучения [1] и использование электронных образовательных ресурсов [2, 3]. Собранные руководством вуза и преподавателем данные о прохождении учебного процесса и его результатах показывают степень достижения цели и выполнение образовательных задач, обозначают последующие вопросы и существующие проблемы.

Очная форма обучения предоставляет преподавателю широкий выбор инструментов, методик, средств для обучения и оценивания результатов обучения. Дистанционная или смешанная формы обучения не всегда дают возможность непосредственного взаимодействия преподавателя и обучающего, где, как правило, взаимодействие субъектов учебного процесса осуществляется на базе специализированных информационных систем (LMS), предоставляющих коммуникационные сервисы, в которых хранятся электронные образовательные ресурсы и накапливается информация о прохождении образовательного процесса.

В связи с этим, сформировалось новое направление в сфере практических исследований и разработок - учебная аналитика. Под учебной аналитикой понимается процесс сбора, анализа и представления данных о прошедших событиях в результате изучения студентами цикла дисциплин

определенной направленности для понимания, улучшения и прогнозирования преподавателем учебной деятельности [4].

Учебная аналитика решает ряд вопросов:

- 1) предоставляет учащимся старших классов рекомендации по выбору направления подготовки будущей специальности;
- 2) осуществляет грамотное формирование учебных групп первокурсников по уровню базовой подготовки и интересам;
- 3) помогает студентам разных курсов определиться в выборе дисциплины вариативной части учебного плана;
- 4) оказывает помощь по сбору материалов на студенческие научные общества;
- 5) дает направление для смены специальности сомневающимся в правильности выбора студентам;
- 6) сокращает время преподавателей и администрации вузов в подготовке отчетных материалов.

Учебная аналитика использует методы образовательного Data Mining и машинного обучения (*Machine Learning*), которые позволяют посредством анализа разнородных образовательных данных сделать полезные выводы, на основе которых возможно принимать решения по оптимизации образовательного процесса [5].

Учебная активность студента может быть представлена с помощью определенного набора данных, которые учитывают накопленный опыт и индивидуальные характеристики субъекта. Исходными данными для анализа активности студентов в процессе учебной деятельности являются показатели в системах LMS (*Google Classroom, Moodle, Canvas, Open Edx*), результаты опросов и анкетирования, цифровые записи («следы») на платформах для вебинаров и видеоконференций (*GoToMeeting, Microsoft teams, Zoom, Discord, Google Meet, Google Hangouts, Skype, Webex, TrueConf*). При обычной диагностике, как правило, данные собираются на основе ответов обучающихся через анкетирование и опросы в виде обычного отчета, в то время как в учебной аналитике данные фиксируются в информационных системах и передаются через компьютер [6].

Популярными становятся методики анализа социальных сетей для построения психологического портрета обучающихся и корректирования персонализированных траекторий обучения (создание адаптивных курсов на основе изменения порядка представления учебных материалов) с целью повышения академических результатов в обучении.

Учебная аналитика имеет системный (целостный подход), позволяет адаптировать процесс обучения под проблемы обучающихся с помощью коррекции процесса обучения. До появления аналитических адаптивных платформ анализ данных осуществлялся в основном в статистических пакетах, что требовало соответствующей квалификации пользователя.

Для анализа работы с данными, зачастую, офисные приложения (табличный процессор) воспринимаются преподавателями и студентами как единственный подходящий инструмент для решения подобных задач. Привычный для любого аналитика инструмент MS Excel начиная с 2016 версии предоставляет бесплатный компонент Gigraph (Вставка/Надстройки/Магазин). Этот инструмент позволяет по трем параметрам (*from – to – value*, то есть источник – назначение – величина) построить графы – интерактивные карты взаимосвязей. Модуль Gigraph является инструментом оперативного анализа малого объема данных или репрезентативной выборки, что позволяет аналитику быстро определить ключевые тенденции, присутствующие в полной выборке. К примеру, используя данный инструмент, в работе [7] описывается метод количественной оценки взаимосвязи курсов образовательной программы на основе характеристик ключевых понятий.

Сегодня для учебной аналитики применяются и другие программные средства, которые имеют систему сбора данных, систему выводов, систему персонализации. Адаптивная образовательная платформа Knewton анализирует рабочий ритм и поведение студента, определяет метод лучшего усваивания информации, предлагая в заключении, текстовое пояснение, интерактивное упражнение, видео или обучающие ролики, выполненные в игровой форме. Программа позволяет адаптировать учебные курсы под конкретного обучающегося в зависимости от выявленных возможностей. В результате формируется персонализированный курс, который гибко реагирует и подстраивается под каждое совершенное действие обучающегося, оперативно определяя недопонятые темы. На основе собираемых данных об особенностях студента и его реакциях на изменение обучения обобщается информация, оцениваются возможности ученика, корректируется цель и задачи, формируется оптимальная стратегия обучения с соответствующей настройкой параметров контента. При этом система персонализации делает аналитические прогнозы относительно успехов студентов (скорость работы, вероятность достижения цели и задач), ведёт личную статистику студента на всех уровнях обучения.

Платформа Deductor (версия *Academic*) предназначена для образовательных и обучающих целей. Функции аналитика заключаются в создании сценариев, построении, оценке и интерпретации моделей, настройке для пользователей панелей отчетов и сценариев на поточную обработку новых данных.

Помимо вышеназванных систем анализа данных существуют простые приложения для социального сетевого анализа, которые позволяют глубже понимать связи событий, происходящих внутри системы совместной деятельности субъектов образования, организаторам и самим участникам.

Графический пакет Gnuplot предназначен для решения обширного класса задач, в которых есть набор данных измерений и моделирования, теоретическая функция, описывающая изучаемое явление. Существование готовых сценариев позволяет в дальнейшем легко адаптировать и видоизменять их под свои интересы. Открытость и мультиплатформенность программы и языка сценариев обеспечивает легкий обмен знаниями, данными, навыками и результатами работы.

Для изучения графовых методов анализа данных и освоения удобного инструмента для визуализации и анализа связанных данных используется Gephi, в которой имеются встроенные инструменты анализа графов, моделирующих динамические системы. Программа позволяет визуализировать динамику графа путем добавления проигрывателя, показывающего динамику изменения отношений между объектами графа во времени.

Графический пакет GraphViz удобен для получения развернутого обзора групп, связанных между собой документов, основанных по интересам на основе собранной базы данных электронных писем.

Для студентов данные по аналитики могут быть интересны для разработки собственного графика темпа обучения, снижения рисков «не аттестаций» по дисциплине или отчисления. Полученные данные позволяют оценить результаты выполнения поставленных задач не только самих студентов, но и показать их взаимодействие с учебно-методическими материалами, внутригрупповое контактирование и результаты метода взаимооценивания.

Показатели учебной аналитики могут быть полезны в принятии решений о мерах по совершенствованию учебного процесса в цифровой среде. Для преподавателей – это существенная экономия времени при составлении отчетности, подведения результатов промежуточной и текущей успеваемости, возможность выявления студентов, у которых есть трудности в освоении дисциплин.

Однако, сбор данных по всем этим сервисам и платформам носит разрозненный характер, так как данные не собираются в единую базу данных, с которой могла бы работать определенная система, что существенно снижает вероятность получения полноценной картины обучения на основе анализа данных по конкретному обучающемуся. В очном формате обучения у преподавателя не всегда есть в наличии время, чтобы осуществить качественный перевод с ручной фиксации данных в электронный для дальнейшей их обработки. Кроме этого, если рассматривать смешанный формат обучения, не все преподаватели полностью полагаются на результаты аналитики, предпочитая использовать свои методики и интуицию для оценивания обучающегося и разработки индивидуальной траектории обучения.

Учебная аналитика пока не получила широкого практического распространения, хотя в образовательных системах управления российских вузов

представлена вся информация о ходе учебного процесса, успеваемости и посещаемости обучающихся. К примеру, электронная информационная образовательная среда СПбГУТ имеет доступ к результатам промежуточной аттестации, результатам освоения студентами основной образовательной программы. Система фиксирует количество сообщений между студентами и преподавателями и другие необходимые показатели, с которыми может работать учебная аналитика.

К заинтересованным в результатах анализа данных в процессе обучения относятся руководство вуза, преподаватель, разработчик методического контента [8], исследователь образовательных моделей [9], педагогический дизайнер в области инновационных технологий [10], студент, потенциальный работодатель.

Имеются примеры, когда компаниями по подбору персонала используется метод, основанный на анализе данных, взятых из дипломов и курсовых, проектных заданий, исследований учебных и рабочих программ с добавлением анализа информации об субъекте из социальных сетей.

Университетом 20.35 в области учебной аналитики предложен проект, в котором предоставляются аналитические инструменты, рекомендательные системы по персональным траекториям развития, системы мониторинга эффективности образовательных процессов, системы цифровых профилей обучающихся [11].

На следующем этапе исследования авторами статьи будут показаны основные типы данных, доступные для анализа в образовательной проектной деятельности студентов [12], рассмотрены основные подходы к выбору видов анализа данных, их обработка с использованием инструмента Google Data Studio.

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. 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.
3. Shkrum A. S., Katasonova G. R. Use of additive technologies in dentistry // Information Innovative Technologies. Materials of the International scientific – practical conference. Ed. Uvaysov S. U., Ivanov I. A., 2020. С. 24–28.
4. Вилкова К. А., Захарова У. С. Учебная аналитика в традиционном образовании: ее роль и результаты // Университетское управление: практика и анализ. 2020. Т. 24. № 3. С. 59–76.
5. Профессиональный стандарт «Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа». URL: <https://regulation.gov.ru/projects#npa=105301> L (дата обращения 24.03.2021).

6. Аналитика обучения: маршрут в будущее? URL: https://sberbank-university.ru/upload/iblock/622/16_EduTech_demo_0.pdf Дата обращения (дата обращения 21.03.2021).

7. Арзуманян Ю. В., Вольфсон М. Б., Захаров А. А., Сотников А. Д. Использование количественных методов анализа образовательной программы // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). IX Международной научно-технической и научно-методической конференции : сб. науч. ст. в 4-х т. Санкт-Петербург, 2020. С. 601–605.

8. 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.

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. 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.

11. Университет 20.35 / АСИ. Екатеринбург : Издательские решения, 2017. Т. 34. 50 с. (Серия 05.Russian Fundamental: университет для России).

12. Катасонова Г. Р., Шкрум А. С. Проектная деятельность студентов медицинского вуза в условиях развития цифровых образовательных технологий // Конструктивные педагогические заметки. 2021. № 9–1 (15). С. 144–164.

УДК 377,378
ГРНТИ 14.85

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

**И. С. Ковалёв¹, О. И. Пантюхин², Г. А. Рябов²,
Б. В. Солодухин¹, А. А. Юдин¹**

¹Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого

²Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В условиях перехода на дистанционное обучение в вузах задача организации учебно-воспитательного процесса с использованием современных педагогических и информационных технологий становится весьма важной, вследствие чего образовательный процесс постоянно совершенствуется. Темы и содержание выпускных квалификационных работ и диссертаций магистров должны соответствовать по сложности, объёму теоретических знаний и практических навыков, полученных бакалаврами и магистрами за время обучения в вузе, в том числе в условиях дистанционного обучения.

подготовка бакалавров, магистров; научно-исследовательская работа; выпускные квалификационные работы; дистанционное обучение.

В условиях пандемии вследствие новой коронавирусной инфекции с задачей перехода на дистанционное обучение почти без потерь справились вузы, которые и ранее использовали технологии удалённого обучения с использованием, так называемых, электронных (*e-learning*) систем дистанционного обучения [1, 2].

Подготовка бакалавров и магистров к научным исследованиям в процессе выполнения выпускных квалификационных работ (ВКР) направлена на формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями основной образовательной программы, выполнению ими в дальнейшем обязанностей, связанных с организацией и проведением научно-исследовательской работы (НИР).

Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования определены задачи, которые должен решать выпускник в процессе профессиональной деятельности [3]:

подготовка выпускников к научно-исследовательской деятельности, формирование у них необходимых компетенций для профессиональной работы в будущем;

развитие у бакалавров и магистров творческого мышления, углубление и закрепление полученных при обучении знаний;

выявление наиболее одаренных и талантливых обучающихся, использование их творческого и интеллектуального потенциала для решения возникающих задач науки;

подготовка из числа наиболее способных и успевающих студентов резерва научно-педагогических и научных кадров;

приобретение и развитие умений и навыков в организации индивидуальных научных исследований;

приобретение и развитие навыков применения современных научных методов, подходов и технологий при выполнении своих обязанностей;

приобретение и развитие умений в проведении научно-исследовательских работ и оформлении их результатов;

приобретение и развитие умений и навыков в разработке основных документов по НИР.

Для реализации выполнения указанных задач и совершенствования научной подготовки магистров и бакалавров в ведущих технических вузах связи разработаны и ведутся дисциплины «Основы научных исследований», «Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных на ЭВМ», «Научно-исследовательская работа», которые базируются на теориях информационных процессов и систем, массового обслуживания, математической статистики, планирования экспериментов и некоторых других,

организации научно-исследовательской работы студентов и выпускников [3, 4, 5, 6].

Научная работа организуется и проводится управлениями (департаментами), факультетами, кафедрами, научными подразделениями, а также профессорско-преподавательским составом вуза в соответствии с действующими руководящими документами. Важнейшие вопросы научной работы в вузе рассматриваются на заседаниях Ученых советов учебного заведения, факультетов, кафедр и научных подразделений, на совещаниях руководящего состава вуза, а также на заседаниях координационных научно-технических советов, которые могут создаваться при вузе.

В общей системе научной работы высшего учебного заведения осуществляется научно-исследовательская деятельность обучающихся, т. е. интеллектуальная деятельность, направленная на получение и применение новых знаний для решения технологических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем (задач).

Целью НИР обучающихся является развитие научных знаний и совершенствование методов научных исследований, их интеграция с навыками самостоятельного анализа процессов и явлений, происходящих в профессиональной сфере, с использованием научных методик.

Особое место среди методов исследования занимают компьютерные эксперименты [5, 6], которые, как правило, проводятся при моделировании процессов и явлений с помощью программных средств, таких как MS Excel, MathCad, MathLab, Statistica, AnyLogic и др. Эксперимент – специально организованная проверка той или иной гипотезы (теории), объекта исследования для выявления их эффективности и/или оптимизации функционирования.

Экспериментальные исследования событий и процессов основаны на наблюдениях, в ходе которых регистрируются различные факты искусственного и естественного происхождения.

Источниками экспериментальных данных являются [5]:

результаты наблюдения за реальными объектами и протекающими в них процессами. Наблюдения могут проводиться в ходе испытаний или в ходе обычной эксплуатации;

результаты моделирования объектов. В первую очередь к ним следует отнести результаты имитационного моделирования;

технические, экономические, научные отчеты и обзоры, публикуемые в различных изданиях, например, сведения о результатах испытаний или о характеристиках однотипных устройств различных производителей;

результаты опросов специалистов и другие источники.

Основными целями обработки экспериментальных данных являются следующие [5]:

оценка значений показателей качества средств, комплексов или системы в целом при проектировании и эксплуатации;

сжатие информации о функционировании объекта, ее обобщение для последующего применения в интересах исследования подобных объектов, обоснования данных для создания новых систем;

выявление закономерностей функционирования объекта в конкретных условиях эксплуатации;

выявление существенных параметров системы и внешней среды;

изучение типологии объектов (распознавание образов, классификация объектов);

прогнозирование развития объектов в интересах организационного и технологического управления.

Из вышесказанного следует, что основными формами научно-исследовательской работы являются [3]: моделирование физических, технических процессов и действий; выполнение заданий исследовательского характера в периоды всех видов практики; разработка научных докладов, сообщений и рефератов по актуальным вопросам науки, проблематике технических наук и выступление с ними на заседаниях кружков, научных семинарах и конференциях; подготовка научных статей; участие в конкурсах на лучшую научную (студенческую) работу.

За организацию НИР на кафедрах непосредственно отвечают заведующие кафедрой. С этой целью создаются научные кружки, на факультетах они объединяются в студенческие научные общества факультетов.

Для непосредственного руководства работой научных кружков на кафедрах назначаются научные руководители из числа преподавательского состава и научных сотрудников подразделений вуза. Научные руководители осуществляют работу со студентами с учетом их интересов, индивидуальных способностей и склонностей.

На научного руководителя возлагается [3, 4]: оказание помощи бакалаврам и магистрам в овладении методикой научного исследования, выборе и уяснении темы научной работы, определении вопросов исследования, составлении плана разработки темы, подборе литературы и т. д.; рассмотрение и утверждение личного плана работы каждого студента и контроль выполнения этого плана; рецензирование выполненных обучаемыми научных работ и участие в их обсуждении; редактирование работ, рекомендованных для опубликования в печати или представления их на конкурсы.

Среди основных форм реализации НИР магистров и бакалавров выделяют следующие: обсуждение результатов научных исследований на заседаниях студенческого научного общества или кафедр и на научных конференциях; использование результатов исследований в отчетах о НИР; участие в конкурсе на лучшую научную работу и олимпиадах; внедрение результа-

тов ВКР, рационализаторских предложений и изобретений в учебный процесс вузов и предприятий промышленности; использование результатов НИР при разработке курсовых работ, выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций.

В условиях частичного перехода на дистанционное обучение хорошо зарекомендовали себя системы управления учебным процессом в системе высшего и среднего образования, такие как Moodle, iSpring, WebTutor или «Кибея» в СПбГУТ. Такие системы обеспечивают комплексную автоматизацию и информатизацию учебного процесса, существенно повышая качество подготовки специалистов [7].

Для организации видеоконференций с обучаемыми вузы и преподаватели активно используют системы Zoom, Google Meet и некоторые другие. Однако требуются значительные усилия профессорско-преподавательского состава и, особенно, научных руководителей ВКР из их числа для наполнения учебным содержанием информационной базы систем управления учебным процессом, для методического сопровождения научных исследований и подготовки ВКР выпускников.

Список используемых источников

1. О рекомендациях по использованию информационных технологий. Поручение Правительства РФ от 06.10.2020. № 29кв, 2 абзац п. 2 раздела VII.
2. Федотова Е. Л., Федотов А. А. Информационные технологии в науке и образовании : учеб. пособие. М. : ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2011.
3. Ковалёв И. С., Пантюхин О. И., Пащенко В. В., Солодухин Б. В. Роль научно-исследовательской работы в подготовке магистров // 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. 615–619.
4. Положение о магистерской диссертации; СПбГУТ. СПб., 2014. 23 с.
5. Ходасевич Г. Б., Пантюхин О. И., Ногин С. Б. Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных на ЭВМ. Часть 1, 2 : учебное пособие. СПбГУТ. СПб., 2014. 160с.
6. Методы исследований и организация экспериментов / Под ред. проф. К. П. Власова, изд. 2-е, перераб. и дополн. – Х. : изд-во «Гуманитарный Центр», 2013.
7. Адуевский А. М., Верховая Г. В., Кучеревский К. В. Модель распределенной LMS нового поколения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 2. С. 17–21.

УДК 372.8
ГРНТИ 14.37.09

ФОРМИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ВОСПИТАНИЯ В ВУЗЕ

А. В. Кульназарова, М. В. Нестерова

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

В статье рассматриваются вопросы разработки рабочей программы воспитания, включаемой в образовательную программу. Приводятся рекомендации относительно компетентностного подхода в РПВ, отмечается ряд особенностей воспитательного процесса в вузе.

воспитательная работа, программа воспитания, высшее образование, вуз.

В соответствии со статьей 12.1. Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» [1], с 2021 года «воспитание обучающихся при освоении ими основных образовательных программ в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, осуществляется на основе включаемых в образовательную программу рабочей программы воспитания и календарного плана воспитательной работы, разрабатываемых и утверждаемых такими организациями самостоятельно, если иное не установлено настоящим Федеральным законом». Рабочая программа воспитания – документ, формируемый и утверждаемый образовательной организацией самостоятельно. На сегодняшний день отсутствует рекомендованная примерная программа воспитания (в отличие от примерных образовательных программ), и поэтому вузам необходимо формировать такие программы самостоятельно. Некоторые ключевые методические рекомендации были сформированы и озвучены в ходе семинара-совещания по вопросу реализации Федерального закона от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» в образовательных организациях высшего образования, состоявшегося в феврале 2021 года. Тем не менее, вузы обладают высокой степенью свободы в определении приоритетных направлений воспитательной работы и выборе форм и методов их реализации с учетом специфики направлений подготовки, региона, ведомственной принадлежности.

В рамках образовательного процесса воспитание и обучение фактически неотделимы друг от друга. Воспитание – процесс целенаправленного,

систематического формирования личности в целях подготовки её к активному участию в общественной, производственной и культурной жизни [2]. Стратегическое значение воспитания в университете заключается в формировании гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей, исторических и национально-культурных традиций. Цель воспитательной работы – создание условий для гражданского самоопределения, профессионального становления и индивидуально-личностной самореализации обучающихся, путем активного включения в созидательную деятельность. для удовлетворения потребностей в нравственном, культурном, интеллектуальном, социальном и профессиональном развитии.

Воспитание осуществляется как во время учебной (например, формирование уважения к профессии, ответственного отношения к предмету и учебному коллективу), так и во внеучебной деятельности (например, социализация и развитие коммуникативных качеств при организации досуговых мероприятий, приобщение к историческому и культурному наследию во время торжественных или просветительских мероприятий и т. д.). В процессе освоения основной образовательной программы студент, помимо профильных предметов, изучает и общекультурные дисциплины, которые, очевидно, обладают большим воспитательным потенциалом: философия, история, русский язык и культура речи, безопасность жизнедеятельности, психология, правоведение, культурология, социология, литература, деловые и межличностные коммуникации и т. д. Что касается образовательных программ технических направлений подготовки, из всего многообразия социогуманитарных предметов обязательными являются в большинстве случаев лишь философия, история, русский язык. Чаще всего эти предметы осваиваются на 1–2 курсе, а на старших курсах количество таких дисциплин минимально, хотя потребности в социокультурном, духовном, гражданско-патриотическом развитии у студентов 3–4 курса не уменьшаются. К тому же, с учетом специфики технического образования, многие студенты испытывают дефицит в социальных коммуникациях, который компенсируется потреблением контента в социальных сетевых ресурсах.

При формировании рабочей программы воспитания необходимо равномерно распределять объем часов воспитательной работы по всему периоду обучения и сопоставлять ее с содержанием ООП. Так, каждая образовательная программа содержит так называемые «универсальные компетенции» – именно на их формирование направлены дисциплины социогуманитарного профиля. К организации воспитательной работы и унификации соответствующих документах также рекомендуется применять компетентностный подход – это позволит сбалансировать программу воспитания и отслеживать ее

результативность. Такого рода компетенции можно обозначить как «социально-личностные». Кодификация социально-личностных компетенций осуществляется в соответствии с направлениями воспитательной работы:

1. Гражданско-патриотическое: развитие общегражданских ценностных ориентаций и правовой культуры через включение в общественно-гражданскую деятельность; развитие чувства неравнодушия к судьбе Отечества, к его прошлому, настоящему и будущему с целью мотивации обучающихся к реализации и защите интересов Родины.

2. Духовно-нравственное: развитие ценностно-смысловой сферы и духовной культуры, нравственных чувств и крепкого нравственного стержня.

3. Профессионально-трудовое: развитие психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии.

4. Культурно-просветительское: знакомство с материальными и нематериальными объектами человеческой культуры.

5. Научно-образовательное: формирование исследовательского и критического мышления, мотивации к научно-исследовательской деятельности.

6. Физическое: формирование культуры ведения здорового и безопасного образа жизни, развитие способности к сохранению и укреплению здоровья.

7. Экологическое: развитие экологического сознания и устойчивого экологического поведения.

Данный перечень может быть скорректирован, дополнен или сокращен с учетом потребностей конкретного вуза или региона. Каждая социально-личностная компетенция, аналогично компетенциям образовательных программ, должна иметь свои индикаторы достижения. Например, компетенция «СЛК-1 Способен проявлять гражданственность и патриотизм, уважение к законности и правопорядку» может иметь следующие индикаторы:

1.1 Осознает понятие Родина, долг перед Отчизной.

1.2 Испытывает чувство любви и уважения к Родине, ее истории, культуре, традициям, нормам общественной жизни.

1.3 Проявляет конструктивную гражданскую активность, руководствуясь принципами законности и всеобщего блага.

1.4 Знает основы российского законодательства и соблюдает установленный правопорядок.

Однако, в отличие от компетенций ООП, социально-личностные компетенции мало поддаются формальной оценке. Поэтому целесообразно оценивать эффективность воспитательной работы не по индивидуальным результатам, а статистически: например, оценивать количество проведенных внеучебных мероприятий и их участников; процент студентов, имеющих дисциплинарные взыскания; число студентов, принявших участие в каких-либо конкурсах и т. д. Качественная оценка сформированности социально-

личностных компетенций возможна при «точечной» работе со студентом и группой кураторов, заместителей деканов и специалистов по воспитательной работе, психологов.

Внедрение рабочих программ воспитания позволяет более гибко подходить к данному направлению работы, подстраиваясь под особенности направлений подготовки. Вместе с тем, программы не должны слишком сильно различаться, поскольку набор ценностей, обозначенных государством как приоритетные, одинаков для всех вузов. Оптимальным решением видится унификация рабочей программы воспитания (РПВ) в части гражданско-патриотического, духовно-нравственного, культурно-просветительского направлений путем внедрения во все образовательные программы дополнительных дисциплин социогуманитарного профиля и увеличения объема часов для изучения отечественной истории. В части же научно-образовательного и профессионально-трудового направления уместна адаптация под задачи основной образовательной программы.

В целом, рабочие программы воспитания базируются на текущей деятельности вуза и существующем графике внеучебных мероприятий, однако открывают возможности для совершенствования и диверсификации внеучебной работы.

Список использованных источников

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ // СПС «Консультант плюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/
2. Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. М. : Советская Энциклопедия, 1968–1979.

УДК 377,378
ГРНТИ 14.85

АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

О. П. Купчиненко¹, О. И. Пантюхин², Г. А. Рябов²,
Б. В. Солодухин¹, А. А. Юдин¹

¹Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого

²Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В статье рассмотрены вопросы исследования методов разработки и проведения компьютерного тестирования, приведены результаты анализа разработки и сравнения

доступных систем компьютерного тестирования. Рассмотрены требования и аспекты проектирования систем компьютерного тестирования со стороны разработчиков, преподавателей и обучающихся в условиях перехода на дистанционную форму образования.

методы тестирования, система компьютерного тестирования, адаптивное тестирование.

Большую роль в образовании играет проверка и контроль знаний студентов вузов, а также специалистов при аттестации и т. д. Под проверкой и контролем понимается выявление, измерение и оценка знаний и навыков. Методов осуществления проверки знаний множество: контрольные работы, зачёты, экзамены, аттестации. Одним из видов такого контроля является тестирование. Тесты представляют собой особого вида задания, которые позволяют для определённо обозначенной группы обучаемых оперативно проконтролировать приобретенные навыки и умения и степень усвоения знаний обучаемыми на занятиях теоретического и производственного обучения, установить внутреннюю и внешнюю обратные связи, на основании которых обучаемые и преподаватель осуществляют функции управления процессом обучения. Тестирование вышло на новый качественный уровень по важности в условиях перехода на дистанционную форму образования.

Тестирование – один из наиболее эффективных методов оценки знаний студентов. К достоинствам метода относятся [1]: объективность оценки тестирования; оперативность, быстрота оценки; простота и доступность; пригодность результатов тестирования для компьютерной обработки и использования статистических методов оценки.

Тестирование является важнейшим дополнением к традиционной системе контроля уровня обучения. Для оценки уровня подготовленности студентов методом тестирования создаются специальные педагогические тесты. Основные цели тестирования рассматриваются в связи с задачами внутривузовского управления качеством подготовки специалистов, а также с задачами итоговой аттестации выпускников, государственной аттестации и аккредитации вуза.

В последние годы, при широкомасштабном внедрении информационных технологий, решение проблемы контроля знаний вышло на качественно новый уровень [2]. Эксперименты, проводимые в основном в высших учебных заведениях, убедительно продемонстрировали высокую эффективность и важность компьютеризированных систем контроля знаний. Преимущества компьютерных тестов позволяют считать, что эта форма проверки является одним из оптимальных способов повышения уровня надёжности, полноты и многомерности управления знаниями.

К настоящему времени создано множество компьютерных программ, которые используются для тестирования. Существует огромное количество

приложений, в том числе и мультимедийных, с готовыми тестовыми заданиями, а также программных оболочек и инструментальных программ для создания тестов, которые созданы отечественными и зарубежными специалистами.

В условиях перехода на дистанционную форму образования одной из основных задач информатизации учебного процесса является организация автоматизированного тестового комплекса как вспомогательного средства контроля знаний. Система тестирования, благодаря своей универсальности, становится автоматизированной поддержкой самостоятельной работы студентов, позволяющей контролировать и проводить самостоятельный контроль уровня освоения материала, а также выступать в качестве тренажера при подготовке к экзаменам и зачётам.

Существуют различные формы проведения компьютерного педагогического тестирования, которые отличаются между собой технологией объединения задач в тестировании. Некоторые из таких форм даже не получили пока своего специального научного названия в литературе по изучению и проблематике тестирования [3, 4].

Самая первая и простая из таких форм – готовый тест, стандартизованный и предназначенный для текущего использования, вводимый в специальную программную оболочку, функциональность которой может отличаться по полноте его возможностей. Как правило, при итоговом тестировании оболочка позволяет вам демонстрировать задания на экран, оценивать результаты их выполнения, создавать таблицы результатов тестирования, обрабатывать их и формировать шкалы первичных оценок учащихся, чтобы каждый учащийся мог получить свой балл и отчет об оценке для тестовых заданий.

Второй формой компьютерного педагогического теста является адаптивное тестирование [5, 6], которое основывается на специальных адаптивных тестах, подстраиваемых под конкретных проверяемых. Основой идеи адаптивности является мысль о том, что учащимся не имеет смысла давать задания, с которыми испытуемые бесспорно справятся без малейших усилий в силу их простоты или гарантированно не решат их из-за высокой сложности. Преодолеть эту проблему позволяют процессы оптимизации сложности заданий, приближения их к уровню знаний и готовности учащихся, а также сокращения продолжительности теста, исключая часть заведомо несложных либо заведомо нерешаемых задач.

Особенностью третьей формы компьютерного педагогического тестирования является автоматизированный процесс генерации вариантов тестов. Такой процесс предполагает использование специальных инструментальных средств. Варианты тестов генерируются перед экзаменом или сразу же во время его проведения из заранее созданного хранилища откалиброванных и проверенных тестовых заданий со стабильными статистическими

характеристиками. Калибровка достигается за счет долгосрочных предварительных работ по формированию хранилища. Статистические характеристики для тестов получают с помощью проведения бланковых тестов среди определенной выборки учащихся в течение трех или четырех лет. Параллельность и достоверность вариантов достигается за счет строгой выборке каждого варианта заданий, которые обязаны соответствовать спецификации тестирования.

Таким образом, компьютерное педагогическое тестирование действует как инструмент управления процессом обучения, а также как элемент обратной связи, который позволяет анализировать учебный процесс, вносить в него исправления, т. е. осуществлять полный контроль над процессом обучения [4]. Использование компьютерных педагогических тестов в качестве промежуточной проверки и контроля успеваемости определяет процесс обучения как автоматизированную систему мониторинга и самоконтроля учащихся. Все это позволяет преподавателям получать обратную связь, а учащимся дает возможность контролировать свой уровень навыков, умений, знаний и готовности на протяжении всего периода обучения.

При разработке и реализации систем компьютерного тестирования знаний необходимо учитывать ряд общих требований:

- 1) использование нескольких форм заданий классического педагогического теста;
- 2) возможность получения и хранения результатов ответов обучающихся;
- 3) обеспечение безопасности хранения отчетных материалов с защитой доступа;
- 4) возможность реализовывать и корректировать тестирование в зависимости от результатов обработки тестов.

Одним из определяющих факторов успеха тестов является правильный выбор аппаратного и программного обеспечения.

Система компьютерного тестирования знаний (СКТЗ), как программно-аппаратный комплекс, должна обладать набором основных свойств, среди которых выделяют: открытость, адаптивность, шаблонность, стандартность, модульность, модифицируемость, направленность на разные виды контроля.

Разработка системы компьютерного тестирования – сложный и трудоёмкий процесс, который требует тщательного проектирования. Процесс создания СКТЗ можно разделить на несколько основных этапов [2]:

- 1) анализ среды образовательного процесса со стороны преподавателей и разработчиков;
- 2) изучение материалов по разработке СКТЗ и выбор инструментальных средств разработки;
- 3) разработка (проектирование) СКТЗ;

4) тестирование СКТЗ, принятие её в эксплуатацию и применение по назначению;

5) сопровождение со стороны разработчиков.

На первом этапе необходимо качественно формализовать весь используемый учебный материал для облегчения процедуры составления тестов. Это означает, что каждую дисциплину, тему и раздел нужно описать в виде таких вопросов и задач, чтобы они наиболее полно и широко отображали содержания предоставленных дисциплин. При этом особое внимание необходимо уделять главным вопросам, стараясь сильно не увлекаться второстепенными вопросами. Также необходимо сформулировать цель и сценарий тестирования. Это может быть итоговый контроль знаний, текущий контроль знаний, оценка остаточных знаний учащихся и другое. В дальнейшем, определив цели тестирования и формы теста, необходимо разработать план раскладки вопросов и задач в тестовые задания. Этот этап является самым сложным и трудоемким, поскольку формализация учебного материала и непосредственное составление тестовых заданий являются наиболее важными и ответственными моментами составления тестов.

На втором этапе производится изучение материалов по разработке СКТЗ и выбор инструментальных средств разработки.

На третьем этапе подключается группа программистов для разработки программного продукта, реализующего разработанный сценарий тестирования по конкретным дисциплинам, с использованием выбранного инструмента.

На четвертом этапе необходимо провести проверку, аттестацию полученного программного продукта и, при положительной экспертизе, внедрение в практику проведения компьютерного тестирования, принятие его в эксплуатацию и применение по назначению.

Для сложных программных продуктов обычно предполагается и пятый этап – сопровождение со стороны разработчиков.

Требуемую систему компьютерного тестирования знаний можно построить на основе метода адаптивного тестирования [5, 6]. Такой комплекс программ мог бы применяться для текущего, промежуточного и итогового контроля знаний (проведения зачётов и экзаменов).

СКТЗ должна иметь некоторые свойства, присущие процессу общения преподавателя и обучающегося. Для этого характерно:

а) вывод оценки на основе сравнения частной информационной модели обучающегося с такой же частной информационной моделью преподавателя. Это ведет к повышению объективности контроля знаний;

б) широкая шкала оценки каждого ответа. «Живой» опрос подразумевает возможность неполного, неточного, не совсем правильного ответа;

в) гибкий алгоритм вывода итоговой оценки;

г) переменное количество вопросов, предъявляемых обучающимся;

д) адаптивный алгоритм контроля знаний обучающегося.

В настоящее время авторами проанализирован ряд программных средств, позволяющих проводить тестирование. Хорошие результаты показывают разработки VeralTest, SuperTest, TestBuilder, iSpring QuizMaker, SunRav TestOfficePro, которые предлагают удобные средства для тестирования обучаемых.

Список используемых источников

1. Методические рекомендации по разработке педагогических тестов для комплексной оценки подготовленности студентов в вузе // Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. Москва, 1995.
2. Информационные технологии в науке и образовании : учебное пособие для вузов. Ч. 1, 2 / Под ред. И. Б. Саенко. СПб. : ВАС, 2007. 280 с.
3. Самылкина Н. Н. Современные средства оценивания результатов обучения. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 172 с.
4. Андреев А. Б. Компьютерное тестирование: системный подход к оценке качества знаний студентов. – М., 2001.
5. Пантюхин О. И., Авраменко В. С., Купчиненко О. П. Адаптивное тестирование при автоматизации контроля знаний // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2016. Т.1. С. 213–217.
6. Пантюхин О. И., Купчиненко О. П., Егупов М. В., Юдин А. А. Аспекты тестирования знаний обучаемых по проблематике передачи и обработки информации // 71-я Всероссийская НТК, посв. Дню Радио : сб. тр. 71й НТК. СПб. : Изд-во СПб ГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 417 с.

УДК 378.147

ГРНТИ 14.35.07

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В СПБГУТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. А. Лубяников, Л. А. Малыгина

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

Одним из приоритетных направлений развития образовательной системы Российской Федерации выступает внедрение моделей непрерывного образования. Дистанционные образовательные технологии – наиболее перспективная форма, позволяющая построить подобную модель. Внедрение в образовательный процесс электронного обучения и дистанционных образовательных технологий дало развитие образовательной деятельности и создало дополнительную привлекательность заочной форме обучения,

а также позволило более качественно подходить к подготовке кадров для цифровой экономики.

система дистанционного обучения, смешанное обучение, удаленная подготовка студентов, дистанционная фаза обучения, комплект учебно-методических материалов.

В Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) создана и успешно используется электронная информационно-образовательная среда, в ее состав входят три портала, имеющих полнофункциональную мобильную версию:

– sdo.sut.ru – портал для студентов заочной формы обучения (ЗФО) и курсов повышения квалификации Института непрерывного образования СПб ГУТ;

– lms.sut.ru – портал для студентов дневной формы обучения;

– sdo.sufkt.ru – портал для студентов среднего профессионального обучения.

В статье пойдет речь о системе подготовки специалистов с использованием дистанционных образовательных технологий, а конкретно о портале, созданном для обучения студентов заочной формы Института непрерывного образования (ИНО) СПбГУТ. Современные технологии и нормативно-правовая база позволяют применить в учебном процессе электронное обучение и дистанционные образовательные технологии [1, 2], изменяя традиционный поход к обучению. Процесс перехода от «классического» заочного обучения к новому виду потребовал большой методической и организационной работы.

Среда дистанционной подготовки обучения позволила реализовать удаленную подготовку студентов, создать дополнительную мотивацию к обучению, обеспечить учет, контроль и планирование обучения, а также обеспечить доступ к библиотеке учебных и методических материалов в электронном виде. Были сформулированы требования и задачи по применению ДОТ и электронного обучения для студентов, обучающихся по заочной форме обучения и преподавателей.

За основу совершенствования учебного процесса по обучению студентов ИНО были приняты следующие изменения:

1. Использование при обучении студентов заочной формы технологию смешанного обучения (англ. *blending learning*) [4].

Особенностью технологии является методический подход, при котором дистанционные обучающие технологии не заменяют классическую систему заочного обучения, а лишь дополняют ее, сочетая в себе контактную работу с преподавателем и электронное обучение.

Мы придерживаемся основного принципа смешанного обучения – последовательности в преподавании. Учебный процесс организован так,

что сначала студент самостоятельно изучает материал, затем получает теоретические знания от преподавателя на лекции в аудитории и только потом применяет их на практических занятиях. За счет доступности материалов студент всегда может зайти в систему дистанционного обучения и приступить к новому разделу или вернуться к пройденному.

Во многом этот принцип пересекается с моделью «перевернутого класса» [4].

2. Проведение оптимизации рабочих планов, с учетом специфики применения ДОТ.

Для перехода к смешанному обучению была проведена переработка и оптимизация учебных графиков и планов по всем направлениям обучения студентов заочной формы.

3. В целях полноценного контроля качества обучения и эффективности применения системы, проводится промежуточная и итоговая аттестация в традиционной форме.

4. Организован непрерывный учебный процесс, используя сопровождение каждого студента специалистом по учебно-методической работе.

5. Применяются графики обучения с жестко установленными сроками освоения материала и текущей аттестации.

Студенты изучают материалы по дисциплинам учебного плана в строгом соответствии с расписанием, которое составляется на семестр для каждой группы и размещается в системе дистанционного обучения. Такая жесткая привязка студента к расписанию позволяет соблюдать логический порядок изучения дисциплин, связанных между собой. Данный процесс является способом мотивации студента к регулярному и полному освоению образовательной программы.

6. Для технического обеспечения СДО использовать открытую систему LMS “Moodle” [3].

Классическая модель заочного обучения получила дополнительную фазу – дистанционную (систему подготовки с использованием ДОТ). В соответствии с графиком учебного процесса, между сессиями, происходит самостоятельная работа студента в СДО. Индикаторами этой работы являются успешно пройденные тренировочные и контрольные тесты, высланные на проверку задания, работа в форумах и т. д. Учебный год для студента представляет собой последовательный, непрерывный учебный процесс под руководством специалиста по учебно-методической работе, который сопровождает процесс обучения студента совместно с преподавателями. У преподавателя появляются новые функции по обучению студентов в системе дистанционного обучения. В связи с переводом в дистанционный формат появляется постоянное взаимодействие студента и преподавателя посредством прямых и обратных связей.

В период дистанционной фазы обучения основными функциями преподавателя в системе дистанционного обучения являются:

– Тестирование – отслеживание своевременности прохождения тестов, при необходимости, выделение дополнительного времени для их прохождения и переоценка попыток.

– Обратная связь, осуществляемая с помощью электронной почты, работы на форумах и системы внутренних сообщений. Студент всегда может задать вопрос преподавателю и оперативно получить ответ или обсудить вопрос в чате с однокурсниками.

– Проведение семинарских занятий, которые проводятся с помощью форума или специализированного блока.

– Проверка контрольных, курсовых, лабораторных работ и т. д. с помощью специального модуля.

В СПб ГУТ много лет проводится огромная работа по созданию и поддержанию в актуальном состоянии дистанционных учебных курсов. Реализованы процессы сбора, обработки, накопления, хранения, распределения и передачи учебно-методических материалов и информации между преподавателями, специалистами по учебно-методической работе и студентами.

Результат этой работы стал особо актуальным при переводе в дистанционный формат учебных занятий студентов очно-заочной и заочной форм обучения, в условиях предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19.

Для системы дистанционного обучения СПб ГУТ созданы дистанционные учебные курсы, сформированные на основе комплекта учебно-методических материалов, в состав которого входят:

1. Рабочая программа.

Утвержденная рабочая программа является основным документом, в соответствии с которым ведется разработка курса. Готовый курс полностью соответствует рабочей программе дисциплины.

2. Рекомендации по изучению дисциплины.

Содержат общие сведения о дисциплине.

3. Правила курса.

В них отражаются особенности изучения дисциплины по предложенному материалу и описание требований по допуску студента к промежуточной аттестации.

4. Балльно-рейтинговая система (БРС).

Описывает принципы и критерии оценки деятельности студентов в системе.

Балльно-рейтинговая система является элементом мотивации студента к обучению. В соответствии с БРС каждое контрольное мероприятие оценивается в баллах. Для получения оценки за дисциплину или для допуска к экзамену необходимо набрать определенное количество баллов. Максимально

возможное количество баллов за дисциплину – 100, установлено минимальное проходное значение – 55–60 баллов.

5. Календарный план изучения дисциплины (временной график).

6. Библиографический список.

Содержит список обязательных и дополнительных материалов для самостоятельного изучения.

7. Глоссарий, список сокращений и аббревиатур.

8. Учебно-методические материалы для обязательных и дополнительных занятий по каждой дисциплине, включая видеолекции.

9. Тесты для самопроверки по каждой теме, включая подготовку к промежуточной аттестации.

10. Практические задания (лабораторные работы, включая виртуальные, контрольные или курсовые работы, практикумы, рефераты, отчеты, расчеты и т. п.), необходимые для самостоятельного или группового выполнения.

11. Итоговый контроль знаний в СДО.

Описание итогового контрольного теста, вопросы к зачету/экзамену.

Идет постоянное совершенствование учебно-методических материалов для создания дистанционных курсов по всем направлениям обучения студентов в ИНО.

Опыт применения системы дистанционного обучения в учебном процессе ИНО СПбГУТ свидетельствует о том, что она позволила обеспечить:

– систематическую, планомерную работу студента по освоению образовательной программы;

– контроль за успешным освоением материалов дисциплины;

– информационное сопровождение студентов в процессе обучения;

– возможность постоянного участия преподавателя в учебном процессе через организованную обратную связь со студентом.

Статистика СДО и результаты опросов студентов показывают, что использование дистанционных обучающих технологий позволило приблизить качество обучения студентов заочной формы к качеству обучения студентов очной. Более 69 % опрошенных студентов, обучающихся в системе, считают, что она помогает им успешнее осваивать материал и улучшить процесс обучения.

Таким образом, созданная система подготовки специалистов в СПбГУТ с элементами ДОТ позволила более качественно подходить к подготовке кадров для цифровой экономики.

Список используемых источников

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

2. Приказ Минобрнауки России от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность,

электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

3. Порядок организации применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ, СПбГУТ, 03.09.2018.

4. Что такое смешанное обучение: принципы и методики эффективного внедрения [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/chto-takoe-smeshannoe-obuchenie> (дата обращения: 08.12.2020).

УДК 13.00.08, 37.013.46
ГРНТИ 14.35.05

ЦЕЛЕВЫЕ ОРИЕНТИРЫ СТУДЕНТОВ ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВУЗА К РАБОТЕ С ЛИЧНЫМ СОСТАВОМ

А. А. Марченков, А. Н. Музыкантов, К. Е. Музыкантова

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

В статье рассмотрены целевые ориентиры подготовки студентов военного учебного центра вуза к работе с личным составом. Автор приходит к выводу, что требования к уровню подготовки выпускников военных учебных центров в области работы с личным составом достаточно высоки. При этом, основным фактором в данном разрезе следует считать необходимый уровень самоорганизации и саморазвития будущего офицера, так как только в этом случае он сможет грамотно и всесторонне организовать работу с личным составом, развивая в подчиненных навыки, необходимые для успешного несения военной службы.

военный учебный центр, подготовка студентов, работа с личным составом.

Военные учебные центры сформированы во исполнение Федерального закона от 3 августа 2018 г. № 309-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования военной подготовки студентов федеральных государственных образовательных организаций высшего образования» путем объединения ранее действовавших учебных военных центров и военных кафедр. Осуществляют свою деятельность в рамках Положения об военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 3 июля 2020 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», и приказа Министра обороны Российской Федерации и Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 февраля 2020 г. № 66/212 «Об установлении Порядка замещения должностей работников военного учебного центра при федеральной государственной образовательной организации высшего образования, Перечня отчетных документов, а также документов, которые разрабатываются и ведутся в военном учебном центре при федеральной государственной образовательной организации высшего образования, документов по планированию, организации проведения образовательной деятельности, учету граждан, проходящих военную подготовку, учету и обслуживанию военной техники, Порядка контроля образовательной деятельности военных учебных центров при федеральной государственной образовательной организации высшего образования и проведения военной подготовки» в России на настоящий момент функционирует 96 военных учебных центра, в которых осуществляется подготовка свыше 60 тыс. студентов по 265 военно-учетным специальностям. Цель данной формы обучения – малозатратная подготовка кадровых офицеров в условиях гражданского вуза. Основными задачами военных учебных центров являются реализация программ военной подготовки, а также участие в проведении воспитательной работы среди граждан и работы по военно-профессиональной ориентации молодежи. Военная подготовка проводится по конкретным военно-учетным специальностям в соответствии с программами военной подготовки [1].

Военную подготовку осуществляет профессорско-преподавательский состав вуза и офицеры военного учебного центра, кроме того, высокое качество подготовки обеспечивается наличием современной материальной базы образовательной организации, что дает возможность выпускникам освоить наиболее востребованные, наукоемкие военно-учетные специальности.

На базе гражданского вуза реализуются государственные стандарты в рамках подготовки специалистов по специальностям, смежным с военно-учетным, что обуславливает соответствие гражданских специальностей студентов военно-учетным специальностям Вооруженных Сил Российской Федерации.

Одно из основных направлений работы будущих выпускников военных учебных центров – это работа с личным составом. Данное направление деятельности является чрезвычайно важным, поскольку предполагает формирование у личного состава чувства патриотизма, осознанного отношения к выполнению воинского долга, приказов командования, а также развитие у личного состава чувства личной ответственности за выполнение воин-

ского долга, за личную подготовку, боевую готовность, повышение мотивации профессионального мастерства военнослужащих и пр. В этой связи командирские качества выпускника военного учебного центра должны быть соответствующими: он должен уметь управлять подразделением, владеть технологическими приемами, позволяющими решать служебно-профессиональные задачи.

С учетом вышесказанного, будущему выпускнику военного учебного центра необходимо овладеть профессиональными знаниями в области истории военного искусства, а также подробно ознакомиться с военным опытом предыдущих поколений, поскольку традиции прошлого представляют собой основу успешного педагогического воздействия на личный состав и служат эффективному формированию у военнослужащих необходимых для несения службы морально волевых, психологических и боевых качеств, которые важны и в мирное, и в военное время.

Подготовка специалистов на базе военных учебных центров имеет свои особенности. Во-первых, сам процесс подготовки выступает как социально-образовательный, преследующий цель качественной подготовки будущих высоко квалифицированных кадровых военных. Во-вторых, образовательный процесс, который призван подготовить к будущей профессиональной деятельности вышеозначенные кадры, имеет определенную специфику. Как отмечает автор Золотовская Л. А., «данный педагогический процесс имеет свои особенности с позиции:

- теоретико-методической основательности;
- единства индивидуальной и коллективной подготовки офицерского состава;
- гибкости управления обучением;
- усиления мотивированности, эмоциональности и компактности обучения;
- исследовательского характера самостоятельной работы студентов;
- оснащенность техническими средствами» [4].

Проходя обучение в военных учебных центрах, студенты получают всестороннее и качественное образование в рамках выбранной специальности с учетом возможности применения полученных профессиональных навыков во время контрактной службы. В процесс обучения профессорско-преподавательский состав ставит перед собой цель вооружить студентов системой научных знаний, а также сформировать у них практические навыки и умения и психологически подготовить их к будущей профессиональной деятельности.

Одним из важных аспектов организации обучения студентов в военных учебных центрах выступает наличие педагогического аспекта. Это означает, что педагогическая направленность должна присутствовать при осуществ-

лении студентами научно-исследовательской деятельности, решении организационных вопросов, участии в воспитательных мероприятиях и пр. Педагогическая обоснованность, таким образом, должна присутствовать на всех этапах учебного процесса, организованного в военных учебных центрах.

Педагогический процесс в военном учебном центре включает совокупность подходов, таких как системно-структурный, компетентностный, личностный и социально-деятельностный подходы. Именно на основе указанных подходов имеется возможность комплексно решить задачи развития педагогических компетенций будущих выпускников.

Вышеназванные подходы позволяют с успехом решать задачи дидактического и воспитательного характера, а также оптимизировать сам образовательно-воспитательный процесс в военном учебном центре.

В рамках компетентностного подхода происходит развитие профессиональных и педагогических компетенций будущих офицеров. Личностный подход предусматривает формирование профессиональной личности будущего офицера, цель которого – осуществлять воспитание личного состава с учетом требований, предъявляемых к данному процессу. При этом, для реализации личностного подхода необходимо создать определенные условия, в которых саморазвитие и самообразование студенты военных учебных центров будут осуществлять сознательно и регулярно.

В отличие от двух предыдущих подходов социально-деятельностный подход преимущественно имеет практическую направленность и предусматривает активные действия студентов в рамках включения их в профессиональную социально ориентированную деятельность, которая предполагает «продвижение личности от объекта к субъекту военно-социальной и воспитательной работы в процессе обучения в военном учебном центре» [2]. Именно в рамках данного подхода интегрированию подвергаются учебная, научно-исследовательская и военно-профессиональная подготовка, что в совокупности позволяет впоследствии успешно реализовать полученные знания на практике, доказав профессиональную компетентность. Особенно ярко это проявляется при работе выпускника военного учебного центра с личным составом.

Для того, чтобы работа с личным составом была целенаправленной и успешной, она должна опираться на мотивированную и целенаправленную профессиональную деятельность. В этой связи Золотовской Л. А. предложена концепция профессиональной подготовки офицеров по работе с личным составом [3]. Структура концепции представлена на рис.

В основе указанной концепции лежат требования, которые предъявляются к выпускникам военных учебных центров. Указанные требования сложились под влиянием традиций в рамках обучения в военных вузах.



Рис. Концепция профессиональной подготовки офицеров по работе с личным составом

К профессиональной подготовке выпускника военного учебного центра в рамках работы с личным составом предъявляется несколько групп требований. К первой группе следует отнести потребности в рамках организуемой офицерами воспитательной работы с личным составом. Сюда включается знание нормативных основ воинской службы, уставов, а также локальных и руководящих документов. Также сюда включаются основы военной педагогики и психологии, теория и практика военно-социальной работы, конфликтология и пр.

Во вторую группу включается работа, направленная на формирование морального климата в коллективе личного состава, подготовка их к ведению боя в современных условиях, обучение основам тактики и умению ориентироваться в боевой обстановке.

Третья группа включает основы социальной работы с личным составом, организацию их досуга и пр.

Четвертая группа включает работу, направленную на самосовершенствование выпускника, его саморазвитие и самоподготовку, в рамках которой он сможет осуществлять успешную работу с личным составом, формировать у своих подчиненных необходимые морально-личностные качества, патриотизм и пр.

В пятую группу следует включить работу по саморазвитию личности выпускника военного учебного центра, формирование волевых и лидерских качеств, ораторских навыков и пр. [4].

Кроме того, по мысли Золотовской Л.А, концепция подготовки выпускников военных центров вузов к работе с личным составом «должна быть основана на стратегии активизации. Она включает:

- активизацию боевой подготовки;

- активизацию учебной подготовки;
- активизацию технологической подготовки;
- активизацию психологической подготовки» [3].

Каждое направление деятельности выпускника военного учебного центра можно оценить, исходя из уровня сформированности его профессиональных компетенций. При этом, последующая эффективность деятельности с личным составом также определяется уровнем развития указанных компетенций.

Кроме того, одним из направлений педагогической работы с личным составом у будущих выпускников военных учебных центров должно стать развитие коммуникационных навыков. В процессе организации работы с личным составом коммуникативное развитие представляет собой важнейшую часть работы, подразумевающей развитие следующих умений:

- а) со стороны офицера, командира:
 - построение отношений с подчиненными для успешного коммуникационного обмен;
 - грамотная постановка учебных и служебных задач;
 - комфортный психологический климат и конструктивное общение с подчиненными, как при решении теоретических задач, так и при выполнении практической работы;
- б) со стороны военнослужащих, подчинённых:
 - быстрое восприятие команд и соответствующая реакция на них, построение грамотных взаимоотношений с командованием;
 - построение доверительных отношений с населением в процессе выполнение служебных задач, избегание конфликтов.

Очень важным в рамках реализации коммуникативной компетенции выпускников военных учебных центров имеют умения самоорганизации, касающиеся возможности планировать свои действия и действия подчиненных, обдумывать собственные решения и брать на себя ответственность как за свои проступки, так и за проступки подчиненных.

Таким образом, можно заключить, что требования к уровню подготовки выпускников военных учебных центров в области работы с личным составом достаточно высоки. При этом, основным фактором в данном разрезе следует считать необходимый уровень самоорганизации и саморазвития будущего офицера, так как только в этом случае он сможет грамотно и всесторонне организовать работу с личным составом, развивая в подчиненных навыки, необходимые для успешного несения военной службы.

Список используемых источников

1. Горемыкин В. П. Информационный сборник военные учебные центры при федеральных государственных организациях высшего образования. М., 2020 С. 7.
2. Калинина И. А. Методика комплексной оценки психологической готовности к профессиональной деятельности // Вестник ТГУ. Томск, 2007. №9 (53). С. 73–75.

3. Золотовская Л. А. Профессиональная подготовка офицерских кадров в условиях современного военного вуза: теория, методология, практика : монография. Балашиха, 2014.

4. Маркелова Т. В. Разработка критериев, показателей и уровней оценки психологической готовности офицеров запаса к военно-профессиональной деятельности // Казанский педагогический журнал. 2007. № 4 С. 3–9.

Статья представлена доцентом кафедры защищенных систем связи СПбГУТ, кандидатом педагогических наук И. Г. Штеренбергом.

УДК 377
ГРНТИ 14.33.07

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ ПЕРВОКУРСНИКОВ КОЛЛЕДЖА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Е. А. Марченкова

Смоленский государственный университет

Данная статья затрагивает актуальный на сегодняшний день для педагогики вопрос формирования информационного поведения студентов, обучающихся в колледже телекоммуникационной направленности.

информационное поведение, информационная среда, студент, колледж телекоммуникационной направленности.

Развитие цивилизации в XXI веке характеризуется мощным прорывом в информационной среде и быстрым развитием процессов информатизации и компьютеризации в обществе.

В условиях непрерывно возрастающих возможностей реального доступа к информации, накопленной с помощью глобальных систем телекоммуникации, для современного студента становится важным самостоятельно проводить поиск необходимой ему информации при осуществлении очного и дистанционного обучения, особенно в сложных условиях пандемии коронавируса. Проблема формирования и развития информационного поведения у студентов в этих условиях приобретает особое значение.

В исследованиях С. И. Новикова отмечается, что «информационное поведение отражается в умении ориентироваться в информационном пространстве, в навыках владения информационными технологиями, в умении

адекватно оценивать и продуктивно использовать полученную информацию; соблюдать моральные нормы и принципы при взаимодействии с технически обеспеченным информационным сообществом, культуры сетевого общения и сетевого этикета; знание и соблюдение правил информационной безопасности» [1, с. 1]. Однако, как считает данный автор, «перспективные качества не всегда формируются посредством социализации личности, чаще социализация формирует неправильное информационное поведение» [1, с. 2]. Именно поэтому нами, в условиях колледжа, повседневно проводится просветительская и воспитательная работа на всех курсах по данному вопросу. При этом особое внимание уделяется студентам первого курса.

Как подчеркивает Ю. Н. Дрешер, «информационное поведение – это совокупность усилий, действий человека для получения и усвоения, использования и создания нового знания, его передачи и распространения в обществе» [2, с. 14]. А. Ю. Тимовчак-Максимец, А. М. Пелешин информационное поведение представляют, как цель информационной коммуникации [3]. Исследователи М. Х. Хайбулаев и С. Х. Исламова отмечают, что информационное поведение является отражением информационной культуры личности [4]. А информационную культуру, по мнению Е. В. Кулаковой необходимо рассматривать как «компьютерную этику» [5].

Таким образом, информационное поведение – это совокупность действий личности в информационном пространстве с соблюдением правовых и этических норм. Данным определением мы и будем пользоваться.

Для профессионального образования очень важным является электронно-техническое обеспечение как общеобразовательных, так и специальных дисциплин, которые обеспечивают формирование общих и профессиональных компетенций у студентов. Поэтому нами было проведено исследование в колледже, которое было нацелено на изучение вопроса о формировании информационного поведения студентов первого курса.

В качестве первоочередной задачи исследования являлся анализ состояния образовательной среды колледжа, а также определение уровня развития информационного поведения студента.

Для определения уровня состояния образовательной среды мы использовали комплексную оценку. Такой способ оценки информативен, поскольку позволяет описать наиболее проблемные и развитые направления информационной культуры личности.

В соответствии с разработанным планом исследования был осуществлен подбор методик, направленных на изучение информационной среды колледжа. В анализе нами отмечено, что в колледже активно используются интернет-мессенджеры, облачные хранилища, личные кабинеты, электронные и бумажные книги из библиотечного фонда и электронно-образователь-

ной среды, а также специальные отдельные блоки информации для некоторых специализаций на облачных сервисах: Google, Яндекс, MAIL, Dropbox, OneDrive, iCloud и др. Так, через личные кабинеты отправляются и принимаются задания и практические работы, сообщения студентам, преподавателям и кураторам, осуществляется поиск электронно-информационных образовательных средств: учебных планов, рабочих программ дисциплин (модулей), практик и учебно-методических материалов; изданий электронных библиотечных систем и электронных образовательных ресурсов: электронно-библиотечной системы СПбГУТ, электронно-библиотечной системы IPR-books, электронно-библиотечной системы «Лань», электронно-библиотечной системы iBooks, электронно-библиотечной системы «Юрайт» для СПбКТ, электронно-библиотечной системы Znanium для СПбКТ, электронно-библиотечной системы book.ru для СПбГУТ и СПбКТ, электронной библиотеки Polpred и инструкции по работе с сайтом библиотеки СПбГУТ, ЭБС. Однако во время дистанционного обучения студенты колледжа, пришедшие как после 9-го, так и 11-го классов, активно использовали при поиске новой информации только три электронно-библиотечные системы: IPR-books, iBooks и «Юрайт». Нами отмечается, что учащиеся, пришедшие после 9-го класса, обрабатывают информацию быстро и кратко, выделяя самые основные моменты. Они присылали обработанную информацию через ВК, e-mail, WhatsApp, Viber, личный кабинет или помещали ссылки в облачное хранилище в специально организованные таблицы в Google Drive. А студенты, пришедшие после 11-го класса, к обработке информации подходят с большей ответственностью и досконально, качественно выполняют данные работы и присылают их только через личный кабинет или почту.

Во время пандемии, так как необходимо было отправлять информацию большого объема, студенты активно начали использовать облачные хранилища. В связи с этим было принято решение о размещении нужной информации для обучающихся в облаке. И в нашу работу был включен Google Drive.

Во время исследования были проанализированы темы, включенные в рабочую программу по информатике для первого курса, потому что именно в ходе изучения данной дисциплины закладываются фундаментальные знания, которые студент использует на протяжении последующих лет обучения в колледже. В 2020–2021 учебном году, при увеличении часов по данной дисциплине, нами были добавлены темы, связанные с формированием информационного поведения студента, такие как технические и программные средства реализации информационных процессов; библиотеки, их деятельность и справочно-библиографический аппарат; поиск, сбор и обработка информации при помощи традиционного справочно-библиографического аппарата библиотеки; оформление научных работ и др.

Нами было проведено анкетирование пришедших после 9-го и 11-го классов студентов первого курса направления подготовки «Программирование компьютерных систем» с целью исследования их информационного поведения. В основу анкеты были положены научные исследования Т. П. Лютиковой [6, с. 147].

Первый блок позволил выявить знания основных понятий поисково-информационной деятельности, умений и навыков работы с компьютером, а также с текстами на электронных и бумажных носителях. К примеру, респонденты отвечали на вопросы: Имеете ли Вы дома персональный компьютер; Сколько времени в неделю Вы проводите за компьютером; Какими справочно-поисковыми средствами Вы пользуетесь; сколько времени вы работаете за компьютером.

После обработки 40 и 20 анкет студентов первого курса, поступивших соответственно после 9-го (1-я группа) и 11-го классов (2-я группа), нами было выявлено, что у 98 % (1-я группа) и 90 % (2-я группа) студентов есть дома компьютер, из них 100 % имеют доступ к сети Интернет. 100 % (1-я группа) и 95 % (2-я группа) используют компьютер для подготовки к экзаменам, а также для изучения дополнительного материала, написания докладов и рефератов. За компьютером стараются работать не больше двух часов в день – 60 % (1-я группа) и 45 % (2-я группа), 25 % и 5 % – менее часа и 15 % и 50 % – от двух до пяти часов. Но при этом они не забывают про библиотеку. 65 % и 30 % часто посещают библиотеку, 35 % и 70 % – нечасто. Чаще всего студенты приходят в библиотеку за учебной литературой – 60 %, художественной – 10 %, научно-популярной – 30 %. 80 % студентов пользуются электронными библиотеками.

При анализе деятельности поступивших после 9-го и 11-го классов студентов можно отметить, что обучающиеся 2-й группы, внимательнее читали и выполняли практические работы, чем обучающиеся 1-й группы. В ходе дистанционного обучения студенты 2-й группы в тишине выполняют самостоятельное задание, активно участвуют в дебатах, при обсуждении важных тем быстро ориентируются в новом материале, однако при конспектировании материала они приступают к конспекту, выделению основной мысли текста только после прочтения нового материала полностью. Оперативно повторяют материал перед письменной работой. Они более ответственно готовятся к письменным работам, чем обучающиеся 1-й группы. Однако студенты этой группы охотнее обрабатывают информацию, когда им необходимо дополнительно составить презентацию, графы или видеоматериал.

Все эти аспекты нами учитываются при формировании информационного поведения студента в ходе дистанционного обучения. Но, несмотря на знание технического аспекта информатизации и владение навыками ком-

пьютерной грамотности, учащиеся не обладают достаточным уровнем информационной культуры и информационного поведения, испытывают дефицит знаний об источниках информации и умений работать с ними.

Во время дистанционного обучения мы напоминали студентам об их действиях в информационном пространстве с соблюдением правовых и этических норм при общении не только с преподавателем, но и во время переписки между собой. Нами была составлена небольшая памятка о соблюдении этических норм поведения во время дистанционного обучения, разработаны правила, которые должны соблюдаться на протяжении всех этапов проведения дистанционного занятия (до онлайн-встречи, во время неё и после): проверить свою готовность к занятию, технику, подключаться к конференции за несколько минут до начала; не опаздывать, если опаздываешь, то предупредить старосту и преподавателя, на время занятия звук телефона и других устройств, которые могут создать помехи, выключать, следить за регламентом выделенного времени на каждое задание при выступлении и работе с материалом, следить за артикуляцией во время показа экрана и уважительно относиться друг к другу. Всё это направлено на то, чтобы научить студентов первого курса работать с информацией, приблизить обучение к конкретным информационным проблемам пользователей, а также создавать условия для саморазвития и самосовершенствования. При этом учитываются формирование информационно-культурологического тезауруса личности, который нужен для понимания информационных явлений в обществе; знакомство со способами, методами, приемами поисковой работы в информационном пространстве Интернета и в библиотеке; формирование самостоятельного ведения поиска информации и систематизации данных в соответствии с задачами учебного процесса колледжа, помощь в моделировании собственного информационного поведения студента с соблюдением этических и правовых норм и развитие культуры сетевого общения. Данный процесс формируется как целостное явление с интенсивной двусторонней взаимосвязью.

Во время дистанционного обучения студенты научились обрабатывать, находить и оформлять информацию разного объема, выделять основные моменты при конспектировании, создавать видеоматериалы, строить графы, организовывать работу в группах при создании проекта. Они осознанно стали соблюдать в информационном пространстве правила и этикет общения не только с преподавателями, но и во время переписки между собой, начали уважительно относиться к чужому труду и времени.

Таким образом, формирование информационного поведения первокурсников – это совокупность их действий в определенном информационном пространстве с соблюдением правовых и этических норм. Несмотря на то, что информационное пространство «неподконтрольно», его необходимо формировать через электронно-информационную образовательную

среду, в которой активно, последовательно и осознанно взаимодействуют все субъекты образовательного процесса.

Список используемых источников

1. Новиков С. И. Формирование информационного поведения у студентов // Проблемы науки. 2015. № 1. С. 81–85.
2. Дрешер Ю. Н., Атланова Т. А. Изучение информационных потребностей и информационного поведения специалистов в структуре деятельности по обеспечению комфортной информационной среды // Научные и технические библиотеки: Ежемесячный сборник по вопросам теории и практики библиотечного дела. 2005. № 11. С. 14.
3. Тимовчак-Максимец А. Ю., Пелешишин А. М. Аналіз комунікативної взаємодії на веб-форумах: інформаційна поведінка та учасники [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/10827/1/36.pdf>
4. Хайбулаев М. Х., Исламова С. Х. Структура и компоненты информационной культуры школьника // Издания ДГПУ. 2015. № 2 (31). С. 68–73.
5. Кулакова Е. В. Информационное поведение специалистов: сущность и пути изучения : дис. ... канд. пед. наук : 05.25.03. СПбГУКИ, 2000. 301 с.
6. Лютикова Т. П. Развитие информационной культуры личности в образовательном процессе вуза : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01. Ставрополь, 2006. 174 с.

Статья представлена заведующим кафедрой педагогики и психологии Смоленского госуниверситета, доктором педагогических наук, профессором Н. П. Сенченковым.

УДК 004.82
ГРНТИ 14.85

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ

Н. С. Мошкина, Г. Н. Смородин

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

Приведены результаты исследования влияния искусственного интеллекта на процесс познания, в частности на овладение образовательными программами высшего образования. Рассмотрены примеры программных решений, обладающих функциями искусственного интеллекта и позволяющих контролировать процесс познания и формировать индивидуальную образовательную траекторию развития, в том числе формировать траекторию восполнения утраченных знаний, навыков и владений в процессе временного неиспользования последних в профессиональной деятельности. Определены тенденции использования элементов искусственного интеллекта в образовательной практике.

качество образования, искусственный интеллект, новые образовательные технологии.

В наше время уровень образования определяет не только интеллектуальный, духовный, культурный облик страны, но и в значительной степени определяет стиль социального общения [1].

Понятие качества образования

Качество образования – востребованность полученных знаний в конкретных условиях их применения для достижения конкретной цели и повышения качества жизни. Качество знаний определяется их фундаментальностью, глубиной и востребованностью в работе после окончания обучения.

Параметры качества образования можно рассматривать через призму образовательных программ, отражающих соответствующие стандарты [2]. При проведении анализа качества образования следует учитывать такие составляющие процесса формирования компетенций как особенности носителя и получателя знаний, эффективность процесса их передачи и использование современных методов обучения. Непосредственно сами знания можно анализировать на соответствие новизне, фундаментальности, актуальности, возможности практического использования в рамках сформулированной цели обучения.

Следует выделить особую роль профессионалов – носителей знаний, поскольку они в значительной степени определяют все основные характеристики образовательного процесса.

Компетенции, в отличие от знаний, учитывают не только теоретическую составляющую, но и непосредственно потенциал нового носителя знаний касательно их непосредственного либо опосредованного применения в практической деятельности с учетом индивидуальных личностных качеств. При этом, на этапе контроля, если раньше все заканчивалось проверкой знаний, то теперь необходимо также демонстрировать и объективно оценивать способность практического применения знаний. Существует множество методов контроля качества знаний студентов, в основном связанных с освоением программного материала.

Одной из основных технологий оценки, является *технология модульного обучения*. Этот метод состоит в том, что вся программа обучения состоит из множества логических модулей, осваивая которые студент набирает определённое количество баллов. В основе метода лежит овладение знаниями самостоятельным путем, при контроле преподавателя и мотивации к обучению. Такой подход позволяет использовать индивидуальный темп освоения материала каждого студента. Технология модельного обучения позволяет при ее внедрении проводить контроль самостоятельного получения знаний студентом и повышает объективную оценку качества учебной работы студентов с преподавателями.

При оценивании знаний в краткосрочный период наиболее востребована *кейс-технология*. Она направлена не столько на полное освоение знаний, сколько на формирование новых умений и качеств на основе обучения анализу ситуации. Используя данную технологию каждый студент путем логических рассуждений самостоятельно находит решение поставленной задачи.

Существует также *технология портфолио*, которая заключается в самостоятельном оценивании студентом себя на основе личностных достижений, таких как участие в олимпиадах, квестах, различных конкурсах.

Можно выделить в качестве самостоятельной технологии организации обучения также и *игровую форму*. В основе данной формы лежит коллективная работа. Для улучшения взаимодействия с коллективом, раздаются групповые задания, в которых каждый человек должен себя проявить, научиться слушать партнёров, образующих одну команду и отстаивать свою точку зрения.

Часто реализуют *технология развивающейся кооперации*, в которой необходимо собраться в команду для решения поставленной проблемы или задачи. Как и в предыдущей технологии, здесь идет формирование не только индивидуального проявления студента, а его умение вести и проявлять себя в коллективе. Так как поставленная задача требует различных взглядов и точек взаимодействия с ней, где просто необходимо распределение ролей в коллективе. Все это достигается путем постановки общей групповой цели и проведения групповой работы для ее достижения.

Наиболее используемые виды оценки качества учебного процесса в высших учебных заведениях, это три вида государственных аттестаций, такие как текущая, промежуточная и итоговая. На сегодняшний день, именно они являются показателями усвоения материала студентами, оценивая мотивацию, качество и объем знаний, полученных у студентов. Они также могут быть использованы в неизменном или в несколько модифицированном виде и для оценки качества образовательного процесса при использовании новых образовательных подходов и технологий.

Дополнительные составляющие качества образовательного процесса

При оценке качества учебного процесса следует учитывать наличие в учебном заведении [3]:

- программы повышения квалификации профессорско-преподавательского персонала,
- актуализированной нормативно-правовой документации,
- системы контроля качества учебного процесса,
- списка индивидуальных образовательных траекторий и их доступность для выбора,

- подтвержденных практикой научно-обоснованных методик передачи знаний,
- опыт использования современных подходов к построению образовательных траекторий.

Использование данных составляющих качества образовательного процесса предполагает создание специальных условий для их реализации и оценки эффективности, в том числе:

- оптимизацию активности обучающихся при проведении и оценке учебной, психологической и физической составляющих учебного процесса;
- обеспечение и поддержку как дифференциации, так и индивидуализации процессов;
- использование нравственного потенциала искусства как средства духовного развития личности, в том числе и в технологических вузах;
- усиление роли дисциплин, обеспечивающих социализацию учащихся;
- развитие полноценного дистанционного образования на основе активного использования онлайн ресурсов (учебных курсов, программ контроля, самостоятельных заданий);
- использование инновационных технологий в том числе на основе искусственного интеллекта (рассматриваются в следующем разделе статьи).

Факторы воздействия, основанные на технологиях искусственного интеллекта

Проникновение современных подходов и методик обучения основанных на технологиях искусственного интеллекта требует значительного изменения традиционного представления о характере учебного процесса, его четкого разделения на теоретическую (лекционная нагрузка) и технологическую (практические занятия и лабораторные работы) составляющих.

На основании ряда исследований, искусственный интеллект (ИИ) – уже является основой современного онлайн-образования и, возможно, основой аудиторного образования в ближайшем будущем. В качестве причин такого положения дел можно назвать [4]:

- удобство проведения учебного процесса как со стороны преподавателя, так и студента,
- повышение эффективности учебного процесса за счет уменьшения или устранения рутинной, механической составляющей.

Действительно, ряд университетов создают онлайн-школы на основе ИИ и активно используют их возможности для реализации образовательных программ создают и используют программы. Так, в школе английского языка SkyEng искусственный интеллект выступает в роли полноценного участника образовательного процесса. ИИ обеспечивает полноценное адап-

тивное и персонализированное обучение и контроль знаний в режиме реального времени. Анализируется не только каждое занятие, но и траектория формирования компетенций и активность преподавателя. В зависимости от поставленных целей и полученных результатов производится индивидуальная коррекция процесса.

Технологии ИИ повышают возможности использования геймификации, что повышает вовлеченность обучающегося за счет внедрения игровых элементов в теоретическую и практическую составляющие обучения. Особая роль при выполнении лабораторных работ принадлежит тренажерам, позволяющим имитировать реальные рабочие и бизнес процессы и повышает объективность оценки действий студента.

Здесь можно выделить приложение для изучения иностранных языков Lingualeo. Где изучение языка проходит при реализации множества сценариев, смена которых определяется достигнутыми результатами обучающегося.

Выводы

1. Современные технологии обучения все активнее проникают в структуру образовательного процесса и оказывают все возрастающее воздействие на классические формы обучения

2. Использование искусственного интеллекта в области образования в основном наблюдается на фазе выбора образовательных программ, формирования индивидуальной образовательной траектории, построения учебного графика за пределами классических образовательных учреждений, в форме открытых онлайн университетов, программ и отдельных учебных курсов.

3. Система классического образования обладает значительной инерцией, однако взаимодействие с заочными (дистанционными) обучающимися повсеместно строится на основе выбранной системы дистанционного обучения, возможности которой, как правило, сводятся к наличию конспектов учебных модулей и простой системе тестирования знаний на основе текстовых вопросов с ограниченным выбором вариантов ответов.

4. В целом, по мере обновления преподавательского состава и необходимости повышения имиджа учебного заведения можно ожидать более интенсивного воздействия решений на основе искусственного интеллекта на процесс взаимодействия преподавателей и обучающихся в том числе и непосредственно на учебных процесс.

Список используемых источников

1. Иванова С. В., Иванов О. Б. Перспективы развития образования в условиях четвертой промышленной революции // ЭТАП. 2019. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/>

article/n/perspektivy-razvitiya-obrazovaniya-v-usloviyah-chetvertoy-promyshlennoy-revolutsii (дата обращения 21.02.2021).

2. Гречко М. В. Когнитивное моделирование как инструмент адаптивного управления качеством образования // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. № 4 (349). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnoe-modelirovanie-kak-instrument-adaptivnogo-upravleniya-kachestvom-obrazovaniya> (дата обращения: 21.02.2021).

3. Караваева Е. В., Богословский В. А., Харитонов Д. В. Принципы оценивания уровня освоения компетенций по образовательным программам ВПО в соответствии с требованиями ФГОС нового поколения // Вестник Челябинского государственного университета. 2009. № 18 (156) Философия. Социология. Культурология. Вып. 12. С. 155–162.

4. Роль искусственного интеллекта в образовании [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/flood/42578-rol-iskusstvennogo-intellekta-v-obrazovanii/html> (дата обращения 05.03.2021).

УДК 378.14
ГРНТИ 14.35.07

КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

О. Б. Мункуева

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

Когнитивные способности представляют собой различные проявления мыслительной деятельности в процессе обучения (внимание, память, мышление, осмысление и т. п.). В статье обосновывается актуальность развития когнитивных способностей у студентов технического вуза в контексте воспитательной работы. Процесс развития когнитивных способностей рассматривается одновременно как причина и как следствие учебной успеваемости студентов технического вуза.

когнитивные способности, нейронные сети.

Получение высшего образования – это не только определение будущей профессиональной направленности, но и формирование личностных качеств обучающихся в процессе обучения в университете. С точки зрения возрастной психологии, данный период совпадает с периодом ранней зрелости, когда человек обладает одним из «пиков» восприимчивости к внешнему миру, его слуховая и зрительная чувствительность наиболее высока [1]. В этот период происходят основные психологические измене-

ния (определение нравственных и этических норм, проявление самосознания, формирование индивидуальности, личной идентичности и т. д.). Поэтому во время обучения в университете так важно уделять внимание не только развитию профессиональных навыков, но и развитию гуманитарной культуры и социальным навыкам, в том числе, определяющими степень подготовленности обучающихся к дальнейшей профессиональной деятельности.

Как известно, современные образовательные стандарты высшего образования основаны на компетентностном подходе. Суть этого подхода в том, что обучение – это не просто передача знаний от преподавателя к обучающимся, но и формирование у обучающихся определенных компетенций (навыков и умений), способствующих применению полученных знаний на практике. Что и будет в дальнейшем определять эффективность обучения. Очевидно, что для формирования подобных навыков (решения практических задач, принятия решений, обработки и оценки информации) требуется активная познавательная деятельность в процессе обучения.

Для этого обучающиеся должны иметь представление о том, чем они будут заниматься после окончания университета, например, студенты технического вуза должны представлять себя в будущем квалифицированными инженерами. Понимание своих предпочтений и осознание необходимости обучения и самообучения определяют степень развития когнитивных способностей.

Когнитивные способности представляют собой различные проявления мыслительной деятельности обучающегося. Такие, как внимание, память, мышление, осмысление, восприятие, речь, воображение. Другими словами, когнитивные способности – это индивидуальные интеллектуальные возможности, позволяющие поддерживать и развивать способность к обучению, и что наиболее важно, способность к самообучению.

Согласно молекулярно-генетическим исследованиям, минимум 20 % когнитивных способностей и интеллекта имеют наследственный характер [2].

Но уровень образования складывается в процессе деятельности, индивидуального развития когнитивных способностей. Познавательная активность носит личностный характер.

В настоящее время система высшего образования не предполагает возможность учебной успеваемости без способностей к самостоятельному обучению. Более того, доля самостоятельной работы студентов составляет 54–65 % от общего объема учебной трудоемкости. Контактная работа со студентами технического вуза согласно учебным планам, кроме лекций, включает лабораторные работы и практические занятия, представляющие собой наработку навыка применения теоретического материала в решении

практических задач. Выполнение лабораторных работ – это процесс обработки и анализа экспериментальных данных. В этом смысле, данный вид контактной работы это есть самостоятельный творческий процесс, побуждающий к познавательной активности и творческому мышлению.

Обучение в университете предполагает большой объем самостоятельной, аналитической, интеллектуальной работы. А учитывая активное внедрение образовательных технологий в учебный процесс, в частности использование он-лайн обучения, возникает необходимость индивидуально-психологического подхода к обучению, что делает задачи развития когнитивных способностей еще более актуальными.

В случае недостаточного развития когнитивных способностей у студентов могут быть трудности с восприятием лекционного материала, с пониманием, запоминанием и воспроизведением изучаемого материала.

Развитие когнитивных способностей как составляющая воспитания личности, подготовленной к социальной жизни, к дальнейшей профессиональной деятельности является целью высшего образования.

Следует также принять во внимание последние требования к образовательным программам бакалавриата и специалитета, согласно которым с 1 сентября 2021 года примерные образовательные программы бакалавриата и специалитета должны включать примерные рабочие программы воспитания и примерные календарные планы воспитательной работы [3].

Можно сказать, что создание определенной воспитательной среды, поощряющей осмысленные диалоги, обмен точками зрения, идеями, будет способствовать развитию когнитивных способностей.

Среди эффективных приемов и методов формирования когнитивных способностей обучающихся в ходе практических занятий выделяются следующие: реализация диалогов и дискуссий по пройденной тематике; воплощение игр в деловом стиле (моделирования задач); обеспечение деятельности с информационными источниками; применение интерактивных способов закрепления пройденного материала в теории и др.

Технологическим новшеством в формировании интеллектуальной, мыслительной деятельности студентов вуза считается образовательная модель, состоящая из трех фаз: рефлексии, осмысления, вызова. Первой является этап вызова – в качестве цели рассматривается интерес обучающегося, побуждение его на дальнейшую деятельность, а также осознание уже полученной информации либо формировании ассоциации по пройденным вопросам. Второй этап – осмысление (осуществление смысла). Здесь идет речь о непосредственной работе с информативными источниками, благодаря которым сохраняется активность обучающегося. Третий этап – рефлексия (размышление). Данный этап подразумевает анализ информации, ее интерпретацию, творческую обработку [4].

При этом развитие когнитивных способностей со стороны студентов должно быть их осознанной потребностью, выраженной в стремлении к управлению своим личным образовательным процессом. Обучающимся необходимо самостоятельно поддерживать познавательный интерес и внутреннюю самомотивацию. Студенты технического вуза должны понимать, что их образование включает в себя усваивание фундаментальных дисциплин, требующих глубинного понимания природы вещей. Потому, быстро усвоить такие дисциплины невозможно, т. к. мозгу необходимо время на переработку, запоминание информации, на возвращение новых нейронных связей.

Когнитивные способности определяются работой головного мозга. Например, память как когнитивная функция это и запоминание, и способность перерабатывать, извлекать информацию, а объем памяти пропорционален количеству нейронных связей в головном мозге. Недостаточная интеллектуальная работа и отсутствие системного подхода к обучению в течение семестра не позволяют укрепить нейронные связи и взрастить новые, а из-за малого количества нейронных связей возникает недостаток таких нейротрансмиттеров как дофамин, который отвечает и за мотивацию, а недостаток дофамина проявляется в инертности и безразличии.

Если студенты будут представлять процесс обучения не просто как процесс получения знаний, но и как процесс развития полезных навыков, расширяющих возможности для дальнейшего интеллектуального развития, то это будет способствовать дополнительной мотивации.

Образование – это процесс систематического и целевого влияния на физиологическое и духовное развитие обучающихся. Формирование мыслящей личности, способной легко контактировать с людьми, не пренебрегая общечеловеческими нормами нравственности, есть задача образования.

Список используемых источников

1. Ананьев Б.Г. и др. Индивидуальное развитие и константность восприятия. М. : Просвещение, 1968. С. 11.
2. Малых С. Б., Малых А. С., Карунас А. С., Еникеева Р. Ф., Давыдова Ю. Д., Хуснутдинова Э. К. Молекулярно-генетические исследования когнитивных способностей [Электронный ресурс] // Генетика. 2019. Т. 55. № 7. С. 741–754. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38237049>.
3. Федеральная закон РФ от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся».
4. Саркисян Т. Н. Основы формирования и развития когнитивных способностей у студентов // Евразийское научное объединение. 2020. № 11–7. С. 531–534.

Статья предоставлена заведующим кафедрой ТВиМ СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом С. Л. Федоровым.

УДК 004.07
ГРНТИ 50.39.15

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОДУКТ D-LINK ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ИТ

Е. П. Новикова¹, П. В. Ромасевич², Е. В. Смирнова¹

¹ООО «Д-Линк Трейд»

²Волгоградский государственный университет

Статья посвящена описанию образовательного продукта ведущего мирового производителя активного сетевого оборудования компании D-Link, который позволяет выбирать и комбинировать формы реализации обучения в зависимости от целевой аудитории и задач, которые ставит Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

национальная программа, цифровая экономика Российской Федерации, кадры для цифровой экономики, образовательный продукт, D-Link.

Одной из целей Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» является создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной среды высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств, использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями.

Это предполагает развитие инфраструктуры связи для доступа к сети Интернет в том числе в отдаленных и труднодоступных пунктах, что поможет преодолеть цифровое неравенство и обеспечить гражданам доступ к современным цифровым услугам, таким как дистанционное образование, телемедицина и др.

В этой связи подготовка специалистов по проектированию, модернизации и эксплуатации сетевой инфраструктуры имеет принципиальное значение для успешной реализации Национальной программы в целом. Наиболее остро дефицит квалифицированных кадров ощущается на периферии. Только в сельскохозяйственной отрасли нехватка специалистов различных ИТ-компетенций оценивается в 90 тысяч человек [1].

Поэтому неотъемлемой частью Национальной программы является федеральный проект «Кадры для цифровой экономики». В соответствии с этим Правительству РФ поставлена задача по поступательному наращиванию

бюджетных мест ИТ-специальностей в вузах и увеличению данного показателя к 2024 году в 2,5 раза [2].

Текущая ситуация с подготовкой кадров обостряется необходимостью готовить ИТ-специалистов немедленно, поэтому учебные ресурсы, находящиеся в стадии разработки в данном случае не могут быть востребованы.

В этой связи комплексный образовательный продукт компании D-Link востребован в современных условиях цифрового развития Российской Федерации и может быть рекомендован для использования в учебном процессе вузов для подготовки и переподготовки ИТ-кадров по сетевым технологиям в рамках федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» с последующей сертификацией.

Компания D-Link с 1986 года является мировым производителем активного сетевого оборудования и за два десятилетия работы в России создала огромную инсталляционную базу и накопила солидный методический опыт производственного обучения сетевым технологиям ИТ-специалистов в различных сегментах экономики – операторов связи, промышленных предприятий, государственного сектора, малого и среднего бизнеса.

Используя этот уникальный опыт, компания D-Link более 15 лет разрабатывает и обновляет учебные материалы для учебных заведений, посвященные проектированию и эксплуатации инфокоммуникационных сетей, информационной безопасности, программированию встраиваемых систем, ряд которых издан в виде книг с грифом УМО.

Оригинальные учебные материалы доступны на бесплатном портале дистанционного обучения и сертификации D-Link, доступ к которому могут получить все желающие, подключенные к Интернет. Это существенно расширяет возможный охват аудитории обучающихся.

Комплексный образовательный продукт D-Link [3] (рис. 1) сейчас включает:

– Портал дистанционного обучения.

– 8 обучающих курсов:

«Основы сетевых технологий. Часть 1: Основы передачи и коммутации данных в компьютерных сетях».

«Основы сетевых технологий. Часть 2: Основы беспроводных сетей Wi-Fi».

«Основы сетевых технологий. Часть 3: Технологии TCP/IP».

«Технологии коммутации современных сетей Ethernet. Базовый курс D-Link».

«Основы сетевой безопасности. Часть 1. Межсетевые экраны».

«Основы сетевой безопасности. Часть 2. Технологии туннелирования».

«Использование Linux при программировании».

«Введение во встраиваемые системы. Часть 1: использование Linux и микропроцессорные системы».

- Каналы в YouTube и Telegram.
- Страницы в FaceBook и VK.
- Электронную библиотеку.
- Печатные издания обучающих курсов, имеющие гриф УМО.
- Сертификацию специалистов.
- Техническую и методическую поддержку внедрения в учебный процесс.



Рис. Комплексный образовательный продукт D-Link

Каждый курс является самостоятельной образовательной единицей и включает в себя готовые тексты лекций, презентации к ним и методические указания к лабораторным работам.

Состав комплексного образовательного продукта D-Link позволяет выбирать и комбинировать формы обучения в зависимости от поставленных задач:

- смешанное обучение;
- дистанционное обучение;
- очное обучение.

Содержание лекций и лабораторных работ разработано с учётом знания трендов инфокоммуникационной отрасли, использования длительного

опыта компании D-Link по поставкам и технической поддержке оборудования в различных сегментах экономики и сопутствующего обучения специалистов по эксплуатации сетей различного назначения.

Большинство обучающих курсов издано в виде книг. Необходимо отметить, что курс «Основы сетевых технологий. Часть 3. Технологии TCP/IP» отмечен грифом УМО по направлениям подготовки бакалавриата/магистратуры укрупненной группы специальностей и направлений подготовки 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника», и по мнению авторов статьи может быть использован в рамках любого направления подготовки, где предусмотрен объем часов по компьютерным сетям. Курсы «Основы сетевой безопасности. Часть 1. Межсетевые экраны» и «Основы сетевой безопасности. Часть 2. Технологии туннелирования» также имеют гриф УМО для направлений «Прикладная математика и информатика» и «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

По окончании курсов есть возможность бесплатно сдать экзамены и получить соответствующие сертификаты. По четырем курсам сертификационный экзамен сдается на портале дистанционного обучения в режиме онлайн. По остальным курсам также предусмотрен практический экзамен, который можно сдать в любом авторизованном учебном центре D-Link [6].

Компания D-Link не останавливается на достигнутом, постоянно совершенствует существующие курсы и разрабатывает новые. Так, в настоящее время идёт разработка ещё трех курсов по тематике сетевых технологий.

Электронная библиотека D-Link включает в себя видеолекции и онлайн-презентации по сетевым технологиям и конкретным примерам настройки различного сетевого оборудования [7].

Канал D-Link в YouTube содержит записи вебинаров и большое количество роликов по работе с сетевым оборудованием [8].

Telegram-канал D-Link больше предназначен для технических специалистов, где в основном обсуждаются конкретные вопросы эксплуатации активного сетевого оборудования компании в современных сетях различного назначения [9].

Способствуя внедрению комплексного образовательного продукта в учебный процесс вузов, компания D-Link оказывает техническую и методическую поддержку учебным заведениям в создании лабораторных классов, обновлению учебных материалов, сертификации преподавателей и т. п.

В частности, D-Link планирует проведение цикла вебинаров для профессорско-преподавательского состава учебных заведений, посвященных образовательным ресурсам компании D-Link, которые могут быть полезны для преподавания сетевых технологий в рамках любого направления ИТ-подготовки студентов всех форм обучения:

- учебные курсы и образовательные ресурсы D-Link. Опыт использования на кафедре «Телекоммуникационных систем» Волгоградского государственного университета;
- преподавание сетевых технологий на основе комплекса курсов D-Link «Основы сетевых технологий. Часть 1–3»;
- переподготовка и повышение квалификации персонала операторов связи на основе курса «Технологии коммутации современных сетей Ethernet»;
- особенности использования комплекса курсов D-Link «Основы сетевых технологий. Часть 1–3» для студентов заочной формы обучения.

Информацию о времени проведения вебинаров можно получить от авторов статьи или на новостной ленте на официальном сайте компании D-Link [10].

О компании D-Link

Компания D-Link является ведущим мировым производителем сетевого оборудования, предлагающим широкий набор решений для создания локальных сетей Ethernet/ Fast Ethernet/ Gigabit Ethernet, построения беспроводных сетей и организации широкополосного доступа, передачи изображений и голоса по IP (VoIP). В 2012 году компания открыла в Российской Федерации собственное производство, сертифицированное в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ISO 9001:2008). В РФ офисы компании D-Link открыты в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Калининграде, Кемерово, Краснодаре, Красноярске, Новосибирске, Омске, Перми, Ростове-на-Дону, Рязани, Самаре, Туле, Уфе, Хабаровске и Ярославле. В Брянске, Казани, Тюмени и Челябинске работают региональные представители компании. Авторизованные учебные центры работают в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Ижевске, Кемерово, Магнитогорске, Новосибирске, Омске, Оренбурге, Перми, Ростове-на-Дону, Рязани, Туле и Ярославле.

Портал дистанционного обучения D-Link: <https://learn.dlink.ru> [4]. Информацию о новинках и решениях, новости компании D-Link можно найти на официальном сайте www.dlink.ru и странице компании в [Facebook](https://www.facebook.com/Dlinkrus) [5].

Список используемых источников

1. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.
2. <http://government.ru/news/41427/>
3. <https://www.dlink.ru/ru/education/3/>
4. <https://learn.dlink.ru>
5. <https://www.facebook.com/Dlinkrus>
6. <https://www.dlink.ru/ru/education/2/>
7. <https://www.dlink.ru/ru/education/7/>

8. <https://www.youtube.com/channel/UCbjKqt7IpcuqRmPesTHfww>
9. https://t.me/dlink_ru
10. <https://www.dlink.ru/ru/news/>

УДК 378.1
ГРНТИ 14.35.07

РАЗРАБОТКА МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВЫЕ КРЕАТИВНЫЕ МЕДИАТЕХНОЛОГИИ»

И. В. Ожиганов, Д. А. Татаренков, Е. И. Туманова

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

Разработанная магистерская программа «Цифровые креативные медиатехнологии» находится на стыке областей естественных и технических наук. Основной концепцией данной программы является принципиально новый подход к подготовке специалистов в индустрии искусства и медиа. Возрастающее количество новых профессий определяет при подготовке обучающихся круг знаний в области организации театрализованных представлений, мультимедийных шоу, иммерсивных выставок и т. д. Для получения данных навыков магистры проходят обучение с использованием аудиовидеотехники, систем коммуникаций и светового оборудования. Данная программа основывается на методах и формах обучения, которые будут мотивировать и заинтересовывать обучающегося. Это можно осуществить с использованием проектной работы; модульной системы; вовлечением в конкурсы студенческих работ и т. д. По существу, это использование элементов искусственного интеллекта.

магистерская программа, медиатехнологии, мультидисциплинарность.

Многие профессии теряют свою актуальность как минимум в десятилетие. А это в свою очередь должно отражаться на высшем образовании, так как дипломированные специалисты получают не только знания и умения, но и будущую профессию [1].

В профессиональных стандартах Российской Федерации отсутствуют новые профессии, такие как разработчик медиапрограмм, ИИ-художник, кибертехник умных сред и т. д. [2]. Тоже самое можно наблюдать и в направлениях подготовки магистратуры в вузах России, где, согласно ФГОС, отсутствуют программы, которые соединяли бы в себе инженерные и творческие области. Поэтому разработка мультидисциплинарной магистерской программы является актуальной задачей и позволит выпускать специалистов новых профессий.

В Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) планируется создание

и внедрение новой магистерской программы «Цифровые креативные медиатехнологии» для развития творческих способностей и формирования технических навыков у специалистов в области производства медиаконтента.

Разрабатываемая магистерская программа предназначена, в первую очередь, для студентов, закончивших бакалавриат по специальностям, связанных с обработкой видеоизображений и/или цифровым телевидением. Это связано с тем, что обучение в магистратуре подразумевает под собой следующую ступень образования, перейти на которую невозможно без обладания определенным уровнем технических знаний и навыков.

Данная магистерская программа является логическим продолжением образовательного процесса бакалаврской подготовки в СПбГУТ по направлению 11.03.01 Аудиовизуальная техника и 11.03.02 Цифровое телерадиовещание.

Магистерская программа «Цифровые креативные медиатехнологии» предполагает проектный подход к обучению, который зарекомендовал себя наиболее эффективным. У обучающихся, кроме профессиональных, будут развиваться навыки работы в коллективе, создания стартапов, самоорганизация и самообразование.

В основе обучения лежит набор компетенций, необходимых для производства мультимедийного контента для любой среды. Сюда входят базовые навыки программирования и дизайна, а также знания в области управления проектами в цифровой среде, производства медиаконтента, современных подходов к монетизации и правового регулирования.

В результате обучения выпускники должны не только заниматься созданием контента для различных приложений, мультимедийных книг, видеоигр, онлайн-курсов, и т. д., но и управлять сложными проектами, включающими мультиплатформенность и использование цифровых возможностей в творческих индустриях.

С учетом мультидисциплинарности программы в учебном плане должны присутствовать как технические дисциплины, VR/AR технологии, геймдизайн, так и принципы развития креативного мышления, истории искусств и т. д.

Техническая база СПбГУТ позволяет реализовать данную магистерскую программу благодаря кафедре телевидения и метрологии, и научно-образовательному центру «Медиацентр». Так, например, НОЦ «Медиацентр» СПбГУТ обеспечен современным оборудованием, в состав которого входят: телевизионная и фото студии; монтажная аппаратная; студия звукозаписи; радиостудия «Радио Бонч» и учебно-исследовательская лаборатория.

С точки зрения формы проведения занятий очный формат обучения является самым предпочтительным, т. к. на сегодняшний день ничто не может

заменить живое общение как преподавателя с магистрантами, так и обучающихся между собой. В рамках обучения на практических занятиях магистранты будут работать с мультимедийным оборудованием, что требует личного присутствия. Так, например, создание и воспроизведение контента для 3D-mapping, разработка алгоритмов VR-трекинга для производства медиасцен, невозможно без работы с проектором, который находится в университете. При этом возможно проведение некоторых занятий и консультаций в дистанционном формате.

В процессе обучения магистранты должны будут принимать участие в научно-исследовательских конкурсах, в том числе творческих, как например, Фестиваль света в Санкт-Петербурге, для практического применения инженерных решений творческих задач. С этой же целью планируется проведение хакатонов в СПбГУТ. Это позволит реализовывать большее количество научных идей и увеличит публикационную активность. Что, в свою очередь, приведет к повышению рейтинга университета.

Конечно, данное направление обучения не является уникальным, схожие магистерские программы есть в российских вузах: НИУ ВШЭ «Трансмедийное производство в цифровых индустриях»; ДВФУ «Цифровое искусство (*Digital Art*)»; SAS «Цифровая культура и медийное производство», а также в зарубежных вузах (*Loughborough University, UK; Hanze University of Applied Sciences – Groningen, the Netherlands*, и т. д.). Что говорит об актуальности данного направления и позволит организовать совместные международные семинары и летние школы по созданию медиа-контента и обмена опытом.

Разрабатываемая магистерская программа «Цифровые креативные медиатехнологии» была заявлена на грантовый конкурс для преподавателей магистратуры в рамках Стипендиальной программы Владимира Потанина в номинации новая магистерская программа и вошла в число победителей [3].

Список используемых источников

1. Бачевский С. В., Бучатский А. Н., Воробьев О. В., Гоголь А. А., Кирик Д. И., Фуксин Н. С. Экосистема целевой подготовки в парадигме уровней высшего образования // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2020. Т. 1. С. 9–12.
2. Лукша П., Лукша К. и др. Атлас новых профессий [Электронный ресурс] // Сколково. 2015. 288 с. URL: http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas_2.0.pdf (дата обращения 31.03.2021).
3. 150 проектов, которые меняют высшее образование: объявлены результаты Грантового конкурса для преподавателей магистратуры [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fondpotanin.ru/press/news/150-proektov-kotorye-menyayut-vysshee-obrazovanie-obyavleny-rezultaty-grantovogo-konkursa-dlya-prepo/> (дата обращения 31.03.2021).

УДК 654.078
ГРНТИ 49.33.29

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

О. И. Пантюхин¹, Г. А. Рябов¹, Б. В. Солодухин², А. А. Юдин²

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

²Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого

Искусственный интеллект всё шире внедряется в различные области деятельности современного общества. Под искусственным интеллектом в широком смысле понимается способность информационно-вычислительных систем моделировать процесс мышления за счет выполнения функций, связываемых обычно с человеческим интеллектом. В статье рассматриваются перспективные направления использования ИИ в образовательной деятельности, такие как адаптивное, персонализированное и интервальное обучение, автоматическое оценивание, оценка преподавания студентами, контроль экзаменационного процесса, внедрение «умных» студенческих городков.

искусственный интеллект; национальная стратегия развития; дистанционные образовательные технологии; дисциплины по искусственному интеллекту.

В настоящее время изменения, происходящие в обществе и сознании людей, способствуют появлению в сфере образования идей, концепций, документов, в которых отражается понимание радикального характера происходящих перемен, понимание жизненной необходимости инновационных решений в области компьютеризации образования. В условиях пандемии из-за новой коронавирусной инфекции, перехода на дистанционное обучение в вузах задача организации образовательного процесса с использованием передовых педагогических и информационных технологий является одной из самых острых в современном образовании и поэтому образовательный процесс постоянно совершенствуется [1].

Технологии ИИ в настоящее время быстрыми темпами проникают во все сферы человеческой жизнедеятельности. Президентом РФ 10.10.2019 г. был издан Указ «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», которым утверждается Национальная стратегия развития ИИ на период до 2030 года. Кроме того, правительству страны поручено разработать и утвердить федеральный проект «Искусственный интеллект» и внести соответствующие изменения в национальную программу «Цифровая экономика Российской Федерации» [2, 3].

Национальной стратегией определяются три основных элемента ИИ:

- 1) экспертные системы (рекомендательные системы интеллектуальной поддержки принятия решений);
- 2) системы распознавания образов (компьютерное зрение);
- 3) системы распознавания и синтеза речи (естественный компьютерный язык).

Помимо них выделяется отдельное направление исследований: перспективные методы ИИ, к которым отнесены автоматический дизайн, машинное обучение, технологии автономного решения задач и некоторые другие.

Наряду с развитием технологий, позволяющих стремительно развиваться ИИ-системам (повышение скорости и мощности компьютерной обработки, расширение объемов доступа ИИ-систем к большим данным, усовершенствование алгоритмических и программных возможностей) одним из движущих факторов, подстегивающих развитие ИИ, является интерес молодежи.

С 1996 года количество ежегодных научных публикаций на тему ИИ увеличилось в девять раз – до 20 000 статей в год. В 2017-м году научная конференция Системы Нейро-Информационной Обработки (NIPS) собрала беспрецедентное число (8 000) участников. С 2000 года зачисление на курсы машинного обучения в ведущих университетах мира увеличилось в 4 раза. Растет число ученых в области ИИ, переходящих в коммерческие компании – и одновременно с этим наблюдается всплеск венчурных инвестиций в сферу развития ИИ. К 2017 году инвестиции в сравнении с 2000 г. выросли в шесть раз. Только за 2017 год около сотни ИИ-стартапов привлекли 11,7 млрд \$ совокупного финансирования по 367 сделкам. А одной лишь компании IBM за этот же год выдано 9043 патента США, из которых более 3300 связаны с ИИ или облачными технологиями [4]. Если Россия планирует оставаться среди технологически развитых стран мира и выйти к 2030 году до уровня Ready по Индексу AI-зрелости страны, вопросам высшего образования по ИИ следует уделить самое серьезное внимание.

На повестке дня два основных вопроса: чему учить и как учить.

Чему учат ведущие мировые университеты в настоящее время – не секрет. В Интернете имеются курсы лекций по разным элементам ИИ от лучших ВУЗов. Так без проблем можно ознакомиться с дисциплиной «Сверточные нейронные сети для визуального распознавания» (*Convolutional Neural Networks for Visual Recognition*) от инженерной школы Стэнфордского университета (*Stanford University School of Engineering*) [5].

В открытый доступ выложено 13 лекций курса, разработанных профессорами Стэнфорда Ф. Ли, Дж. Джонсоном и С. Юнг. Содержание лекций представляет собой погружение в детали архитектур глубокого обучения с упором на изучение сквозных моделей для задач визуального распознавания, в частности, классификации изображений. Курс позволяет студентам

не только получить подробное представление о передовых исследованиях в области компьютерного зрения, но и учит реализовывать, обучать и отлаживать собственные нейронные сети. Поскольку в лекциях, помимо теоретических сведений, даются и практические примеры с прилагаемыми реальными кодами, запуская которые студент может экспериментировать, например, со скоростью обучения нейросети, меняя определенные параметры и самостоятельно дополнять наборы данных. Подробно рассматриваются и лучшие фреймворки для глубокого обучения нейронных сетей, такие как TensorFlow, PyTorch, Keras и Caffe.

Аналогичные дисциплины преподаются и в российских вузах, но опыт западных коллег необходимо изучить, и лучшие методики внедрить в наши курсы обучения. Для этого недостаточно просто грамотно перевести их. Необходимо умело сочетать их с подготовительными и смежными дисциплинами, чтобы обучаемые имели достаточный базис для освоения материала.

В период пандемии большинство вузов страны столкнулось с необходимостью срочного перехода на дистанционные образовательные технологии (ДОТ) – им пришлось на ходу перестраивать процесс обучения. В то же время ряд крупных технологических компаний достаточно давно готовит себе кадры онлайн, минуя традиционные университетские стены.

Онлайн-университет от Mail.Ru Group и GeekBrains, открыл факультет искусственного интеллекта (ФИИ) со сроком обучения 1,5 года. За это время обучаемым даются курсы языка Питон (*Python*), основы работы ОС Линукс и систем управления базами данных. Учат сбору данных и статистическим исследованиям: комбинаторике, методам проверки статистических гипотез, проведению корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа, парсингу в Интернете. Углубленно изучаются основы матанализа, теории вероятности и матстатистики, линейная алгебра, алгоритмы анализа данных и машинного обучения. И лишь затем студенты переходят к знакомству с нейронными сетями, в рамках которого получают представления и практические навыки использования фреймворков TensorFlow, PyTorch и Keras, а также базовые знания по обработке естественного языка и компьютерному зрению [6]. Часть курсов читается совместно с компаниями Megafon и NVIDIA, что подтверждает заинтересованность высокотехнологичных компаний в специалистах в сфере ИИ и больших данных. Курс по компьютерному зрению достаточно сильно коррелируется со стэнфордским курсом, что означает также глобализацию работ по ИИ.

Такая интенсивная методика преподавания с учетом гарантированного трудоустройства по специальности (выпускник может работать в качестве специалиста *Data Scientist*, *Data Analyst*, *Machine Learning Engineer*, *Computer Vision*-специалиста или NLP-специалиста) делает подобные онлайн-факультеты серьезными конкурентами классическим вузам.

Представляется, что высшие учебные заведения, чтобы не проиграть битву за умы разного рода онлайн-курсам, должны перестраивать традиционный учебный процесс (даже с учетом внедряемых ДОТ) на новый лад. Для выполнения стратегии, намеченной программой «Искусственный интеллект», необходимо наличие нескольких определяющих факторов, отсутствие хотя бы одного из которых может свести на нет все общие усилия:

- 1) научный,
- 2) прикладной,
- 3) информационный,
- 4) технический,
- 5) кадровый и
- 6) нормативно-правовой.

Образование и науку в первую очередь касаются 1-й и 5-й аспекты. В качестве реперных дат программы выбраны 2024 и 2030 годы: к первой мы должны войти в первую десятку стран по количеству научных статей, а ко второй – быть в топ-10 по среднему уровню цитируемости; а также к 2024 году поставлена цель войти в первую десятку стран по соответствующим образовательным программам, а к 2030 – иметь полный штат нужного для работ в данной сфере персонала. Для того, чтобы достичь этих целей и оставить высшее академическое образование в качестве флагмана процесса обучения кадров считается необходимым использовать элементы ИИ непосредственно в учебном процессе [7]. Можно выделить семь основных направлений такого использования:

1. Адаптивное обучение. Помогает отслеживать процесс обучения. Если тема освоена – можно осуществлять контроль и переходить к следующей; если нет – система ИИ оповестит педагога о конкретных трудностях в понимании материала. Похожий подход предложен в Поволжском государственном университете телекоммуникаций и информатики: допуск студента к лабораторной работе осуществляется только после проверки его готовности с помощью Telegram-бота – специальной программы, обладающей элементами искусственного интеллекта, написанной для мессенджера Telegram [8].

2. Персонализированное обучение. ИИ выбирает комфортный темп подачи материала каждому студенту в зависимости от его персональной скорости восприятия.

3. Автоматическое оценивание. ИИ анализирует ответы на контрольные вопросы по теме, выставляет оценку, предоставляет индивидуальную обратную связь и рекомендует преподавателю внести изменения в обучающий план с учётом индивидуальных особенностей студента.

4. Интервальное обучение. Эта образовательная методика с использованием технологий ИИ позволяет эффективно закреплять пройденный материал. Приложение отслеживает, что именно и когда изучает студент.

При помощи ИИ приложение определяет, когда студент может забыть новую информацию и рекомендует её повторить. Получить устойчивые знания можно через несколько подходов.

5. Оценка преподавания студентами. Вместо традиционного анкетирования можно собирать отзывы студентов чат-ботами, используя диалоговый интерфейс. ИИ может адаптировать беседу под характер интервьюируемого и видоизменять ее в зависимости от ответов.

6. Контроль экзаменационного процесса в ДОТ. При дистанционном экзамене сложно определить, отвечает ли студент самостоятельно или пользуется материалом, скрытым от видеокамеры. Системы на основе ИИ могут по ряду признаков исключить обман.

7. «Умные» студенческие городки (кампусы). Интеллектуальное приложение должно отвечать на любые запросы студентов, которые связаны с учёбой и жизнью в студгородке: как найти лекционную аудиторию, получить задания, связаться с преподавателем, заказать доставку пиццы в общежитие или найти свободное место на парковке университета и т. п.

Таким образом внедрение ИИ в университетах должно стать шире, нежели использование непосредственно в образовательном процессе. В вузы уже сегодня пришло «поколение геймеров». Они привыкли к восприятию игры как жизни, а жизни как игры. Современные онлайн-игры широко используют элементы ИИ; онлайн-тренажёры идут тем же путем. ИИ анализирует каждое занятие, прогресс ученика и работу учителя и меняет траекторию обучения, в зависимости от результатов. Это напоминает игру и облегчает восприятие материала. Но для поддержания интереса студентов очных – пусть и с элементами ДОТ – университетов и институтов к учебе следует насыщать новыми технологическими возможностями все окружение студента в вузе. ИИ должен стать верным помощником педагогу и обучаемым в вопросах изучения даже самого искусственного интеллекта.

Список используемых источников

1. ГОСТ 15971-90 Системы обработки информации. Термины и определения.
2. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».
3. Президиум правкомиссии по цифровому развитию утвердил федеральный проект «Искусственный интеллект» // Цифровая Россия (D-Russia.RU), 31.08.2020.
4. Дмитрий Слинков. Искусственный интеллект в логистике : серия статей // Retail Services/блог, 2019.
5. <https://www.youtube.com/watch?v=vT1JzLTH4G4&feature=youtu.be>.
6. <https://datascience.geekbrains.ru>.
7. Мэтью Линч. Семь способов, которыми педагоги могут использовать искусственный интеллект URL: <https://www.thetechedvocate.org/>, 01.01.2019.
8. Лиманова Н. И., Поскиваткина А. А. Практическое применение элементов искусственного интеллекта в образовательном процессе // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международную научно-техническую

и научно-методическую конференцию : сб. науч. ст. 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2020. Т. 4. С. 363–366.

УДК 535.8
ГРНТИ 29.31.29

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЛАЧНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 3DORTIX В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ КАФЕДРЫ ФОТОНИКИ И ЛИНИЙ СВЯЗИ

Е. В. Полякова, Б. К. Резников

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

Программный продукт 3DOptix включает в себя набор инструментов для визуализации пройденного теоретического материала по оптическому приборостроению и, соответственно, его качественного освоения. Использование в процессе обучения современных информационных технологий позволяет наилучшим образом сформировать профессиональные компетенции студентов.

3DOptix, 3D-визуализация, оптическое приборостроение, оптика, облачные вычисления.

Процесс работы с использованием объемного моделирования направлен на повышение качества образовательного процесса, стимулирования студентов к получению новых практик и опыта [1].

На сегодняшний день 3D-визуализация играет важную роль в задачах оптического приборостроения в связи с огромным потенциалом использования этого инструмента. Процесс создания трехмерных моделей объектов оплотехники в рамках дисциплин кафедры фотоники и линий связи «Основы проектирования оптических приборов и систем» и «Оптические измерительные системы» способствует лучшему пониманию студентами изучаемого материала и реализации компетенции ФГОС, нацеленной на развитие способностей к моделированию процессов и объектов оплотехники и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования [2].

Практика внедрения облачного программного обеспечения 3DOptix в рамках кафедры фотоники и линий связи обусловлена необходимостью получения студентами знаний и навыков в рамках проектирования оптических приборов, разработок функциональных схем, конструирования опти-

ческих блоков, узлов и деталей, а также оценке технологичности конструкторских решений для проверки качества работы оптического прибора до его изготовления. Кроме того, компьютерное моделирование оптических процессов и оптического изображения чрезвычайно важно для проверки работоспособности и адекватности новых научных теорий, математических и вычислительных методов.

Несомненными достоинствами инструмента моделирования 3DOptix являются простое в использовании программное обеспечение, работающее в облаке и доступное через браузер, возможность быстрого планирования и тестирования любой оптической установки с готовой оптомеханикой, источниками и приемниками света, большим разнообразием оптических элементов от ведущих производителей. Механизм имитации в программе моделирования позволяет увидеть и рассчитать оптические траектории световых лучей при прохождении через различные оптические элементы, а также оценить характеристики поглощения и отражения поверхностей.

Инструмент позволяет пользователю создать, максимально приближенную к реальной, оптическую конструкцию, сохранить проект, включая все этапы процесса моделирования, для дальнейшей работы.

Использование программных решений 3DOptix в дисциплинах кафедры фотоники и линий связи можно продемонстрировать на примере создания лазерной интерферометрической установки – интерферометра Майкельсона. Процесс сборки и юстировки конструкции прибора для получения качественных интерферограмм достаточно сложный и не всегда доступный на действующем оборудовании, поэтому исследование, не требующее доступа к реальной установке, но позволяющее моделировать процесс юстировки прибора, является востребованным образовательным решением.

Схема интерферометра Майкельсона на базе двух зеркал, одного светоделиителя и гелий-неонового лазера представлена на рис 1.

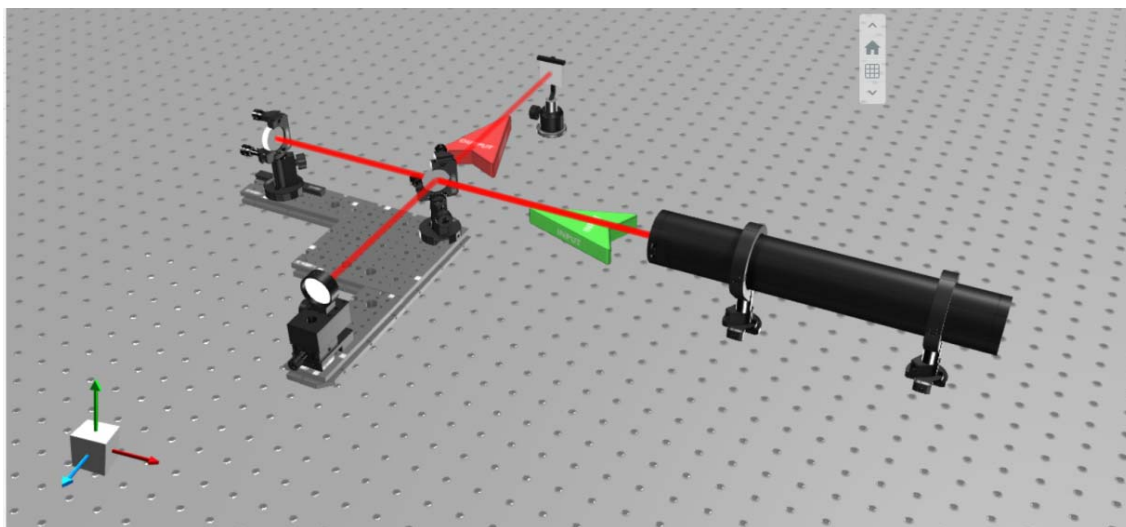


Рис. 1. Схема интерферометра Майкельсона в 3DOptix

В процессе работы над моделью интерферометра студенты получают информацию о характеристиках и параметрах активных (рис. 2) и пассивных компонентов (рис. 3, см. ниже) оптической схемы интерферометра, вырабатывают навыки работы с оптическими плитами и подвижками, а также усваивают правила сборки оптических систем.

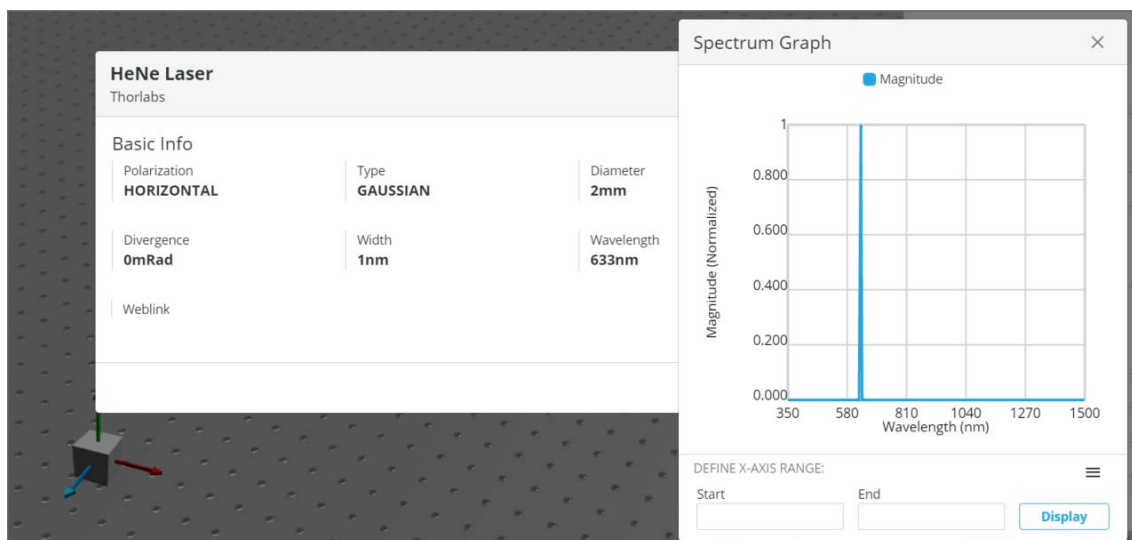


Рис. 2. Параметры излучения гелий-неонового лазера в 3DOptix

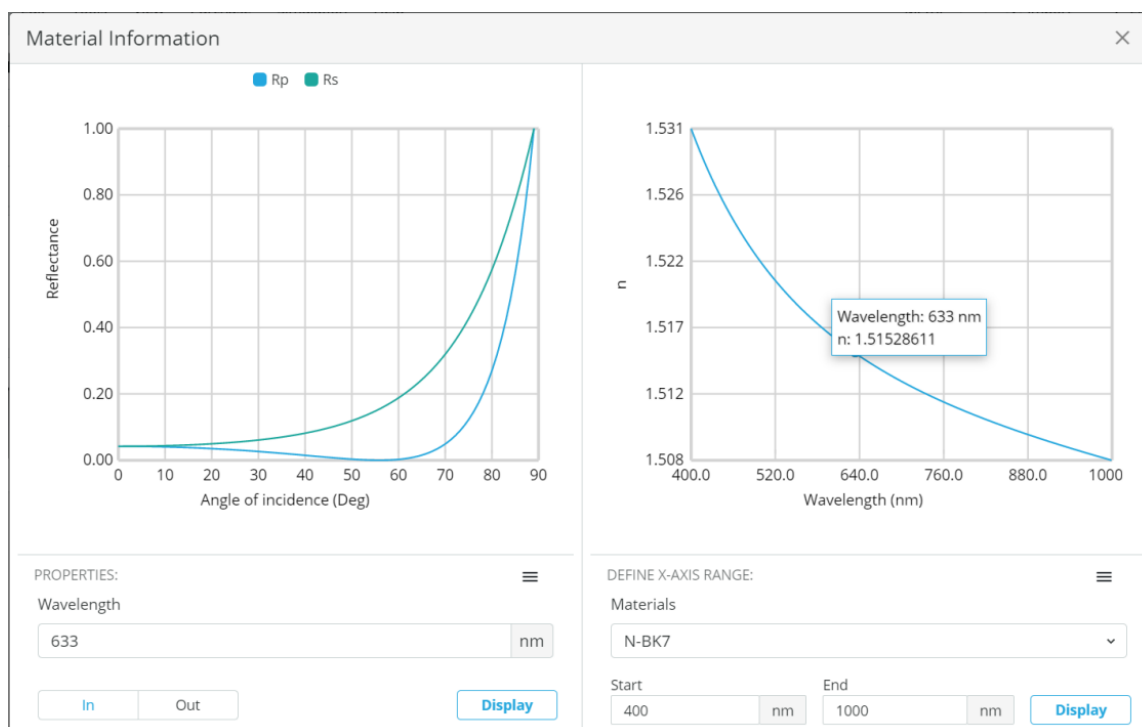


Рис. 3. Параметры отражательных элементов в 3DOptix

В программе 3DOptix визуализированы процессы прохождения световыми потоками пространства между оптическими деталями, отражение от зеркальных поверхностей и расщепление светового потока с помощью

светоделительной пластины. Дополнительно рекомендовано использовать инструменты «helper», показывающий направление светового потока в системе конструируемого прибора (*Start Laser Helper* и *Exit Laser Helper*), и «measure optical distance», запускающий процесс отображения в системе оптической конструкции расстояний между элементами (рис. 4).

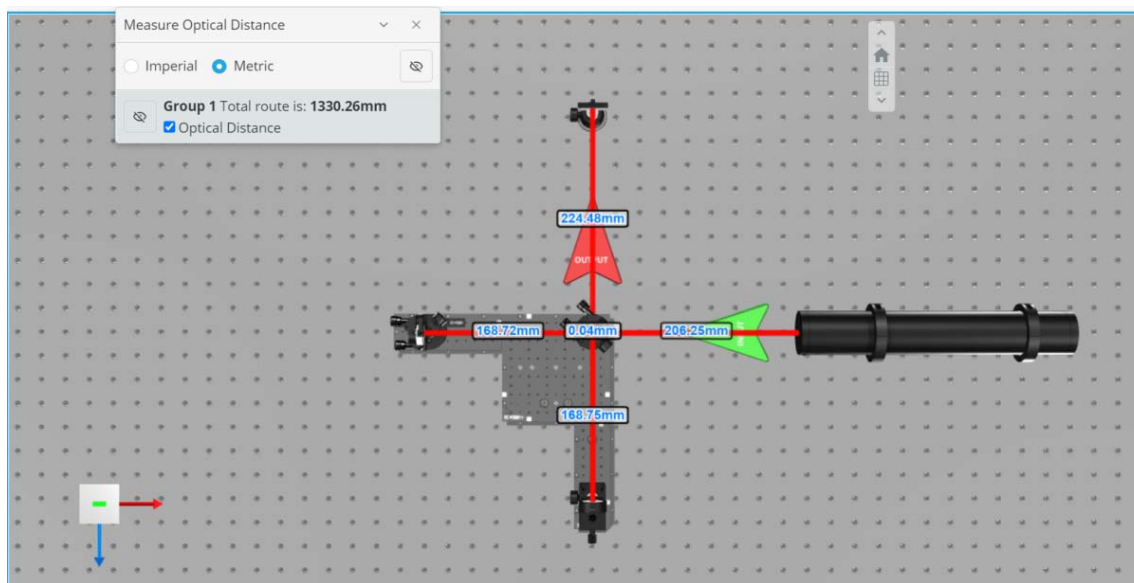


Рис. 4. Схема интерферометра Майкельсона с указанием расстояний между оптическими деталями

В связи с наличием в базе 3DOptix большого количества оптических компонентов возможно реализовать задачу моделирования интерферометра Майкельсона с использованием различных лазеров или оптических комплектующих (рис. 5), что создает возможность выдать достаточно большое количество индивидуальных заданий для студентов.

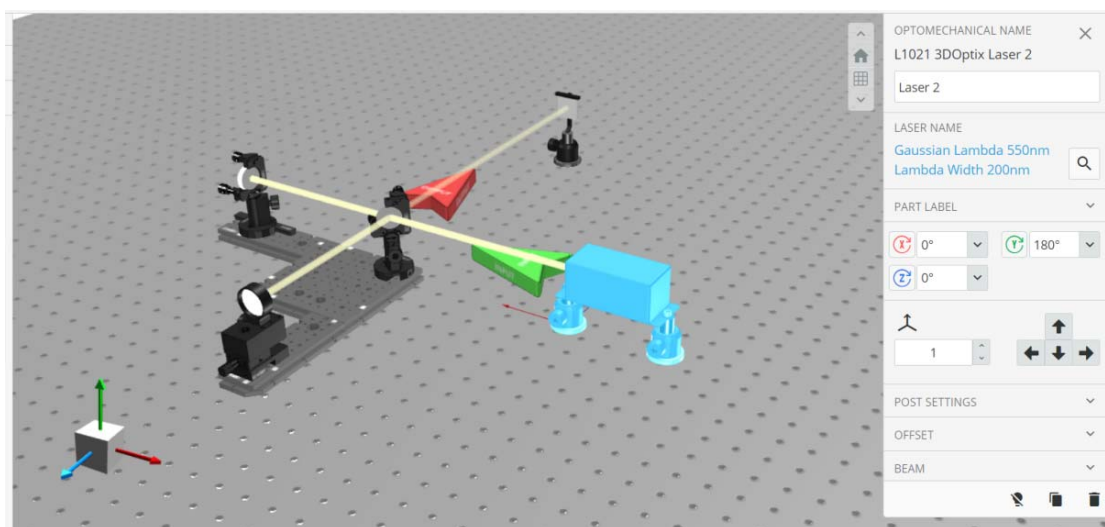


Рис. 5. Схема интерферометра Майкельсона с использованием лазера с длиной волны 550 нм

Процесс сборки работоспособной конструкции прибора должен быть завершен установкой регистрирующего компонента и проверкой распределения на нем потока излучения (рис. 6).

Актуальность внедрения в учебный процесс специализированного программного продукта подтверждена на примерах проведения практических и лабораторных работ по дисциплинам, «Основы оптического приборостроения», «Основы проектирования оптических приборов и устройств» и «Оптические измерительные системы» для направлений подготовки 12.03.03, 11.05.04 и 11.03.02.

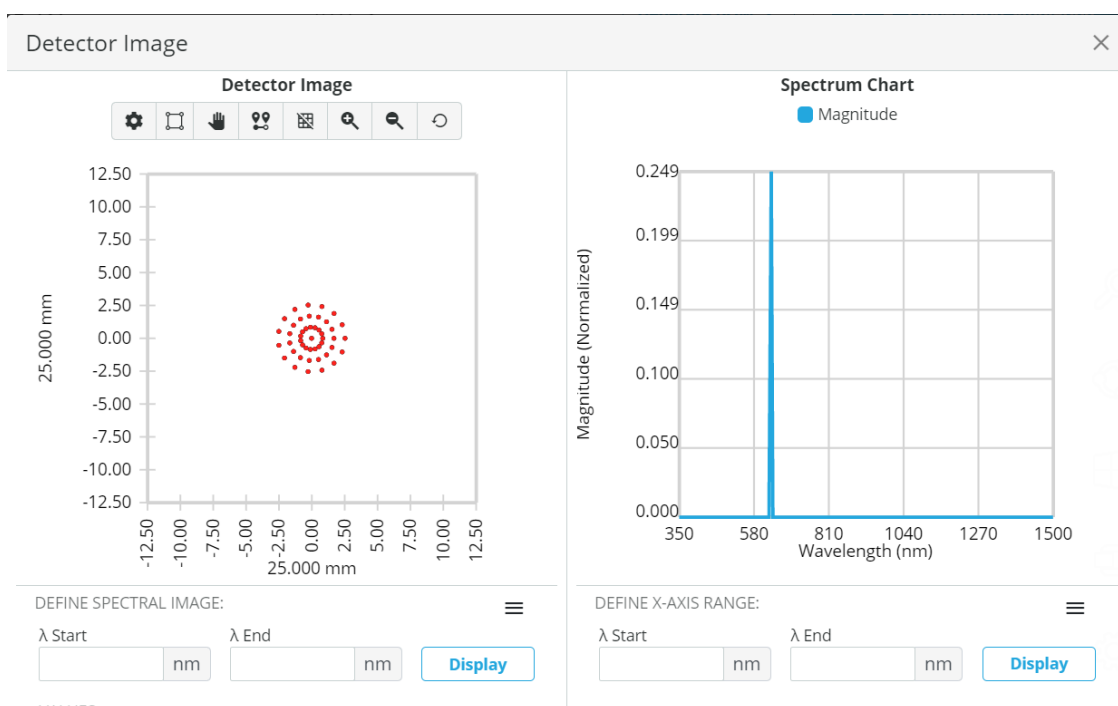


Рис. 6. Распределение светового потока на регистрирующем компоненте

Список используемых источников

1. Биктимирова Е. А., Богданова М. В. Современные направления 3D-моделирования в вузе // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы : материалы XIII всерос. науч.-пр. конф., Воронеж, 27 марта 2019 г. Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2019. С. 21–25.
2. ФГОС высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика. Приказ Минобрнауки России № 949 от 19.09.2017. М., 2017. 21 с.

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

УДК 004.891.2
ГРНТИ 28.23.35

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Н. М. Проскурин, Г. Н. Смородин

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

Рассмотрены возможности формирования индивидуальной образовательной траектории студента в рамках существующей парадигмы высшего образования. Изложена концепция создания экспертной системы для оптимизации индивидуальной образовательной траектории студента для слабо-формализованных активностей, таких как написание научных статей, проведение практик, выполнение научно-исследовательских и выпускных квалификационных работ. Приведен краткий анализ составляющих жизненного цикла экспертной системы студента.

индивидуальная образовательная траектория, формализация выбора образовательной траектории студента, экспертные системы студентов.

Анализ возможностей формирования индивидуальной образовательной траектории студента

Современное отечественное образование в определенной степени наследует принципы плановой экономики и административно-командной системы [1]. Стандарты высшего образования, предполагающие формирование учебного плана на весь срок обучения студента еще при его поступлении в вуз, групповая форма обучения, отсутствие выбора преподавателя создают минимум возможностей для студента по формированию индивидуальной образовательной траектории (ИОТ). Данный подход доказал свою эффективность в условиях последовательного, закономерного развития общества и, также, является приемлемым для определенных отраслей (например, медицины) в условиях рыночной экономики. Однако для ряда инновационных отраслей (например, цифровой экономики) плановый подход приводит к увеличению расхождения между требованиями рынка, ожиданиями работодателей и ментальностью, совокупностью профессиональных компетенций выпускников [2]. Ряд вузов планируют постепенный переход на проектное обучение, предполагающее значительно большую степень самостоятельности студентов во время реализации учебного процесса. Так, например, Высшая школа экономики в своей программе развития до 2030 года планирует полный переход на проектное обучение к 2024

году [3]. При этом возможности выстраивания индивидуальных образовательных траекторий для каждого студента будут дополнены цифровыми инструментами, в том числе рекомендательного характера [3].

В тоже время, и в существующих условиях образовательный процесс в вузе помимо групповых форм обучения (лекций, практических занятий и лабораторных работ) предполагает такие виды активности студента как практики, научно-исследовательскую (НИР), выпускную квалификационную работу (ВКР), написание научных статей. Данные виды активности предполагают индивидуальную работу студента с руководителем и могут быть эффективно использованы для формирования ИОТ, повышения самостоятельности студента в принятии решений (включая выбор темы работы в рамках выбранного направления обучения) без нарушения требований государственного стандарта.

Однако, отсутствие должной формализации таких видов активности приводит к сложности выбора ИОТ и объективной оценки формирования компетенций студента как в ходе проведения, так и по завершению работ.

Повышение формализации также способствовало бы выявлению ошибок и недочетов в процессе выполнения работ и выработке рекомендаций по их устранению, то есть к разработке рекомендаций по коррекции ИОТ.

Создание должного уровня формализации возможно на основе профессиональных решений: Decision Support Systems (DS-систем) и Electronic Performance Support systems (EPS-систем) [1], однако специфике российской системы образования вероятнее всего будут соответствовать индивидуальные решения уровня кафедры, обладающие свойствами экспертных систем (ЭС).

Разработка экспертной системы поддержки ИОТ студента

Часть жизненного цикла ЭС (до стадии эксплуатации) приведена на рисунке [4].

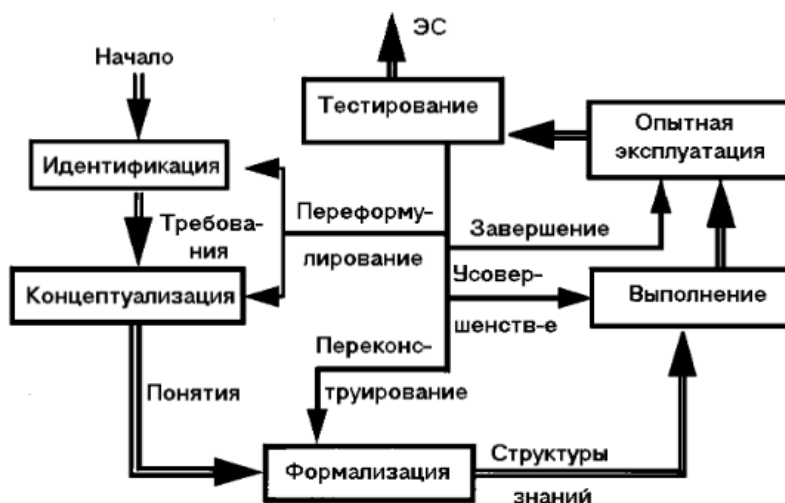


Рис. Жизненный цикл экспертной системы

Первая фаза жизненного цикла – идентификации ЭС – включает в себя:

- цель разработки ЭС – информационная поддержка студента в процессе построения ИОТ;

- эксперты – сотрудники кафедры – руководители практик, НИР и ВКР;

- пользователи – студенты – диссертанты.

Следующие этапы жизненного цикла – концептуализация и формализация – зачастую проходят циклично и основаны на проведении анализа предметной области.

В зависимости от вида активности, предметные области будут иметь полную или частичную тематическую зависимость. Так, например, написание научных статей предусматривает формализацию таких параметров как объем статьи, наличие аннотации, ключевых слов и других формальных параметров, а также проверку на заимствования. Написание ВКР предполагает выбор студентом из ограниченного списка наименований работ или выбор потенциального руководителя, а также возможно коррекцию названия работы с целью повышения соответствия ее содержания научным интересам автора. Дальнейшая работа над ВКР находит свое отражение в пояснительной записке, поэтому формализация пояснительной записки может быть использована для фиксации текущей составляющей выполнения ВКР. Здесь можно использовать для контроля и рекомендаций по коррекции ИОТ такие составляющие как ограничения по объему на каждый раздел, количество и структура используемых источников: учет годов выпуска, количества законспектированных страниц и тому подобное.

В целом описание и дальнейшая детализация жизненного цикла ЭС выходит за рамки данной статьи и найдет свое отражение в других публикациях.

В заключение нужно отметить, что создание ЭС предполагает использование уже существующих платформ (оболочек), возможности которых накладывают свои ограничения, в том числе и на фазу формализации жизненного цикла ЭС.

Выводы

1. Экспертные системы могут быть эффективным инструментом формирования ИОТ студента.

2. Прохождение практик, выполнение НИР и ВКР, написание научных статей является наименее формализованной составляющей образовательного процесса, что затрудняет выбор студентом оптимальной ИОТ.

3. Применение ЭС позволяет формализовать прохождение практик, выполнение НИР и ВКР и, тем самым, корректировать и оптимизировать ИОТ студента, а также повышать объективность оценки сформированности требуемых профессиональных компетенций студента.

Список используемых источников

1. Дик В. В., Уринцов А. И. Индивидуальная образовательная траектория как основной инструмент образования в информационном обществе // Открытое образование. 2014. № 1. С. 32–35.
2. Адамова Л. Е., Варламов О. О. Применение миварных технологий для внедрения в инженерном и экономическом образовании индивидуальных траекторий студентов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 1. С. 18–34.
3. НИУ ВШЭ. Программа развития до 2030 года [Электронный ресурс] // Корпоративный сайт. URL: <https://www.hse.ru/prog2030/prog4/> (дата обращения 30.03.2021).
4. Этапы разработки экспертных систем [Электронный ресурс]. http://khpriip.mipk.kharkiv.edu/library/ai/conspai/07.html#part_8 (дата обращения 30.03.2021).

УДК 82.99
ГРНТИ 16.21.33

ДЕЙКСИС К ВИРТУАЛЬНОМУ НА ПРИМЕРЕ МИКРОПОВЕСТВОВАНИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ A[CK]SCENSION М. БРИЗ

С. Г. Серебрякова

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

В статье рассматривается появившийся недавно формат повествования V[R]ignettes – микроистории в виртуальной реальности (VR), в которых аудиовизуальный контент и языковой компонент сочетаются таким образом, что читателю открываются многочисленные и разнообразные способы взаимодействия с произведением и его интерпретации. Прежде неизвестный способ подачи и развития художественного произведения требует не предлагавшихся ранее лингвистических методов его исследования. В статье предлагается новый подход к теории дейксиса – дейксис к виртуальному, а также на примере микроповествования в VR М. Бриз A[ck]Scension показано, как данная теория реализуется на практике.

микроповествование, виртуальная реальность, интерпретация, дейксис к виртуальному.

В настоящей работе исследуется микроповествование в виртуальной реальности Мез Бриз под названием A[ck]Scension. Рассматриваемое короткое произведение относится к незавершённому на момент написания данной статьи циклу историй под названием V[R]ignettes. Благодаря заключённой в квадратные скобки букве [R] в названии наблюдается игра слов: vignette переводится как «маленький рассказ, изысканный литературный набросок»,

VR – Virtual Reality – «виртуальная реальность» (VR). Таким образом, V[R]ignettes – микроповествования в VR.

Согласно авторам, каждый рассказ создан, чтобы стимулировать своего рода «размазывание нарратива», где традиционные методы повествования усекаются и мутируют в мазки (движение и механика, похожие на коллаж многоуровневые составные элементы, визуальные искажения, двухуровневые текстовые аннотации). Всё это требует от читателя активного выбора для навигации по каждой микроистории [1]. Авторы работы обозначают свою аудиторию словом «читатель», поэтому здесь и далее мы будем оперировать данным термином и его производными.

Взаимодействуя с каждым микроповествованием, читатель сталкивается с поэтически насыщенным языком. Так, для расширения и усиления смысловых потенциалов авторы произведений используют слова с буквами, заключёнными в скобки, что требует от читателя перечитывания с целью обнаружения новых смыслов. Также в данных историях присутствуют различные визуальные, текстовые и технологические элементы, требующие непосредственного участия пользователя. В частности, можно выбрать просмотр каждой микроистории в трёхмерном формате (3D) или виртуальной реальности (VR) – через гарнитуру VR, на мобильном телефоне или мониторе компьютера. Кроме того, можно включить автовоспроизведение каждой истории или кликать по аннотациям вручную и т. д. По замыслу авторов, такие мазки дают читателю возможность комбинировать различные элементы и создавать систему повествования из отдельных частей, которая по своей природе циклична [1]. В предлагаемых условиях читатель может воспринимать каждую историю многократно, множественными способами.

Как и любое другое цифровое повествование, A[ck]Scension представлено в виртуальной среде, без которой понимание текстовой части не представляется возможным. В окне просмотра предлагаются настройки пользовательских изменений цвета, прозрачности изображения и т. п. Чтобы несколько сузить круг возможных интерпретаций рассказа, мы выбрали настройки по умолчанию.

Обратимся к текстовой составляющей повествования, включающей 23 слова, представленные в пяти пронумерованных фрагментах. Чтение эпизодов не по порядку технически возможно, однако, как показывает наш опыт, при этом теряется смысл и нарушается целостность восприятия всего произведения.

Первые три фрагмента обнаруживаются по одному алгоритму. В начале произведения появляется лицо с открытыми глазами и цифра «1» примерно в районе носа. При нажатии появляется первый фрагмент текста – This whirl isn't stable. – Это кружение не постоянно. Прежде всего обращает на себя внимание указательное местоимение this – дейктик объектного из-

мерения, самые важные формы которого, согласно Г. М. Дивальд, представлены демонстративами *dieser* («этот»), *der* (определенный артикль), *jener* («тот», «те») [2]. Слова *dieser* «этот» и *jener* «тот» (или *hier* «здесь» и *dort* «там» и т. п.) отсылают к тому, что упоминалось в речи ранее, *der* (*derjenige*) и другие указательные слова являются средством реализации анафоры – того, о чём пойдёт речь далее. Обязательным условием анафорического употребления указательных слов является наличие у адресанта и адресата речевого потока как некоторого целого «к частям которого можно сделать проспективную или ретроспективную отсылку» [3]. В данном случае речь идёт о реальной перцептивной ситуации, в которой говорящие строят коммуникацию, где каждый исходит из своей исходной точки координат – «я – здесь – сейчас». Однако мы не можем говорить о реальной ситуации в контексте взаимодействия читателя с микроисторией в ВР, поскольку реален в данном случае только читатель, микроповествование же является вымыслом.

В таком случае уместно ли говорить о дейксисе к воображаемому, в котором объектом указания являются нереальные ситуации? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим три варианта реализации дейксиса к воображаемому (теория К. Бюлера).

1. Воображаемое вводится в реальную ситуацию, скажем, человек в существующем помещении мысленно представляет предмет мебели там, где он никогда не стоял.

2. Субъект переносится в воображаемое, воспринимаемое «духовным зрением с определённой перцептивной точки», которую он сам выбрал и в которой мысленно располагается. В частности, он мысленно оказывается на улице города, где провёл отпуск.

3. Человек может указать направление, «в котором духовным зрением воспринимается отсутствующее». Например, когда спрашивают, как пройти куда-либо, отвечающий может физически не видеть объект, но указать направление к нему [3].

С одной стороны, как утверждают сами авторы микроповествований в ВР, их работы создаются таким образом, чтобы побудить читателя воспринимать историю многократно и различными способами, то есть направлены на активизацию воображения. С другой стороны, на наш взгляд, здесь было бы не совсем корректно говорить именно о воображаемом, поскольку в виртуальном рассказе предлагаются действительные зрительные и слуховые образы, которые читатель воспринимает органами чувств (реально видит и слышит), но не воображает. Таким образом, представляется уместным говорить о дейксисе к виртуальному (термин наш). В частности, в нашем конкретном примере указательное местоимение *this* (*this whirl*) отсылает читателя к виртуальному, но в то же время визуализированному на экране устройства, то есть не воображаемому, кружению.

Чтобы ознакомиться со вторым и затем третьим эпизодом, нужно уменьшить модель и найти цифры «2» и «3» соответственно. (2) It shifts, melts. Оно меняется, постепенно исчезает. (3) All colours and images LSD-leeching... Все цвета и образы из-за действия ЛСД смешиваются, накладываются друг на друга и переходят...

На третьем отрывке становится понятной общая идея произведения – мир показан как видит его человек в состоянии транзиторного психоза, иными словами, речь идёт о трипе – искажённом восприятии реальности, вызванным приёмом наркотика, в данном случае ЛСД. Таким образом, на данном этапе у читателя появляется возможность (сколько-то обоснованно) интерпретировать звуковое и видео сопровождение – они представляют собой не что иное, как галлюцинации героя. Как отмечает чешский и американский психолог и психиатр С. Гроф, неизменной особенностью реакции на ЛСД являются изменения восприятия, которые в первую очередь относятся к визуальной области. [4]. Остановимся на некоторых зрительных элементах повествования. Перед запуском микроповествования внимание привлекает яркий акцент – алое пятно и растекающиеся далее жёлтые, синие и чёрные тона. Создаётся впечатление, что передний план – это цветной рентгеновский снимок; за ним просматривается лицо человека, один глаз которого открыт, а другой закрыт. При запуске микроистории появляется что-то похожее на наплывающий на передний план и быстро увеличивающийся бюст человека, реализованный в тонах красного спектра. С этой виртуальной 3D-моделью можно взаимодействовать – приближать, удалять, вращать. При увеличении фигуры во много раз (а также при уменьшении объекта практически до точки), появляется лицо на синем фоне в синих тонах. Особый интерес представляют оптические иллюзии. У человека под действием ЛСД может создаваться впечатление, что «различные объекты окружения... пульсируют и пребывают в состоянии странной нестабильности и текучести» [4], которая в рассматриваемом микропроизведении выражается словом (this) whirl («кружение»). Также следствием воздействия ЛСД на организм может стать изменённая перцепция пространства. Так, в непостоянной изменчивой среде объекты могут трансформироваться и отличаться неправильностью пропорций, испытываемый может наблюдать гротескные изменения собственного тела: «некоторые части тела кажутся миниатюрными, другие — увеличенными или растянутыми» [4]. Данный тезис позволяет объяснить, почему при определённой степени приближения трёхмерная фигура напоминает бюст: человек под действием ЛСД воспринимает свои конечности как очень маленькие, всё его тело претерпевает изменения. При вращении модели по горизонтальной оси можно увидеть человека, который сидит, опираясь на вытянутые в стороны (или сзади?) руки. Поворот в противоположную сторону позволяет обнаружить другую позу: теперь человек сидит, широко расставив руки и ноги.

Акустический фон напоминает приглушённый удар по упругому вибрирующему предмету, разрушающемуся от данного механического действия. Также присутствует звук, очень отдалённо напоминающий крики животных в джунглях.

Четвёртый эпизод обособляется посредством визуального ряда – цветовая гамма автоматически меняется. Кроме того, собственно текст можно прочитать только в окне аннотаций, в виртуальном пространстве микроистории он не представлен. (4) ...into the other. ...в новое кружение. В данном отрывке обращает на себя внимание употребление местоимения other с определённым артиклем, что подразумевает новое, однако вполне конкретное кружение. Отметим, определённый артикль в качестве дейктика воплощает анафорическое указание – то, о чём пойдёт речь далее. В частности, в нашем контексте это дейксис к виртуальному новому кружению, которое показано посредством смены видеоряда: красно-оранжевые тона уступают место сине-чёрным.

Пятый фрагмент обнаруживается с помощью попытки уменьшить изображение на экране – изначально очень крупные элементы модели в красно-оранжевой гамме постепенно сводятся к уже знакомой читателю 3D-модели. (5) Like Deep Learning through the Looking Glass. Как глубинное обучение, проводимое через зеркало. При нажатии на цифру «5» открывается текст отрывка, и все цифры, обозначающие номера фрагментов, выстраиваются по порядку сверху вниз. На наш взгляд, эту иерархическую систему можно интерпретировать как отсылку к технологии глубокого машинного обучения, основанного на нейронных сетях, в которых используется несколько уровней обработки для извлечения из данных объектов всё более высокого уровня. Особенностью этого машинного метода (в отличие от традиционного) является способность системы автоматически (без применения правил кодирования, вводимых вручную, или знаний человека в данной области) обрабатывать абстрактные данные, такие как картинки, видео или текст. Очень гибкие структуры рассматриваемой системы могут учиться непосредственно на необработанных данных и повышать точность прогнозирования, когда им предоставляется больше информации [5, 6]. Таким образом, визуализированная в цифровой среде идея о способности человека видеть абстрактные образы, интерпретировать их и «выходить на новый уровень» под действием ЛСД представляется вполне логичной и обоснованной.

Интерпретация названия становится возможной только по прочтении всего произведения. В лексической единице A[ck]Scension мы видим объединение двух слов: Ascension – «выход на более высокий уровень» и ack (сокращение от acknowledge) – в сетях передачи данных сигнал, подтверждающий, что сообщение получено [7]. Следовательно, название можно перевести как «Определённо на уровень выше».

Таким образом, микроповествование в ВР представляет собой комплексное сочетание аудиовизуального и текстового контента с множеством настроек, открывающих для читателя разнообразные способы взаимодействия с произведением и его интерпретации. Существующие в лингвистике подходы, используемые в работе с традиционными текстами, не всегда оказываются применимы к новому формату. Так, как показало данное исследование, обращение к классическим типам дейксиса в некоторых случаях не представляется возможным, когда речь идёт о виртуальной среде. В связи с данным открытием мы вводим новое понятие – дейксис к виртуальному, который подразумевает указание на что-то, существующее в ВР, что не создаётся в воображении читателя, но может быть визуализировано в цифровой среде.

Список используемых источников

1. <http://mezbreezedesign.com/vr-literature/vrignettes/> (дата обращения 10.02.2021).
2. Diewald G. M. *Deixis und Textsorten im Deutschen*. Tübingen, 1991. 435 с.
3. Бюлер К. *Теория языка*. М., 1993. 504 с.
4. Гроф С. *Области человеческого бессознательного: данные исследований ЛСД*. Retrieved February, 10, 2021, from <https://www.litmir.me/br/?b=256432&p=1>
5. <https://www.multitrans.com> (дата обращения 10.02.2021).
6. <https://developer.nvidia.com/deep-learning> (дата обращения 10.02.2021).
7. <https://www.urbandictionary.com/> (дата обращения 10.02.2021).

УДК 372.881.1
ГРНТИ 14.35.09

К ВОПРОСУ ОБ ИНОЯЗЫЧНОМ ПРАВСТВЕННО ВОСПИТЫВАЮЩЕМ ОБРАЗОВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИКТ

Ю. М. Соколова

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

В настоящей статье предпринята попытка раскрыть сущностные характеристики нравственно воспитывающего иноязычного образования в высшей школе. Основными видами разработанных автором статьи упражнений являются: 1) нравственно-просветительские; 2) обеспечивающие приобретение студентом опыта нравственного поведения; 3) стимулирующие студента проявить результат нравственного воспитания. В статье приведены примеры иноязычных нравственно воспитывающих упражнений, выполняемых с использованием средств информационно-коммуникационных технологий.

лингводидактика, обучение иностранным языкам для специальных целей, английский язык для специальных целей, изучение иностранных языков, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в обучении, нравственное воспитание, воспитывающее обучение.

Высшая школа призвана подготовить бакалавра, специалиста, магистра, чьи профессиональные и личностные качества отвечают потребностям общества. Так, к примеру, выпускник вуза, прошедший подготовку по направлению «Реклама и связи с общественностью», согласно Федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования (ФГОС ВО) для бакалавриата и магистратуры, утвержденным приказами Министерства образования и науки РФ от 8 июня 2017 г. № 512 и № 528, должен быть способен учитывать «эффекты и последствия своей профессиональной деятельности, следуя принципам социальной ответственности».

Как известно, чувство социальной ответственности воспитывается в результате усвоения принятых в обществе морально-этических норм и регулируется собственными нравственными принципами. В этой связи обучение будущей профессии и организованное педагогом воспитание студента вуза имеют равноценную значимость и подчинены единой цели формирования и развития личности [1].

Профессионально ориентированная подготовка по иностранному языку в современной высшей школе должна носить комплексный характер и реализовываться на интегративной основе с использованием традиционных и инновационных методических моделей, соответствующих задаче формирования и развития у будущего специалиста востребованных компетентностей и личностных качеств [2].

Воспитание – это педагогически обусловленный организованный преподавателем процесс взаимодействия активных участников обучения, в результате которого происходит актуализация и самоактуализация личностных качеств у студента.

Преподаватель иностранного языка, осуществляющий нравственно воспитывающее иноязычное образование, решает методические вопросы по реализации обозначенного комплекса задач. В настоящей статье предпринята попытка раскрыть сущностные характеристики нравственно воспитывающего иноязычного образования на примерах заданий, которые выполняются студентом с использованием средств ИКТ.

В основе разработанной нами системы иноязычных нравственно воспитывающих упражнений лежат выделенные Б. Т. Лихачевым уровни нравственного воспитания [3, С. 29–33]. Предложенная ученым классификация была нами дополнена и уточнена на примерах выполнения языковых заданий. Основными видами разработанных нами упражнений являются следующие: 1) нравственно-просветительские; 2) обеспечивающие приобретение

студентом опыта нравственного поведения и 3) стимулирующие студента проявить результат нравственного воспитания [4].

Нравственно-просветительские иноязычные упражнения информируют студента о моделях поведения, которое основывается на принятых в социуме нормах. Такие упражнения носят подготовительный к нравственному поведению студента характер. Нравственно-просветительская деятельность преподавателя призвана оказать эмоциональное воздействие на обучающегося и найти у него отклик. Преподаватель предъявляет учебный материал, содержательный контент которого имеет нравственную направленность. При этом уместна демонстрация презентации на электронной доске и т.п. Таким образом реализуется принцип наглядности обучения.

Следующий вид упражнений нацелен на **приобретение студентом опыта нравственного поведения**. Выполняя задания, студент осуществляет речевую деятельность от лица некой высоконравственной личности. Преподаватель организует тренировочную коммуникацию на иностранном языке и управляет взаимодействием участников обучения. Педагог оценивает, насколько успешно студент овладевает иноязычной речью, а также стимулирует его рефлексивную деятельность для оценки предложенного им способа решения проблемной ситуации. Приобретение опыта нравственного поведения от предложенного преподавателем лица представляет собой усвоение студентом принятых норм поведения и готовит его к следующему этапу учебной деятельности.

Упражнения, стимулирующие студента продемонстрировать результат нравственного воспитания, относятся к высшему разряду нравственно-воспитывающих заданий. Они дают возможность студенту осуществить иноязычную коммуникацию в тренировочной социально значимой ситуации с опорой на имеющиеся или находящиеся в стадии формирования собственные нравственные ценности и ориентиры. Студент выполняет лингвистическое задание от своего лица. С помощью таких упражнений проверяют уровень воспитанности студента. Преподаватель должен обеспечить взаимодействие и обратную связь личностного характера независимо от того, выполняется ли упражнение в аудитории или дистанционно, а также с использованием или без использования средств ИКТ.

Рассмотрим возможности применения современных средств ИКТ при реализации нравственно воспитывающего иноязычного образования. В качестве иллюстрации приведем систему упражнений (заданий), воспитательной задачей которых является формирование социальной ответственности.

Пример нравственно просветительского упражнения (задания): *Read the following passage about a woman leader. Add relative pronouns **who** or **which** where necessary. Describe her in written using personal qualities, activities and useful phrases from the list given and supplement them with your own ones according to the information from the text. Discuss your descriptions in*

pairs [5]. (Перевод: «Прочитайте следующий отрывок о женщине-руководителе компании. Добавьте относительные местоимения **кто** или **что**, где это необходимо. Опишите руководителя письменно, используя личностные характеристики, виды деятельности и полезные выражения из приведенных в списке, дополните описание собственными эпитетами в соответствии с информацией из текста. Обсудите свои описания в парах».) В приведенном примере нравственно просветительское упражнение является аспектным упражнением для развития умения поискового чтения. Ему сопутствуют аспектное (грамматическое) языковое упражнение, а также репродуктивные и продуктивные речевые упражнения для развития умений письменной речи и говорения, выполнение которых подготавливает студента к выполнению нравственно воспитывающему упражнению следующего класса.

Пример нравственно воспитывающего **упражнения (задания), обеспечивающего студенту возможность приобретения опыта нравственного поведения**: *Read two letters from colleagues and highlight their complaints to their editor-in-chief about each other (lack of understanding between the Spanish and Japanese editors working in a remote office of an international public relations firm), make a list of their complaints about the verbal and non-verbal ways of their communication. With a partner, talk about a possible solution (whether to write to each of them, or meet with both of them), as if the decision were taken by the editor-in-chief who is familiar to you from the task above* [5]. (Перевод: «Прочитайте два письма от сослуживцев и подчеркните их жалобы друг на друга (отсутствие взаимопонимания между испанским и японским редакторами, работающими в отдаленном офисе международной PR-компании), составьте список их претензий касательно вербальных и невербальных способов общения. Обсудите с партнером варианты урегулирования конфликтной ситуации (написать ли письменные обращения к каждому из них или встретиться с ними обоими для беседы), как если бы решение принимала знакомая по предыдущему заданию женщина-руководитель».)

Данное комплексное задание для развития умений диалогической речи в форме ролевой игры обеспечивает студенту приобретение опыта нравственного поведения. Возможны различные формы его выполнения: дистанционно в форме видеоконференции в синхронном или асинхронном временном режиме. В целях гуманизации образовательного процесса обратная связь от преподавателя должна носить личностный характер и стимулировать студента к рефлексивной деятельности.

Пример **упражнения (задания), обеспечивающего стимулирование проявления результата нравственного воспитания**: *"You are an editor-in-chief. You want to keep both of editors because they are both excellent editors. How can you help them resolve their conflict? Write out a plan of action that will*

help the two employees resolve their differences. Think about the following questions: What is the best way for you, the editor-in-chief, to communicate with them? Should you write them each a letter? Or should you call a meeting with both of them? How much should you, the editor-in-chief, be involved in their cultural misunderstanding? How will the conflict resolution affect the interaction of editors? To what extent can the way of resolving the conflict affect the work of the entire team? [5] (Перевод: «Вы главный редактор. Вы хотите сохранить на работе обоих редакторов, потому что они оба отличные работники. Как вы можете помочь им разрешить их конфликт? Напишите план действий, который поможет двум сотрудникам разрешить их разногласия. Подумайте о следующих вопросах: Каков наилучший способ для вас, главного редактора, общаться с ними? Должны ли вы написать им письма? Или вы должны назначить встречу с ними обоими? Насколько вы, главный редактор, должны быть вовлечены в их межкультурное взаимное непонимание? Как разрешение конфликта скажется на взаимодействии редакторов? В какой степени способ решения конфликта может повлиять на работу всего коллектива?»).

При дистанционном выполнении этого задания на развитие умений письменной речи с использованием средств ИКТ в асинхронном по времени режиме преподаватель оценивает письменную работу (продукт речетворческой деятельности студента в письменном виде) не только по уровню владения иностранным языком, но и с точки зрения успешности решения производственной конфликтной ситуации. Обмен информацией осуществляется по электронной почте или с помощью электронных средств коммуникации, причем преподаватель обеспечивает обратную связь личностного характера.

Итак, использование средств ИКТ в нравственно воспитывающем иноязычном образовании: 1) предъявляет специфические профессиональные требования к преподавателю, который должен обладать ИКТ-компетентностью и уметь актуализировать воспитательный потенциал учебной дисциплины в целях нравственного развития личности; 2) демонстрационные средства ИКТ необходимы в нравственно воспитывающем иноязычном образовании, так как обладают требуемыми свойствами для эмотивного предъявления образцов нравственного поведения; 3) использование ИКТ в учебном процессе в целях обеспечения общения на иностранном языке при выполнении как упражнений (заданий), обеспечивающих студенту приобретение опыта нравственного поведения, так и упражнений (заданий), стимулирующих студента продемонстрировать результат нравственного воспитания, должны отличаться личностным характером взаимодействия; 4) оценка результатов нравственного воспитания осуществляется педагогом на каждом этапе лингвистической деятельности студента.

Список используемых источников

1. Сластёнин В. А., Исаев И. Ф., Шиянов Е. Н. Педагогика : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М. : Издательский центр «Академия», 2007. 576 с.
2. Рубцова А. В., Алмазова Н. И., Еремин Ю. В. Методическая модель продуктивного иноязычного образования: реновация академических ресурсов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Гуманитарные и общественные науки. 2018. Т. 9, № 3. С. 87–99. DOI: 10.18721/JHSS.9309.
3. Лихачев Б. Т. Философия воспитания. Специальный курс. М. : ВЛАДОС, 2010. 335 с.
4. Соколова Ю. М. К вопросу о функциональной классификации воспитательных иноязычных упражнений // Письма в Эмиссия.Оффлайн (The Emissia.Offline Letters): электронный научный журнал. 2019. № 6 (июнь). ART 2731. URL: <http://emissia.org/offline/2019/2731.htm>
5. English L. M., Lynn S. Business Across Cultures. Effective Communication Strategies. NY. : Longman, 1995. 182 p.

*Статья представлена заведующим кафедрой ИЯ СПбГУТ,
кандидатом культурологических наук, доцентом А. С. Алёшиным.*

УДК 81'44
ГРНТИ 16.21.33

К ВОПРОСУ О СИНКРЕТИЗМЕ МЕМУАРНЫХ ТЕКСТОВ

К. Д. Токарева

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

В статье анализируются мемуарные тексты в аспекте их синкретизма. Отмечено, что мемуары до сих пор недостаточно исследованы современной наукой, в частности, в контексте их жанровой принадлежности: дискуссионным остается вопрос о принадлежности мемуаров к исторической науке или к жанрам художественной прозы. Проанализированы личностное и документальное начало в мемуаристике. мемуары, литература non fiction, документальность, личностный фактор.

мемуары, научно-популярная литература, документальный фильм, личный фактор.

Несмотря на значительное количество теоретических и литературно-критических работ по документалистике, природа мемуаров все еще изучена недостаточно. Некоторые ученые относят документалистику к исторической науке. В частности, А. Тартаковский рассматривает мемуары

в культурно-историческом контексте [1]. Вопросы мемуаров как исторических источников касались в своих исследованиях М. Н. Черноморский, Е. Г. Бушканец и другие исследователи. Их концепции тяготеют к истолкованию научных жизнеописаний, констатируют принадлежность мемуаров к исторической литературе.

Второе направление исследований мемуарной литературы относит ее к жанрам художественной прозы (В. Кардин [2], Л. Гинзбург [3]). Художественная документалистика предполагает сочетание научного исследования и художественного домысла. Ученые признают двойную сущность «литературы факта»: с одной стороны, документ является неперменным признаком таких произведений, составляет их доминанту; с другой – важное значение приобретает авторское освещение этого документа, субъективное начало.

Личностный фактор неоднократно привлекал внимание исследователей. Некоторых аспектов этого вопроса коснулись в своих монографиях Д. Стауффер, Л. Гинзбург, И. Шайтанов [4], А. Тартаковский и прочие авторы. Однако основательных исследований по данной проблеме не создано. Поэтому существует насущная потребность исследовать два противоположных полюса литературы *non fiction* (то есть нехудожественной) – документальность и личностный фактор и выяснить их соотношение в мемуарных произведениях. Соотношение этих двух полюсов и приводит к заявленному в заголовке синкретизму мемуарной литературы.

Современное состояние литературы *non fiction* позволяет очертить теоретическую модель документально-художественного произведения: 1) доминирование документального начала (воспроизведение атмосферы периода, соответствие изображаемого реальным событиям и документальным фактам; для биографики еще добавляется обязательное наличие реальной исторической фигуры); 2) ретроспективность (в биографике автора жизнеописания и его героя преимущественно отдаляет значительная временная дистанция, чаще всего объект и субъект повествования лично не знакомы; в мемуаристике могут быть изображены и современные события, однако время их осуществления должно быть в прошлом); 3) двойное видение событий (в основном для мемуаристики); 4) существование различных временных измерений и ассоциативность мышления (неосознанный процесс – в мемуаристике, вполне осознанный – в биографике); 5) концептуальность (каждое документально-художественное произведение отражает определенную авторскую концепцию бытия); 6) связь науки и искусства (и мемуарист, и биограф используют два подхода к реализации своего замысла – исследовательский и эстетический); 7) личностный фактор (будут ли это воспоминания о собственной жизни и современниках (мемуаристика), или рассказ о славной исторической фигуре (биографика), – реципиенту предлагается авторское видение, индивидуальное, неповторимое).

Диалектика личностного и документального в мемуарной прозе фактически сводится к соотношению субъективного и объективного. Эти взаимоисключающие философские категории выступают важным моментом в познавательной и практической деятельности человека. Каждое документально-художественное произведение обязательно содержит объективную информацию и субъективное освещение этой информации автором. Но в документалистике субъективное и объективное не образуют оппозицию, как в философии. Напротив, современное состояние документально-художественной литературы удостоверяет органическое сочетание субъективного и объективного подходов в освещении прошлого.

Любой акт творчества невозможен без определяющего участия в нем творца – личности. В наибольшей степени это замечание касается документально-художественной прозы, где наиболее полно раскрывается отношение автора к тому, что он лично видел и пережил (мемуаристика), воспринял и осознал (биографика) и что, стремясь к объективной истине, субъективно оценил.

Какое бы мемуарное произведение мы ни взяли, к какой бы жанровой разновидности оно не принадлежало, личность автора всегда выступает определяющим фактором его структуры. Однако у мемуариста больше оснований для субъективного освещения событий, чем у биографа. Автор мемуарного произведения пишет о собственной жизни и своей эпохе, изображает пережитое лично и увиденное воочию, вследствие этого у него больше причин для уверенности в себе, в своих позициях. А это – исходный пункт субъективности.

Еще одним важным аспектом, освещающим особенности мемуаристики, является ее хронотоп. Несмотря на ведущий принцип мемуарной литературы (документальную доминанту), хронотоп в мемуарных произведениях не должен восприниматься как прямое непосредственное отображение реального времени-пространства. В документально-художественной литературе это отражение носит прежде всего концептуальный характер. К реальным событиям и явлениям авторы подходят не просто с констатирующей, а с определенной систематизирующей точки зрения. Это выявляет их индивидуальное неповторимое видение изображаемых событий и героев, что, по сути, и является личностным началом.

В мемуаристике художественное пространство наделено общим специфическим признаком – реальностью, поскольку пространственные координаты любого образца документально-художественной прозы всегда соответствуют подлинно существующим топографическим пунктам и неотделимы от событий и дат из жизни героя. Поэтому на первый взгляд кажется, что здесь документальная доминанта вполне устраняет вероятность авторского освещения. Однако в композиционном построении пространственных

плоскостей автор документально-художественного произведения ограниченный не имеет, что и вызывает выявление субъективного фактора.

При сопоставлении с биографикой в контексте личностного и документального проявляются такие особенности мемуаристики: во-первых, в конкретно-историческом временном измерении мемуарист воспроизводит собственную эпоху, что дает больше прав на личностное освещение. Во-вторых, в художественных жизнеописаниях в биографическом, архетипическом и психологическом временных измерениях автор вообще не выражен. Итак, на хромотопном уровне в мемуаристике, по сравнению с биографикой, значительно увеличено количество каналов для вывода авторского «я» непосредственно в структуру произведения.

Список используемых источников

1. Тартаковский А. Г. Русская мемуаристика XVIII – первой половины XIX в. : от рукописи к кн. / А. Г. Тартаковский; АН СССР, Ин-т истории СССР. М. : Наука, 1991. 286 с.
2. Кардин В. Сегодня о вчерашнем : мемуары и современность. М. : Воениздат, 1961. 191 с.
3. Гинзбург Л. Я. О психологической прозе. М. : Intrada, 1999. 415 с.
4. Шайтанов И. Непроявленный жанр или литературные заметки о мемуарной форме // Вопросы литературы. 1979. № 2. С. 55–77.

Статья представлена заведующим кафедрой английской филологии РГПУ, доктором филологических наук, профессором И. А. Щировой.

УДК 378.16
ГРНТИ 14.35.07

ДОСТУПНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ОСНОВА ПРОДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

И. Н. Федоренко

Череповецкий государственный университет

Современное состояние рынка пользователей сети Интернет, в Российской Федерации приобретает все большую значимость для развития электронных образовательных ресурсов. В статье обоснована необходимость активного внедрения цифровых решений в процесс цифровизации образования. Приводятся предложения по преодолению территориального цифрового неравенства для продвижения электронного образования.

интернет-ресурсы, цифровые технологии, электронное обучение, цифровизация образования.

В настоящее время интенсивность внедрения цифровых технологий зависит от многих факторов, в городах вполне успешно, в отдаленных сельских регионах России с большими трудностями. Этими положениями определяется актуальность изучения проблем доступности Интернета и цифровых устройств, преодоления неравенства между городским и сельским населением для получения образования в том числе посредством электронного обучения.

Чтобы достичь назначенных целей и выполнить задачи, поставленные перед государством и регионом, необходимо поступательное развитие процесса. Цифровизация является необходимым вектором развития, и должна отвечать следующим принципам:

– компьютеризация – основные компоненты учебных действий должны быть снабжены современным оборудованием для цифрового управления;

– коннективность (сетевое взаимодействие) – объединение цифровых технологий в общую среду, которая соответствует требованиям вузовской среды;

– видимость (обозримость) – учебные занятия в режиме реального времени и создание цифрового отображения или виртуального моделирования решений [1].

Данные принципы являются основой проведения цифровизации, без их соблюдения невозможен полноценный переход к интернет-продвижению образовательных услуг.

Цифровизации образовательного процесса должна быть обеспечена необходимыми условиями. Одним из них является интернет, позволяющий получать образовательные услуги, повышать профессиональный уровень и осваивать требуемые компетенции [2]. Используя метод сравнения, проведем оценку информационно-цифровых возможностей населения для электронного обучения в целом по Российской Федерации (РФ) и одного из крупных регионов Северо-Западный Федеральный округа (СЗФО) [3]. Аналитическая информация о численности абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети представлена в таблице 1 (см. ниже).

Таким образом, наблюдается общая тенденция роста данного показателя по России и СЗФО, за исключением Калининградской области, что свидетельствует о благоприятных условиях для интернет-продвижения образовательных услуг.

Зарубежный и отечественный опыт убедительно показывает, что решение проблем, связанных с преодолением «цифрового разрыва» между участниками образовательного процесса должно происходить в направлении развития информационных и коммуникационных технологий [4]. Вопросы

практической реализации цифровых решений в контексте доступности и безопасности интернет – ресурсов наиболее полно отражены в работе отечественных исследователей А. В. Морозова и Л. Н. Самборской [5]. Подробный анализ зарубежной практики проведен Н. П. Петровой и Г. А. Бондаревой [6], которые пришли к выводу, что в международной практике преобладает подход интеграции каждого обучающегося в Интернет-среду. В рассмотренных работах иностранных исследователей прослеживается акцент на необходимость применения сложных информационных технологий, позволяющих снизить вероятность наступления рисков, так П. Торадения, А. Феррейра, Дж. Ли, Р. Тан [7] в своей статье уделяют пристальное внимание контролю над цифровыми технологиями.

ТАБЛИЦА 1. Динамика численности абонентов фиксированного широкополосного доступа к сети Интернет: РФ, СЗФО (на 100 человек населения)

Показатели	Годы							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Откло- нение +/-
Российская Федерация	16,53	16,97	18,26	18,59	21,02	21,66	22,16	+ 5,63
в том числе:								
Северо-Западный федеральный округ	20,08	20,42	22,26	22,81	24,80	23,91	24,20	+4,12
Республика Карелия	25,61	27,54	28,93	29,83	30,94	31,66	32,22	+6,61
Республика Коми	16,94	17,57	26,71	28,77	25,07	23,90	23,12	+6,18
Архангельская область (включая Ненецкий автономный округ)	16,19	16,78	17,53	17,88	22,65	22,97	23,30	+7,11
Вологодская область	17,67	18,94	20	20,20	22,49	22,63	22,96	+5,29
Калининградская область	21,71	18,63	21,74	20,86	20,80	20,78	21,05	0,66
Ленинградская область	9,95	9,72	10,09	11,01	11,22	11,40	21,05	+11,10
Мурманская область	18,42	19,51	23,45	25,89	28,27	28,71	31,47	+13,05
Новгородская область	15,16	15,34	15,64	16	18,04	17,49	18,24	+3,08
Псковская область	8,29	8,53	8,90	7,88	15,64	16,66	20,19	+11,90
г. Санкт-Петербург	26,91	27,43	28,80	29,34	31,89	29,30	28,89	+1,98

Следует обратить внимание на то, что благодаря Интернету, студенты и преподаватели получают доступ к различным образовательным источникам и учебным заведениям. Преподаватели со студентами могут не только работать в сети, но и сотрудничать со своими коллегами в мировой паутине. Новейшие методики могут использоваться совместно, посредством связи через глобальную сеть и быть интегрированными в учебные планы [8].

Компьютер превратился в уникальную, эксклюзивную технологическую систему, объединяющей в себе текст, изображения и звук, что является его главным достоинством при использовании в обучающих процессах. Использование дистанционных технологий позволяет инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья успешно получать высшее образование [9, 10, 11].

Интернет-технологии позволяют не зависимо от типа местности ускорить процесс получения научных знаний, приблизить их доступность. В таблице 2 исследована динамика использования информационно-телекоммуникационных технологий сельским и городским населением [12].

ТАБЛИЦА 2. Использование информационно-телекоммуникационных технологий сельским и городским населением, в % от общего числа домашних хозяйств

Показатели	Типы местности	2015	2018	2019	Абсолютное изменение, 2019/2015 +/-
Домашние хозяйства, имеющие доступ к сети Интернет	Город	76,2	79,7	79,9	+3,7
	Село	59,2	67,1	67,7	+8,5
Домашние хозяйства, использующие для выхода в сеть Интернет персональные компьютеры	Город	73,3	73,4	70,2	-3,1
	Село	53,4	55,4	50,6	-2,8
Домашние хозяйства, использующие для выхода в сеть Интернет мобильные устройства	Город	45,8	65,9	69,4	+23,6
	Село	28,1	49,8	55,4	+27,3

Показатель «доступ в сеть Интернет» имеет тенденцию роста, использование для этого персональных компьютеров за исследуемый период снизилось, и одновременно наблюдается значительное увеличение выхода с мобильных устройств в обоих типах местности.

В таблице 3 (см. ниже) рассмотрены факторы, сдерживающие использование сети Интернет для сельского и городского населения [12].

Показатели «затраты на подключение» по обоим типам местности увеличились, проблемы с отсутствием технической возможности подключения уменьшаются, «соображения безопасности» становятся для населения очень важными.

Для обеспечения дальнейшего возможного устойчивого цифрового развития системы образования необходимо:

– кардинальное изменение ситуации с доступностью широкополосного интернета, особенно в сельской местности;

– обеспечение наличия разнообразного и качественного контента в различных информационных ресурсах и системах.

ТАБЛИЦА 3. Факторы, сдерживающие использование сети Интернет для сельского и городского населения, в % от общей численности населения

Показатели	Типы местности	2015	2018	2019	Абсолютное изменение 2019/2015,
Высокие затраты на подключение	Город	11,8	13,8	14,8	+3,0
	Село	13,3	16,1	16,2	+2,9
Отсутствие технической возможности подключения	Город	2,9	2,2	2,5	-0,4
	Село	9,1	9,5	8,7	-0,4
Соображения безопасности	Город	1,7	2,7	4,1	+2,4
	Село	1,2	1,8	2,2	+1,0

Таким образом, цифровая среда обеспечивает доступность образования для людей, которые учитывая личный и рабочий график способны реализовать свои жизненные целевые установки по получению или повышению профессиональных компетенций. Перспективы преодоления цифрового неравенства между городом и селом достаточно сложный и длительный процесс, но позволит на основе роста уровня развития человеческого потенциала обеспечить продвижение качественного электронного обучения не зависимо от типа местности.

Список используемых источников

1. Тюкавкин Н. М. Цифровизация образовательных процессов в вузах // Эксперт: теория и практика. 2019. № 1. С. 35–41.
2. Оленев С. М. Качество научной информации в контексте современных проблем образования и науки в Российской Федерации // Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы. 2018. № 2. С. 8–11.
3. Официальный сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [портал]. – Электрон. дан. URL: <https://digital.gov.ru/ru/pages/statistika-otrasli/#section-510>
4. Блатова Т. А., Макаров В. В., Слуцкий М. Г. // Оценка качества дистанционного обучения на базе информационно-коммуникационных технологий в образовательных организациях. Журнал правовых и экономических исследований. 2020. № 3. С. 114–121.
5. Морозов А. В., Самборская Л. Н. Особенности электронного образования в условиях цифровизации // Управление образованием: теория и практика. 2020. № 2. С. 62–69.
6. Петрова Н. П., Бондарева Г. А. Цифровизация и цифровые технологии в образовании // Мир науки, культуры, образования. 2019. № 5. – С. 353–355.

7. Thoradeniya, P., Ferreira, A., Lee, J. Tan, R. (2020), "The diffusion of sustainability key performance indicators in a developing country context" // Accounting, Auditing & Accountability Journal, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-07-2019-4106>

8. Варламова В. А., Попов А. А. Роль и влияние сети интернет в образовательном процессе вуза // Научный электронный журнал Меридиан. 2018. № 4. С. 9–11.

9. Уваров А. Ю., Фрумин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М. : Издательским домом Высшей школы экономики. 2019. С. 14–20.

10. Федоренко И. Н. Технологии дистанционного обучения по дисциплинам экономического профиля для реализации инклюзивного образования // Вестник Череповецкого государственного университета. 2017. № 4. С. 148–153.

11. Федоренко И. Н. Совершенствование деятельности налоговых органов на примере создания федерального казенного учреждения // Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. 2014. № 8. С. 18–25.

12. Информационное общество в Российской Федерации. 2020: статистический сборник И74 [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Электрон. текст дан. (33,6 Мб). М. : НИУ ВШЭ, 2020.

УДК 378.14

ГРНТИ 14.35.09

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

С. И. Хитрин, И. Ю. Хитрина

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

Опыт использования дифференцированного подхода к управлению образовательной деятельностью студентов с помощью ДОТ дает возможность выйти на новый уровень формирования образовательных компетенций. Опираясь на уровень мотивации и сформированности учебных навыков студентов, преподаватель повышает результативность усвоения учебных дисциплин, используя в своем управленческом воздействии различную степень директивности и поддержки по отношению к различным студентам.

дистанционное обучение, дистанционные образовательные технологии, учебная мотивация, дифференцированный подход, сформированность учебных навыков, управленческое воздействие, директивность, поддержка.

Несмотря на то, что проблема использования дистанционных образовательных технологий (ДОТ) в обучении не нова, она ставилась в основном

в связи с применением ДОТ для обучения мотивированных студентов и учащихся, желающих самостоятельно овладеть интересующими их учебными курсами. Дистанционные образовательные технологии изначально были призваны стать средством свободного творческого саморазвития человека и эффективной самоорганизации его деятельности, обеспечить высокий уровень его субъектности в образовательном процессе [1]. Начиная с 2000 года проблеме дистанционного обучения было посвящено немало работ [1, 2, 3]. Издается несколько журналов. Однако дистанционные образовательные технологии рассматривались как технологии, которые используются наряду с традиционными. Достоинства и недостатки дистанционного образования хорошо раскрыты в многочисленных статьях и монографиях. Экстремальный переход вузовского образования в формат онлайн-обучения не только лишней раз высветил все достоинства и недостатки дистанционного обучения, но и заставил искать способы их преодоления на практике.

Онлайн-обучение – это, прежде всего, когнитивный и социальный процесс, а не просто процесс передачи информации посредством Интернет. Так же, как и очное обучение, онлайн-обучение требует социальной поддержки обучающихся. Принято считать одной из отрицательных сторон дистанционного обучения отсутствие личного общения студента с преподавателем, а также общения с другими студентами. С другой стороны, в настоящее время этот вопрос решается довольно просто – электронная почта, телефон, icq, программы видеоконференций. Иногда не обязательно находиться рядом, чтобы иметь возможность общаться лично.

Отсутствие учебной мотивации – проблема, которая не является особенностью только дистанционного обучения. Но при использовании ДОТ, низкая учебная мотивация становится одним из существенных факторов низкого уровня освоения учебной дисциплины. В этом случае студенты часто ссылаются не на нежелание учиться, а на отсутствие у них необходимых технических средств.

Одной из задач преподавателя, использующего дистанционные образовательные технологии, становится такая организация онлайн-обучения, при которой существует возможность не только организовать процесс передачи учебной информации всем студентам, с этим ДОТ справляются гораздо лучше, чем аудиторные занятия, но и вовлечение всех студентов в образовательный процесс. Здесь, как никогда встает задача дифференцированного подхода к разным группам студентов.

Подходом, апробированным при организации работы со студентами во время практических занятий в режиме видео-конференций по таким учебным дисциплинам, как Менеджмент, Управление конфликтом и деловые переговоры, Управление человеческими ресурсами, входящими в учебный план подготовки бакалавров (по направлениям «менеджмент в инфокоммуникациях», «анализ и проектирование бизнес-процессов предприятия

в цифровой экономике», «европейские исследования» и «реклама и связи с общественностью в коммерческой сфере»), является подход ориентированный на использование разных стилей руководства образовательным процессом студентов в зависимости от степени их учебной мотивации и сформированности навыков самостоятельной работы. Идея гибкого применения разных стилей руководства студентами в зависимости от их вовлеченности в учебный процесс и уровня сформированности навыков самостоятельной работы базируется на теории ситуативного лидерства Поля Херси и Кена Бланшара, согласно которой эффективным является тот стиль руководства менеджера, который опирается на уровень «зрелости» исполнителей [4]. Для определения уровня зрелости исполнителей авторы предлагают оценить степень вовлеченности в производственную деятельность и уровень компетентности работников. В применении к учебной деятельности степень учебной мотивации студентов определяется наличием интереса к учебной дисциплине, готовностью выполнять как основные, так и дополнительные задания, желанием участвовать в деловых и ролевых играх, дискуссиях, брать на себя ответственность за организацию выполнения групповых заданий.

Сформированность навыков самостоятельной работы оценивается как по навыкам самоорганизации при отсутствии очного контроля со стороны преподавателя, так и по умению составить отчет по выполненному учебному заданию, в том числе в виде реферата, слайдов, короткого доклада, отражающих суть изучаемого вопроса. На основе сочетания этих двух показателей можно выделить 4 группы студентов.

Первую группу образуют студенты с высоким уровнем мотивации, но низким уровнем сформированности навыков самостоятельной работы. Херси и Бланшар предлагают в подобном случае использовать так называемый директивный стиль руководства, основанный на указаниях и контроле со стороны руководителя. Таким студентам преподаватель должен четко ставить учебную задачу, обозначив алгоритм выполнения задания, включая наглядный пример. Студенты этой группы нуждаются в постоянном контроле и развернутой обратной связи. При использовании ДОТ именно эта группа студентов предпочитает работать в онлайн-среде вместе с преподавателем и другими студентами. Отчеты, составляемые этими студентами по итогам самостоятельной или групповой работы, нуждаются в тщательном анализе и подробной развернутой обратной связи, основанной на принципах конструктивной критики. При этом анализ отчета студента со стороны преподавателя должен включать в первую очередь указание на сильные стороны работы и только затем должны быть подробно рассмотрены недостатки и предложены способы их устранения. После такой обратной связи студенты этой группы, как правило, готовы повторно составить отчет и отправить на проверку преподавателю.

Вторую группу образуют студенты с низким уровнем мотивации и низким уровнем сформированности навыков самостоятельной работы. Это самая трудная группа студентов не только для дистанционного, но и для аудиторного обучения. Их присутствие на занятии часто носит формальный характер. При использовании ДОТ такие студенты зачастую отмечают свое присутствие в журнале занятий, но контролировать их участие в работе достаточно трудно. Не редки случаи, когда они откладывают сдачу отчетов по итогам самостоятельной работы на неопределенный срок и могут воспользоваться отчетами своих однокурсников. Такие студенты нуждаются не только в четких указаниях и постоянном контроле, но и в поддержке со стороны преподавателя. Лучше всего они включаются в учебный процесс, если возникает возможность выполнять задание совместно с преподавателем или с другими студентами. Херси называет такой стиль руководства наставническим. Студентов этой группы преподаватель должен сопровождать на протяжении всего учебного процесса, контролируя их участие во всех формах учебной работы, поддерживая их участие в работе, предлагая совместное выполнение отдельных заданий, поощряя проявление инициативы и позитивно реагируя на удачное выполнение работы. Обратная связь, предоставляемая студентам данной группе должна носить конструктивный характер и ясные указания на действия, необходимые для успешного выполнения работы. Другой формой работы в режиме видеоконференции, подходящей для них, является участие в выполнении практических заданий в мини-группах. В этом случае поддержку и контроль студентов данной группы обеспечивают наиболее ответственные и мотивированные члены студенческой группы, берущие на себя роль лидеров.

Третью группу образуют студенты с достаточной учебной мотивацией и сформированными навыками самостоятельной работы, но недостаточно уверенные в своих знаниях и умениях. Способные работать самостоятельно, они нуждаются в психологической поддержке со стороны преподавателя. Зная верный ответ, они часто опасаются его озвучить, сомневаясь в своей правоте. Для них больше всего подходит так называемый поддерживающий стиль руководства. Особенностью работы с такими студентами является не многократное пояснение хода работы, а предложение высказать свою точку зрения и поощрение за инициативу и вопросы, которые они любят задавать. Отход от менторского стиля преподавания в сторону экспертной поддержки, консультирования по вопросам организации самостоятельной работы дает возможность недостаточно уверенным в себе студентам избавиться от тревоги перед ошибками и проявлять большую инициативу в групповой работе. Отсутствие подобного сопровождения усугубляет степень неуверенности студента в себе, может привести к серьезным личностным проблемам. Обратная связь, предоставляемая таким студентам

в первую очередь должна носить позитивный характер. Свои недостатки они, как правило, осознают достаточно хорошо.

Наконец, четвертая группа студентов, наиболее подготовленная для обучения с использованием ДОТ – студенты с высоким уровнем учебной мотивации и наличием хорошо развитых умений самостоятельной работы. С одной стороны, эта группа наиболее подготовлена для дистанционного обучения. Они способны самостоятельно выполнить любые задания, им не нужна поддержка, так как они хорошо знают свой уровень работы. Преподаватель может делегировать им ответственность не только за собственную работу, но и за организацию работы в мини-группах. С другой стороны, если в ходе онлайн-сессии преподаватель много времени уделяет студентам первой и второй групп, у студентов с высоким уровнем мотивации и сформированными навыками самостоятельной работы может снизиться интерес к участию в практическом занятии. Поэтому верным будет решение предлагать этой группе студентов более сложные варианты заданий либо привлекать их к работе в качестве руководителей мини-групп. А при оценке знаний они могут выполнять роль «оценщика» знаний других студентов. Обратная связь по итогам работы этой группы студентов должна носить скорее характер рекомендаций по самообразованию и развитию компетенций, формируемых в ходе обучения, чем директивной или поддерживающей.

Опыт использования дифференцированного подхода к управлению образовательной деятельностью студентов с помощью дистанционных образовательных технологий дает возможность повысить эффективность формирования образовательных компетенций. Опираясь на уровень мотивации и сформированности учебных навыков студентов, преподаватель повышает результативность усвоения учебных дисциплин, используя в своем педагогическом воздействии различную степень непосредственного участия и сопровождения по отношению к различным группам студентов. Учитывая специфику изучаемых дисциплин, подобная организация образовательного процесса, кроме того, позволяет реализовать контекстный подход к обучению и на практике показать применение теоретических знаний и умений по управлению как отдельными людьми, так и группами. Например, используя принципы конструктивной критики при оценке работы студентов на практическом занятии, преподаватель может сосредоточить внимание студентов не только на содержании обратной связи, но и на форме ее подачи. Изучая теорию ситуативного лидерства, помимо традиционного анализа кейсов, содержащих описание производственных ситуаций, преподаватель может предложить студентам разработать конкретные рекомендации по управлению образовательным процессом.

Список используемых источников

1. Белинская Е. П., Жичкина А. Е. Современные исследования виртуальной коммуникации: проблемы, гипотезы, результаты // Образование и информационная культура. М. : Центр социологии образования, 2000. С. 395–431.
2. Васильева И. А., Осипова Е. М., Петрова Н. Н. Психологические аспекты применения информационных технологий // Вопросы психологии. 2002. № 3. С. 31–33.
3. Дистанционные образовательные технологии: проектирование и реализация учебных курсов / Под общ. ред. М. Б. Лебедевой. СПб. : БХВ-Петербург, 2010. 336 с.
4. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М. : Издательский дом «Вильямс», 2019. 672 с.

УДК 537.85
ГРНТИ 29.01.45

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТАНОВКИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ ДЛЯ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ»

Л. М. Черных

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

Лабораторная работа, демонстрировавшая принцип суперпозиции для постоянного магнитного поля, существовала в лаборатории физического практикума на кафедре физики ГУТ. Она была основана на применении баллистического метода измерений. Здесь представлена схема лабораторной установки, с помощью которой можно продемонстрировать принцип суперпозиции для переменных (гармонических) магнитных полей. Представлены результаты измерений, иллюстрирующие сложение (суперпозицию) переменных магнитных полей одинакового и противоположного направлений.

лабораторная работа, принцип суперпозиции, переменное магнитное поле.

На рис. 1 (см. ниже) показана схема лабораторной установки. На этом рисунке Γ – генератор переменного тока, mA – миллиамперметр для измерения тока в цепи, L_1 и L_2 – катушки, создающие переменное магнитное поле, K_1 , K_2 – ключи, позволяющие включать в схему, соответственно либо катушку L_1 , либо катушку L_2 . Переключатель K_3 позволяет менять направление тока в катушке L_2 . Катушки L_1 и L_2 имеют общую ось. Магнитное поле измеряется на этой оси в промежутке между ними. В рамке P это поле наводит ЭДС, измеряемую вольтметром переменного напряжения V . Линейка L служит для измерения координаты, в которой установлена рамка. Конденсатор C поставлен для фильтрации наводки, возникающей в

рамке. При замкнутом ключе K_1 и разомкнутом ключе K_2 магнитное поле создается катушкой L_1 . При замкнутом ключе K_2 и разомкнутом ключе K_1 магнитное поле создается катушкой L_2 (ключ K_3 в положении 1 или 2). Если замкнуты три ключа K_1 , K_2 , и K_3 , обе катушки создают на оси между ними магнитные поля одинакового или противоположного направлений в зависимости от положения ключа K_3 . Так как катушки одинаковы и соединены параллельно, то ток I , создаваемый генератором, делится между ними поровну: $I = I_1 + I_2 = 2I_1 = 2I_2$.

Формула, позволяющая найти амплитуду напряженности магнитного поля H_m по измененному эффективному значению ЭДС ε_i , наводимой в рамке, выводится из закона Фарадея и имеет вид:

$$H_m = \varepsilon_i \sqrt{2} / (\mu_0 N_p S_p 2\pi\nu), \quad (1)$$

где μ_0 – магнитная постоянная, N_p , S_p – число витков и площадь рамки, соответственно, ν – частота магнитного поля.

Как следует из закона Фарадея, ЭДС, возникающая в рамке, пропорциональна частоте магнитного поля. Это, однако, имеет место, если можно пренебречь межвитковой емкостью катушек и рамки [1]. Была проведена проверка, в каком диапазоне частот это выполняется.

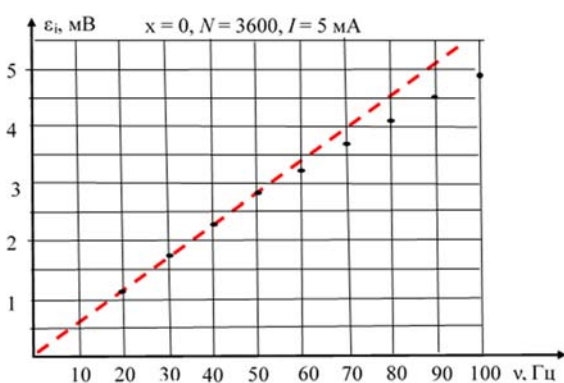


Рис. 2. Зависимость ЭДС от частоты

При больших частотах катушку уже нельзя представлять только как «индуктивность плюс активное сопротивление», а надо учитывать и ее емкость. Поэтому формулу (1) можно применять для указанного выше диапазона частот.

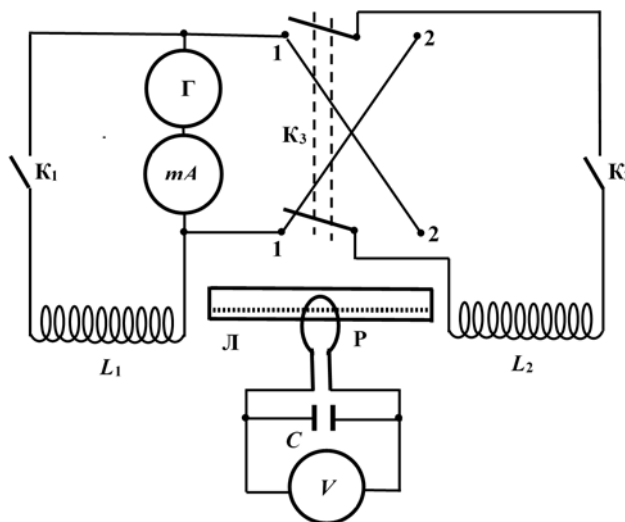


Рис. 1. Схема установки

На рис. 2 показана зависимость эффективного значения ЭДС ε_i , наводимой в рамке полем катушки, от частоты ν для катушки с числом витков $N = 3600$ и силой тока в ней $I = 5$ мА. Рамка расположена на оси катушки рядом с ней ($x = 0$). Как следует из приведенного графика, прямо пропорциональная зависимость соблюдается в диапазоне частот 20–50 Гц для используемых катушек. При больших частотах катушку уже нельзя представлять только как «индуктивность

На рис. 3 и рис. 4 (см. ниже) представлены графики зависимости амплитуды напряженности магнитного поля H_m , создаваемого катушками, от координаты x на оси между катушками L_1 и L_2 . Координата $x = 0$ соответствует торцу (концу) катушки L_1 . Координата $x = 11$ см соответствует торцу (началу) катушки L_2 . Рис. 3 иллюстрирует сложение магнитных полей, когда их напряженности имеют одинаковое направление в каждый момент времени. Рис. 4 иллюстрирует сложение магнитных полей, когда их напряженности противоположны в каждый момент времени. На этих рисунках кривая 1 соответствует измеренной амплитуде поля H_{m1} (т. е. найденной по значению ε_i с помощью формулы (1)), когда ток идет только по виткам катушки L_1 , а кривая 2 – измеренной амплитуде поля H_{m2} , когда ток идет только по виткам катушки L_2 . В идеале эти кривые должны были бы быть симметричны относительно центральной координаты $x = 5,5$ см. В эксперименте, как это видно на кривых, имеет место отклонение от симметрии, обусловленное погрешностями измерений. Кривая 3 на рис. 3 (красная линия, помеченная звездочками) получена путем суммирования кривых 1 и 2, то есть она дает амплитуду напряженности поля $H_m = H_{m1} + H_{m2}$.

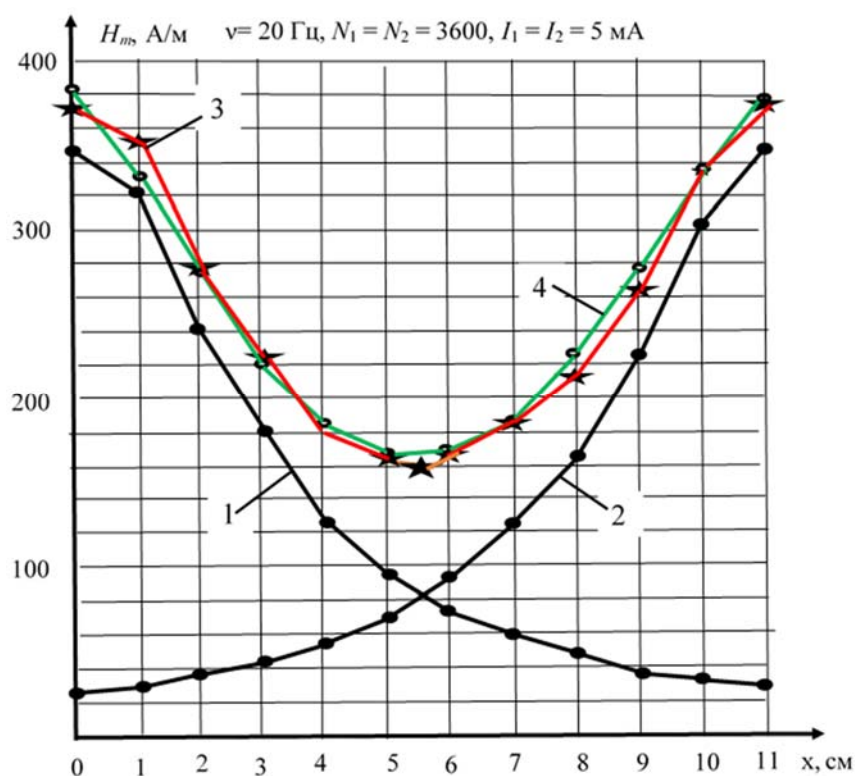


Рис. 3. Одинаковое направление полей

Кривая 4 на рис. 3 (зеленая линия, помеченная кружочками) соответствует амплитуде измеренного суммарного поля, когда ток идет по обеим катушкам, и направления напряженностей полей совпадают. Кривая 3 на рис. 4 (красная линия, помеченная звездочками) получена путем вычитания

кривых 1 и 2, то есть она дает амплитуду напряженности поля $H_m = H_{m1} - H_{m2}$. Кривая 4 на рис. 4 (зеленая линия, помеченная кружочками) соответствует амплитуде измеренного суммарного поля, когда ток идет по обеим катушкам, и направления напряженностей полей противоположны. Сравнивая кривые 3 и 4 между собой на обоих рисунках, видим, что с точностью до погрешностей, не превышающих 20 А/м, эти кривые совпадают. Это иллюстрирует принцип суперпозиции: напряженность магнитного поля, создаваемая системой двух контуров с токами, равна векторной сумме напряженностей, создаваемых каждым из этих контуров в отдельности.

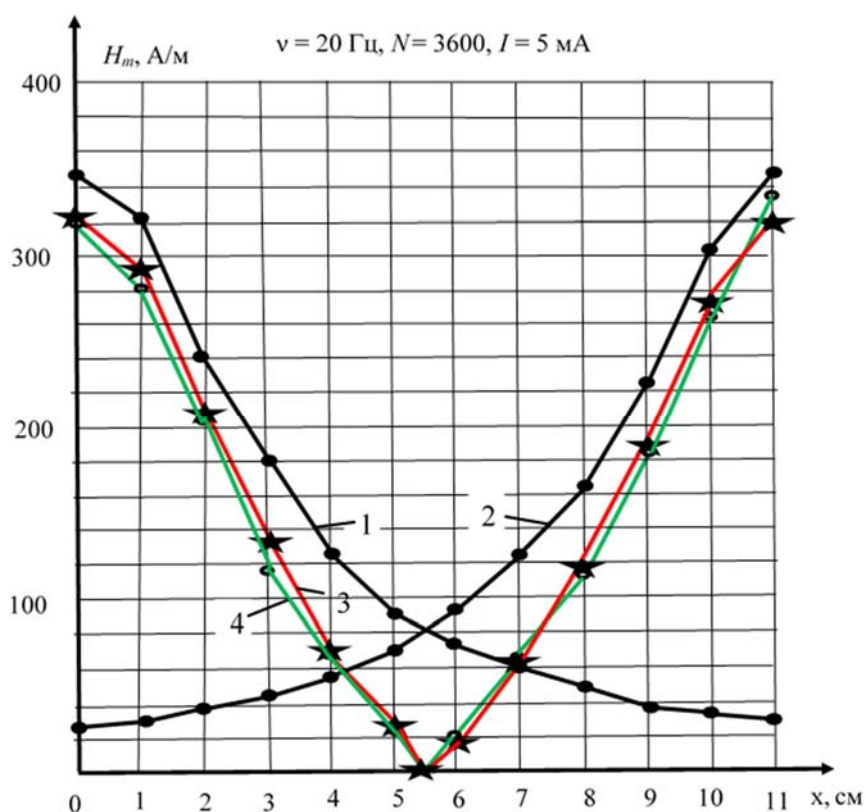


Рис. 4. Противоположное направление полей

В данной лабораторной работе большое значение имеет точность установки рамки в нужную точку. Например, при измерении поля в точке $x = 2$ см рамку поставили в точку $x = 1,5$ см. Ошибка в 0,5 см при установке рамки приводит к погрешности определения H_m , равной 40 А/м (кривая 1). Это заметно превышает приборную погрешность.

Проведенные измерения показали, что данная лабораторная работа может быть поставлена для переменного магнитного поля.

Список используемых источников

1. Демирчян К. С., Нейман Л. Р., Коровкин Н. В., Чечурин В. Л. Теоретические основы электротехники: в 3 т. М. : Питер, 2003. Т. 1. 463 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 004.042
ГРНТИ 20.53.19РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ
ДЛЯ СБОРА ДАННЫХД. Е. Агафангелос, И. С. Будилин, А. В. Дагаев,
А. В. Семенов, И. А. Федоров

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

В статье обзревается разработка веб-приложения, осуществленная с помощью библиотеки *React.js*, а также библиотеки для реализации параллакс-эффекта *Rellax.js*. С помощью методов протокола *HTTP* *get* и *post*, осуществляется доступ к *API*, который получает данные с сервера с помощью определённых методов.

веб-приложение, библиотека параллакс-эффекта, протокол *HTTP*, интерфейс.

Разработка веб-приложения. Структурная схема

Приложение использует клиент – серверную архитектуру. Клиентская часть реализует пользовательский интерфейс, формирует запросы к серверу и обрабатывает ответы от него (рис. 1). Серверная часть получает запрос от клиента, выполняет вычисления/забирает данные с базы данных, после этого формирует веб-страницу и отправляет её клиенту по сети с использованием протокола *HTTP*.

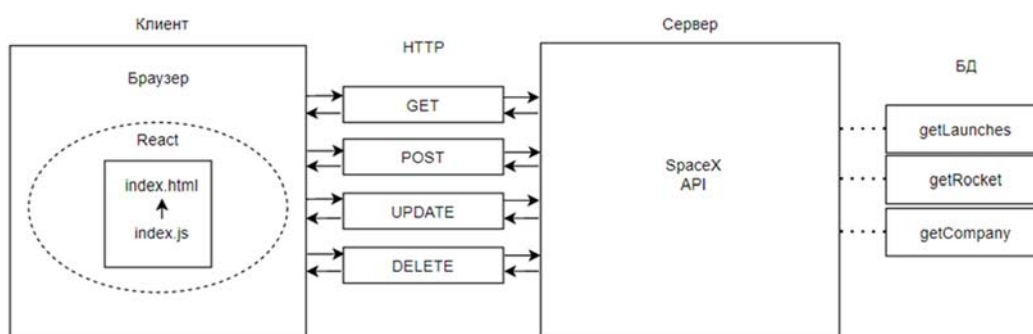


Рис 1. Структурная схема работы приложения

Алгоритм работы

На рис. 2 представлен алгоритм программы.

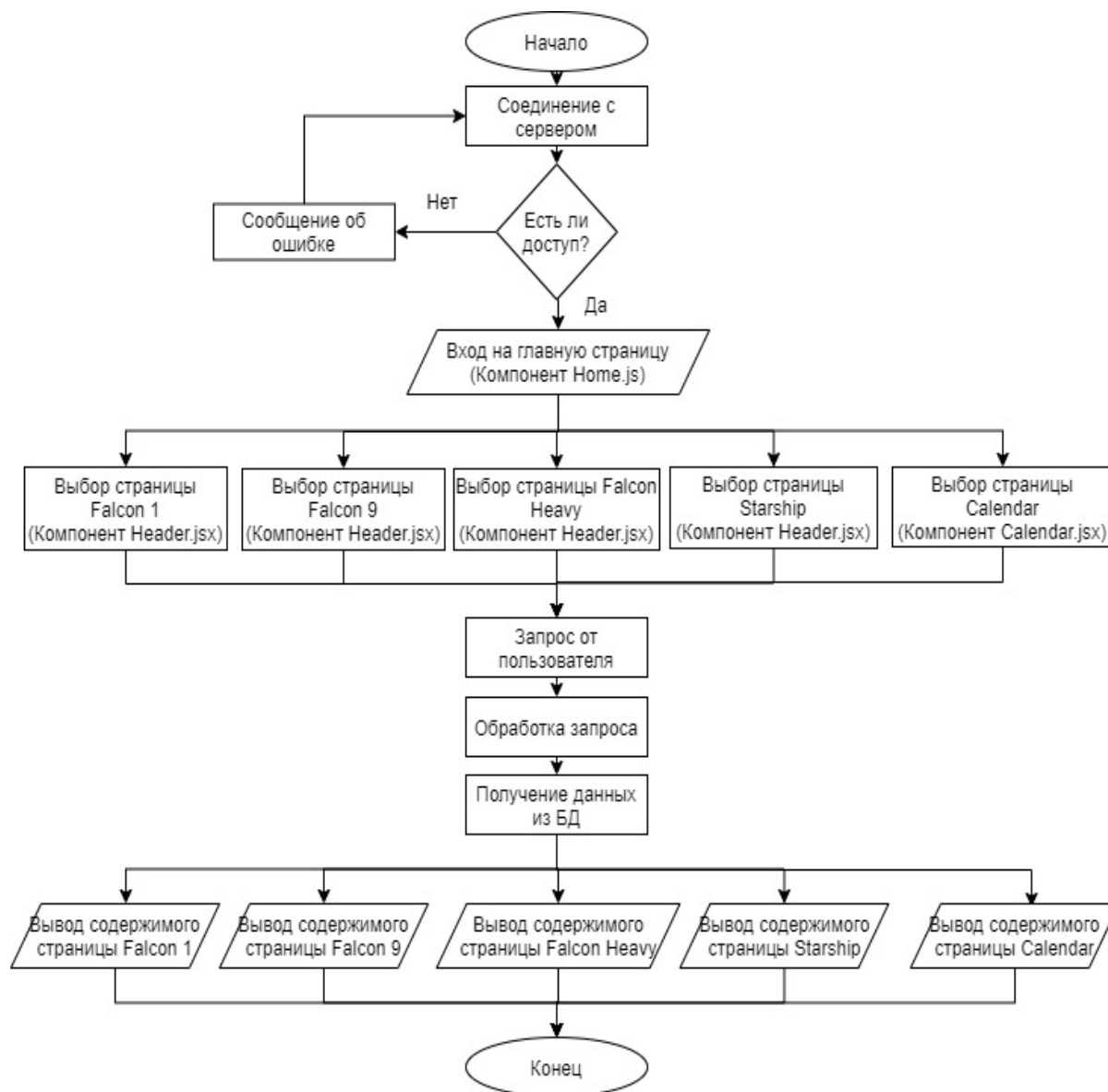


Рис 2. Алгоритм программы

Описание программы (разработки). Вёрстка приложения при помощи JSX – расширения JavaScript в React

Для того, чтобы было удобнее создавать пользовательский интерфейс, в React было добавлено расширение языка JavaScript (JSX). Оно позволяет разрабатывать компоненты приложения так, что они будут выглядеть очень понятно, и в виде тегов, которые напомнят стиль написания кода в HTML.

Добавление стилей. Подключение CSS

Чтобы приложению придать определённый вид, соответствующий тематике компании SpaceX, необходимо задать ему стили. Создаются компоненты с расширением .css, где прописываются стили для каждого компонента. Затем, в самом компоненте идёт импорт этих стилей.

Подключение к API SpaceX и выборка данных

Для начала работы с данными необходимо указать стартовый URL, куда будет идти запрос (рис. 3, 4).

```
startUrl = 'https://api.spacexdata.com/v4/';
```

Рис. 3. Основной URL для подключения к API

```
getResource = async url => {  
  const res = await fetch(url);  
  
  if (!res.ok) {  
    throw new Error(`Error ${res.message}`);  
  }  
  
  return await res.json();  
};
```

Рис. 4. Метод для парсинга

Для получения данных использовались следующие методы API (рис. 5–7):

```
getRocket = async () => await this.getResource( url: this.startUrl + 'rockets');
```

Рис. 5. Метод получающий информацию о ракетах

```
getLaunches = async () => await this.getResource( url: this.startUrl + 'launches/past');
```

Рис. 6. Информация о запусках

```
getCompany = async () => await this.getResource( url: this.startUrl + 'company');
```

Рис. 7. Информация о компании

После выбора методов API, идёт полноценная разработка компонентов и заполнение данными, полученными из этих методов.

Пример реализации веб-интерфейса

Рис. 8. Реализация веб-интерфейса

Вывод

1. Спроектировано веб-приложение для ознакомления с компанией SpaceX, позволяя всем заинтересованным пользователям познакомиться с её особенностями и возможностями. Произведена работа с API (парсинг, выборка данных).

2. Разработано веб-приложение, соответствующее полученному проекту. Оно работает на всех платформах, где есть интернет, вне зависимости от того, какой браузер у пользователя установлен.

Список используемых источников

1. Документация JavaScript – библиотеки React JS для создания пользовательских интерфейсов [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.reactjs.org/>
2. API доступа к площадке SpaceX [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/r-spacex/SpaceX-API>
3. Мардан Азат. React быстро. Веб-приложения на React, JSX, Redux и GraphQL. СПб. : Питер, 2019. 560 с.
4. Бэнкс А., Порселло Е. React и Redux: функциональная веб-разработка. СПб. : Питер, 2018. 336 с.
5. Кирупа Чиннатамби. Изучаем React. СПб. : Питер, 2019. 368 с.

УДК 621.391.6
ГРНТИ 49.46.29

ПЕРЕДАЧА РАДИОСИГНАЛОВ ДЛЯ СЕТЕЙ РАДИОДОСТУПА OPEN RAN ПО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

Н. Н. Алексеева, В. В. Давыдов

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

В статье рассматриваются одни из основных развивающихся областей – сети радиодоступа Open RAN и сети 5G. Поднимаются проблемы, возникающие при обработке информации в системах 5G. Средой передачи радиосигналов для сетей радиодоступа Open RAN выбрана волоконно-оптическая линия связи. В статье определены требования к оптической системе связи для оптимизации ее параметров согласно современным техническим требованиям.

сети радиодоступа, радиосигналы, Open RAN, сети 5G волоконно-оптическая система.

Развитие многих отраслей экономики, расширение сферы научных исследований и многое другое потребовало передавать большие объемы информации за короткие промежутки времени [1, 2]. Один из вариантов решения этой задачи стал переход к цифровым технологиям. Для обеспечения оптимального функционирования систем связи с использованием этих технологий необходимы новые решения [2]. Например, для сетей радиодоступа Open RAN предполагается создание оборудования на базе открытой архитектуры [2].

Основными принципами данной сети являются виртуализация сетевых элементов, использование аппаратных платформ со стандартной открытой архитектурой и стандартизации всех интерфейсов для оборудования сети радиодоступа. Это требует размещения большого числа дорогостоящего оборудования, в частности серверов, с высоким уровнем электропотребления в отдаленных труднодоступных районах. В данной ситуации этот классический вариант решения задачи передачи больших объемов информации является сложно реализуемой и рискованной с экономической точки зрения.

Поэтому в настоящее время поиск других решений сетей радиодоступа сети Open RAN является крайне актуальным. Один из возможных вариантов решения, основанный на передаче аналоговых радиосигналов сигналов после приемного устройства к серверной станции на расстоянии до 500 км по волоконно-оптической линии (ВОЛС), представлен в данной работе.

Для передачи радиосигналов для сетей радиодоступа Open RAN предложена волоконно-оптическая система передачи, позволяющая передавать аналоговые радиосигналы на расстоянии до 500 км с одним оптическим усилением. В данном способе используются аналоговые волоконные каналы для передачи и распределения радиосигналов от (или до) определенного числа удаленных мест, где размещаются антенны.

Особенностью разработанной системы является отсутствие в ней аналого-цифрового преобразователя. Высокочастотный аналоговый радиосигнал передается по оптическому волокну.

Аналоговые сигналы после малошумящего усилителя сразу поступают на электрооптический модулятор, в котором предусмотрена схема подстройки рабочей точки. На рисунке представлена структурная схема конструкции волоконно-оптической линии связи для передачи аналоговых радиосигналов в диапазоне частот 3,3–3,6 ГГц.

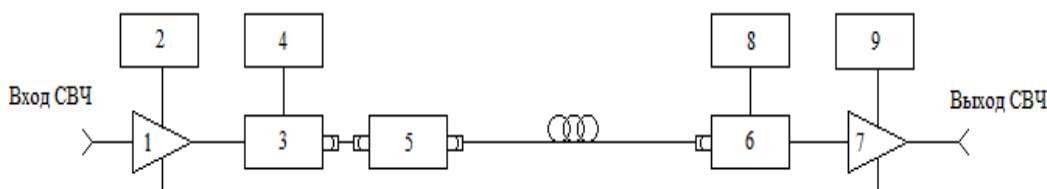


Рис. 1. Структурная схема макета волоконно-оптической линии передачи:
1, 7 – малошумящие усилители, 2 – блок питания, 3 – передающий оптический модуль,
4 – драйвер питания передающего оптического модуля, 5 – оптический изолятор,
6 – приемный оптический модуль, 8, 9 – источники питания

Основными компонентам ВОЛС являются 3 и 6. Оптический передающий модуль 3 состоит из: лазерного диода на основе InGaAsP/InP наногетероструктур и длиной волны генерации 1550 нм с оптоволоконным выводом излучения; электрооптического модулятора Маха–Цендера [3] на основе LiNbO₃; согласующего СВЧ-устройства; платы управления и стабилизации рабочих точек лазерного диода и электрооптического модулятора. В его состав также входит входной коаксиальный СВЧ-разъем и выходной оптический разъем. Приемный оптический модуль 6 состоит из: фотодиода на основе InGaAsP/InP с оптоволоконным вводом излучения; буферного GaAs усилитель мощности; согласующего СВЧ-устройства; усилителя мощности, обеспечивающего необходимый коэффициент передачи; выходного коаксиального СВЧ-разъема и входного оптического разъема. Оптический усилитель в случае необходимости размещается между 5 и 6. Теоретически наиболее эффективной накачкой в данном случае является накачка оптического сигнала в «догон». Оптический изолятор в данной схеме необходим в случае использования большого числа поворотов при прокладке оптического волокна по трассе. При наличии в линии только прямолинейных участков, его можно исключить из состава конструкции.

Оптоволоконные сети и тестирование методов передачи сигналов будут играть важную роль в развитии Open RAN и 5G. Сети 5G требуют новые стандарты для достижения задержек, скорости и пропускной способности, ожидаемых сетью следующего поколения. Методы передачи должны соответствовать стандартам оптимального развертывания, установки и эксплуатации сетей 5G для достижения основных показателей эффективности.

Эксплуатация сетей 5G обеспечит 100-кратный рост скорости передачи данных по сравнению с настоящей технологией. Станут возможными сетевые соединения со сверхмалой задержкой, которая обеспечит бесперебойную работу в системах связи. Также 5G позволит устанавливать массовые соединения, в результате чего появится возможность одновременного подключения к тысячам устройств.

Список используемых источников

1. Sazonov D., Kirichek R., Borodin A. Implementation of Authentication and Authorization System based on Digital Object Architecture // International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops. 2019. October, 2019. P. 8970804.
2. Yastrebova A., Kirichek R., Koucheryavy Y., Borodin A., Koucheryavy A. Future Networks 2030: Architecture Requirements // International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops. 2019. November, 2018. P. 8631208.
3. S. Li. Highly Linear Radio-Over-Fiber System Incorporating a Single-Drive Dual-Parallel Mach-Zehnder Modulator // IEEE Photonics Techn. Letters, 2010. Vol. 22. № 15.

Статья представлена научным руководителем, профессором кафедры ФиЛС СПбГУТ, доктором физико-математических наук, профессором В. В. Давыдовым.

УДК 004.02
ГРНТИ 49.01.75

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНАЦИИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ НА КОНТАКТ-ЦЕНТР

А. М. Белозор¹, А. Б. Гольдштейн^{1,2}, М. А. Феноменов^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

²ООО «Научно-технический центр АРГУС»

Для прогнозирования нагрузки на контакт-центры зачастую используются методы, основывающиеся на усреднении исторических данных. Но в условиях быстрого увеличения или снижения нагрузки они могут быть недостаточно эффективным.

В предыдущих исследованиях авторами предложена комбинация двух методов машинного обучения (регрессии и обучения с подкреплением), кажущаяся более результативной в вопросе прогнозирования нагрузки на контакт-центры. В данном докладе приведен ряд вопросов, решение которых необходимо для возможности практического применения этой комбинации методов.

прогнозирование нагрузки, машинное обучение, регрессия, обучение с подкреплением, OSS/BSS.

В качестве основных инструментов прогнозирования нагрузки на контакт-центры (КЦ) сейчас используются методы на основе принципа усреднения исторических данных по нескольким основным компонентам.

Поскольку усредняются данные за довольно большой промежуток времени (несколько месяцев, лет), такой прогноз не может быстро отреагировать на резкое увеличение или снижение нагрузки. То есть при достаточно внезапном изменении внешних условий, таком как смена погодных условий, появление проблемы с доступом к сервису, чрезвычайная ситуация, ведущем к изменению числа обращений, используемые коэффициенты недостаточно отразят появившуюся динамику. И быстрое изменение тренда на противоположный отразится в прогнозе лишь через несколько дней [1].

Важно упомянуть, что для владельца КЦ неблагоприятными являются обе ситуации: и когда фактическое количество обращений ниже прогнозируемого, и когда выше. В первом случае неэффективно используется ресурс операторов КЦ, что ведет к излишним тратам на оплату работы персонала. Во втором случае растет число необработанных обращений, увеличивается время ожидания ответа, что приводит к неудовлетворению клиентов и повышает риск их дальнейшего оттока.

Из описанного ранее ясно, что для прогнозирования нагрузки на КЦ нужны новые методы, позволяющие быстро скорректировать прогноз в условиях быстрых изменений. Методы машинного обучения кажутся подходящими для этой задачи.

Машинное обучение – это методики анализа данных, которые позволяют аналитической системе обучаться в ходе решения множества сходных задач, извлекать информацию из исходных данных, выявлять закономерности и принимать решения с минимальным участием человека [2]. Для дальнейшего рассмотрения были выбраны два метода машинного обучения: регрессия и обучение с подкреплением.

Задача регрессии – отыскать функцию, описывающую связь между множествами X и Y так, чтобы для известных значений x предсказанные ей значения y были верны. В зависимости от того, является ли искомая функция линейной или нелинейной, регрессия называется одномерной (линейной) или полиномиальной. Если Y зависит от ряда параметров $x_1 \dots x_i$, говорят о многомерной (криволинейной) регрессии [3].

Для выбора наиболее подходящей функции используется критерий суммы квадратов регрессионных остатков (*SSE – Sum of Squared Errors*): сумма квадратов разности реального значения y и найденного значения y^* должна быть минимальной. Он описывается следующей формулой [4]:

$$SSE = \sum_{i=1}^m (y_i - y_i^*)^2,$$

где y_i – реальное значение функции в i -ой точке множества известных значений x , y_i^* – восстановленное при помощи регрессии значение функции в этой же точке, m – количество известных значений x .

Применение регрессии для прогнозирования нагрузки на КЦ кажется достаточно перспективным, так как позволяет подобрать достаточно сложные функции для описания числовой последовательности и предсказания ее продолжения.

Методы обучения с подкреплением основаны на взаимодействии с окружающей средой. Цель алгоритма при этом подходе – минимизировать количество ошибок на каждом этапе принятия решения. Существует ряд различных алгоритмов, но их суть сводится к следующему [5]:

1. Считывается состояние системы, с которой будет происходить взаимодействие.
2. Предпринимается действие.
3. Считывается новое состояние системы.
4. В зависимости от того, приближает ли новое состояние к искомого (было ли действие полезно) предпринятое действие получает положительное или отрицательное подкрепление.

Такие алгоритмы находят применение в управлении технологическими процессами, в маршрутизации трафика телекоммуникационных сетей, в маршрутизации трафика беспроводных сенсорных сетей.

Но и предложенные методы имеют недостатки: регрессия не подходит для работы с динамически изменяющейся средой, а методы обучения с подкреплением, хоть и позволяют отслеживать, насколько правильным было принятое решение, но не позволяют проанализировать все возможные варианты развития событий.

В таком случае, логичным кажется создания комбинации двух этих методов, причем такой, что:

1. В момент времени τ на основании данных за предыдущий промежуток T с помощью регрессии определяется некая функция $F(t)$ (где t – время), наиболее полно отображающая характер нагрузки на КЦ.
2. По найденной функции $F(t)$ составляется прогноз на моменты времени $(\tau + 1 \dots \tau + N)$, где N – переменная, определяющая дальность прогноза.

3. В момент времени $\tau + 1$ величина реальной нагрузки сравнивается с прогнозируемым значением $F(\tau)$.

4. На основании сравнения алгоритм обучения с подкреплением определяет дальнейшее действие: либо функция $F(t)$ продолжает использоваться для прогнозирования, либо при помощи регрессии находится новая функция $F^*(t)$, учитывающая значения при τ и $\tau + 1$.

5. При $\tau + 2$ и в дальнейшие моменты времени повторяются шаги 3 и 4 [6].

При переходе к реализации описанной выше комбинации методов машинного обучения был выявлен ряд вопросов, решение которых непосредственно влияет на эффективность предложенного решения.

Во-первых, какой вид регрессии должен быть использован? В общем виде регрессия делится на линейную и полиномиальную, где выбранная функция $F(t)$, оптимально описывающая зависимость нагрузки от времени, является линией или полиномом k -ой степени соответственно. Но, как правило, отдельно рассматривают так же квадратичную регрессию, в которой функция, связывающая переменные – полином второй степени ($k = 2$). Такое разделение происходит, потому что для решения большинства задач регрессии достаточно линейной и квадратичной функции. В рамках реализации предложенной комбинации методов машинного обучения предстоит определить оптимальную регрессионную модель, учитывая, что при возрастании степени k функции $F(t)$ растет как точность модели, так и риск ее переобучения, а также снижается возможность масштабирования полученного прогноза.

Во-вторых, исторические данные за какой промежуток времени T должны быть использованы? В моделях, работающих по принципу усреднения, используются все имеющиеся данные за предыдущие годы работы КЦ. В данном исследовании акцент поставлен на улавливание быстрых трендов, поэтому анализ данных за слишком большой промежуток времени на первый взгляд нецелесообразен. С другой стороны, нельзя отрицать большие тренды, например, связанные со спецификой КЦ и привязанные к отдельным датам. Поэтому выбор величины промежутка T должен быть сделан с соблюдением баланса быстрых трендов и исторических особенностей КЦ и учитывать времени обработки прогноза, зависящий от T .

В-третьих, какой должна быть дальность прогноза N ? Для возможности применения результатов работы модели в реальных КЦ важно определить рассчитываемую дальность прогноза N . Принцип улавливания быстрых трендов не позволяет сделать прогноз длительным, так как это приведет к потере его эффективности. Однако, обязательно нужно выявить нижнюю границу для N . Таковую, чтобы дальности прогнозирования хватало для организации оптимальной работы КЦ, даже при условии возможности приглашения дополнительных операторов.

В-четвертых, каким должен быть интервал между τ и $\tau + 1$? Предполагается, что величина этого интервала должна коррелироваться с величинами промежутка T и дальности прогноза N . Это связано с тем, что прогнозы меньшей дальности, улавливающие быстрые тренды, целесообразно пересчитывать чаще. А от объема используемых данных зависит скорость работы алгоритма и, соответственно, нижняя граница частоты его пересчета.

И, в-пятых, какова допустимая разница реальной и прогнозируемой нагрузки в момент сравнения? С одной стороны, любое отклонение в прогнозе от реальных значений, может быть частью зарождающегося тренда. В таком случае это отклонения нужно фиксировать, перестраивая прогноз. С другой стороны, важно понять, насколько значительными будут отличия в полученном прогнозе и стоит ли тратить вычислительные ресурсы на пересчет прогноза при выявлении небольших различий.

Задачей следующих этапов исследования является аналитическое и экспериментальное определение параметров описанного метода, а также проверка описанного метода прогнозирования нагрузки на КЦ на практике.

Список используемых источников

1. The Latest Techniques for Call Centre Forecasting [Электронный ресурс] // Call-center Helper. 2007.. URL: <https://www.callcentrehelper.com/the-latest-techniques-for-call-centre-forecasting-117394.htm> (дата обращения 24.11.2020).
2. Паттерсон Дж., Гибсон А. Глубокое обучение с точки зрения практика. М.: ДМК Пресс. 2018. 418 с.
3. Воронцов К. В. Лекции по алгоритмам восстановления регрессии [Электронный ресурс]. МГУ. 2007. URL: <http://www.ccas.ru/voron/download/Regression.pdf> (дата обращения 24.11.2020)
4. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М. : Издательский дом «Вильямс». 2007. 912 с.
5. Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. The MIT Press. 2015. 352 с.
6. Белозор А. М. Анализ возможности применения машинного обучения для прогнозирования нагрузки на контакт-центры. // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2020). Региональная научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей : сборник лучших докладов конф. / Сост. Н. Н. Иванов. СПб. : СПбГУТ, 2021. 450 с.

УДК 904.94
ГРНТИ 81.93.29

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ

И. Б. Бондаренко, О. Д. Морозов

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

Быстрое развитие систем передачи данных, появление новейших технологий доступа и продвинутых мобильных устройств требует адекватного роста компьютерной и сетевой безопасности. Новые методы должны стать дополнением к уже ставшим традиционными шифрованию и аутентификации пользователей. Применение иммунных алгоритмов и создание на их основе специальных систем для обнаружения вторжений позволят расширить функционал и увеличить эффективность защиты от вредоносных воздействий.

сетевая безопасность, искусственные иммунные системы, система обнаружения вторжений, биоинспирированный алгоритм, атака.

Система обнаружения вторжений (СОВ) – совокупность программного и аппаратного обеспечения, позволяющая осуществлять мониторинг сетевой активности для предотвращения атак извне. Использование СОВ позволяет получать отчеты в реальном времени о взломах сети, а также идентифицировать злоумышленников по следам вторжений.

Определение несанкционированных пользователей осуществляется в СОВ сравнением поведенческой модели – профиля пользователя с его действиями в текущем сеансе работы. Такие системы используют два подхода. Если детектируется такое поведение пользователя, которое совпадает с любой из сигнатур, обозначающих вторжение, то фиксируется факт злоупотребления. Известные системные уязвимости составляют основу базы данных шаблонов сигналов тревоги. Полнота и актуальность правил в этом случае имеют решающее значение. Новые типы атак такой механизм детектировать не сможет.

Если поведение пользователя не соответствует установленному нормальному, то при этом СОВ детектирует атаку. При этом сразу возникает множество проблем: создание полного множества профилей нормального поведения затруднительно, за короткий промежуток времени сложно принять решение о поведении, а использование средств маскировки затрудняет

выявление злоумышленников. Но такой механизм легко настроить и детектировать неизвестные системе типы вторжений.

В СОВ используются различные методы и технологии, например, такие как Support Vector Machines (SVM), Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS), и другие. Все они обладают определенными достоинствами: одни позволяют работать в режиме реального времени, другие – обладают большей точностью. Но в связи с ростом сложности объектов защиты, традиционные методы обнаружения вторжений теряют свою эффективность.

Применение алгоритмов на основе биоинспирированных подходов, – генетического программирования и искусственных иммунных систем (ИИС) позволяет снизить затраты и повысить эффективность анализа и обнаружения сетевых вторжений злоумышленников.

Первые работы, посвященные ИИС, появились достаточно давно, в 80-х годах [1, 2], но, как и многие теории, лишь относительно недавно эта концепция стала стремительно развиваться и обрела прикладной характер. Уже в 2005 году была предложена многоуровневая СОВ с использованием теории ИИС для защиты сетевых ресурсов [3].

Исследования показали, что, несмотря на хорошие результаты использования ИИС в составе СОВ, вычислительная сложность иммунных алгоритмов достаточно высока, поэтому для сложных сетевых систем необходим поиск компромисса между точностью обнаружения вторжений и быстродействием СОВ.

Отметим, что быстродействие при обнаружении вторжений определяется количеством параметров, анализируемых СОВ. Поэтому разработка механизма отбора параметров также является важной задачей, затрагиваемой в данном исследовании.

Следовательно, задача данного исследования: разработка алгоритмов работы СОВ на основе ИИС является актуальной.

Известны шесть типов сетевых вторжений: злоупотребление – несанкционированные действия, которые совершают авторизованные пользователи, разведка – поиск уязвимости сети, попытка проникновения – попытка получить доступ к вычислительным ресурсам, проникновение – получение доступа к ресурсам компьютера, троянизация – внедрение несанкционированных процессов в атакуемую систему, отказ в обслуживании: атака на систему с целью ее перегрузки.

Эффективность работы СОВ оценим с помощью терминологии, используемой в методологии прогнозирования событий:

– TruePositive (TP) – срабатывание механизма тревоги при наличии атаки;

– FalsePositive (FP) – событие, сигнализирующее СОВ о возникновении тревоги при отсутствии атаки;

- FalseNegative (FN) – отказ СОВ обнаружить фактическую атаку.
- TrueNegative (TN) – нападение не произошло, и тревога не поднимается.

Качество работы СОВ можно оценить по показателям эффективности, адаптивности и масштабируемости. СОВ должна иметь максимум по обнаружению атак TruePositive и минимум по FalsePositive.

Биологическая иммунная система имеет сложную многоуровневую структуру с горизонтальными и вертикальными связями распределенного типа и использует различные механизмы ответа на воздействия на организм возбудителя: либо уничтожение патогенного эффекта, либо инфицированных клеток [4].

При попадании неизвестного антигена в организм небольшое количество клеток способно его распознать, но, стимулируя процессы размножения и дифференцировки лимфоцитов, иммунная система формирует множество клонов идентичных клеток – антител. Популяция антителопродуцирующих клеток способна разрушить или нейтрализовать антиген. При этом часть таких образованных клеток сохраняется, что позволяет быстро реагировать механизму защиты при повторной атаке.

Несмотря на то, что биологическая иммунная система до конца не изучена, ее механизмы легли в основу работы СОВ. Моделирование процесса иммунного ответа на воздействия представляют собой сложную, но интересную задачу теории динамических систем.

Исследования по ИИС для СОВ проводятся по нескольким направлениям: моделирование естественной иммунной системы, обнаружение аномалий и имитационные эксперименты.

По аналогии с работой биологической иммунной системы по уничтожению вредных антител исследователями был разработан алгоритм отрицательного отбора для обнаружения аномалий. Биоинспирированный алгоритм позволяет генерировать детекторы, которые и участвуют для обнаружения аномалий.

Алгоритм, осуществляющий отрицательный отбор состоит из следующих шагов.

1. Создание массива собственных строк S .
2. Генерация случайным образом множества строк R .
3. Для строки $r_{ij} \in R_j, i = 0, \dots, m, j = 0, \dots, m$ при наличии алгоритмов поиска совпадений, если $\forall s_{ij} \in S_j, s_{ij} \neq r_{ij}$, то строка R_j сохраняется в набор детектора D . В противном случае строка R_j отбрасывается.

Таким образом, алгоритм отрицательного отбора определяет факт совпадения между случайной строкой множества R и строкой из множества S , а аффинность между R и S определяется с помощью расчета расстояния

по Евклиду, по Хэммингу или r -смежного алгоритма битовых правил. Тогда, если сумма расстояний между R и S будет меньше некоторого порогового значения, то R сохраняется в D .

Приведенный алгоритм отрицательного отбора выгодно отличается от алгоритмов клонального отбора и иммунного сетевого алгоритма при решении задачи обнаружения сетевых аномалий и злоупотреблений в сети, поэтому лег в основу разрабатываемой СОВ.

Обнаружение сетевых вторжений производится в несколько этапов.

1. Сбор данных при нормальном функционировании системы. Эта информация будет использована в алгоритме отрицательного отбора.

2. Генерация детекторов, при которой алгоритм отрицательного отбора формирует банк данных.

3. Мониторинг сетевой активности в реальном масштабе времени. При этом сетевые данные сравниваются с детекторами для выявления аномалий.

Для получения экспериментальных данных для дальнейшего анализа можно: либо использовать утилиты для перехвата сетевых пакетов в виртуальной сети, например, `tcpdump`, которые будут содержать время, сетевые адреса источника и получателя, номера портов источника и получателя и т. д., либо воспользоваться готовым набором данных, предоставляемых лабораторией специально для целей тестирования, например, KDDCup 99 dataset. Авторы выбрали второй путь, так как виртуальные сети не отражают реальных событий в конкретных условиях, а готовые наборы содержат данные при отсутствии и наличии атак. Выбранный набор содержит данные мониторинга работы типичной локальной вычислительной сети типа BBC (США), 24 распространенных и 14 дополнительных типов атак, в том числе DDoS (*Land, Mailbombing, SYNflood, Pingofdeath, Processtable, Smurf*), Remotetolocal, Usertoroot, Probing.

Структурно каждая запись в наборе KDDCup состоит из набора из 41 параметра и типа активности сети.

Несмотря на то, что предварительная обработка данных, содержащихся в наборе, уже производилась, потребовалось дополнительное преобразование символьной информации в числовую форму в виде категорий. Но квантования данных оказалось недостаточно, так как, было необходимо сократить число параметров для ускорения работы алгоритма отрицательного отбора.

Сокращение количества данных производилось в несколько этапов.

Во-первых, необходимо отфильтровать сырые данные (что уже сделано в наборе). Во-вторых, в многомерном массиве некоторые параметры могут иметь отрицательную корреляцию, что будет препятствовать работе СОВ. В-третьих, разные параметры по-разному влияют на результат работы СОВ. Здесь надо отметить, что до сих пор не определена связь между значениями

сетевых параметров с различными типами атак, хотя на эту проблему сфокусировано множество исследований.

В работе были использованы алгоритмы отбора параметров сетевой активности, основанные на теории приближенных (грубых) множеств и линейного генетического программирования (здесь их описания опущены для экономии места) применительно к записям, относящимся к нормальной работе локальной сети [5].

Затем, на этапе генерации детекторов, с использованием алгоритма отрицательного отбора было определено пространство D с порогом 0,4.

Этап обнаружения аномалий заключался в построении процедуры сравнения данных по сетевой активности со строками, содержащимися в массиве D . При совпадении какого-либо элемента детектировалась аномалия. В противном случае активность считалась нормальной.

При сравнении алгоритмов (табл., см. ниже) видно, что СОВ при использовании алгоритма приближенных множеств дает лучший результат по ложным тревогам, но и худший по детектированию атак, а СОВ с линейным генетическим алгоритмом показывает, что наоборот – выявленных атак стало больше, а нормального поведения – меньше.

В заключении хочется отметить, что приведенные методы и алгоритмы не являются окончательными для использования их в СОВ, а, наоборот, необходимы исследования, направленные на повышение производительности и эффективности СОВ на основе ИИС.

ТАБЛИЦА. Сравнение алгоритмов для построения СОВ

Алгоритм	TP	FN	FP	TN	TP, %	TN, %
Приближенных множеств	192121	47116	17	60746	80,31	99,97
Линейный генетический	238880	357	9209	51554	99,85	84,84

Список используемых источников

1. Farmer J. D., Packard N., Perelson A. The immune system, adaptation and machine learning // *Physica D*. 1986. Vol. 2. PP. 187–204.
2. Bersini H., Varela F. J. Hints for adaptive problem solving gleaned from immune networks. *Parallel Problem Solving from Nature // First Workshop PPSW 1*. 1990.
3. Dasgupta D. Immunity-based intrusion detection systems // *22nd Nat. Information Systems Security Conf.* 2005.
4. Hofmeyr S. A., Forrest S. Immunity by design: An artificial immune system // *Genetic and Evolutionary Computation Conference*. 1999. PP. 1289–1296.
5. De Castro L. N., Timmis J. An artificial immune network for multimodal function optimization // *IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*. 2002. PP. 699–704.

Статья представлена научным руководителем, доцентом кафедры ИИС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом И. Б. Бондаренко.

УДК 681.7.068
ГРНТИ 49.33.35

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДБОРА КОМБИНАЦИИ ПРОФИЛЕЙ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПАРЫ ОПТИЧЕСКИХ КРИПТО-ВОЛОКОН ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ МОДОВОЙ ЗАДЕРЖКОЙ

А. В. Бурдин^{1,2,3}, Т. В. Никулина¹, С. С. Пашин¹

¹Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

²Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова

³Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В работе представлена методика подбора комбинации профилей показателя преломления пары оптических крипто-волокон, выполняющих функции «шифратора» и «дешифратора», для управления дифференциальной модовой задержкой и результаты ее экспериментальной верификации. В данном случае, предполагается, что сочетание пары строительных длин градиентных многомодовых оптических волокон, профиль показателя преломления одного из которых содержит габаритный технологический дефект типа «провал», а второго – наоборот, «пик», позволит инвертировать диаграмму ДМЗ модовых составляющих оптического сигнала, возбуждаемого когерентным источником, которые непосредственно переносят его основную часть по мощности в маломодовом режиме распространения по такой составной волоконно-оптической линии связи. Представлено эмпирическое соотношение параметров центральных дефектов профилей указанной пары ОВ. Приведены результаты экспериментальных измерений формы импульсного отклика маломодового оптического сигнала при распространении по описанной составной ВОЛС.

дифференциальная модовая задержка, оптическое крипто-волоконо, шифратора, дешифратор, защита информации.

Решаемая в ходе реализации проекта проблема выделена в дорожной карте «развития Национальной технологической инициативы» в направлении «Технет». Технологический барьер, необходима защищенная передача информации из точки эксплуатации в центр мониторинга предприятия, фабрики, завода не только оборонной сферы, но и гражданской. Так как на сегодняшний день информация, это товар и достаточно актуальный. Все мы прекрасно знаем, о промышленном и тем более, о военном шпионаже. Сегодня деятельность практически любого предприятия или организации сопровождается необходимостью передачи и последующей обработки конфиденциальной информации, которая является как коммерческой, так и государственной тайной. Очевидно, что несанкционированный доступ, снятие/кража конфиденциальной информации (КИ) негативно влияют

на ключевые показатели бизнес-процессов. Сейчас вся защита, в большинстве случаев, основана на программной безопасности. В то время, так называемым, уровням «первая/последняя миля», которые находятся внутри «периметра» корпоративной сети, соответствующее внимание не уделяется, не говоря уже о том, что в данном сегменте сети защита транслируемых данных на физическом уровне в подавляющем большинстве случаев просто не предполагается.

В работе представлена методика подбора комбинации профилей показателя преломления пары оптических крипто-волокон, выполняющих функции «шифратора» и «дешифратора», для управления дифференциальной модовой задержкой (ДМЗ) и результаты ее экспериментальной верификации. В данном случае, предполагается, что сочетание пары строительных длин градиентных многомодовых оптических волокон (ОВ), профиль показателя преломления одного из которых содержит габаритный технологический дефект типа «провал», а второго – наоборот, «пик», позволит инвертировать диаграмму ДМЗ модовых составляющих оптического сигнала, возбуждаемого когерентным источником, которые непосредственно переносят его основную часть по мощности в маломодовом режиме распространения по такой составной волоконно-оптической линии связи (ВОЛС)[1, 2].

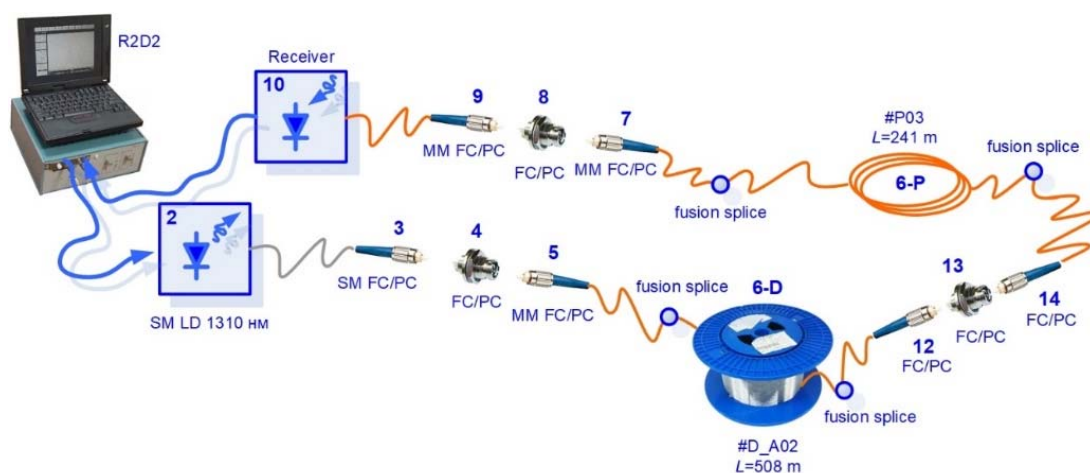


Рис. 1. Экспериментальная установка представлена

Экспериментальная установка представлена на рис. 1. Каждое исследуемое многомодовое оптическое волокно (ММ ОВ) («6-D» и «6-P») было оконцовано пигтейлами обозначенными номерами («5» и «12» / «7» и «14»), соединение между парой исследуемых ММ ОВ осуществлялось при помощи типовой волоконной розетки типа FC / PC «13». В ходе эксперимента были обозначены стороны «А» и «В», после чего была выполнена серия измерений импульсного отклика на выходе комбинированного оптического канала на основе пары ММ ОВ выполняющих функции «шифратора»

и «дешифратора». Градиентные профили показателя преломления исследуемых ММ ОВ представлены на рис. 2.

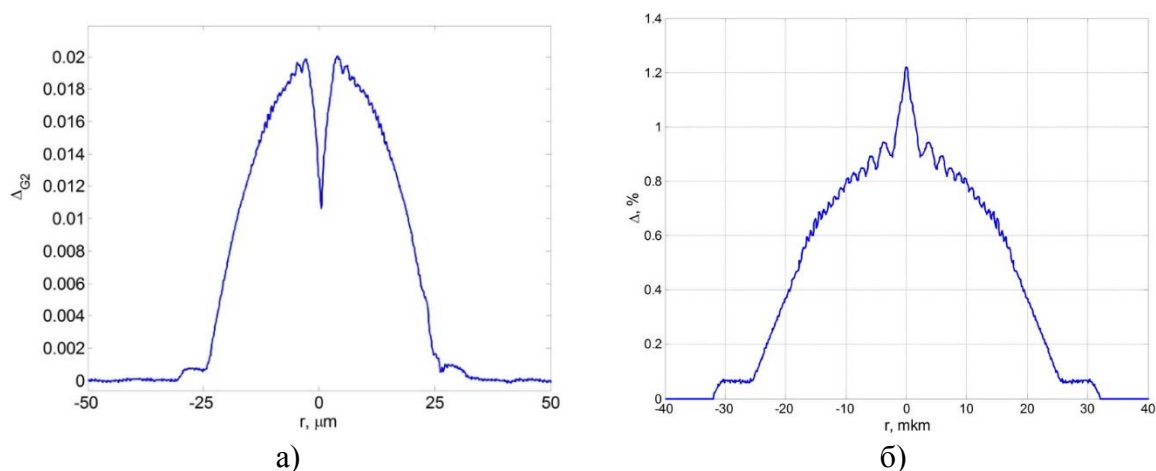


Рис. 2. Градиентный профиль показателя преломления с центральным дефектом, ступенчатым переходом на границе раздела сердцевина/оболочка, а также локальными флуктуациями показателя преломления многомодового ОВ 50/125 OM2: а) центральный дефект в виде провала #G2; б) центральный дефект в виде пика #03

Опираясь на работы [3, 4, 5, 6] и полученные в ходе эксперимента данные был построена предварительная диаграмма, которая связывает параметры центрального дефекта градиентного профиля показателя преломления и ДМЗ, нормированные на длину ММ ОВ (рис. 3). Сильные отклонения представленной диаграммы частично могут быть объяснены дополнительным фактором искажения, связанным с неоднородностями самого ММ ОВ: некоторые образцы ММ ОВ отличались аномальным затуханием, что также связано с сильными колебаниями диаметра ММ ОВ. Однако даже для представленных ограниченных данных можно отметить следующее, что ММ ОВ с центральным дефектом ступенчатого профиля показателя преломления в виде пика искажают оптический импульс ДМЗ намного сильнее, чем ММ ОВ с центральным провалом, то есть при одинаковом соотношении параметров дефекта нормированный ДМЗ может отличаться в 3 и более раза. Следовательно, ММ ОВ с центральным пиком может рассматриваться как потенциальный «шифратор» в паре оптических крипто-волокон, и в этом случае ММ ОВ с центральным провалом соответствуют функциональности «дешифратора», а дефект их профиля должен быть шире и глубже (и / или в сочетании с желаемой длиной, увеличенной по сравнению с пиковым ММ ОВ не менее чем в 3 раза при тех же параметрах дефекта).

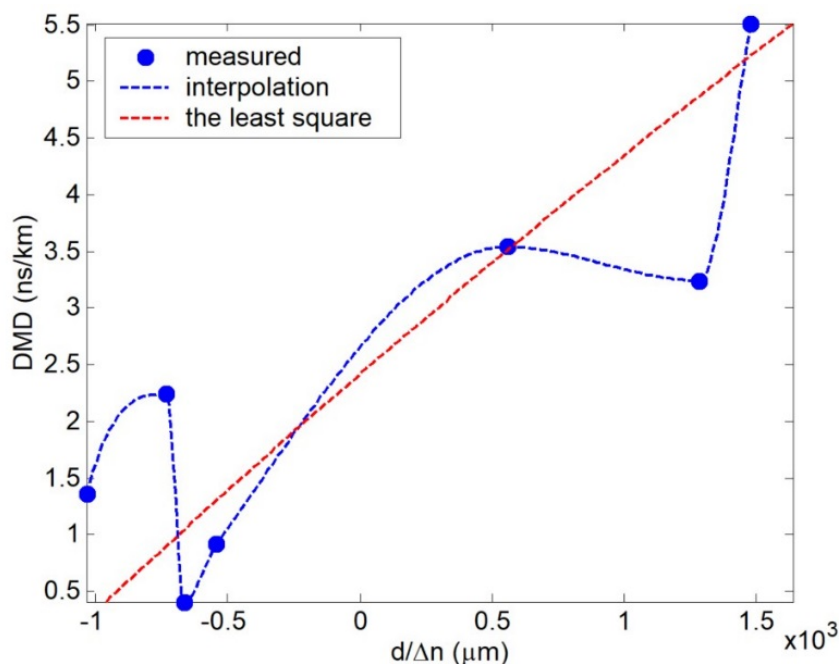


Рис. 3. Предварительная диаграмма, связывающая параметры центрального дефекта градиентного профиля показателя преломления и ДМЗ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90150

Список используемых источников

1. Bourdine A. V., Evtushenko A. S., Gubareva O. Yu., Minaeva A. Yu., Pashin S. S., Praporshchikov D. E. "Secure data transmission channel protected by special fiber optic link based on optical crypto-fibers" // Proc. of SPIE 10774, 10774-0A-01 – 10774-0A-14 (2018).
2. Бурдин А. В., Губарева О. Ю., Пашин С. С., Пугин В. В. Организация защищенного канала передачи конфиденциальной информации с помощью специализированного волоконно-оптического линейного тракта // Инфокоммуникационные технологии. 2017. Т. 15, № 4. С. 337–349.
3. Bourdine A. V., Burdin V. A., Pashin, S. S., Praporshchikov D. E., Sevruc N. L. "Modified technique for differential mode delay map measurement by scanning of input/output ends of tested multimode fiber" // Proc. of SPIE 10774, 10774-0A-01 – 10774-0A-14 (2018). Proc. SPIE 9807, 98071C-1 – 98071C-7 (2016).
4. Бурдин А. В., Яблочкин К. А. Исследование дефектов профиля показателя преломления многомодовых оптических волокон кабелей связи // Инфокоммуникационные технологии. 2010. Т. 8, № 2. С. 22–27.
5. Bourdine A.V., Praporshchikov D. E., Yablochkin K. A. "Investigation of defects of refractive index profile of silica graded-index multimode fibers" // Proceedings of SPIE 7992, 799206-1 – 799206-6 (2011).
6. Бурдин А. В., Бурдин В. А., Пашин С. С., Прапорщикова Д. Е. Восстановление диаграммы дифференциальной модовой задержки волоконного световода по результатам анализа карты импульсных откликов маломодового оптического сигнала // ФОТОН-ЭКСПРЕСС. 2017. Т. 6, № 6. С. 229–230.

УДК 681.7.068
ГРНТИ 49.33.35

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ РАЗЪЕМНОГО СОЕДИНЕНИЯ ОДНОМОДОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ФОТОГРАФИЙ ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ФЕРРУЛ КОННЕКТОРОВ

А. В. Бурдин^{1,2,3}, С. С. Пашин¹

¹Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

²Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова

³Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

В работе представлена альтернативная методика оценивания базовых параметров передачи – вносимых потерь и коэффициента отражения – разъемного соединения одномодовых оптических волокон по результатам анализа фотографий загрязненной торцевой поверхности феррул пары коннекторов исследуемого стыка. Предлагаемое решение базируется на дискретном представлении радиального распределения полей мод, рассматриваемых ОВ, и, соответственно, переходе от интеграла перекрытия полей к конечным вложенным суммам по компонентам полей этих мод. Подобное «сеточное» представление соединения ОВ позволяет вводить нулевые компоненты радиального распределения поля вводимой и/или возбуждаемой моды в загрязненных локациях сердцевин, стыкуемых ОВ, и, как результат, учитывать данный фактор в итоговом значении коэффициента связи с последующим переходом к непосредственной оценке искомым параметров. Приведены результаты экспериментальной верификации предложенной методики.

феррула, коннектор, вносимые потери, коэффициент отражения, снимок торца феррулы, загрязнение.

Разработка методики оценивания параметров передачи разъемного соединения одномодовых оптических волокон по результатам анализа фотографий торцевых поверхностей феррул коннекторов безусловно является актуальной задачей. Данное направление представляет несомненный интерес для достаточно большого количества компаний-инсталляторов структурированных кабельных системы (СКС). На сегодняшний день для оперативного контроля качества разъемных соединений в патч-панелях и телекоммуникационных розетках непосредственно в процессе монтажа используются источники видимого излучения и комплекты видеодиагностики. Первые позволяют визуально определить возможность прохождения

излучения по оптическим волокнам (ОВ), вторые – оценить качество монтажа в автоматическом режиме по принципу «PASS-FAIL». Все это приводит к достаточно высоким значениям процента «ложного» перемонтажа, когда инсталлятор при формальном не прохождении такого теста вынужден повторно монтировать коннектор или розеточный модуль и, соответственно, расходовать новый комплект коннектора, несмотря на приемлемое значение вносимых потерь. Более того, нередко бывает ситуация, когда, наоборот, коннектор проходит тест видеодиагностики и при этом результаты последующих измерений вносимых потерь на соответствующих ОВ ВОЛП, выполненных оптическим тестером, являются неудовлетворительными: устранение недостатков в этом случае требует вскрытия патч-панели или телекоммуникационной розетки, повторного монтажа коннекторов и нового цикла измерений вносимых потерь на соответствующих портах. Следует отметить, что и OTDR не решает данную задачу. Учитывая, малую протяженность ВОЛП СКС, OTDR обеспечивает корректные измерения исключительно оптической длины волокон кабеля. В то время как тестирование портов оконечных устройств ВОЛП СКС фактически сводится к визуальному контролю ширины мертвой зоны рефлектограммы (заключение делает сам оператор), либо автоматизированной оценке качества подключения «переднего разъема» относительно установленного оператором значения коэффициента отражения также по принципу «PASS-FAIL» без определения искомым действительных значений базовых параметров передачи разъемного соединения – вносимых потерь и коэффициента отражения.

В основе предлагаемого подхода лежит дискретное представление радиального распределения полей мод, пары одномодовых ОВ, и, соответственно, переход от интеграла перекрытия полей к конечным вложенным суммам по компонентам полей этих мод. В результате чего обеспечивается детализированная «реконструкция» формы профиля показателя преломления, исследуемого ОВ. Например, для этой цели можно использовать непосредственно фактические данные протоколов измерения профиля показателя преломления реальных промышленных образцов ОВ. Как результат, такое детализированное воспроизведение профиля показателя преломления значительно уменьшает погрешность вычислений, и при этом эффективно использовать представление радиального распределения полей мод в базисе функций Лагерра-Гаусса, «комфортной» для интегрирования, причем не только основной LP_{0m} , но и направляемых мод высших порядков LP_{lm} :

$$\eta_{mn} = \frac{\left[\sum_p \sum_q F_m^{(l_m)}(x_q, y_p) F_n^{(l_n)}(x_q, y_p) \right]^2}{\left\{ \sum_p \sum_q \left[F_m^{(l_m)}(x_q, y_p) \right]^2 \right\} \cdot \left\{ \sum_p \sum_q \left[F_n^{(l_n)}(x_q, y_p) \right]^2 \right\}}$$

Подобное «сеточное» представление соединения ОВ позволяет вводить нулевые компоненты радиального распределения поля вводимой и/или возбуждаемой моды в загрязненных локациях сердцевин, стыкуемых ОВ и, как результат, учитывать данный фактор в итоговом значении коэффициента передачи [1, 2, 3].

Для проведения апробации методики оценивания параметров передачи на основе анализа снимка торца феррул волоконно-оптических коннекторов предлагается рассмотреть соединение пары одномодовых ОВ. Соединяемые ОВ отличаются сильным разбросом MFR, соответствующим нижней и верхней границы диапазона значений MFR типовых стандартных одномодовых ОВ. На рис. 1 (а) представлены полученные в результате расчета по предложенной методике кривые зависимости вносимых потерь от величины смещения центральных осей сердцевин, соединяемых ОВ при умеренном загрязнении торцевой поверхности ОВ со стороны передающего модуля и чистой поверхности торца «приемного» ОВ, а также без учета искажения полей мод, наведенные загрязненными участками торцевой поверхности. Расчеты проводились на длине волны $\lambda = 1310$ нм. Сопоставление и анализ полученных результатов показывает, что для разъёмного соединения, выполненного между умеренно загрязненными и чистым коннектором основной вклад при увеличении радиального рассогласования, с точки зрения приращения вносимых потерь, делает величина смещения, в то время как для рассматриваемого стыка умеренное загрязнение одного из коннекторов (торец ОВ со стороны передающего модуля) вносит от 0,044 до 0,070 дБ.

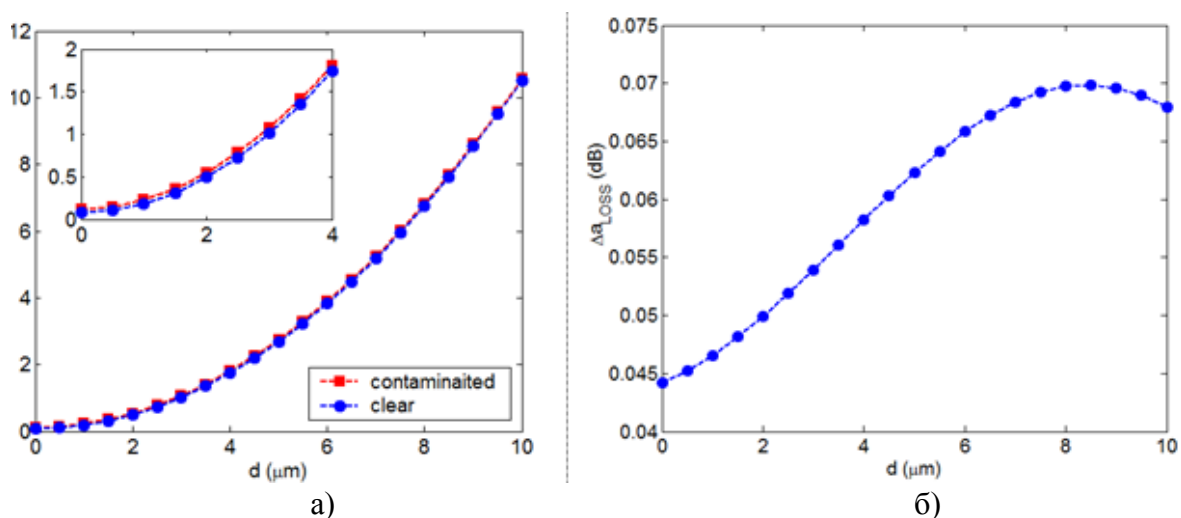


Рис. 1. Результаты расчета вносимых потерь на стыке пары одномодовых ОВ: а) кривые зависимости вносимых потерь от величины смещения центральных осей сердцевин соединяемых ОВ; б) приращение потерь за счет наличия загрязненных участков торцевой поверхности

Для оценки степени влияния разброса значений MFR мод, соединяемых ОВ на погрешность вычисления коэффициента отражения по предложенной методике, был проведен расчет для этой же пары одномодовых ОВ как с максимальным разбросом паспортных значений MFR, так и идентичными номинальными MFR обоих ОВ на длине волны $\lambda = 1310$ нм. Результаты представлены на рис. 2. (а) и (б). Полученные данные демонстрируют, что наиболее эффективным, с точки зрения снижения погрешности вычислений – вплоть до 0,5 % и менее против 5 % – является представление анализируемого волоконно-оптического разъемного соединения в виде центрированного стыка пары ОВ с идентичными номинальными MFR основной моды LP_{01} и соответствующим эквивалентным номинальным MFR вытекающей моды LP_{02} ОВ ".

Результаты экспериментальной верификации предложенной методики продемонстрировали потенциальные возможности ее использования в практических приложениях «бесконтактного» определения вносимых потерь и коэффициента отражения на волоконно-оптическом разъемном соединении пары одномодовых ОВ на основе анализа фотографий торцевой поверхности феррул коннекторов рассматриваемого стыка, полученных с помощью штатного полевого комплекта видеодиагностики.

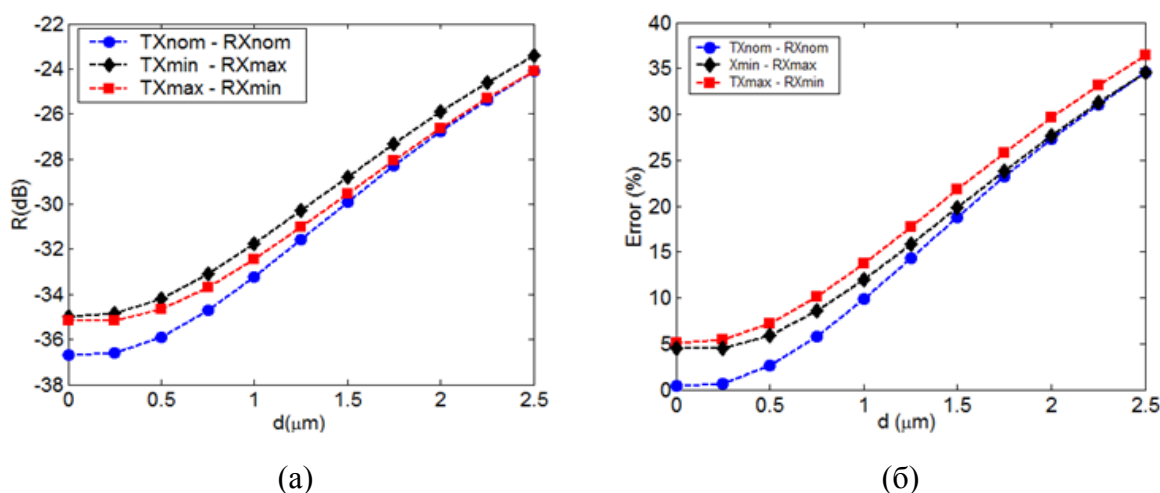


Рис. 2. Результаты расчета коэффициента отражения на стыке SM ОВ с учетом введенного радиального рассогласования при сильном загрязнении торцевой поверхности "Rx" ОВ и чистой поверхности "Tx" ОВ (оптическая несущая $\lambda = 1310$ нм): а) кривые зависимости коэффициента отражения от величины смещения центральных осей сердцевин соединяемых ОВ; б) погрешность относительно действительного (измеренного) значения

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90150.

Список используемых источников

1. Бурдин А. В., Пашин С. С. Оценка коэффициента отражения на разъемном соединении одномодовых оптических волокон по результатам анализа изображений торцевых поверхностей феррул коннекторов // Труды учебных заведений связи. 2020. Т. 6. № 4. С. 16–27.

2. Бурдин А. В., Гиниатулина А. М., Пашин С. С. Вопросы реализации аппаратно-программного комплекса прогноза параметров передачи разъемного соединения по результатам видеодиагностики торцевой поверхности феррула волоконно-оптического коннектора // 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. 1. С. 123–128.

3. Bourdine, A. V., Pashin, S. S., Giniatulina A. M. Results of experimental research of connector ferrule end-face contamination impact on degradation of fiber optic connection parameters // Proc. SPIE 10774, 107741I-1 – 107741I-6 (2018).

УДК 004.042**ГРНТИ 50.49.37****РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ ГРАЖДАН В СТАТУСЕ «САМОЗАНЯТЫЙ»****А. Д. Бутенко, Н. В. Кривоносова, А. Г. Свежов**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
Санкт-Петербургский колледж телекоммуникаций им. Э. Т. Кренкеля

Статья посвящена разработке универсального сервиса для автоматизации работы граждан в статусе «самозанятый». Большая часть работы граждан в данном статусе сводится к одинаковому набору операций: необходимость планирования своей работы и хранения данных – о клиентах, заказах, услугах и пр. Авторы предлагают разработку веб-ресурса, в котором будет реализована возможность конструировать интерфейс под интересы и предметную область пользователя. Гибкость интерфейса позволит использовать сервис для разных сегментов рынка, что сделает работу самозанятых граждан более продуктивной и удобной. В статье представлены основные назначения системы, её функционал и принцип работы, а также приведен пример конфигурирования системы для страхового агента.

автоматизированное рабочее место (АРМ), самозанятый, сервис.

В современном мире все больше растёт количество граждан в статусе «самозанятый», а вместе с этим растёт и количество оказываемых услуг. Согласно данным сайта «Самозанятость в РФ. Защита прав самозанятых».

ТАБЛИЦА. Статистика регистрации граждан в статусе «самозанятый»

Дата	Всего зарегистрировано
01.01.2019	3062
05.03.2021	более 1.800.000

Из чего следует что количество граждан в статусе «самозанятый» выросло в 587 раз.

Такой большой прирост рождает спрос на программное обеспечение, необходимое для комфортной работы самозанятых. Из-за огромного разброса в сферах деятельности этих граждан – аналогов универсальных сервисов не существует. Целью данного проекта является разработка удобного конструктора АРМ для любого гражданина в статусе «самозанятый», который позволит упростить хранение, просмотр и использование информации, и документации.

В ходе анализа предметной области было выявлено, что существует множество сервисов для оптимизации работы, но все они ориентируются на отдельные части работы. Таким образом, существует множество сервисов для хранения данных, для планирования графика работы, для создания и хранения отчетности и т. д. Универсальных сервисов, в которых будет совмещен весь необходимый функционал, не существует, из-за чего и возникает потребность в проекте, а именно – необходимость проектирования и реализации такого сервиса.

Сутью программного решения является удобный и функциональный конструктор интерфейса, способный угодить всем нуждам практически любого пользователя.

В ходе проектирования АРМ были выделены следующие функциональные требования [1]: хранение данных о клиентах; возможность добавления информации о договорах, клиентах, видах оказываемых услуг; возможность просмотра основной информации по договорам, такой как: номер договора, сроки действия, ФИО клиента, контактные данные, вид услуги, стоимость; возможность формирования статистических данных; возможность формирования плана на месяц; создание возможности для пользователя менять интерфейс в зависимости от его потребностей; хранение данных о клиентах; возможность добавления информации о договорах, клиентах, видах оказываемых услуг; возможность просмотра основной информации по договорам, такой как: номер договора, сроки действия, ФИО клиента, контактные данные, вид услуги, стоимость; возможность формирования статистических данных; возможность формирования плана на месяц; создание возможности для пользователя менять интерфейс в зависимости от его потребностей.

Практически все данные, используемые гражданином в статусе «самозанятый» можно свести к единой структуре данных, отраженной на диаграмме компонентов (рис. 1), которая будет использоваться в программном продукте [1].

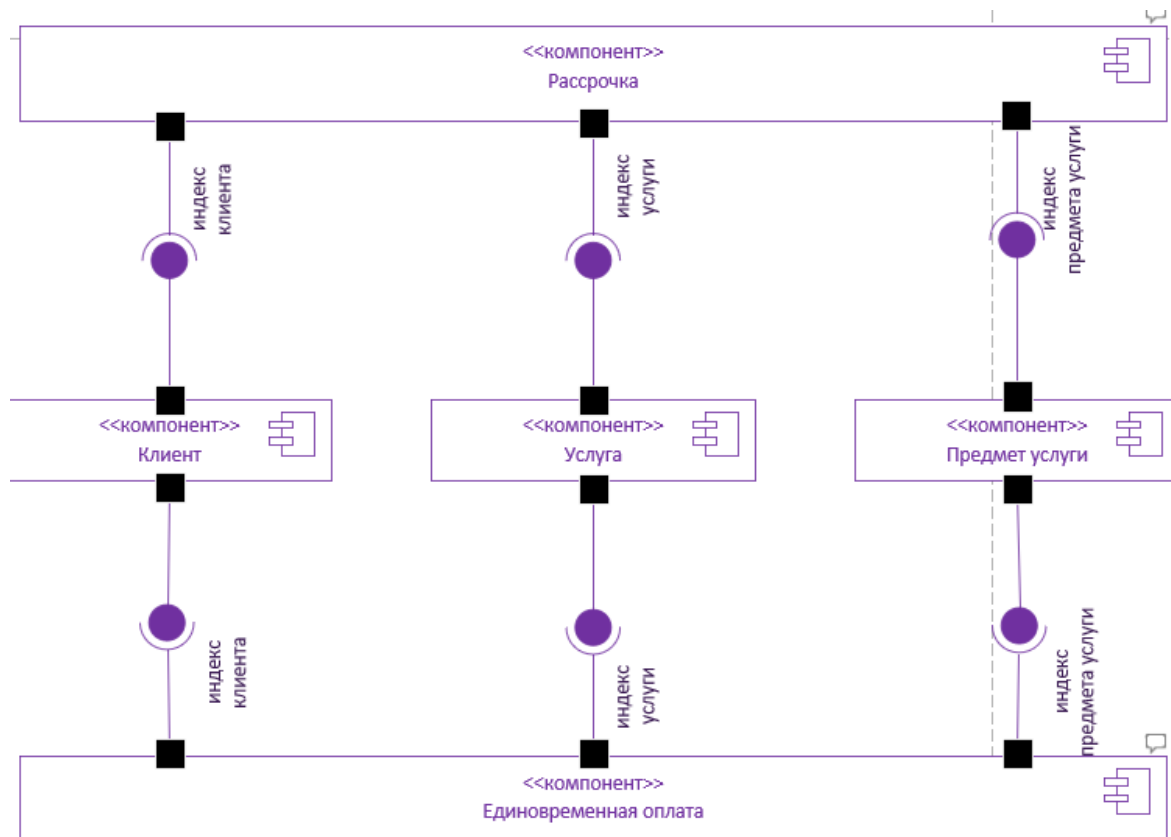


Рис. 1. Диаграмма компонентов

Данные, хранимые в базе данных, можно разделить на 5 сущностей, где 1–3 справочные данные, 4–5 учетные данные:

1. данные о клиентах;
2. данные об услугах;
3. данные о предмете услуги;
4. данные об оказанных услугах с единовременной оплатой;
5. данные об оказанных услугах с оплатой в рассрочку.

В качестве примера уже готового АРМ приводится «АРМ страхового агента» и диаграмма вариантов использования (рис. 2, см. ниже), на которой отображены возможные варианты использования программного продукта [1].

На диаграмме последовательностей (рис. 3, см. ниже) изображены 2 процесса:

1. процесс просмотра и редактирования данных;
2. процесс добавления нового договора.

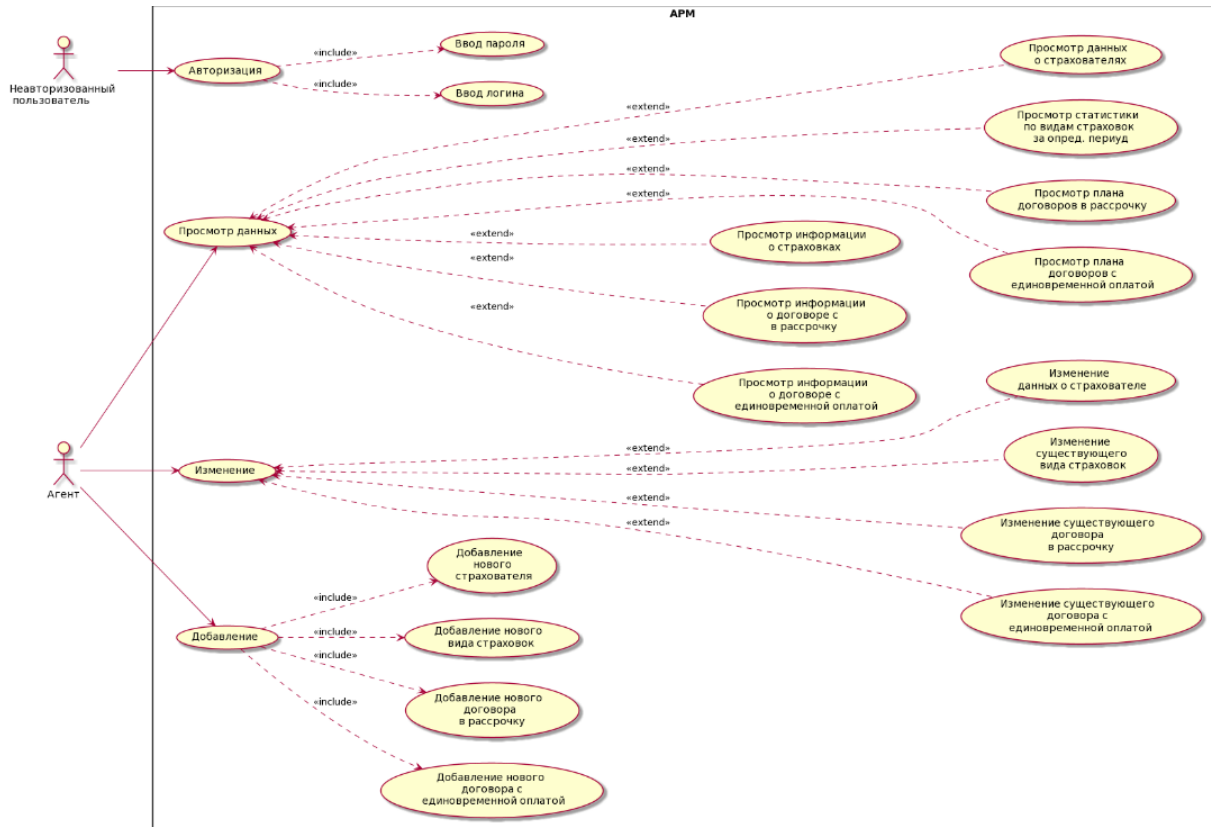


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

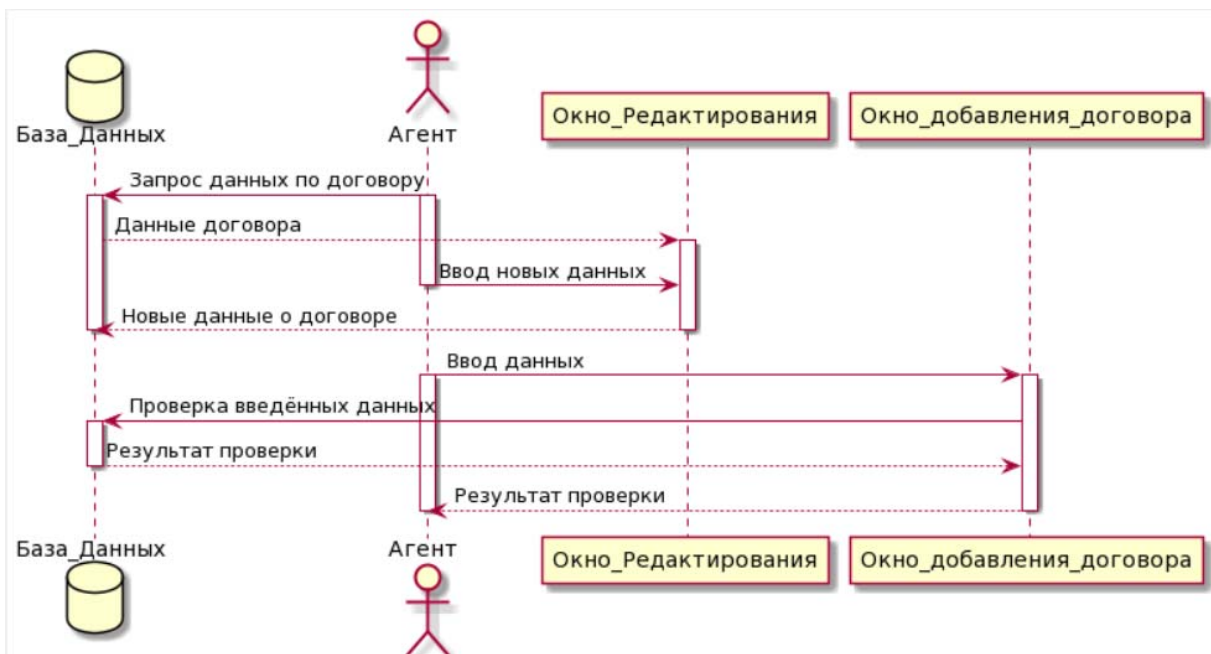


Рис. 3. Диаграмма последовательностей

На диаграмме активностей (рис. 4) представлен процесс выполнения запроса данных о клиенте и их изменение.

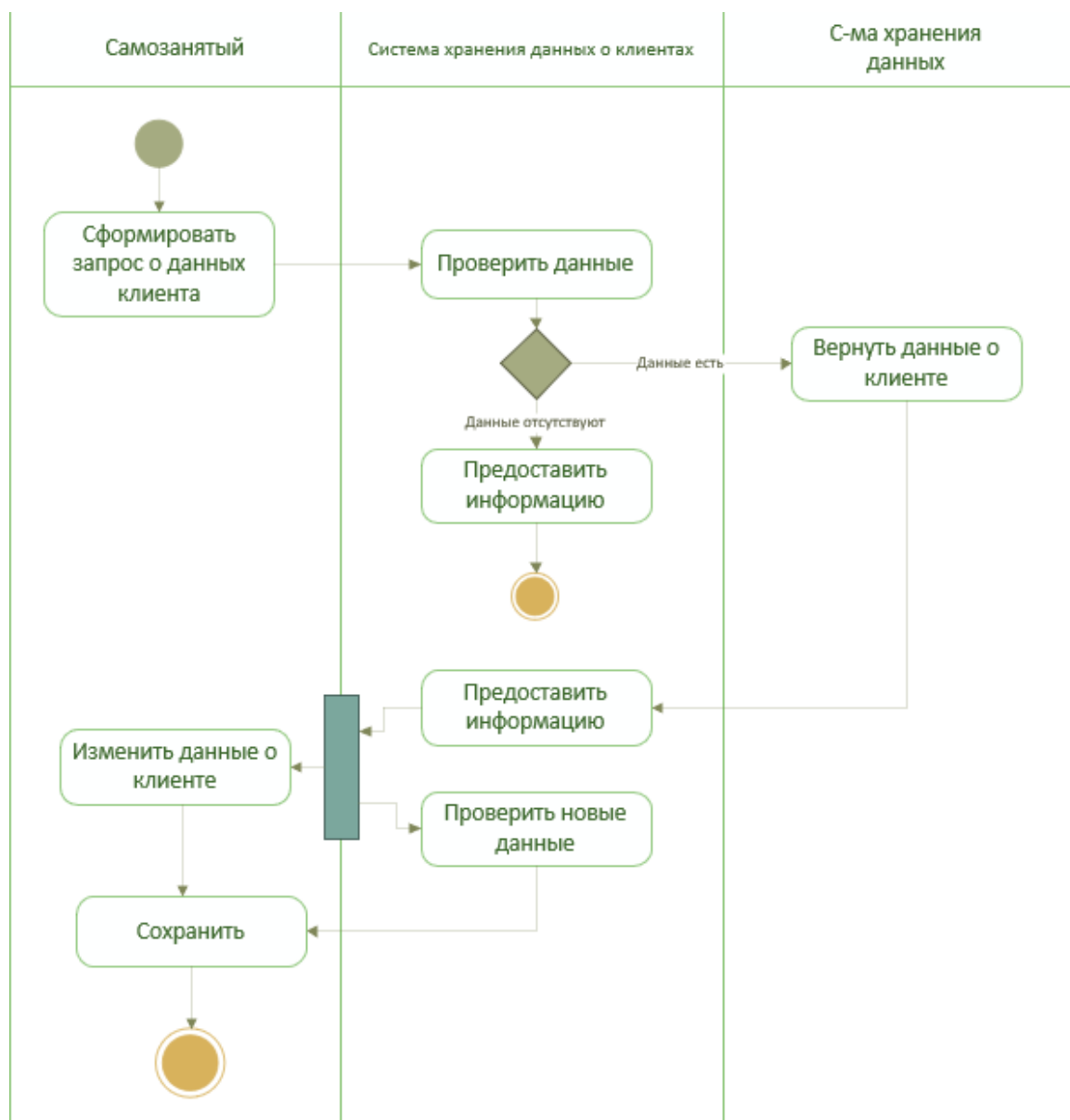


Рис. 4. Диаграмма активностей

Графический интерфейс пользователя (рис. 5, см. ниже), а именно конструктор АРМ представлен в следующем виде:

- панель инструментов, на которой можно выбрать компоненты, которые нужны в готовом АРМ (например: просмотр статистики или формирование отчетной документации);
- рабочее пространство, в которое перемещаются необходимые компоненты.

Реализация данного программного решения возможна в трех вариантах:

- desktop – приложение;
- мобильное приложение;
- веб-сервис.

У каждого из представленных вариантов есть свои плюсы и минусы, которые будут учитываться при дальнейшей разработке и будет выбран самый оптимальный и удобный для конечного пользователя вариант.

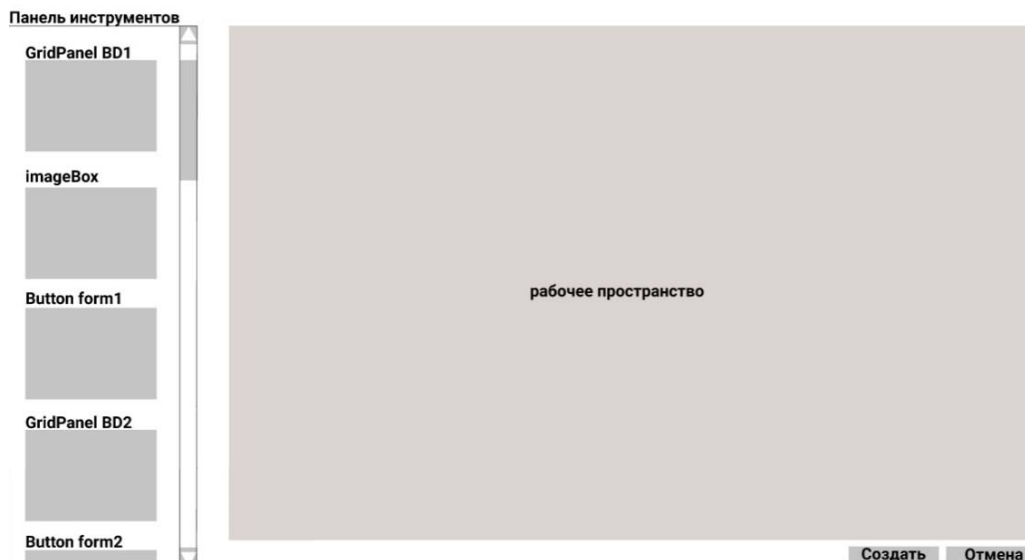


Рис. 5. Графический интерфейс пользователя

Список используемых источников

1. Джеймс Рамбо, Ивар Якобсон. Гради Буч Введение в UML от создателей языка. М. : ДМК Пресс, 2015.

Статья представлена преподавателем Санкт-Петербургского колледжа телекоммуникаций им. Э. Т. Кренкеля, кандидатом физико-математических наук И. В. Карелиной.

УДК 621.39

ГРНТИ 49.45.29, 49.45.31, 49.37.29

ПЕРСПЕКТИВНАЯ МОДЕЛЬ МЕДИАВЕЩАНИЯ ДЛЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А. Н. Бучатский, В. А. Крюков

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

Несмотря на внедрение новейших технологий цифрового эфирного наземного телевизионного и радиовещания в Российской Федерации, его осуществление продолжается на принципах модели теле- и радиовещания, сформировавшейся в СССР около

полувек назад. Существующие способы региональной модификации мультимплексов имеют потенциал, позволяющий серьезно выйти за рамки старой модели. В докладе анализируются возможности применения метода централизованной загрузки контента в сплайсеры объектов цифрового вещания для создания принципиально иной модели медиавещания в России. Новая модель предполагает возможность вещания регионально модифицированных мультимплексов и в других средах (интернет-вещание).

мультимплекс, региональная модификация мультимплексов, сплайсер, загрузка данных, модель медиавещания.

В 70-х годах прошлого столетия сформировалась модель телерадиовещания Российской Федерации, при которой региональное вещание, в отличие от столичных городов, Москвы и Ленинграда, производилось через передатчики центральных программ путем организации региональной вставки контента. К началу внедрения цифрового эфирного наземного вещания, в модель телерадиовещания не было внесено каких-то принципиально значительных изменений. Изменения касались лишь способов доставки контента как в региональные центры, так и на объекты ТВ и радиовещания. При этом сформировавшаяся к 2000-м годам модель телевизионного и радиовещания могла осуществлять следующие функции:

– передача по транспортным сетям и вещание контента федеральных (центральных) ТВ и радиопрограмм в регионах РФ посредством специально выделенных для этого передатчиков;

– передача по транспортным сетям и вещание централизованного регионального контента в пределах соответствующего региона через передатчики федеральных (центральных) ТВ и радиопрограмм, расположенных в регионе;

– вещание локального (городского, районного) контента передатчиками федеральных (центральных) ТВ и радиопрограмм.

Врезка местного контента в то время осуществлялась путем синхронного переключения источников аналоговых сигналов.

Строительство наземных эфирных сетей вещания федеральных цифровых мультимплексов потребовало разработки принципиально иных технологий региональной модификации контента в отличие от региональной модификации при аналоговом вещании. Несмотря на внедрение новейших цифровых технологий, модель вещания, при переводе ее в цифру, потеряла возможность организации местной модификации сигнала (вещания рекламы, новостей, оповещения ГОиЧС на локальных территориях регионов), и не приобрела ничего нового. То есть стала менее гибкой, так как модификация контента стала происходить (территориально) с дискретностью площади соответствующего региона (в связи с используемыми технологиями регионализации контента, не имеющими развития или ограниченными в развитии). И лишь добавление технологии сплайсинга к уже имеющимся

системам региональной модификации контента в федеральных мультиплексах позволяет всего лишь остаться в рамках модели телерадиовещания, основы которых заложены еще в СССР.

Наиболее перспективным для развития модели медиавещания выглядит метод сплайсинга [1], который в настоящее время эксплуатируется следующим образом (рис.):



Рис. Работа системы модификации с использованием сплайсеров

– Контент, предназначенный для последующей модификации мультиплексов, из регионов отправляется посредством сети Интернет в федеральный центр (Москва) на обработку, где приводится к виду, необходимому для загрузки в соответствующие сплайсеры (добавляется необходимая служебная информация, таблицы расписания выхода контента в эфир).

– Подготовленные таким образом данные направляются к сплайсерам как по сети Интернет, так и по сетям данных, организованных для этого филиалами РТРС соответствующих регионов. Это могут быть какие-либо доступные сети передачи данных: проводные, оптические или беспроводные сети наземных и спутниковых операторов (например, сотовых операторов, спутниковые VSAT системы). Скорости передачи данных могут быть значительно ниже, чем скорости, необходимые для онлайн-просмотра контента. Таким образом, производится загрузка данных в устройства хранения информации сплайсеров. Единого для всех сплайсеров пути загрузки информации на данный момент не существует.

– Существует также другая часть управляющей информации, которая отвечает за выход контента в эфир и передается из федерального центра непосредственно к моменту выхода модифицированного контента в эфир в виде меток CRC32, внедряемых в транспортные потоки соответствующего мультиплекса в виде служебных таблиц. Таким образом, сплайсер, получивший заранее загрузку контента и информацию о времени и дате его выхода в эфир, по приходу управляющей метки CRC32 производит модификацию соответствующей программы мультиплекса заранее полученным контентом.

Анализ работы системы дает основания полагать, что развитие модификации мультиплексов методом сплайсинга сдерживается отсутствием единых каналов передачи данных к сплайсерам. Это создает ряд причин, сдерживающих развитие модели медиавещания в Российской Федерации.

Таким образом, очевидно, что для развития модели медиавещания в Российской Федерации требуется глубокая модернизация существующего метода региональной модификации при помощи сплайсеров. Для выполнения этой задачи требуется создание следующей технической основы:

– Региональная модификация должна осуществляться сплайсерами объектов эфирного вещания, – это позволяет разбить территорию любого региона на более мелкие площади и осуществлять вещание контента внутри региона с дискретностью одночастотных зон, на которые разбит каждый регион. Объекты цифрового эфирного наземного вещания должны быть оборудованы сплайсерами и оконечным каналообразующим оборудованием для осуществления загрузки контента и получения управляющей информации (например, спутниковыми приемниками).

– Необходимо создание централизованных каналов доставки контента (в отличие от ныне существующих разрозненных неоднородных региональных каналов).

– Необходимо создание единого управляющего центра (сервера, АСУ) управления контентом для региональной модификации.

Анализируя топологию каналов доставки модифицирующей информации к сплайсерам, а также принципы организации транспортных сетей доставки федеральных мультиплексов на объекты вещания, приходим к выводу, что в конечном счете, доставка практически любого контента (федерального и модифицирующего) к сплайсерам объектов вещания осуществляется в подавляющем большинстве случаев с помощью спутниковых технологий. И для создания единого канала загрузки контента в сплайсеры мы можем также создать единую технологию с использованием спутников. Внедрение единой технологии доставки модифицирующего контента позволит привести к созданию новейших технологий медиавещания в Российской Федерации.

Единая технология доставки предполагает единообразие организации каналов закачки модифицирующей информации в сплайсеры и совершенно не исключает возможности использования каких-то одних каналов связи (спутниковых или наземных). В данном докладе описывается разработка технологии, основанной на спутниковых каналах связи.

Доставка контента к сплайсерам организуется в транспортном канале (каналах) спутниковой связи, точно таких же, для односторонней передачи информации к объектам вещания, как и для передачи потоков данных федеральных мультиплексов. При этом, спутниковые каналы передачи федеральных мультиплексов являются общими для объектов вещания соответствующей временной зоны Российской Федерации. Аналогично, можно создать общий спутниковый канал, для такой же временной зоны (например, для всех сплайсеров зоны «М» – европейской части РФ. Но, в отличие от каналов передачи мультиплексов, передающих федеральный контент мультиплексов единый для всех объектов вещания, в спутниковом высокоскоростном канале формируются виртуальные низкоскоростные потоки, обеспечивающие закачку разной модифицирующей информации в многочисленные сплайсеры одновременно.

Разделение низкоскоростных потоков информации внутри высокоскоростного спутникового канала может осуществляться по ряду фильтров: PID-фильтрация, фильтрация по IP-адресам и по иным уникальным параметрам сплайсеров и спутниковых приемников, а также их комбинаций. При этом, даже в сплайсеры одного региона может быть закачана разная модифицирующая информация, что увеличивает гибкость системы региональной модификации. С учетом работы объектов в одночастотных сетях, группы объектов, расположенных в одной одночастотной сети должны получать одинаковую информацию (для исключения нарушения работы ОЧС). Таким образом мы получаем однородные каналы закачки контента и управляющей информации в сплайсеры объектов вещания, приводя каналы закачки контента (рис.) к некоторому стандартизованному виду.

Подобная технология передачи данных широко использовалась 15–20 лет назад под названиями «Ассиметричный спутниковый интернет», «Оффлайн-закачка» и др. Сутью метода является организация виртуальных достаточно низкоскоростных потоков передачи данных в общем высокоскоростном спутниковом канале (что в свое время, в частности, позволяло значительно увеличить скорости интернета, учитывая его ассиметричные свойства передачи данных).

Для обеспечения автоматизации работы с резко увеличивающимся количеством вариантов региональной модификации и контента, а также для внедрения новейших, появляющихся при этом возможностей медиавещания, необходима разработка центрального управляющего сервера.

Анализ модернизированной системы модификации мультиплексов показывает, что модель медиавещания не только восстанавливает свои сервисы, но и получает совершенно новые качества, недоступные ранее:

- совместная эксплуатация с ранее внедренными системами региональной модификации, возможность резервирования ранее внедренных систем;

- возможность сбора любого контента (реклама, новости, оповещение ГОиЧС, тематические передачи) на территории Российской Федерации, его управление для отправки для модификации мультиплексов в любое сочетание мест объектов вещания (одночастотных зон), в том числе без обязательной привязки к какому-то одному региону, а также для модификации сочетаний любых программ мультиплексов (если всё перечисленное или его варианты разрешены управляющим сервером);

- возможность взаимодействия и регионализации вещания мультиплексов в иных средах вещания (кабельное и, особенно, интернет-вещание);

- получающаяся в итоге модель медиавещания становится очевидно универсальной и не имеющей мировых аналогов, что, в свою очередь, дает старт для развития СМИ, входящих в мультиплексы, значительно качественно изменяя их принципы организации вещания, составления программ, актуализации контента по регионам, взаимодействия между вещателями;

- полный централизованный контроль за формированием регионализации мультиплексов посредством автоматической системой управления (АСУ) на основе управляющего сервера, расположенного в федеральном центре.

Список используемых источников

1. Веб-сайт разработчика оборудования для региональной модификации. URL: <https://qualitteq.ru>

УДК 621.39
ГРНТИ 49.44

КОГЕРЕНТНЫЙ ПРИЕМ ОПТИЧЕСКИХ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ В СОВРЕМЕННЫХ ВОСС

М. С. Былина, С. Ф. Глаголев

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

В работе проведен анализ когерентного приема оптических цифровых сигналов с различными форматами модуляции: амплитудной, фазовой и квадратурно-амплитудной. Определены отношения сигнала к шуму и предельные обнаружительные способности для бинарных форматов модуляции. Приведена и проанализирована схема гомодинного оптического приемника.

волоконно-оптическая система связи, DWDM, когерентный прием, оптический гетеродин, гетеродинный и гомодинный приемники, одномодовое оптическое волокно, формат модуляции.

Главной особенностью когерентного приема (КП) в волоконно-оптических системах связи (ВОСС) является смешивание модулированного оптического сигнала (с несущей частотой ω_s) с непрерывным оптическим излучением гетеродина с частотой ω_g и перенос оптического спектра в радиочастотный диапазон. Различают гетеродинные и гомодинные когерентные оптические фотоприемные устройства (ФПУ).

В гетеродинных ФПУ частота гетеродина ω_g отличается от несущей частоты ω_s . Спектр преобразованного в ФПУ сигнала переносится на промежуточную радиочастоту $\omega_{IF} = |\omega_s - \omega_g|$ с сохранением модулирующего сигнала. Для его восстановления используются электрические детекторы, соответствующие используемой модуляции: амплитудной (АМ), фазовой (ФМ), частотной (ЧМ) и др. В гомодинных ФПУ частоты гетеродина и несущей частоты сигнала совпадают $\omega_s = \omega_g$. Результатом преобразования является сам модулирующий сигнал.

В ВОСС с КП находят применение различные виды амплитудной и фазовой модуляции, которые могут быть представлены в формате квадратурно-амплитудной модуляции (*Quadrature Amplitude Modulation, QAM*). Обобщенный цифровой оптический сигнал образуется в процессе QAM модуляции квазимонохроматического линейно поляризованного света с несущей частотой $\omega_s = 2\pi\nu_s$. Полагаем, что тактовый интервал $\Delta T = 1 / B_s$ определяет символьную скорость передачи. Без учета искажений сигнала в линейном волоконно-оптическом тракте и шумов определим напряженность

электрического поля E оптического сигнала с QAM и его комплексную амплитуду \dot{E}_{ms} в некотором такте. Сигнал может иметь один из N уровней амплитуды E_{msn} ($n = 1 \dots N$) и один из L уровней фазы φ_{sl} от ($l = 1 \dots L$):

$$E_{snl}(t) = E_{msn} \cdot \cos[\omega_s \cdot t + \varphi_{sl} + \varphi_s], \quad \dot{E}_{msnl} = E_{msn} \cdot \exp(\varphi_{sl} + \varphi_s), \quad (1)$$

где φ_s – случайный набег фазы сигнала в рассматриваемом такте.

КП по сравнению с энергетическим приемом (ЭП) имеет ряд преимуществ, особенно при реализации гомодинного фотоприемного устройства (ФПУ) (рис. 1) [1], которое мы и рассмотрим. Излучение сигнала (1) разделяется в направленном ответвителе (НО1) на две равные части по мощности. Непрерывное излучение гетеродина, создается оптическим генератором, управляемым напряжением (ОГУН). Излучение гетеродина имеет случайную фазу φ_g :

$$E_g(t) = E_{mg} \cdot \cos(\omega_g \cdot t + \varphi_g), \quad \dot{E}_{mg} = E_{mg} \cdot \exp(\varphi_g), \quad (2)$$

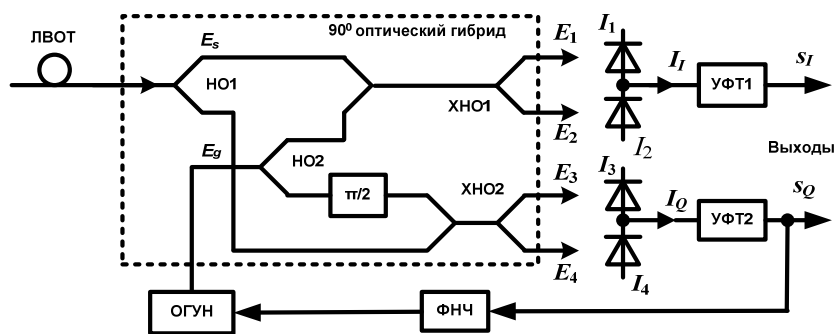


Рис. 1. Упрощенная схема гомодинного ФПУ

Излучение гетеродина также разделяется на равные части в НО2. Первая часть излучения сигнала смешивается с первой частью излучения гетеродина в X-образном НО (ХНО1) и поступает на два одинаковых фотоприемника (ФП1 и ФП2), образующих первый балансный фотоприемник ФПБ1. Вторая часть сигнала смешивается со второй частью излучения гетеродина, смещенной по фазе на 90 градусов, в X-образном НО (ХНО2) и также поступает на ФП3 и ФП4), образующих второй балансный фотоприемник ФПБ2.

Запишем выражения для комплексных амплитуд напряженностей E для ФП1-ФП4:

$$\begin{aligned} \dot{E}_{m1nl} &= [E_{msn} \exp(\varphi_l + \varphi_s) + E_{mg} \cdot \exp(\varphi_g)] / \sqrt{2}; \\ \dot{E}_{m2nl} &= [E_{msn} \exp(\varphi_l + \varphi_s) - E_{mg} \cdot \exp(\varphi_g)] / \sqrt{2}; \\ \dot{E}_{m3nl} &= [E_{msn} \exp(\varphi_l + \varphi_s) + E_{mg} \cdot \exp(\varphi_g + \pi/2)] / \sqrt{2}; \\ \dot{E}_{m4nl} &= [E_{msn} \exp(\varphi_l + \varphi_s) - E_{mg} \cdot \exp(\varphi_g + \pi/2)] / \sqrt{2}. \end{aligned} \quad (3)$$

Учтем, что каждый ФП выполняет операцию возведения в квадрат напряженности E интерферирующих полей в каждой точке приемной поверхности, т. е. определяет интенсивность излучения I , интегрирует ее по всему освещенному участку и формирует фототок, пропорциональный мощности излучения P :

$$I_{\Phi} = S \cdot P = S \cdot E_m^2 \cdot A_{ef} / (2Z_v), \quad (4)$$

где S – чувствительность ФП, A_{ef} – площадь модового поля одномодового ОВ, Z_v – волновое сопротивление среды, т. е. сердцевины ОВ.

Из (3) и (4) получим выражения для фототоков ФП1, ФП2 первого балансного ФПБ1, сигнал которого будем считать синфазным:

$$\begin{aligned} I_{\Phi 1nl} &= 0,5 \cdot S \cdot \left[P_{sn} + P_g + 2 \cdot \sqrt{P_{sn} \cdot P_g} \cdot \cos(\varphi_{sl} + \varphi_s - \varphi_g) \right]; \\ I_{\Phi 2nl} &= 0,5 \cdot S \cdot \left[P_{sn} + P_g - 2 \cdot \sqrt{P_{sn} \cdot P_g} \cdot \cos(\varphi_{sl} + \varphi_s - \varphi_g) \right]; \\ I_l = I_{\Phi nl} &= I_{\Phi 1nl} - I_{\Phi 2nl} = 2 \cdot S \cdot \sqrt{P_{sn} \cdot P_g} \cdot \cos(\varphi_{sl} + \varphi_s - \varphi_g). \end{aligned} \quad (5)$$

Аналогично можно получить выражение для второго балансного приемника ФПБ2, сигнал которого будем считать квадратурным:

$$I_Q = I_{\Phi n2} = I_{\Phi 3nl} - I_{\Phi 4nl} = 2 \cdot S \cdot \sqrt{P_{sn} \cdot P_g} \cdot \sin(\varphi_{sl} + \varphi_s - \varphi_g). \quad (6)$$

Для правильной работы гомодинного ФПУ необходимо выполнить условие $\langle \varphi_s - \varphi_g \rangle = 0$, которое с учетом $\langle \varphi_{sl} \rangle = 0$ можно записать в виде:

$$\langle \sin(\varphi_{sl} + \varphi_s - \varphi_g) \rangle = 0 \text{ или } \langle I_Q \rangle = 0. \quad (7)$$

Для выполнения (7) можно использовать фазовую автоподстройку частоты (ФАПЧ) гетеродина (ОГУН) ω_g . Для этого квадратурный сигнал S_Q подается через фильтр нижних частот (ФНЧ) на вход управления ОГУН.

Учитывая, что средние мощности сигнала и гетеродина за один тактовый интервал ΔT равны:

$$P_{sn} = h\nu_s \cdot \bar{m}_{\Phi_n} \cdot B_s \text{ и } P_g = h\nu_g \cdot \bar{m}_g \cdot B_s, \quad (8)$$

определим из (5)–(6) средние количества электронов S на выходах ФП1–ФП4 за время ΔT :

$$S_{I_{nl}} = 2 \cdot \sqrt{\bar{m}_{\Phi_n} \cdot \bar{m}_g} \cdot \cos(\varphi_{sl}), \quad S_{Q_{nl}} = 2 \cdot \sqrt{\bar{m}_{\Phi_n} \cdot \bar{m}_g} \cdot \sin(\varphi_{sl}). \quad (9)$$

Определим из (8) среднее количество фотонов гетеродина на 1 бит \bar{m}_g (рис. 2) для различных мощностей и различных символьных скоростей передачи $B_s = 1 / \Delta T$:

$$\bar{m}_g = P_g \cdot \Delta T / (h\nu_g). \quad (10)$$

Из рис. 2 видно, что при мощности гетеродина $P_g = 6$ мВт количество фотонов за один такт лежит в пределах от $2 \cdot 10^7$ до $3 \cdot 10^5$ фотонов при изменении скорости передачи от 2,5 до 160 Гбит/с.

Считая распределение фотоэлектронов на выходах ФПБ1 и ФПБ2 пуассоновским, определим дисперсии их количества с учетом дисперсии σ_q^2 гауссовских тепловых шумов усилителя фототока (УФТ) и последующих схем [1]:

$$\sigma_{0_n}^2 = \bar{m}_{\Phi_n} + \bar{m}_g + \sigma_q^2. \quad (11)$$

Для сравнения КП с ЭП рассмотрим гомодинные ФПУ с бинарной АМ и ФМ. Запишем выражения для сигналов на выходах ФПБ1 и ФПБ2 для логической 1 и 0 при работающей ФАПЧ:

для АМ: $S_{I_1} = 2 \cdot \sqrt{\bar{m}_\Phi \cdot \bar{m}_g}, S_{I_0} = 0, S_{Q_1} = 0, S_{Q_0} = 0,$ (12a)

для ФМ: $S_{I_1} = 2 \cdot \sqrt{\bar{m}_\Phi \cdot \bar{m}_g}, S_{I_0} = -2 \cdot \sqrt{\bar{m}_\Phi \cdot \bar{m}_g}, S_{Q_1} = 0, S_{Q_0} = 0.$ (12б)

Оценим качество связи бинарного гомодинного ФПУ с помощью Q -фактора при АМ и ФМ:

$$Q_{AM} = \frac{\bar{s}_1 - \bar{s}_0}{\sigma_0 + \sigma_1} = \frac{2 \cdot \sqrt{\bar{m}_\Phi}}{\sqrt{1 + \sigma_q^2 / \bar{m}_g} + \sqrt{1 + (\bar{m}_\Phi + \sigma_q^2) / \bar{m}_g}}, \quad (13a)$$

$$Q_{FM} = \frac{\bar{s}_1 - \bar{s}_0}{\sigma_0 + \sigma_1} = \frac{4 \cdot \sqrt{\bar{m}_\Phi \cdot \bar{m}_g}}{2 \sqrt{\bar{m}_\Phi + \bar{m}_g + \sigma_q^2}} = \frac{2 \cdot \sqrt{\bar{m}_\Phi}}{\sqrt{1 + (\bar{m}_\Phi + \sigma_q^2) / \bar{m}_g}}. \quad (13б)$$

Приняв условие $\bar{m}_g \gg \bar{m}_\Phi + \sigma_q^2$, которое легко обеспечивается, получим для обнаружительной способности идеального гомодинного ФПУ:

при АМ: $\bar{m}_a = \bar{m}_\Phi / 2 = Q^2 / 2,$ при ФМ: $\bar{m}_a = \bar{m}_\Phi / 2 = Q^2 / 4,$ (14)

т. е. как для идеальных энергетических ФПУ. Однако реально приблизиться к такой обнаружительной способности в энергетических ФПУ с использованием р-і-n ФД и ЛФД практически невозможно. Наилучшие результаты при ЭП достигаются только с использованием предварительных оптических усилителей перед ФПУ [2].

Анализ показывает, что использование гетеродинного приема ухудшает обнаружительную способность в 2 раза по сравнению с гомодинным. В табл. приведены предельные обнаружительные способности в фотонах на один бит для идеальных ФПУ с ЭП и КП и квантовой эффективностью $\eta = 1$ при различных форматах бинарной модуляции.

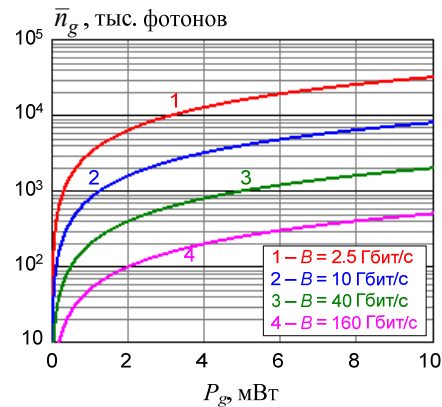


Рис. 2. Зависимость количества фотонов на бит от мощности и символьной скорости

ТАБЛИЦА. Обнаружительные способности приемников

Модуляция	Прием		
	энергетический	гомодинный	гетеродинный
Амплитудная	10 (18)	18	36
Фазовая	–	9	18
Частотная	–	–	36

Сравним качество приема оптических сигналов с бинарной АМ при гомодинном приеме и ЭП с использованием ЛФД. Из [2] известно, что для ФПУ с ЛФД существует оптимальный коэффициент лавинного умножения \bar{M}_{opt} . Приведем результаты сравнительных расчетов по (13) Q -фактора для гомодинного ФПУ (рис. 4) и Q_{opt} для ФПУ с ЛФД (рис. 3) [2]:

$$Q_{opt} = \frac{\bar{m}_\Phi \cdot \bar{M}_{opt}}{\sqrt{\bar{m}_\Phi \cdot \bar{M}_{opt}^2 \cdot F(\bar{M}_{opt}) + \sigma_q^2 + \sigma_q}}, \quad \bar{M}_{opt} = \sqrt{1 + (\sigma_q - 3)/(3 \cdot k_\alpha)}, \quad (15)$$

где $F(\bar{M}_{opt}) = \bar{M}_{opt} \cdot \left[1 - (1 - k_\alpha) \left((\bar{M}_{opt} - 1) / \bar{M}_{opt} \right)^2 \right]$. Коэффициент $k_\alpha = \alpha_p / \alpha_n$ определяется отношением коэффициентов ионизации дырок и электронов.

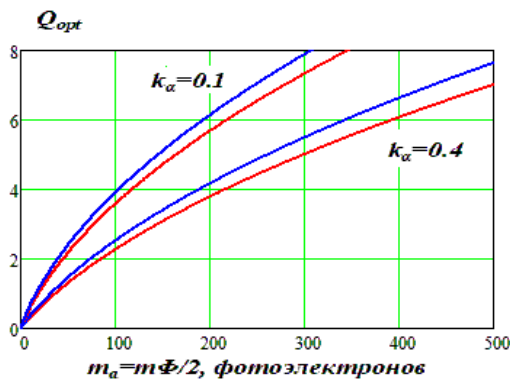


Рис. 3. ФПУ с ЛФД

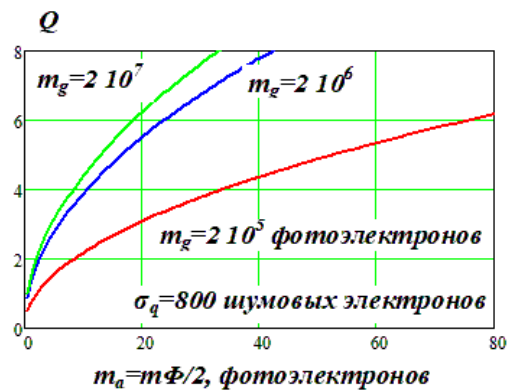


Рис. 4. Гомодинное ФПУ

На рис. 3 нижние кривые построены для $\sigma_q = 800$, а верхние для $\sigma_q = 600$ шумовых электронов. Из рис. 4 следует, что с увеличением мощности гетеродина величина Q -фактора стремится к квантовому пределу (18 фотоэлектронов).

В данной работе рассмотрена аналоговая схема гомодинного оптического приемника с ФАПЧ. Она позволяет количественно оценить предельные возможности ФПУ для одинаковых состояний поляризации излучений сигнала и гетеродина. Для исключения поляризационной зависимости или, наоборот, для одновременного приема двух сигналов с ортогональными по-

ляризациями излучения используют две схемы аналогичные рис. 1, а излучения сигнала и гетеродина разделяют на две ортогональные поляризации с помощью поляризационных расщепителей.

В современных гомодинных приемниках ФАПЧ не используют. Сигналы с выходов ФП подвергают аналого-цифровому преобразованию и обработке в сигнальном процессоре по специальным алгоритмам.

Список используемых источников

1. Былина М. С., Глаголев С. Ф., Дюбов А. С. Сравнительный анализ методов энергетического и когерентного приема цифровых информационных оптических сигналов. Часть 2. Когерентный прием // Труды учебных заведений связи. 2017. Том 3. № 4. С. 21–28.

2. Былина М. С., Глаголев С. Ф. Энергетический прием оптических цифровых сигналов в современных ВОСС // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. X Юбилейная Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. СПб. : СПбГУТ, 2021. Т. 4. С. 359–364.

УДК 621.39
ГРНТИ 49.44

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПРИЕМ ОПТИЧЕСКИХ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ В СОВРЕМЕННЫХ ВОСС

М. С. Былина, С. Ф. Глаголев

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

В статье проведен анализ энергетического приема оптических цифровых сигналов с различными форматами модуляции. Определены отношения сигнала к шуму и предельные обнаружительные способности для бинарных форматов модуляции. Проведено сравнение фотоприемных устройств, использующих p-i-n фотодиоды, лавинные фотодиоды и p-i-n фотодиоды в сочетании с предварительным оптическим усилителем.

волоконно-оптическая система связи, DWDM, энергетический прием, одномодовое оптическое волокно, формат модуляции.

Методы приема оптических сигналов в цифровых волоконно-оптических системах связи (ВОСС) можно разделить на энергетические (прямое фотодетектирование) и когерентные (гетеродинное фотодетектирование) [1, 2].

Фотоприемное устройство (ФПУ) в общем случае содержит входную оптическую схему, фотоприемник (ФП) или несколько ФП, преобразующие

оптическую мощность в электрический сигнал (обычно ток), схему усиления и первичной обработки электрического сигнала [1, 2, 3]. Входная оптическая схема может содержать предварительный оптический усилитель (ПОУ), оптический демодулятор, преобразующий модуляцию входного сигнала (например, фазовую, ФМ) в амплитудную (АМ). В качестве ФП в ФПУ используют PIN фотодиоды (PIN ФД) и лавинные ФД (ЛФД). Схема усиления и первичной обработки электрических сигналов может содержать усилитель фототока (УФТ), аналоговый корректор, схему восстановления тактовой частоты и регенератор (РЕГ), преобразующий принятый аналоговый сигнал в цифровой.

На рис. 1 показана схема энергетического приема (ЭП) оптических сигналов DWDM, которая включает ПОУ и оптический демультиплексор (DMUX), который разделяет оптические каналные сигналы и направляет их на свои ФПУ. Каждое ФПУ содержит ФП, УФТ и РЕГ. Если каналный оптический сигнал модулирован не по амплитуде или интенсивности, а, например, по фазе, то оптическая схема перед ФП является демодулятором (DMOD), преобразующим ФМ в АМ. Для АМ сигналов DMOD не нужен.

Рассмотрим 3 типа ФПУ: с PIN ФД, с ЛФД, а также с ПОУ и PIN ФД. При анализе будем использовать квантовый подход, а для сравнения различных ФПУ будем использовать параметры потоков фотоэлектронов, тепловых, тепловых и шумовых электронов приведенные к выходу ФП.

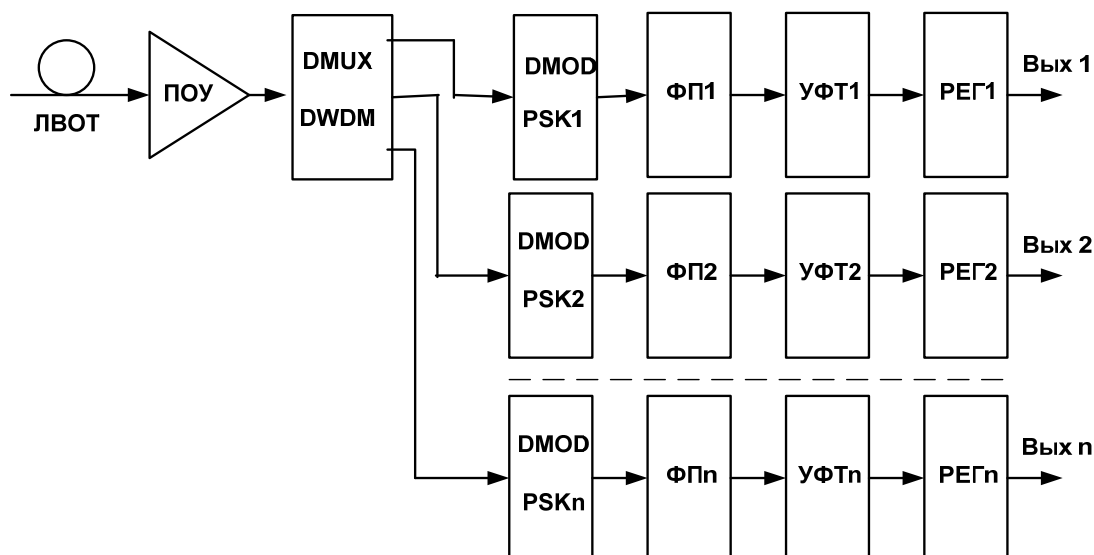


Рис. 1. Структурная схема многоканальной ВОСС с ЭП

ФПУ с PIN ФД

Определим средние количества фотонов на входе ФП за тактовый интервал ΔT при приеме логических 1 (\bar{n}_1) и 0 (\bar{n}_0), а также количество фотоэлектронов на выходе ФП при приеме логической 1 \bar{m}_ϕ :

$$\bar{n}_1 = P_1 \cdot \Delta T / h\bar{\nu}, \quad \bar{n}_0 = 0, \quad \bar{m}_\Phi = \eta \cdot \bar{n}_1, \quad (1)$$

где P_1 – оптическая мощность при приеме логической единицы, h – постоянная Планка, $\bar{\nu}$ – средняя частота квазимонохроматического излучения, η – квантовая эффективность.

Определим средние потоки электронов s и их дисперсии σ^2 , приведенные к выходу ФП, при приеме логических 1 и 0 за интервал ΔT :

$$\bar{s}_1 = (\bar{m}_\Phi + \bar{m}_T), \quad \bar{s}_0 = \bar{m}_T, \quad \sigma_1^2 = \bar{m}_\Phi + \bar{m}_T + \sigma_q^2, \quad \sigma_0^2 = \bar{m}_T + \sigma_q^2, \quad (2)$$

где \bar{m}_T – среднее количество темновых электронов, которое равно дисперсии для распределения Пуассона, которому подчиняются фото и темновые электроны, σ_q^2 – дисперсия шумовых электронов, обусловленных тепловыми шумами резистора R обратной связи и другими элементами УФТ и шумами последующих схем:

$$\sigma_q^2 = 2 \cdot k_b \cdot T_a \cdot k_n \cdot \Delta T / (R \cdot e), \quad (3)$$

где k_b – постоянная Больцмана, T_a – абсолютная температура, e – заряд электрона, $k_n > 1$ – коэффициент избыточного шума элементов УФТ (кроме R) и последующих схем.

Для оценки качества связи при бинарном приеме используется Q -фактор:

$$Q = (\bar{s}_1 - \bar{s}_0) / (\sigma_0 + \sigma_1), \quad (4)$$

который для ФПУ с р-і-п ФД составляет:

$$Q = \frac{\bar{m}_\Phi}{\sqrt{\bar{m}_T + \sigma_q^2} + \sqrt{\bar{m}_\Phi + \bar{m}_T + \sigma_q^2}} = \frac{\sqrt{\bar{m}_\Phi}}{\sqrt{1 + (\bar{m}_T + \sigma_q^2) / \bar{m}_\Phi} + \sqrt{(\bar{m}_T + \sigma_q^2) / \bar{m}_\Phi}}. \quad (5)$$

Введем понятие обнаружительной способности ФПУ \bar{m}_a – среднего количества фотоэлектронов, необходимого для обеспечения заданного значения Q -фактора. При равной вероятности 1 и 0 она будет равна $\bar{m}_\Phi / 2$. Используя (5), запишем выражение для обнаружительной способности идеального энергетического ФПУ ($\bar{m}_T = 0, \sigma_q^2 = 0$):

$$\bar{m}_a = \bar{m}_\Phi / 2 = Q^2 / 2. \quad (6)$$

ФПУ с ЛФД

Для средних потоков электронов s и их дисперсий σ^2 , приведенных к выходу ЛФД, при приеме логических 1 и 0 справедливо:

$$\bar{s}_1 = \bar{M} \cdot (\bar{m}_\Phi + \bar{m}_T), \quad \bar{s}_0 = \bar{M} \cdot \bar{m}_T; \\ \sigma_1^2 = \bar{M}^2 \cdot (\bar{m}_\Phi + \bar{m}_T) \cdot F(\bar{M}) + \sigma_q^2, \quad \sigma_0^2 = \bar{M}^2 \cdot \bar{m}_T \cdot F(\bar{M}) + \sigma_q^2, \quad (7)$$

где $F(\bar{M}) = \bar{M}^2 / \bar{M}^2 = 1 + \sigma_M^2 / \bar{M}^2 = \bar{M} \cdot \left[1 - (1 - k_a) \cdot \left((\bar{M} - 1) / \bar{M} \right)^2 \right]$ – коэффициент шума лавины, \bar{M} – средний коэффициент лавинного умножения, $k_a = \alpha_p / \alpha_n$ – отношение коэффициентов ионизации дырок и электронов. Запишем выражение для Q – фактора ФПУ с ЛФД:

$$Q = \frac{\bar{s}_1 - \bar{s}_0}{\sigma_{m0} + \sigma_{m1}} = \frac{\bar{m}_\phi \cdot \bar{M}}{\sqrt{(\bar{m}_\phi + \bar{m}_T) \cdot \bar{M}^2 \cdot F(\bar{M}) + \sigma_q^2} + \sqrt{\bar{m}_T \cdot \bar{M}^2 \cdot F(\bar{M}) + \sigma_q^2}}. \quad (8)$$

После ряда преобразований (8) при $\bar{m}_T = 0$ получим количество фотоэлектронов требуемое для обеспечения заданного Q -фактора.

$$\bar{m}_\phi = 2Q \cdot (\sigma_q / \bar{M}) + Q^2 \cdot F(\bar{M}) = 2 \cdot \bar{m}_a. \quad (9)$$

На рис. 2 показаны зависимости обнаружительной способности ФПУ с ЛФД из InGaAs от \bar{M} для $Q = 6$ и различных значений СКО шумовых электронов σ_q . Видно, что существует оптимальное значение \bar{M} и минимальная обнаружительная способность при этом коэффициенте:

$$\bar{M}_{opt} = \sqrt{1 + (\sigma_q - 3) / (3 \cdot k_a)}, \quad \bar{m}_{a_opt} = Q \cdot \sigma_q / \bar{M}_{opt} + 0,5Q^2 \cdot F(\bar{M}_{opt}), \quad (10)$$

ФПУ с ПОУ и PIN ФД (рис. 3)

Полагаем, что ПОУ характеризуется коэффициентом усиления G и шум-фактором F_n . Запишем выражения для количеств фотонов на входе ФД при приеме логических 1 и 0 с учетом фотонов усиленного спонтанного излучения (УСИ) \bar{n}_{sp}

$$\bar{n}_{21} = P_1 \cdot G \cdot \Delta T / (h \cdot \bar{\nu}) + \bar{n}_{sp}, \quad \bar{n}_{20} = \bar{n}_{sp} = (G - 1) \cdot F_n \cdot \Delta \nu \cdot \Delta T, \quad (11)$$

где $\Delta \nu$ – оптическая полоса частот, занимаемая одним каналом DWDM.

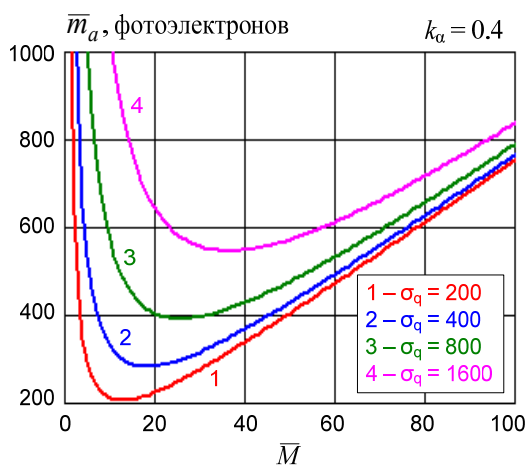


Рис. 2. Обнаружительная способность ФПУ с ЛФД

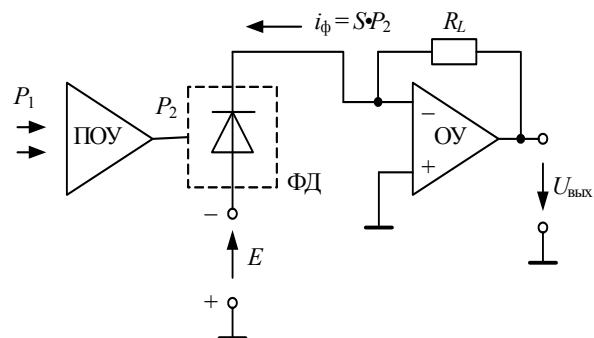


Рис. 3. Схема ФПУ с ПОУ и PIN ФД

Определим количество фотоэлектронов и электронов, обусловленных усиленным спонтанным излучением (УСИ):

$$\bar{m}_\phi = \eta \cdot \bar{n}_{21} \cdot G, \quad \bar{m}_{sp} = \eta \cdot (G-1) \cdot F_n \cdot \Delta\nu \cdot \Delta T. \quad (12)$$

Найдем потоки электронов s и дисперсии этих потоков σ^2 , приведенные к выходу ФД, при приеме логических 1 и 0:

$$\bar{s}_1 = \bar{m}_\phi + \bar{m}_T + \bar{m}_{sp}, \quad \bar{s}_0 = \bar{m}_T + \bar{m}_{sp},$$

$$\sigma_1^2 = \bar{m}_\phi + \bar{m}_T + \bar{m}_{sp} + \sigma_q^2, \quad \sigma_0^2 = \bar{m}_T + \bar{m}_{sp} + \sigma_q^2. \quad (13)$$

Запишем выражение для Q-фактора:

$$Q = \sqrt{\bar{m}_\phi + A} - \sqrt{A} = \sqrt{2\eta \cdot \bar{n}_a \cdot G + A} - \sqrt{A}, \quad (14)$$

где $A = \bar{m}_T + \sigma_q^2 + \eta \cdot (G-1) F_n \cdot \Delta\nu \cdot \Delta T$. На рис.4 показаны зависимости Q-фактора от среднего количества фотонов на один бит при различных значениях G . В расчетах использовались следующие исходные данные: для PIN ФД – $m_T = 20$, $\Delta T = 100$ пс (скорость передачи $B = 10$ Гбит/с), $\eta = 1$; для ПОУ – $F_n = 4$, $\Delta\nu \cdot \Delta T = 5$. СКО количества шумовых электронов $\sigma_q = 400$.

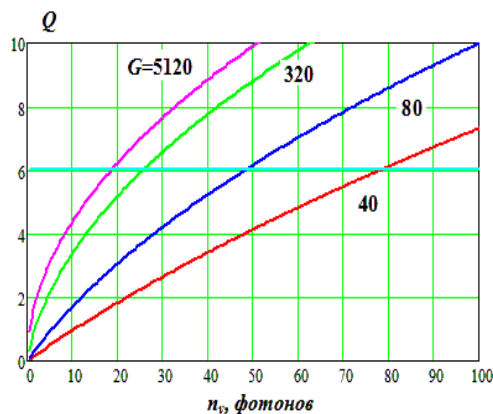


Рис. 4. Зависимость Q-фактора от среднего числа фотонов на бит

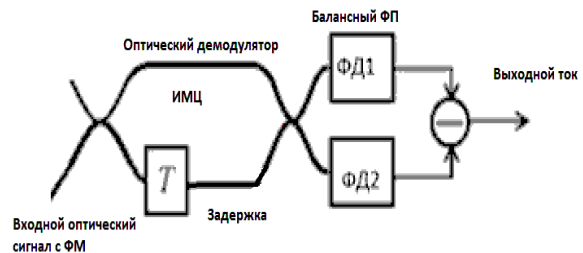


Рис. 5. ФПУ для приема DPSK

По рис. 4 можно определить обнаружительную способность при различных значениях Q и G . Рассчитанные значения обнаружительной способности при ЭП цифровых оптических сигналов с АМ для рассмотренных ЭП при $Q = 6$ приведены в табл. (см. ниже).

ФПУ для сигналов с ФМ. ФПУ с ЭП могут использоваться для приема сигналов с двумя (DPSK) и четырьмя (QPSK) уровнями ФМ. Схема ФПУ для приема сигналов DPSK представлена на рис. 5. Она включает фазовый демодулятор, состоящий из интерферометра Маха-Цендера (ИМЦ) с устройством временной задержки на битовый интервал ΔT в одном плече, а также два идентичных ФД, образующих балансный ФП. После ИМЦ сигналы соседних тактов с одинаковыми фазами складываются, образуя сигнал

логической единицы, а сигналы в противофазе подавляются, образуя сигнал логического нуля.

ТАБЛИЦА. Обнаружительная способность ФПУ ЭП

Тип ФПУ	Параметры ФП и УФТ		Доп. параметры ФПУ
	$C_{pn} = 0,05$ пФ	$C_{pn} = 0,2$ пФ	
	$R = 640$ Ом	$R = 160$ Ом	
	$\sigma q = 400$ электронов	$\sigma q = 800$ электронов	
	Обнаружительная способность ФПУ, фотоэлектрон/бит (пороговая мощность, мкВт)		
РiN ФД	2500 (12,8)	4800 (24,5)	–
ЛФД	150 (0,77)	190 (0,97)	Si
	270 (0,38)	400 (2,04)	InGaAs
	400 (2,04)	600 (3,06)	Ge
ПΟΥ+РiN ФД	78 (0,40)	100 (0,51)	G = 40
	49 (0,25)	80 (0,41)	G = 80
	26 (0,13)	32 (0,16)	G = 320
	19 (9,7 10 ⁻²)	20 (10,2 10 ⁻²)	G = 5120
Идеальный ФП	10 (5,1 10 ⁻²) для пуассоновского распределения 18 (9,2 10 ⁻²) для гауссовского распределения		$\sigma q = 0$, $m\Gamma = 0$

Анализ сигналов в схеме рис. 5 для DPSK, аналогичный анализу ФПУ с РiN ФД (выражения (1)–(6)) показывает, что величина Q-фактора будет в 2 раза больше, а обнаружительная способность в 2 раза меньше, чем для ФПУ с бинарной АМ. Для идеального ФПУ обнаружительная способность составит 9 фотоэлектронов на бит.

Таким образом, ФПУ с ЭП в особенности, использующие ПΟΥ, по-прежнему привлекательны для ВОСС с АМ и ФМ, благодаря простоте технических решений и отсутствию некоторых проблем, возникающих при обработке когерентных оптических сигналов.

Список используемых источников

1. Былина М. С., Глаголев С. Ф., Дюбов А. С. Сравнительный анализ методов энергетического и когерентного приема цифровых информационных оптических сигналов // Труды учебных заведений связи. 2017. Том 3. № 3.
2. Листвин В. Н., Трещиков В. Н. DWDM системы: 3 издание. испр. и доп. М. : Издательский дом «Наука», 2017. 324 с.
3. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения; пер. с англ. : учебное пособие. В 2 т. Т. 2. Долгопрудный : Издательский дом «Интеллект», 2012. 784 с.

УДК 004.312.24
ГРНТИ 50.09.41

ИССЛЕДОВАНИЕ МУЛЬТИПЛЕКСОРА ROADM С 3D КОММУТАТОРОМ

М. С. Былина, Л. А. Гулятьева

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

В работе рассмотрены принципы работы перестраиваемого оптического мультиплексора ROADM с 3D коммутатором. Проведено моделирование 3D коммутатора с двумя панелями одноосевых подвижных микрозеркал, управляемыми посредством микроэлектромеханических систем MEMS. Определены координаты микрозеркал на обеих панелях и диапазоны регулировки углов их поворота для различных вариантов коммутации.

перестраиваемый оптический мультиплексор, оптический коммутатор, reconfigurable optical add-drop multiplexer, ROADM, 3D-коммутатор, micro electro mechanical system, MEMS, одноосевое подвижное микрозеркало.

Перестраиваемые оптические мультиплексоры ROADM (*Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer*) используются в сетях со спектральным мультиплексированием для удаленного управления каналами [1]. Основными компонентами ROADM являются неуправляемые оптические мультиплексоры FOM (*Fixed Optical Multiplexer*) и коммутатор, для управления мощностью излучения в отдельных каналах применяются управляемые оптические аттенюаторы VOA (*Variable Optical Attenuator*) и устройства мониторинга оптической мощности OPM (*Optical Power Monitoring*).

Наиболее современным является 3D коммутатор (рис. 1) [2, 3], который мы и рассмотрим в данной работе. Представленное устройство предназначено для работы в составе 40-канального ROADM. В каждое из сорока входных оптических волокон (ОВ) из FOM поступает излучение одного спектрального канала. Входные ОВ объединены в массив и снабжены коллиматорами. Излучение из входных ОВ отражается микрозеркалами нижней и верхней панелей и попадает в массив из сорока выходных ОВ, также снабженных коллиматорами. Микрозеркала панелей представляют собой компоненты микроэлектромеханической системы (*Micro Electro Mechanical Systems*, MEMS). На каждой панели расположено 40 микрозеркал в соответствии с числом спектральных каналов. Каждое микрозеркало размещено на подвесе, позволяющем наклонять его по одной или двум осям. Изменяя углы наклона микрозеркал, можно перенаправлять излучение спектрального канала из входного ОВ в разные выходные ОВ.

Использование конструкции с двумя матрицами микрозеркал позволяет обеспечить высокую точность фокусировки, что существенно снижает вносимые устройством потери. Типичные потери серийно выпускаемых устройств не превышают 1,5 дБ [4].

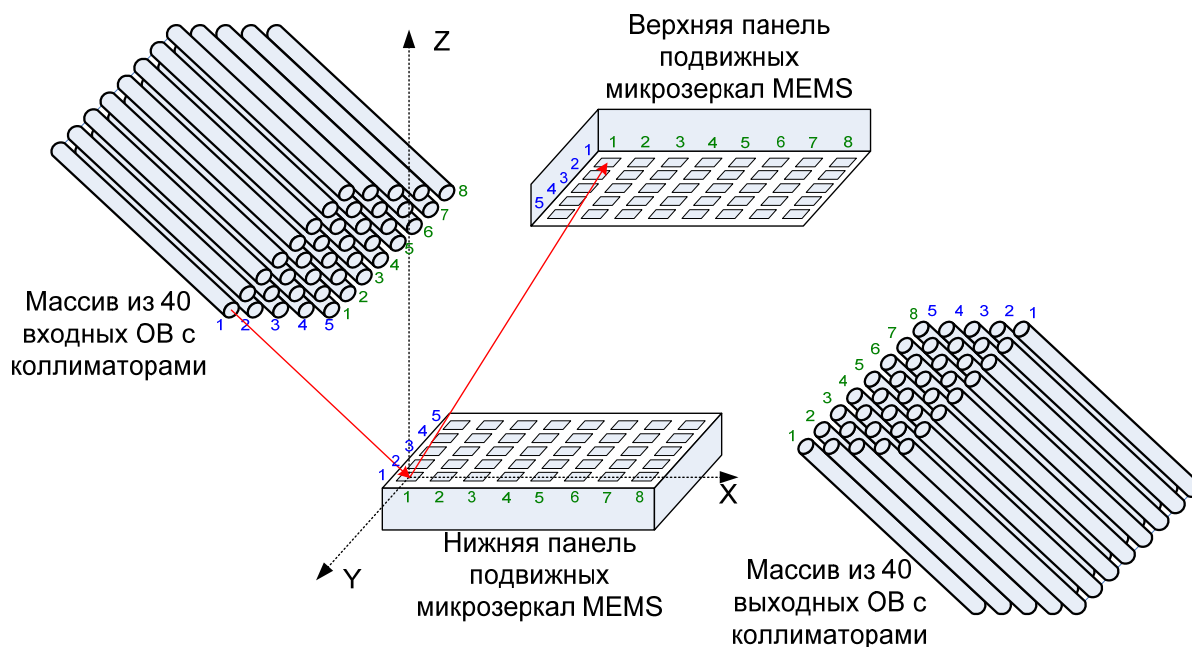


Рис. 1. Конструкция 3D коммутатора

Будем считать, что моделируемое устройство содержит одноосевые микрозеркала (рис. 2). Определим координаты центров зеркал на обеих панелях. На рис. 1 показано расположение координатных осей и принцип нумерации ОВ и микрозеркал. Зеркала будем нумеровать двумя индексами – номер j вдоль длинного ряда ($j = 1..8$) и номер i вдоль короткого ряда ($i = 1..5$). Начало координат поместим в центр зеркала (1, 1). Координаты зеркал нижней панели обозначим $x1_{ij}$, $y1_{ij}$ и $z1_{ij}$, верхней – $x2_{ij}$, $y2_{ij}$ и $z2_{ij}$.

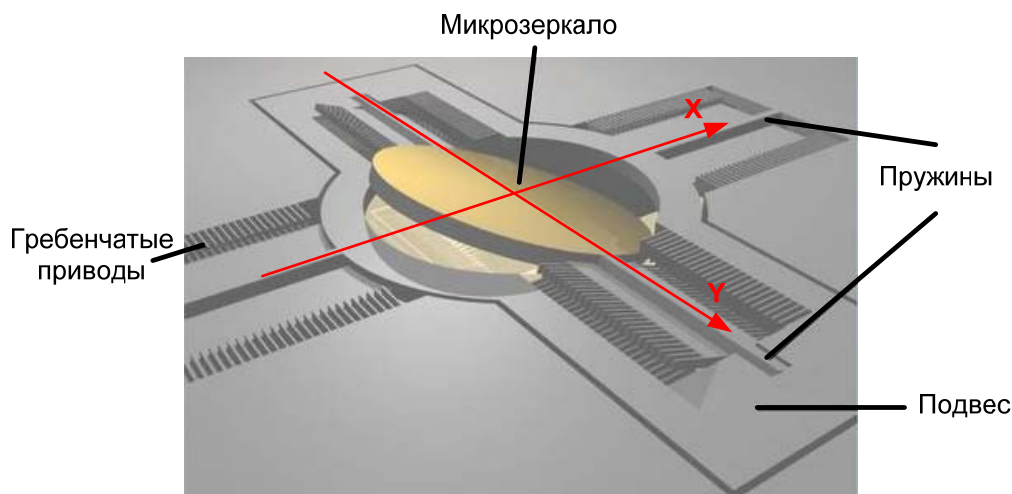


Рис. 2. Одноосевое подвижное зеркало

Зададим расстояние d между ОВ в массивах равным 250 мкм (диаметр ОВ в защитном покрытии). Угол наклона α входных ОВ к оси Z примем равным 45°. Будем считать, что ОВ во входном и выходном массивах уложены параллельно друг другу. Рассмотрим падение лучей из входных ОВ на нижнюю панель микрозеркал (рис. 3) и определим расстояние d_z между микрозеркалами. Из рис. 3 видно, что

$$d_z = d / \cos \alpha. \quad (1)$$

Тогда для координат микрозеркал нижней панели получаем:

$$x1_{i,j} = x1_{1,1} + (j - 1) \cdot d_z, y1_{i,j} = y1_{1,1} + (i - 1) \cdot d_z, z1_{i,j} = z1_{1,1}. \quad (2)$$

Определим расстояние h между панелями микрозеркал. Будем считать, что в отсутствие поворота зеркал луч, падающий из входного волокна (i, j) в центр зеркала (i, j) нижней панели, отразившись, попадает в центр зеркала (i, j) верхней панели.

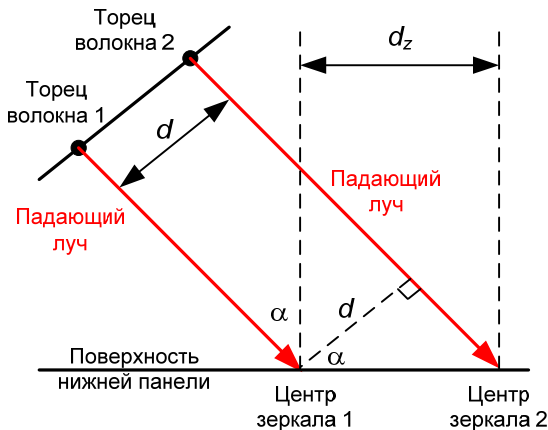


Рис. 3. Определение расстояния между микрозеркалами

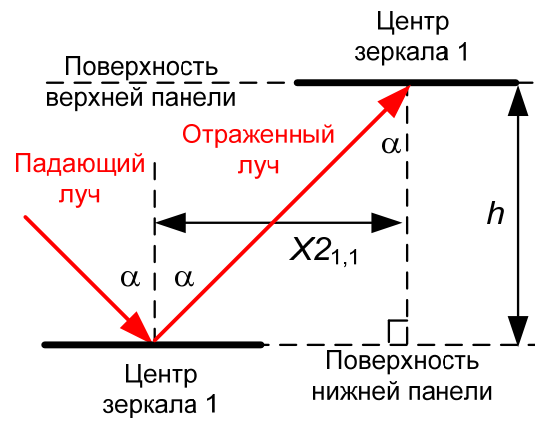


Рис. 4. Определение координаты x микрозеркала $(1, 1)$ верхней панели

На рис. 4 показан процесс отражения луча от зеркала $(1, 1)$. Видно, что:

$$x2_{1,1} = h \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (3)$$

Окончательно для координат микрозеркал верхней панели получаем:

$$x2_{i,j} = x2_{1,1} + (j - 1) \cdot d_z, y2_{i,j} = y2_{1,1} + (i - 1) \cdot d_z, z2_{i,j} = h. \quad (4)$$

Будем считать, что оси микрозеркал расположены вдоль оси Y (рис. 2). Поворот зеркала (i, j) нижней панели вокруг оси позволяет перенаправить падающее излучение в сторону любого зеркала из ряда i верхней панели, то есть можно осуществить коммутацию в пределах групп из 8-ми спектральных каналов. Определим углы поворота зеркал, необходимые для осуществления такой коммутации.

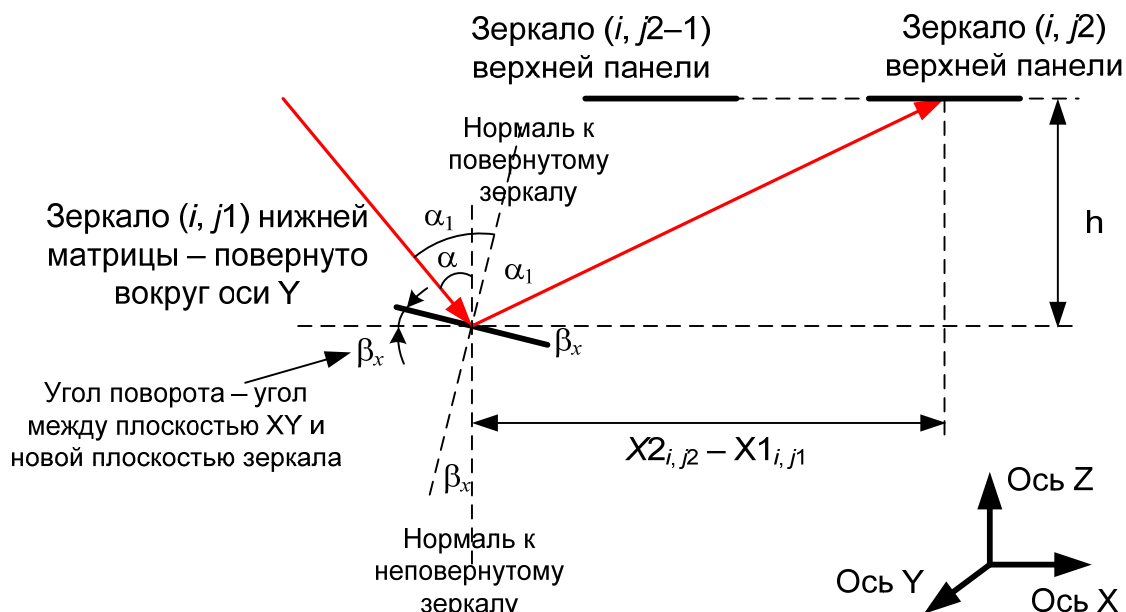


Рис. 5. Определение угла поворота зеркала

На рис. 5 поясняется, как определить угол поворота β_x зеркала $(i, j1)$, расположенного на нижней панели, для перенаправления падающего на него луча на зеркало $(i, j2)$, расположенного на верхней панели. Из рис. 5 следует:

$$\beta_x = 0,5 \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \alpha - \arctg \frac{h}{x_{2i,j2} - x_{1i,j1}} \right). \quad (5)$$

Из (2), (4) и (5) видно, что значения β_x не зависят от номера i группы из 8-ми спектральных каналов, в пределах которых осуществляется коммутация. Результаты расчета β_x для всех возможных вариантов коммутации в моделируемом устройстве приведены в табл.

ТАБЛИЦА. Углы поворота β_x (град.) для всех возможных вариантов коммутации в моделируемом устройстве

$j1 \backslash j2$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	7,32	11,25	13,62	15,18	16,28	17,10	17,73
2	-14,34	0	7,32	11,25	13,62	15,18	16,28	17,10
3	-33,75	-14,34	0	7,32	11,25	13,62	15,18	16,28
4	-46,64	-33,75	-14,34	0	7,32	11,25	13,62	15,18
5	-53,16	-46,64	-33,75	-14,34	0	7,32	11,25	13,62
6	-56,74	-53,16	-46,64	-33,75	-14,34	0	7,32	11,25
7	-58,93	-56,74	-53,16	-46,64	-33,75	-14,34	0	7,32
8	-60,40	-58,93	-56,74	-53,16	-46,64	-33,75	-14,34	0

Из таблице видно, что углы поворота самого левого микрозеркала ($j_1 = 1$) в каждой группе i нужно регулировать в пределах от 00 до 17,730, второго микрозеркала слева – от –14,340 до 17,10 и т. д.

Если считать все микрозеркала идентичными, то для обеспечения всех возможных вариантов коммутации в рассматриваемом 3D коммутаторе необходимо обеспечить регулировку их углов поворота от –60,40 до 17,730.

Более широкие возможности предоставляют панели двухосевых микрозеркал, которые могут поворачиваться как вокруг оси Y , так и вокруг оси X . Коммутатор с такими микрозеркалами позволяет производить коммутацию не только в пределах 8-канальной группы, но и между любыми двумя спектральными каналами. Моделирование такого устройства будет предметом дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. Былина М. С., Гультяева Л. А. ROADM – применение и конструкция // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики. ПКМ – 2020. С. 284–288.
2. Фокин В. Г. Оптические мультиплексоры OADM/ROADM и коммутаторы PXC в мультисервисной транспортной сети : учебное пособие / ГОУ ВПО «СибГУТИ». Новосибирск, 2011. С. 21–54.
3. WDM Technologies Passive Optical Components / edited by Achyut K. Dutta, Niloy K. Dutta, Masahiko Fujiwara // Academic Press – 2003. Vol. 2. PP. 59–64.
4. Photonic MEMS Devices Design, Fabrication and Control / Ai-Qun Liu // CRC Press 2009. PP. 174–186.

УДК 681.7
ГРНТИ 49.44

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО 8-КАНАЛЬНОГО РАЗВЕТВИТЕЛЯ СПЛАВНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ КАНАЛОМ

М. С. Былина, В. О. Пак, А. С. Фролова

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

В волоконно-оптических сетях связи возникают задачи разделения и объединения потоков оптического излучения, которые решаются с помощью оптических разветвителей. В данной работе рассмотрены волоконно-оптические разветвители сплавной конструкции на основе двойных биконических переходов. Проведено моделирование разветвителя на 8 направлений с равномерным делением мощности и ответвителя на 8 направлений с измерительным выходом. Рассчитаны параметры каждой сплавной

конструкции, входящей в оптические схемы этих устройств. Определены вносимые потери смоделированных устройств и их рабочий спектральный диапазон.

волоконно-оптическая система передачи, оптический разветвитель, биконический разветвитель, разветвитель сплавной конструкции, Fused Biconical Taper Splitter, FBT разветвитель.

Оптические разветвители используются в волоконно-оптических сетях связи для разделения или объединения потоков оптического излучения [1]. Разветвитель, имеющий m входов ($i = 1..m$) и n выходов ($j = 1..n$), можно характеризовать вносимыми потерями, которые определяются для каждой пары вход/выход:

$$a_{ij} = 10 \cdot \lg(P_i/P_j), \quad (1)$$

где P_i – мощность излучения на входе i , P_j – мощность излучения на выходе j .

Работа оптического разветвителя может быть основана на различных физических принципах. Одна из возможных конструкций представляет собой двойной биконический переход (ДБП), формируемый сплавлением двух одномодовых волокон с одновременной растяжкой зоны соединения для создания оптической связи между волокнами (рис. 1) [2, 3, 4, 5]. Для такого разветвителя в литературе используется обозначение FBT (*Fused Biconical Taper* – сплавной биконический переход).

Мощности оптического излучения P_1 и P_2 в выходных каналах такого разветвителя можно рассчитать по выражению [2, 5]:

$$\begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix} = P_0 \cdot \begin{pmatrix} \cos^2 [C \cdot L] \\ \sin^2 [C \cdot L] \end{pmatrix}, \quad (2)$$

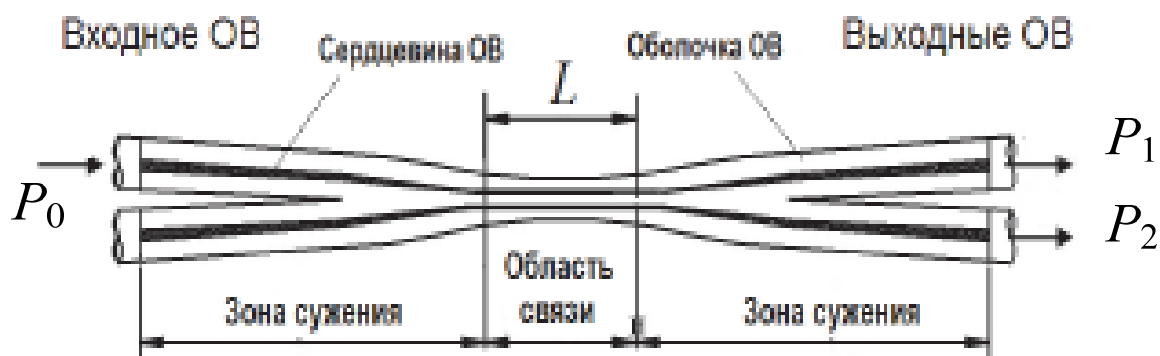


Рис. 1 Конструкция оптического разветвителя на основе ДБП

где P_0 – мощность на входе разветвителя, C – коэффициент связи, L – длина области связи. Коэффициент связи C зависит от длины области связи L и длины волны излучения λ [2, 4]:

$$C(\lambda, L) = \frac{3\pi\lambda}{32n_{cl}d^2} \cdot \left[\left(1 + \frac{1}{V(\lambda)} \right)^{-2} + \left(1 + \frac{n_{air}^2}{n_{cl}^2} \cdot \frac{1}{V(\lambda)} \right)^{-2} \right], \quad (3)$$

где n_{cl} и n_{air} – показатели преломления оболочки оптического волокна и среды, окружающей область связи, соответственно, d – диаметр области связи, $V(\lambda)$ – нормированная частота области связи:

$$V(\lambda) = 2\pi d \cdot \sqrt{n_{cl}^2 - n_{air}^2} / \lambda, \quad (4)$$

В работе проведен расчет сплавного разветвителя на 4 направления, содержащего семь ДБП. Конструкция моделируемого устройства представлена на рис. 2. Числами на рисунке обозначены номера портов разветвителя.

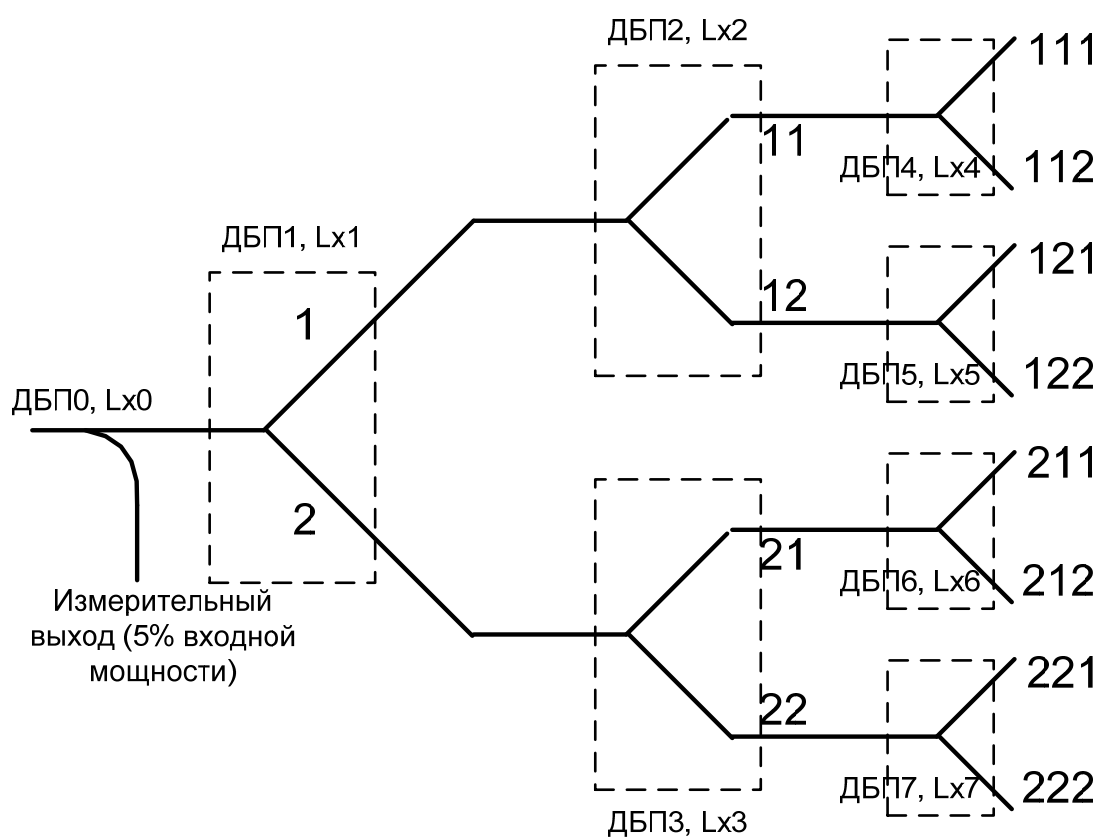


Рис. 2. Конструкция моделируемого разветвителя

Предполагалось, что разветвитель изготовлен из одномодовых стандартных кварцевых волокон диаметром 125 мкм, на измерительный выход ответвляется 5 % входной мощности оптического излучения, 95 % входной мощности разделяется поровну между всеми выходными портами. Расчеты проводились при следующих исходных данных: $n_{cl} = 1,5$, $n_{air} = 1$, длина нагревателя 1,05 мм, длина волны 1550 нм.

На рис. 3 представлены зависимости коэффициентов деления ДБП $k_1 = P_1 / P_0$ и $k_2 = P_2 / P_0$ от длины области связи L , рассчитанные по выраже-

ниям (2)–(4). Разветвитель измерительного канала ДБПО должен иметь такую длину области связи, при которой $k_1 = 0,95$, $k_2 = 0,05$ (рис. 3а). Такие параметры можно получить при различных L : 1,748 мм, 4,27 мм, 4,95 мм и др. Однако, как показано в [2, 3], рабочий диапазон длин волн сплавных устройств уменьшается с увеличением длины области связи, поэтому выберем минимальную номинальную длину области связи $L_0 = 1,748$ мм.

Остальные разветвители ДБП1–ДБП7 должны обеспечивать равномерное деление мощности входного излучения. Равномерному делению мощности соответствует уровень $k_1 = k_2 = 0,5$. Из рис. 3б видно, что такое разделение достигается при минимальной длине области связи $L_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_6 = L_7 = 3,265$ мм.

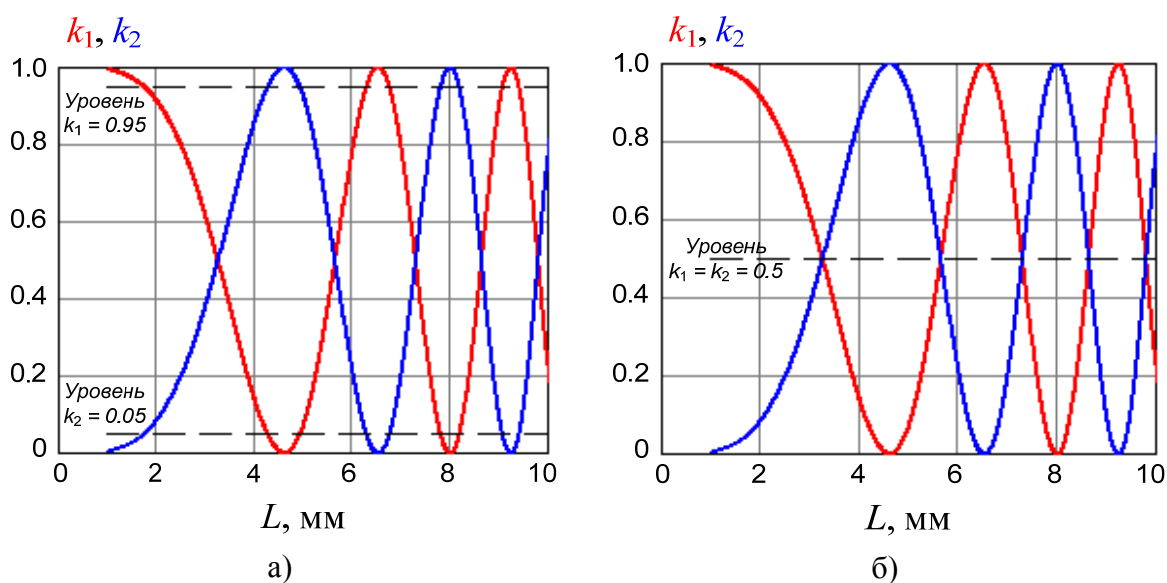


Рис. 3. Определение длины области связи: а) ДБПО, б) ДБП1–ДБП7

Для определения рабочего диапазона длин волн рассчитаем зависимости коэффициентов деления от длины волны (рис. 4) для разветвителей с длиной области связи L_0 и L_1 . Полагая, что допустимое отличие коэффициентов деления от номинального значения составляет 10 %, по рис. 4 определим диапазон рабочих длин волн. Для ДБПО он составляет 1,47–1,63 мкм, для ДБП1–ДБП7 – 1,45–1,65 мкм. Значит для устройства в целом диапазон рабочих длин волн составит 1,47–1,63 мкм.

На рис. 5а представлены зависимости потерь разветвления от длины волны для разных выходов разветвителя, рассчитанные по (1). На рис. 5б представлены зависимости максимальных потерь разветвителя от длины волны. При расчете полагалось, что все ДБП имеют длины областей связи, равные рассчитанным выше. Из рис. 5 видно, что максимальные вносимые потери в рабочем диапазоне длин волн не превышают 10,4 дБ.

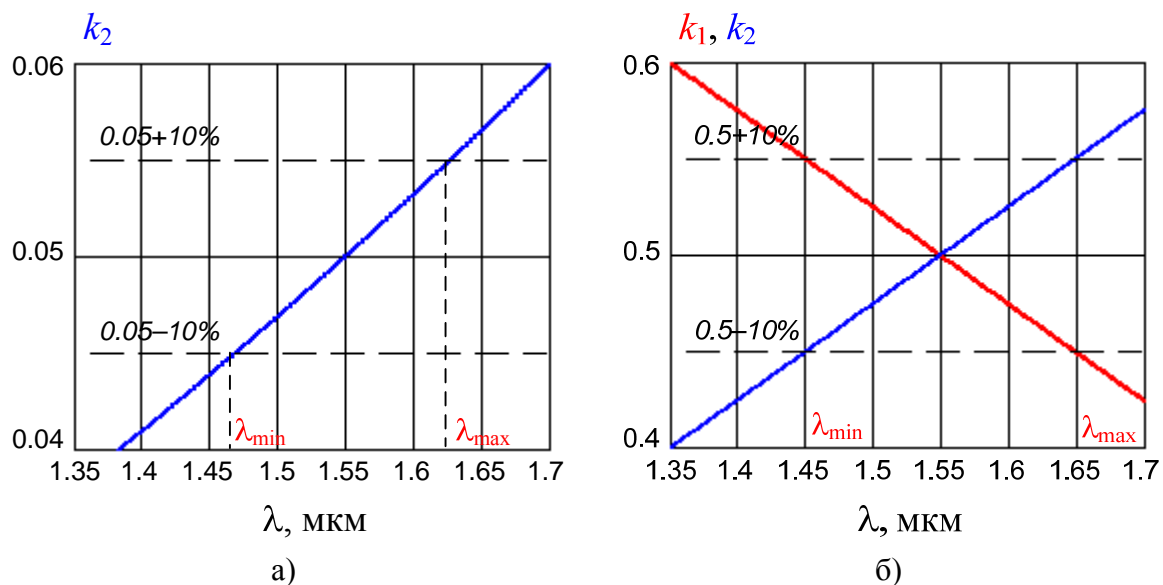


Рис. 4. Определение рабочего диапазона длин волн: а) ДБП0, б) ДБП1-ДБП7

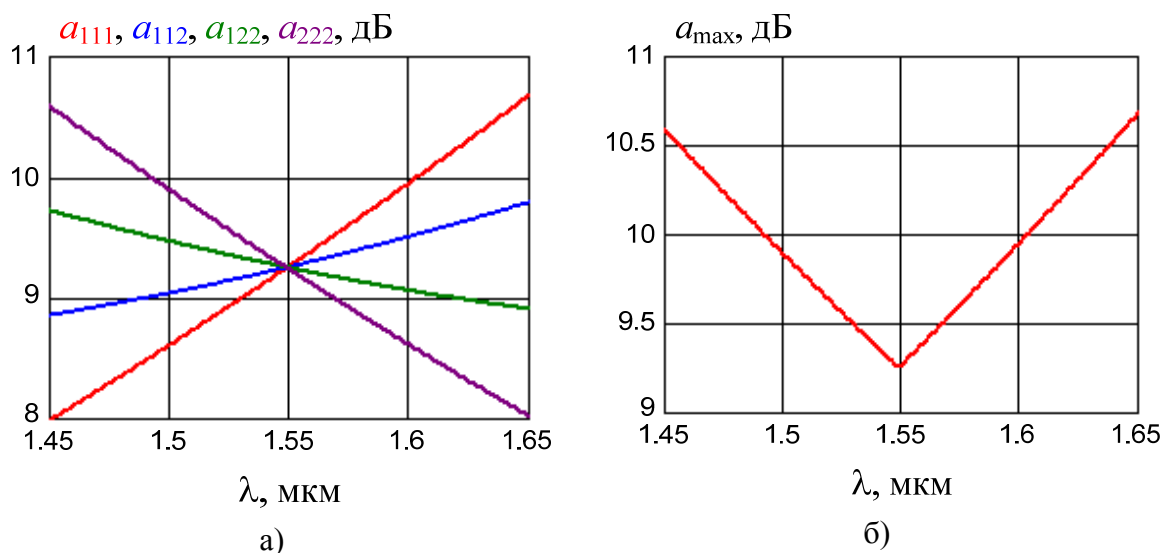


Рис. 5. Зависимости потерь разветвления разветвителя от длины волны: а) потери по отдельным выходам, б) максимальные потери

Определим, как ухудшатся параметры соединителя, если длины областей связи ДБП1-ДБП7 будут отличаться от номинальных. На рис. 6 представлены результаты расчетов максимальных потерь, если длина области связи одного ДБП превышает номинальную на 5 %.

Из рис. 6 видно, что при изменении параметров ДБП1 или ДБП2 максимальные вносимые потери в рабочем диапазоне длин волн возрастают до 11,3 дБ.

Отметим, что у идеального разветвителя на 8 направлений с измерительным каналом, на который отводится 5 % входной мощности, вносимые

потери составляют 9,22 дБ. Таким образом, избыточные потери из-за несовершенства конструкции при номинальных длинах областей связи составляют 1,2 дБ. При отклонении длин области связи ДБП1 или ДБП2 от номинальных на 5 % избыточные потери возрастают до 2,08 дБ.

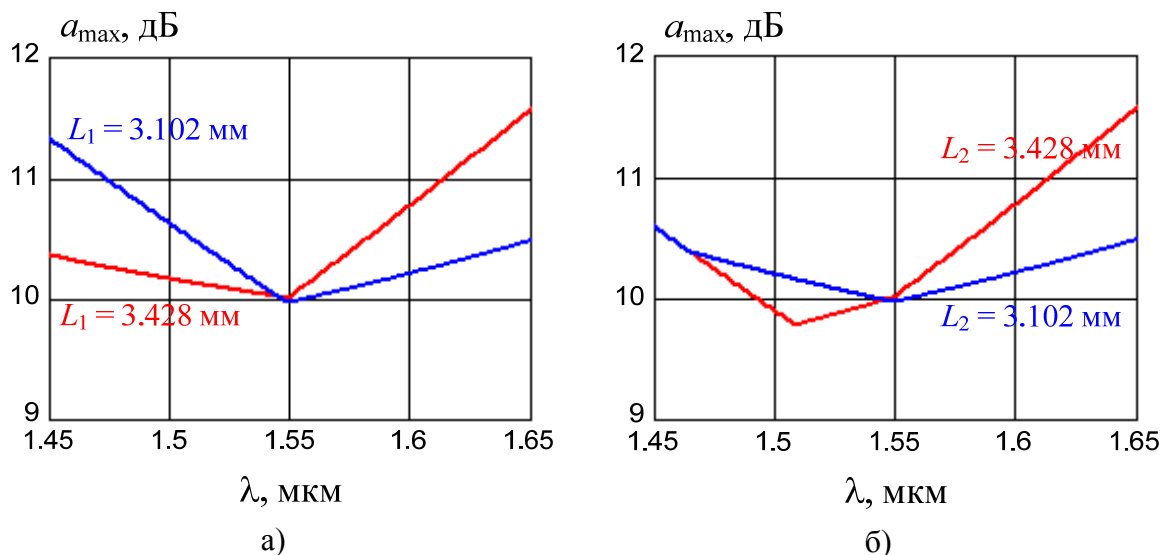


Рис. 6. Зависимости максимальных потерь разветвления от длины волны при отклонении длины области связи ДБП от номинальной: а) у ДБП1, б) у ДБП2

Таким образом, каскадное соединение ДБП позволяет получить разветвитель на любое четное число направлений. При формировании ДБП необходимо с высокой точностью выдерживать длину области связи, так как даже небольшие отклонения от номинального значения могут приводить к существенному возрастанию вносимых потерь.

Список используемых источников

1. Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. 2-е изд., перераб. и доп. / Сб. статей под ред. С. А. Дмитриева и Н. Н. Слепцова. М. : Волоконно-оптическая техника, 2005. 576 с.
2. Фролова А. С. Методика расчета и исследование сплавных неселективных и селективных разветвителей // Студенческая весна – 2020. 74-я регион. науч.-техн. конф. Спец. вып. Санкт-Петербург, 26–27 мая 2020 г. СПб. : СПбГУТ, 2020. С. 39–44.
3. Пак В. О., Фролова А. С. Моделирование и исследование оптического разветвителя 4×4 сплавной конструкции // ПКМ-2020. Регион. науч.-метод. конф., Санкт-Петербург, 01–03 декабря 2020 г. СПб. : СПбГУТ, 2020. С. 313–317.
4. Сахаров В. К., Прокофьева Л. П., Щербаков В. В. Мультиплексор/демультиплексор для техники спектрального уплотнения CWDM // Письма в ЖТФ. 2004. Т. 30. Вып. 1. С. 65–71.
5. Дементьев С. Г., Ключник Н. Т., Кузнецов В. А., Яковлев М. Я. Волоконно-оптические мультиплексоры/демультиплексоры для систем передачи информации [Электронный ресурс] // ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-ВОС». URL: http://www.tmvos.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=186.

УДК 543.42
ГРНТИ 59.41.29

АНАЛИЗАТОР ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ДЛЯ БЛИЖНЕГО ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

М. С. Былина, А. В. Фраз

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

Представлены результаты моделирования и исследования оптической системы анализатора спектра в ближнем инфракрасном диапазоне на основе объёмной дифракционной решётки, предназначенной для использования в составе лабораторной установки по изучению технологии CWDM. Разработана конструкция оптической системы, проведено ее математическое моделирование, выбраны параметры компонентов, рассчитана разрешающая способность системы по длине волны, показано, что она достаточна для анализа сигналов CWDM.

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

Технология спектрального мультиплексирования (*Wavelength Division Multiplexing*, WDM) широко используется при построении сетей связи для повышения эффективности использования оптических волокон (ОВ). Технология позволяет передавать по одному ОВ одновременно несколько спектральных каналов – высокоскоростных сигналов на разных длинах волн. Разновидностью WDM является технология грубого спектрального мультиплексирования (*Coarse WDM*, CWDM), наиболее часто применяемая на сетях доступа.

Важнейшими параметрами CWDM систем являются длины волн отдельных каналов и интервал между соседними каналами по длине волны, который должен составлять 20 нм. Для измерения этих параметров используются анализаторы оптического спектра (АОС). Целью данной работы является разработка конструкции оптической системы АОС для лабораторной установки, предназначенной для исследования системы CWDM.

Для анализа излучения в ближнем инфракрасном диапазоне оптическую систему АОС целесообразно построить на основе дифракционной решетки (ДР) [1]. Предлагаемая оптическая схема АОС представлена на рис. 1 [2]. Анализируемое излучение из ОВ попадает на вход АОС. Линза 1 выполняет функцию коллиматора, преобразуя расходящееся излучение, выходящее из волокна, в параллельный пучок, который падает на прозрачную ДР с шагом Λ и изменяемым углом наклона θ . Прошедшие через ДР

лучи дифрагируют под углами, зависящими от длины волны. Линза 2 с фокусным расстоянием f фокусирует их на неподвижную линейку из N фотодиодов (ФД), расположенную в ее фокальной плоскости.

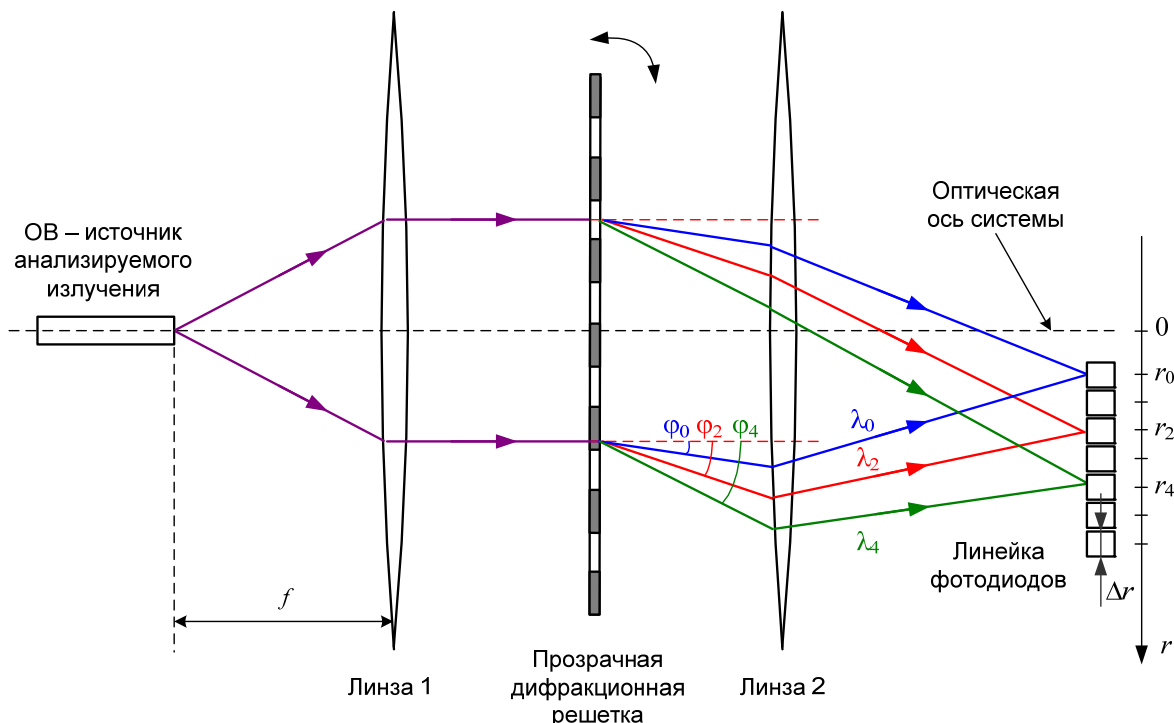


Рис. 1. Оптическая система АОС на основе ДР

Для углов дифракции φ и координат r точек фокусировки дифрагировавшего излучения справедливы соотношения (все координаты здесь и далее отсчитываются от оптической оси системы) [3]:

$$\sin \varphi = \sin \theta - m\lambda/\Lambda, r = f \cdot \operatorname{tg}(\varphi), \quad (1)$$

где m – порядок дифракции. Определим длины волн $\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_{N-1}$, которые будут сфокусированы на чувствительных площадках ФД. Если r_0, r_1, \dots, r_{N-1} координаты их центров, из (1) при $m = -1$ следует, что принимаемая ФД длина волны зависит от его расположения:

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

Определим разрешающую способность анализатора – ширину спектра излучения $\Delta\lambda_i$, которую примет i -тый ФД. Координаты крайних $r_{\min i}$ и $r_{\max i}$ точек чувствительной площадки ФД можно рассчитать по формулам $r_{\max i} = r_i + 0,5\Delta r$, $r_{\min i} = r_i - 0,5\Delta r$. Тогда из (2):

$$\lambda_{\min i} = \Lambda \left(\left(\sqrt{1 + (f/r_{\min i})^2} \right)^{-1} - \sin \theta \right), \lambda_{\max i} = \Lambda \left(\left(\sqrt{1 + (f/r_{\max i})^2} \right)^{-1} - \sin \theta \right) \quad (3)$$

$$\Delta\lambda_i = \lambda_{\max i} - \lambda_{\min i}. \quad (4)$$

В [2] проведен расчет системы АОС на основе ДР с плотностью штрихов $N\lambda = 450 \text{ мм}^{-1}$, угол наклона которой можно менять в пределах от -10 до $+10$ градусов. Для фокусировки излучения применялась линза 2 с фокусным расстоянием $0,02 \text{ м}$. Для регистрации разложенного в спектр излучения использовалась линейка фотодиодов G12430-046D (табл. 3, рис. 2) [4]. Расчеты показали, что данная система позволяет анализировать излучение во всем диапазоне работы систем CWDM – от 1271 до 1611 нм , однако ее разрешающая способность недостаточна и составляет от $8,7$ до $40,7 \text{ нм}$, в то время как необходимое разрешение для CWDM систем должно быть менее 20 нм .

ТАБЛИЦА 1. Параметры G12430-046D

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

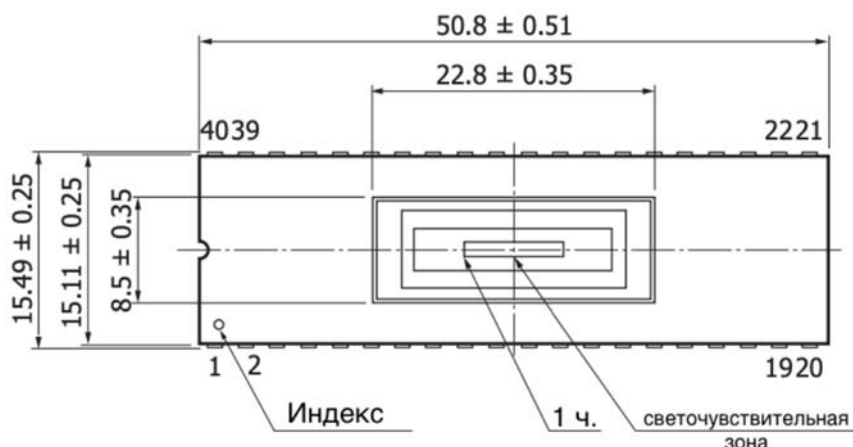


Рис. 2. Чертёж поверхности G12430-046D

В [2] также показано, что разрешающая способность системы АОС улучшается при использовании ДР с большей плотностью штрихов, а также при увеличении фокусного расстояния f линзы 2 и расстояния r_0 .

Пусть ДР имеет плотность штрихов 700 мм^{-1} . Выберем расстояние r_0 так, чтобы полная ширина спектра $\Delta\lambda$, принимаемая линейкой фотодиодов, составляла 20 нм . На рис. 3 представлена зависимость $\Delta\lambda$ от относительного расстояния r_0 / f . Из рис. 3 видно, что условие $\Delta\lambda = 20 \text{ нм}$ выполняется при $r_0 \approx 3f$.

Рассчитаем необходимые углы наклона ДР для приема каждого из каналов CWDM, считая, что центральная длина волны канала должна сфокусироваться на центральный (22-ой) фотодиод в линейке. Из (2) получаем:

$$\sin \theta = \left(\sqrt{1 + (f/r_i)^2} \right)^{-1} - \lambda_i/\Lambda. \quad (5)$$

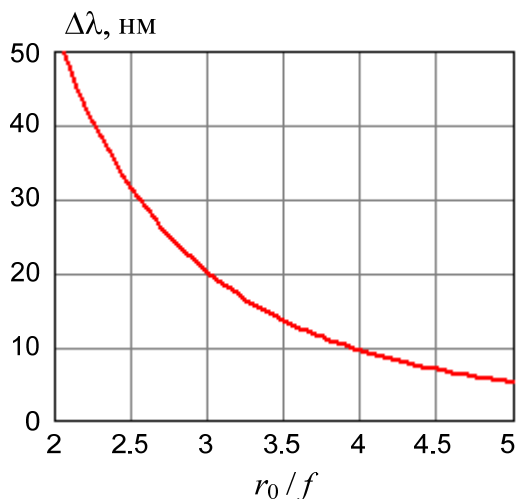


Рис. 3. Зависимость полной ширины спектра, принимаемой линейкой фотодиодов G12430-046D от расстояния r_0

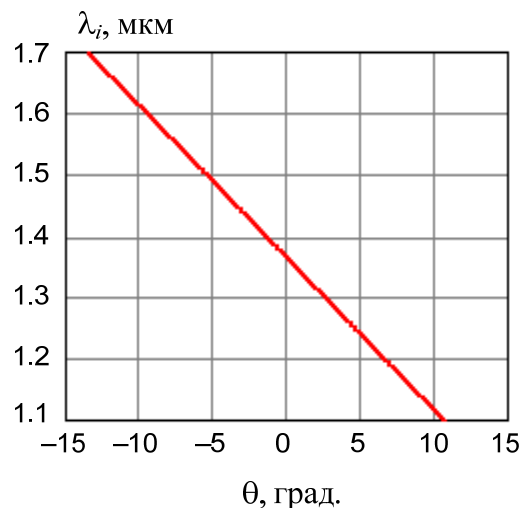


Рис. 4. Зависимость длины волны, фокусируемой на центральный фотодиод от угла наклона ДР

Результаты расчета углов зависимости длины волны от угла наклона ДР для оптической системы с выбранными параметрами представлены на рис. 4. В табл. 2 дополнительно приведены значения углов наклона ДР для анализа каждого из каналов CWDM. Из табл. 1 видно, что угол наклона ДР достаточно менять в пределах от -10 до $+4$ градусов.

ТАБЛИЦА 2. Углы наклона ДР для анализа спектра каналов CWDM

Номер канала	Длина волны, нм	Угол наклона ДР, град.	Номер канала	Длина волны, нм	Угол наклона ДР, град.
1	1270	3,87	10	1450	-3,36
2	1290	3,06	11	1470	-4,16
3	1310	2,26	12	1490	-4,97
4	1330	1,46	13	1510	-5,77
5	1350	0,65	14	1530	-6,58
6	1370	-0,15	15	1550	-7,39
7	1390	-0,95	16	1570	-8,20
8	1410	-1,75	17	1590	-9,01
9	1430	-2,56	18	1610	-9,82

На рис. 5 показана рассчитанная по (3) и (4) зависимость разрешающей способности оптической системы анализатора спектра с выбранными параметрами от номера фотодиода. Расчеты показали, что она составляет от 0,35 до 0,57 нм.

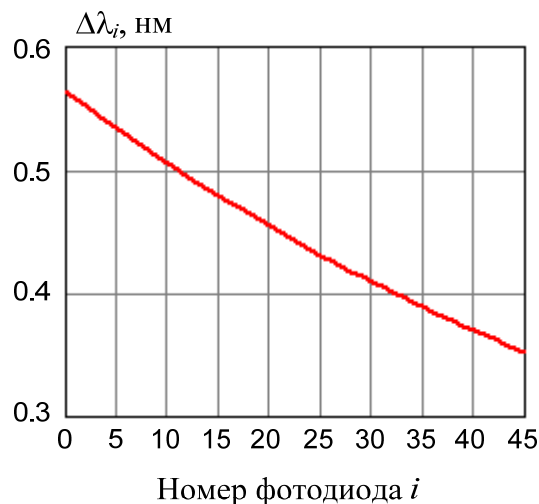


Рис. 5. Зависимость разрешающей способности оптической системы анализатора от номера фотодиода

Таким образом, оптическая система с выбранными в данной работе параметрами позволяет анализировать спектры излучения с длинами волн, соответствующими каналам CWDM, с разрешающей способностью не хуже 0,57 нм. Переход от одного канала к другому осуществляется путем поворота ДР в пределах от -10 до $+4$ градусов. Указанные параметры достаточны для использования в составе лабораторной установки по изучению технологии CWDM.

Список используемых источников

1. Мандель А. Е. Метрология в оптических телекоммуникационных системах: учеб. пособие. Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. 139 с.
2. Фраз А. В. Оптический анализатор спектра на основе объёмной дифракционной решётки // Глобальные трансформации технологических и научных систем: перспективы развития. Международная научно-практическая конференция : сб. материалов. ЕНМЦ «Мультидисциплинарные исследования», 2020. С. 44–48.
3. Дитчберн Р. Физическая оптика / под ред. П. А. Яковлева. М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1965. 638 с.
4. Linear InGaAs photodiode arrays [электронный ресурс] // Технические описания линеек фотодиодов InGaAs, чувствительных в ближнем инфракрасном диапазоне, производства HAMAMATSU. URL: <https://www.hamamatsu.com/eu/en/product/optical-sensors/photodiodes/ingaas-photodiode-array/ingaas-photodiode-array/index.html> (дата обращения 15.10.2020).

УДК 681.5
ГРНТИ 20.53.23

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗКИ СЕТЕВОЙ ПОДСИСТЕМЫ ГИПЕРКОНВЕРГЕНТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА

А. В. Васюткин, Д. В. Власов, А. А. Савельева, А. А. Швидкий

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

Сетевая составляющая является одной из важнейших частей вычислительного кластера, и производительность кластера непосредственно зависит от нагрузки на неё. Статья посвящена оценке методов отслеживания влияния сетевой подсистемы гиперконвергентной инфраструктуры на производительность вычислительного кластера, построенного на основе продукта с открытым исходным кодом OpenStack. Рассмотрены компоненты, из которых состоит вычислительный кластер. Представлены инструменты и метрики, при помощи которых возможно оценить производительность вычислительного кластера.

OpenStack, производительность, инструменты оценки производительности.

В рамках гиперконвергентной архитектуры влияние компонентов друг на друга возрастает ещё больше, чем в классических системах. При разделении общих ресурсов производительность одного сервиса может падать, если другой будет потреблять больше ресурсов, чем планировалось. Одним из таких ресурсов является сеть [1].

Для более четкого понимания того, каким образом компоненты могут оказывать влияние на производительность системы, необходимо представлять архитектуру этой системы. В данном случае речь идет о платформе с открытым исходным кодом – OpenStack. Схематично архитектура приведена на рис. (см. ниже).

Пользователю предоставляется услуги в рамках модели Infrastructure as a Service (IaaS). Компоненты кластера выполняют следующие задачи [2]:

1) Horizon (*OpenStack Dashboard*) предоставляет графический интерфейс, через который пользователь управляет ресурсами. Например, виртуальными машинами или сетями.

2) Распределением инстансов в кластере и запуском их на гипервизорах занимается Nova (*OpenStack Compute Service*). Гипервизор по сети обращается к кластеру Ceph, получая доступ к RBD (*RADOS Block Device*).

3) Cinder (*OpenStack Block Storage Service*) создает блочное устройство в хранилище Ceph. В существующей конфигурации блочное устройство представляет собой RBD.

4) Развертывание образа виртуальной машины на RBD происходит встроенными в Ceph средствами, позволяющими создавать сколько угодно клонов снапшотов блочного устройства. Происходит это при помощи механизма *sorry-on-write* и *layering* (наслоения). Glance (*OpenStack Images Service*) управляет образами виртуальных машин, которые являются теми самыми снапшотами, используемыми как оригинал в процессе инициализации блочного устройства.

5) Сетевой связанностью, адресацией и обеспечением работы сети занимается Neutron (*OpenStack Networking Service*). Сервис обеспечивает создание и управление виртуальной сетевой инфраструктурой, включая сети, коммутаторы, подсети и маршрутизаторы для устройств, управляемых службой Nova. Также можно использовать и другие службы, поставляющие дополнительный функционал, такие как межсетевые экраны и VPN.

6) Keystone (*OpenStack Identity Service*) обеспечивает аутентификацию и авторизацию запросов к API.

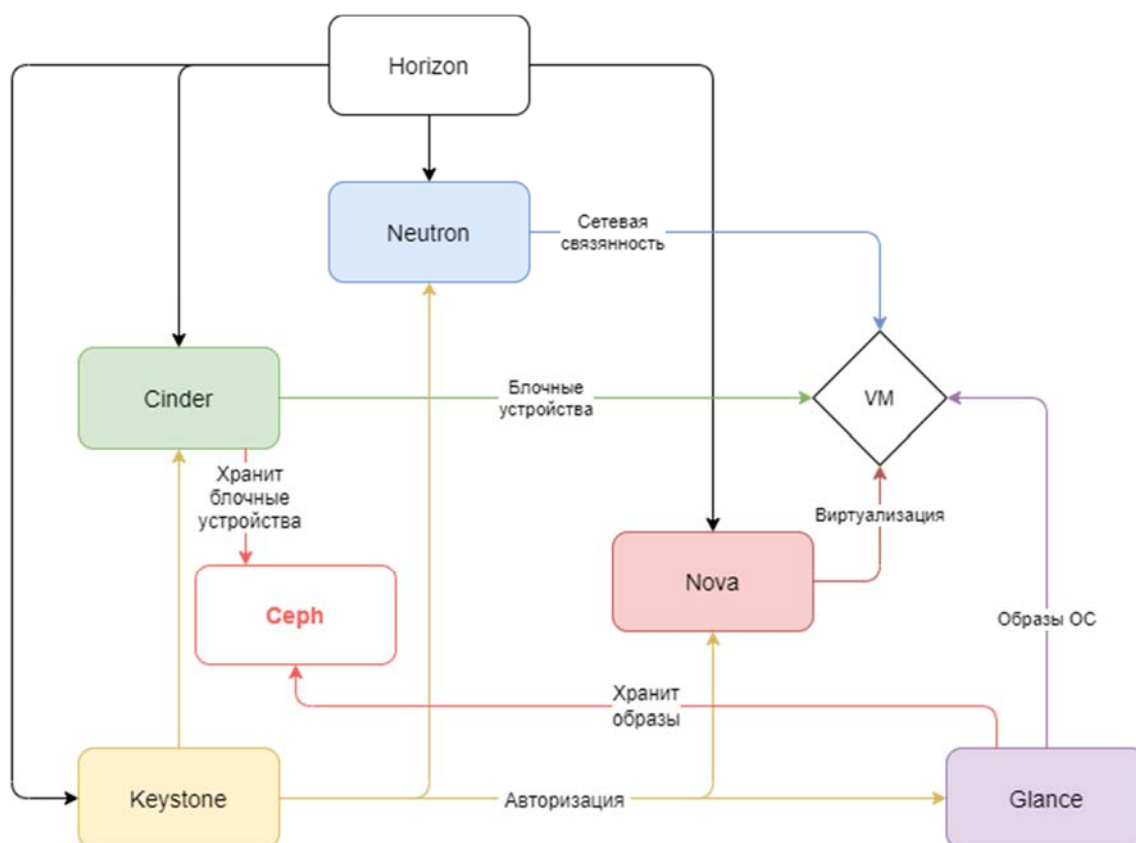


Рис. Базовая архитектура OpenStack

Архитектуру распределённой вычислительной системы возможно также рассматривать с позиций SDN – то есть разделяя её на плоскость

управления (*Control Plane*) и плоскость данных (*Data Plane*). Тогда тестирование производительности кластера разделяется на тестирование этих двух компонент.

Плоскость управления – это компонента облака, выполняющая все операции управления ресурсами в кластере. За выполнение операций управления отвечают множество распределенных сервисов, работающие посредством HTTP API. Плоскость данных, как следует из названия, это все операции с данными пользователей облака. Например, сетевые операции передачи данных по сети между запущенными в кластере виртуальными машинами или между виртуальной машиной, и внешними сетями, в частности, Интернет [3].

Производительность операций плоскости управления, а по сути – производительность API, зависит не только от сетевой составляющей, но и от других компонентов кластера, таких как – база данных, очередь сообщений, и других. Однако речь идет именно о сетевой подсистеме, поэтому все остальное в статье опущено.

Apache JMeter – это приложение с открытым исходным кодом, который возможно использовать для тестирования плоскости управления. Его ключевая особенность является также одним из недостатков – довольно перегруженный различными возможностями графический интерфейс, требующий времени на изучение.

Другой инструмент для тестирования производительности – Rally, разработан специально для OpenStack API. JMeter по своей сути является обычными генераторами трафика, в то время как Rally уже реализует все концепции OpenStack.

Инструмент имеет несколько сценариев использования. В первом случае Rally устанавливается с уже существующим кластером OpenStack. Во втором случае Rally развернет на узлах сервисы OpenStack, создаст нагрузку на кластер и соберёт данные о производительности.

Rally позволяет запускать сценарии, включающие в себя такие операции, как создание, запуск, удаление VM, создание снапшотов, создание сетей и многое другое, при этом измеряется не только производительность сценария в целом, а производительность каждой отдельной операции. В качестве основы Rally выступает Python. Поддерживаются плагины, благодаря которым функционал Rally можно расширить ещё больше.

Тестирование плоскости данных – это взгляд на производительность облака не с точки зрения его самого, а с точки зрения приложений, запущенных в нем. Для тестирования плоскости данных также существуют инструменты измерения производительности. Например, VMTP. Так же, как и Rally, он был создан специально для OpenStack. Инструмент автоматизирует сбор данных о пропускной способности и двухсторонней задержки на уровне виртуальных машин кластера виртуализации.

В то время как VMTP – однопоточный инструмент, KloudBuster может создавать нагрузку на весь кластер. Кроме задержек и пропускной способности способен измерять также производительность облачного хранилища.

Поддерживает автоматическую очистку от всего, что было создано в кластере в процессе тестирования, после его окончания. KloudBuster очень прост в установке и использовании, что позволяет пользоваться им, обладая даже самыми базовыми знаниями об OpenStack.

Помимо VMTP и KloudBuster есть ещё один инструмент для автоматизации тестирования плоскости данных – Shaker, от Mirantis. Для проведения тестирования Shaker использует iperf. Mirantis также хочет добавить возможность тестирования ввода/вывода и нагрузки на центральный процессор.

Для развертывания и выполнения тестов Shaker использует службу Heat (*OpenStack Orchestration*), предоставляющую возможность создавать ресурсы в облаке исходя из заданного конфига YAML (*Infrastructure as Code*).

Последний рассматриваемый инструмент – Browbeat – использует Ansible для автоматизации развертывания инфраструктуры, такой как: Graphite – используется в качестве хранилища для метрик производительности системы, собираемых Collectd, и Grafana – используется для визуализации данных, хранящихся в Graphite. Собираются такие метрики, как нагрузка на ЦП, использование памяти, количество процессов/потоков OpenStack, и другие общие системные метрики.

В добавок ко всему вышеперечисленному, Browbeat способен запускать тесты Rally и Shaker. Необходим лишь файл-конфигурация теста. Browbeat проведет все тестирование, и соберёт все данные в удобном для обработки человеком виде.

Список всех рассмотренных инструментов с их преимуществами и недостатками приведён в таблице. Можно сказать, что нет универсального решения и выбор должен быть произведён в зависимости от потребностей и возможных сценариев использования каждого инструмента. Если требуется создать нагрузку высокой интенсивности, то для этой цели подойдет JMeter. Для оперативной оценки лучше всего использовать VMTP, а для тестирования общей производительности кластера рекомендуется Browbeat.

Список используемых источников

1. Васюткин А. В., Власов Д. В., Швидкий А. А., Савельева А. А. Исследование влияния широковещательного трафика на производительность программно-определяемой сети Open vSwitch // Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики. Региональная научно-методическая конференция магистрантов и их руководителей : сб. статей, СПбГУТ. СПб., 2020. С. 218–222.

2. OpenStack Architecture Design Guide [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.openstack.org/arch-design/> (дата обращения 01.03.2020)

3. OpenStack Performance Guide [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.openstack.org/developer/performance-docs/methodologies/index.html> (дата обращения 01.03.2020).

ТАБЛИЦА. Сравнение инструментов для измерений производительности

Название	Преимущества	Недостатки
JMeter (Control plane)	Широкий набор тестируемых протоколов; Графический интерфейс	Для написания тестов нужно разбираться в API
Rally (Control plane)	Интеграция с OpenStack; Несколько сценариев установки и использования	Работает только с OpenStack
VMTP (Data plane)	Минималистичный инструмент, позволяющий выполнять простейшие тесты	Работает только в однопоточном режиме
KloudBuster (Data plane)	Простота настройки при больших возможностях	Долгое время не развивается
Shaker (Data plane)	Использует в качестве основы iperf	Узкий функционал, необходимо использовать вместе с другими инструментами
Browbeat (Control and Data plane)	Покрывает все возможные сценарии использования	Не самостоятельный инструмент, а лишь удобная оболочка для управления другими (Rally, Shaker, Collectd)

Статья представлена директором НИИ ТС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом А. Г. Владыко.

УДК 004.8
ГРНТИ 20.19.27

ВЕРОЯТНОСТНОЕ ТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧЕ ВЫЯВЛЕНИЯ ГРУПП АБОНЕНТОВ С ОБЩИМИ СФЕРАМИ ИНТЕРЕСОВ

Е. К. Ведерников¹, А. А. Иванов², А. А. Смирнов²

¹ООО «Специальный технологический центр»

²Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

Рассмотрено решение задачи разделения абонентов документального обмена на группы по сферам интересов за счет статистического анализа содержания их сооб-

щений. Основу предлагаемого подхода составляет применение методов вероятностного тематического моделирования, формирующих матрицу тем сообщений, которая используется в качестве исходных данных для алгоритма формирования групп. Представлены результаты программной реализации решения задачи с использованием программной библиотеки аддитивной регуляризации тематических моделей *BigARTM*, приведен пример решения задачи, оценена эффективность предлагаемого подхода.

автоматическая обработка текстов, вероятностное тематическое моделирование, «мягкая» кластеризация, аддитивная регуляризация тематических моделей, анализ данных, BigARTM.

Задачи категоризации абонентов информационного обмена, пользователей web-сервисов, социальных сетей регулярно решаются различными информационно-аналитическими подразделениями в интересах органов управления, бизнеса, промышленности, обороны [1] при анализе транзакционных, производственных, социальных [2], экономических, политических [3], исследовательских данных. Научно-методическую основу такого анализа составляют методы автоматической обработки текстов на естественном языке (компьютерной лингвистики): информационного поиска, извлечения информации, анализа тональности, вероятностного тематического моделирования и др. [4]. Рассмотрим решение частной задачи обработки неструктурированных текстовых данных – выявление групп абонентов документального обмена с общими сферами интересов, с использованием методов вероятностного тематического моделирования.

Поставим ее формально. Пусть имеются:

множество абонентов $A = \{a_k\}$, $k = 1, m(A)$ (здесь и далее $m(X)$ – мощность множества X);

множество $D = \{d_j\}$, $j = 1, m(D)$ текстовых сообщений абонентов a_k , представленных тройками $d_j = (s_j, r_j, c_j)$, где s_j – источник сообщения, r_j – получатель сообщения ($s_j, r_j \in A$), c_j – содержание сообщения (текст).

Задача заключается в выявлении по содержанию c_j сообщений d_j групп среди абонентов $a_k \in A$, обладающих общностью интересов, выражаемых тематикой их общения. Особенностью такого разбиения является то, что каждый абонент может входить в одну и более групп, что требует проведения «мягкой» кластеризации абонентов.

Если разбить задачу на этапы выявления тематики сообщений и группирования их отправителей и получателей по тематике, то можно заметить, что выполнение первого этапа сводится к решению стандартной задачи построения тематической модели коллекции текстовых документов.

В соответствии с общей методологией вероятностного тематического моделирования [5] для получения хорошо интерпретируемых результатов моделирования тексты сообщений должны быть предварительно обработаны с помощью следующих процедур:

лемматизация (приведение всех слов к нормальной форме – подходит для обработки русского языка) или стемминг (отбрасывание окончаний и других изменяемых частей слов – подходит для английского языка);

удаление слишком частых слов (стоп-слов), используемых в текстах любой тематики (предлоги, союзы, числительные и т. д.);

выделение ключевых фраз – характерных словосочетаний и терминов предметной области с помощью тезаурусов [6] и методов автоматического выделения терминов, не требующих привлечения экспертов [7].

После этапа предварительной обработки каждое сообщение d_j представляет собой последовательность ν термов (слов, терминов, словосочетаний) $w_i \in W$, где W – множество всех термов w_i из D (словарь модели). В основе тематического моделирования лежит гипотеза о том, что каждое вхождение терма w_i в сообщение d_j связано с некоторой темой t из заданного конечного множества T .

Путем подсчета количества повторов n каждого терма w_l ($w_l = 1, \nu$) в сообщении d_j и вычисления частотных оценок условных вероятностей появления терма w_l в сообщении $\hat{p}(w|d) = n/\nu$ [5] заполняется стохастическая матрица частот термов в сообщениях: $\mathbf{F} = (\hat{p}(w|d))_{W \times D}$. Построение тематической модели заключается в решении оптимизационной задачи отыскания значений элементов матриц термов тем $\Phi = (\varphi_{wl})_{W \times T}$ и тем сообщений $\Theta = (\theta_{td})_{T \times D}$, при которых тематическая модель $p(w|d) = \sum_{t \in T} \varphi_{wl} \theta_{td}$ достаточно хорошо приближает $\hat{p}(w|d)$ [5]. Так как эта задача не является корректно поставленной по Тихонову, на область решений накладываются ограничения в виде аддитивных регуляризаторов, а поиск решения осуществляется с помощью регуляризованного EM-алгоритма [8]. На заключительном этапе из матриц Φ и Θ удаляются нулевые столбцы.

Выполнение этапа группирования абонентов по группам на основе тематики их сообщений предлагается осуществлять с использованием полученного вероятностного распределения тем по сообщениям Θ с помощью следующего алгоритма.

Сначала строится матрица $\mathbf{Z} = (\zeta_{ta})_{T \times A}$ вероятностей принадлежности абонентов темам. Ее элементы ζ_{ta} представляют собой средние значения вероятностей θ_{td} , вычисленные для сообщений с ненулевыми вероятностями ($\theta_{td} > 1/m(T)$), в которых абонент участвовал в качестве источника или получателя ($a_k \in d_j$):

$$\zeta_{ik} = \left(\sum_{j=1}^{m(D)} \theta_{ij} [a_k \in d_j] \right) / \left(\sum_{j=1}^{m(D)} [a_k \in d_j] [\theta_{ij} > 1/m(T)] \right), \quad (1)$$

где квадратные скобки (в нотации Айверсона) переводят значение в число по правилу [ложь] = 0, [истина] = 1.

Количество формируемых групп соответствует количеству тем в матрице \mathbf{Z} . В группу t_i добавляются абоненты a_k из \mathbf{Z} , у которых $\zeta_{ik} > 0$.

Для оценки эффективности предлагаемого подхода введем показатель:

$$Q = 1 - \frac{1}{m(T)m(A)} \sum_{i=1}^{m(T)} \sum_{k=1}^{m(A)} |\zeta_{ik} - \zeta_{ik}^*|, \quad (2)$$

отражающий правильность вычисления элементов матрицы \mathbf{Z} . Его значение определяется разностью единицы и средней ошибки вычисления значения элемента матрицы. Средняя ошибка вычисляется путем суммирования модулей $|\zeta_{ij} - \zeta_{ij}^*|$ ошибок вычисления вероятности принадлежности абонента a_k к теме t_i , где $\mathbf{Z}^* = (\zeta_{ia}^*)_{T \times A}$ – матрица искомого разбиения абонентов по группам (известная для тестового набора сообщений).

Оценку реализуемости и эффективности предлагаемого подхода к решению задачи осуществим на примере 18-ти сообщений пяти абонентов ($m(D) = 18, m(A) = 5$), граф связей которых и разбиение \mathbf{Z}^* по группам представлены на рис. 1 (цифрами на ребрах указаны номера сообщений). Заведомо содержание сообщений было разбито на шесть тем: «Биология» (сообщения №№ 5, 8, 11), «История» (4, 9, 10), «Геометрия» (6, 7, 16), «Физика» (2, 17, 18), «Литература» (1, 14, 15), «Русский язык» (3, 12, 13).

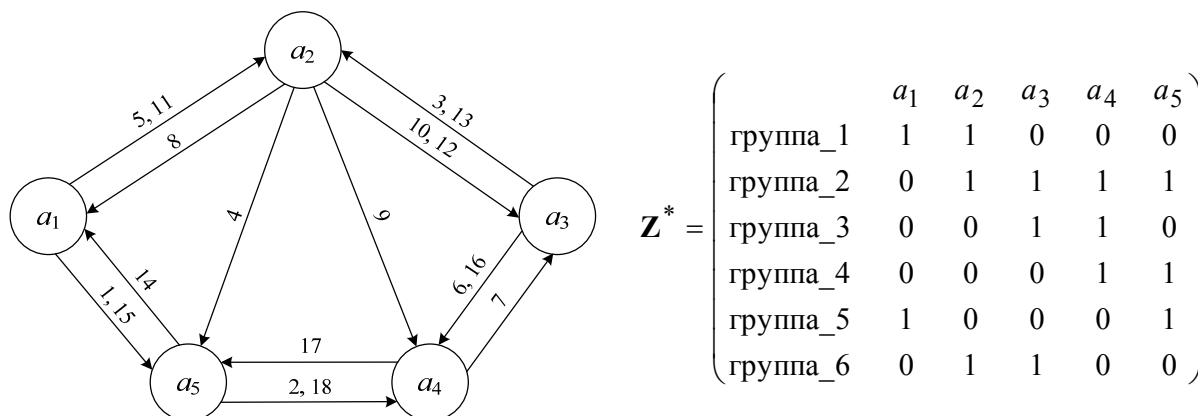


Рис. 1. Направления документального обмена абонентов

Задача решалась программно с использованием открытой библиотеки тематического моделирования *artm* [9] и среды разработки на языке *Python*. Ввиду объемности материала полное содержание сообщений, текст программы, реализующей методику, и результаты ее выполнения приведены в [10].

Первое сообщение после обработки имело вид (представлен фрагмент): «['развитие', 'клетка', 'удвоение', 'днк', 'синтез', 'белок']», а после преобразования в частотный вид: «['клетка:55', 'деление:31', 'хромосома:31', 'мейоз:18', 'митоз:15']». Объем словаря составил $m(W) = 874$ терма. Наибо-

лее характерные термы тем построенной тематической модели (рис. 2) и вероятностное распределение тем сообщений (рис. 3) ($m(T) = 6, m(D) = 18$) показывают высокую интерпретируемость результатов.

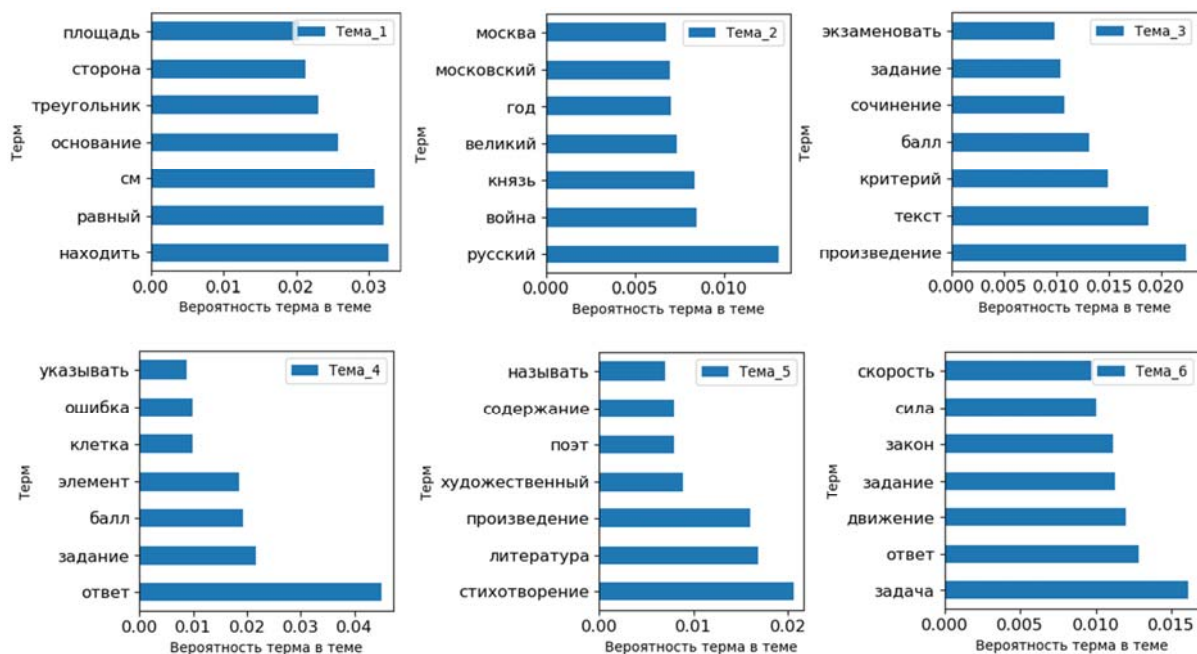


Рис. 2. Наиболее характерные термы тем построенной модели

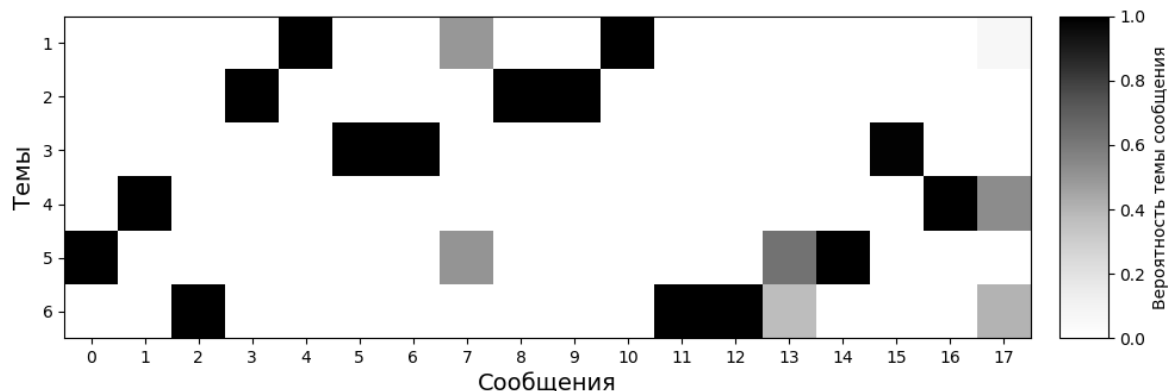


Рис. 3. Схема вероятностного распределения тем сообщений

Вычисленные по формуле (1) путем обхода матрицы Θ значения элементов матрицы вероятностей принадлежности абонентов темам:

$$Z = \begin{pmatrix} 0,83 & 0,83 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,84 & 0,84 \\ 0,78 & 0,50 & 0 & 0 & 0,88 \\ 0,37 & 1 & 1 & 0,40 & 0,39 \end{pmatrix}$$

показывают высокую эффективность предлагаемого подхода, так как значение показателя эффективности согласно (2) составило $Q = 0,91$, несмотря на малую выборку, взятую для примера.

Таким образом, предлагаемый подход к разделению абонентов документального обмена на группы по сферам интересов на основе методов вероятностного тематического моделирования обеспечивает решение задачи с высокой точностью, а его программная реализация [10] может применяться в качестве элемента информационно-аналитического обеспечения систем поддержки принятия решений информационно-управляющих систем различного назначения.

Список используемых источников

1. Иванов А. А., Кудрявцев А. М., Смирнов А. А. Концептуальные проблемы информационно-аналитической работы в современном военном противостоянии // Военная мысль. 2020. № 9. С. 79–85.
2. Wang, W. Growing pains for global monitoring of societal events. / W. Wang, R. Kennedy, D. Lazer, N. Ramakrishnan // Science. 2016. Vol. 353(6307). Pp. 1502–1503.
3. Wiil U. Counterterrorism and Open Source Intelligence. Lecture Notes in Social Networks. Springer, 2011.
4. Большакова Е. И., Воронцов К. В., Ефремова Н. Э., Клышинский Э. С., Лукашевич Н. В., Сапин А. С. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: учеб. пособие. М.: Изд-во НИУ ВШЭ, 2017. 269 с.
5. Воронцов К. В. Вероятностное тематическое моделирование: теория, модели, алгоритмы и проект BigARTM. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/d/d5/Voron17survey-artm.pdf> (дата обращения: 18.02.2021).
6. Лукашевич Н. В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. М.: Издательство Московского университета, 2011. 512 с.
7. Shang J., Liu J., Jiang M., Ren X., Voss C. R., Han J. Automated phrase mining from massive text corpora // CoRR. 2017. Vol. abs/1702.04457.
8. Воронцов К. В., Потапенко А. А. Модификация EM-алгоритма для вероятностного тематического моделирования // Машинное обучение и анализ данных. 2013. Т. 1. № 6 С. 657–686.
9. Сайт проекта BigARTM [Электронный ресурс]. URL: <https://bigartm.org> (дата обращения: 18.02.2021).
10. Программная реализация и исходные данные примера [Электронный ресурс]. URL: https://github.com/EgoVed/topic_model (дата обращения: 18.02.2021).

УДК 004.422
ГРНТИ 50.41.25

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕНТОМ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ASP.NET WebAPI

Г. В. Верхова, В. Д. Михайлов

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

Представлена архитектура веб-сервиса управления мультимедийным контентом для распределенной киберсреды постиндустриального общества. Веб-сервис состоит из нескольких микросервисов, реализующих управление файловым хранилищем, текстовыми и гипертекстовыми документами. Основным назначением предлагаемого веб-сервиса является предоставление функционала управления мультимедийным контентом другим микросервисам, что избавит их разработчиков от создания достаточно трудоемких решений по хранению мультимедийного контента. Архитектура веб-сервиса обеспечивает возможность привязки мультимедийного контента к любым информационным объектам, находящимся под управлением микросервисов, входящих в состав единой киберсреды.

микросервисы, киберсреда, хранение документов, управление контентом.

Формирование единой киберсреды постиндустриального общества представляет собой одну из важнейших задач [1, 2]. Киберсреда позволит решить ряд проблем, включая минимизацию рутинного труда, инфокоммуникационную поддержку виртуальных организаций и предприятий, включая формирование и работу временных трудовых коллективов. Одной из проблем формирования единой киберсреды постиндустриального общества является отсутствие базовых модулей общего назначения, из которых формируется данная среда.

В работе представлены результаты проектирования и разработки прототипа модуля управления контентом, который представляет собой решение, имеющее микросервисную архитектуру, и допускает глубокую интеграцию в другие микросервисные решения единой киберсреды постиндустриального общества. Прототип системы управления контентом реализован с использованием технологии ASP.NET Core WebAPI [3] и состоит из нескольких микросервисов (рис. 1):

- «Книга», обеспечивающее объединение нескольких текстовых или гипертекстовых документов;
- «Текстовый / гипертекстовый документ»;

– «Хранилище», которое состоит из трех микросервисов, реализующих функции хранилища изображений, видео и файлов произвольного типа.

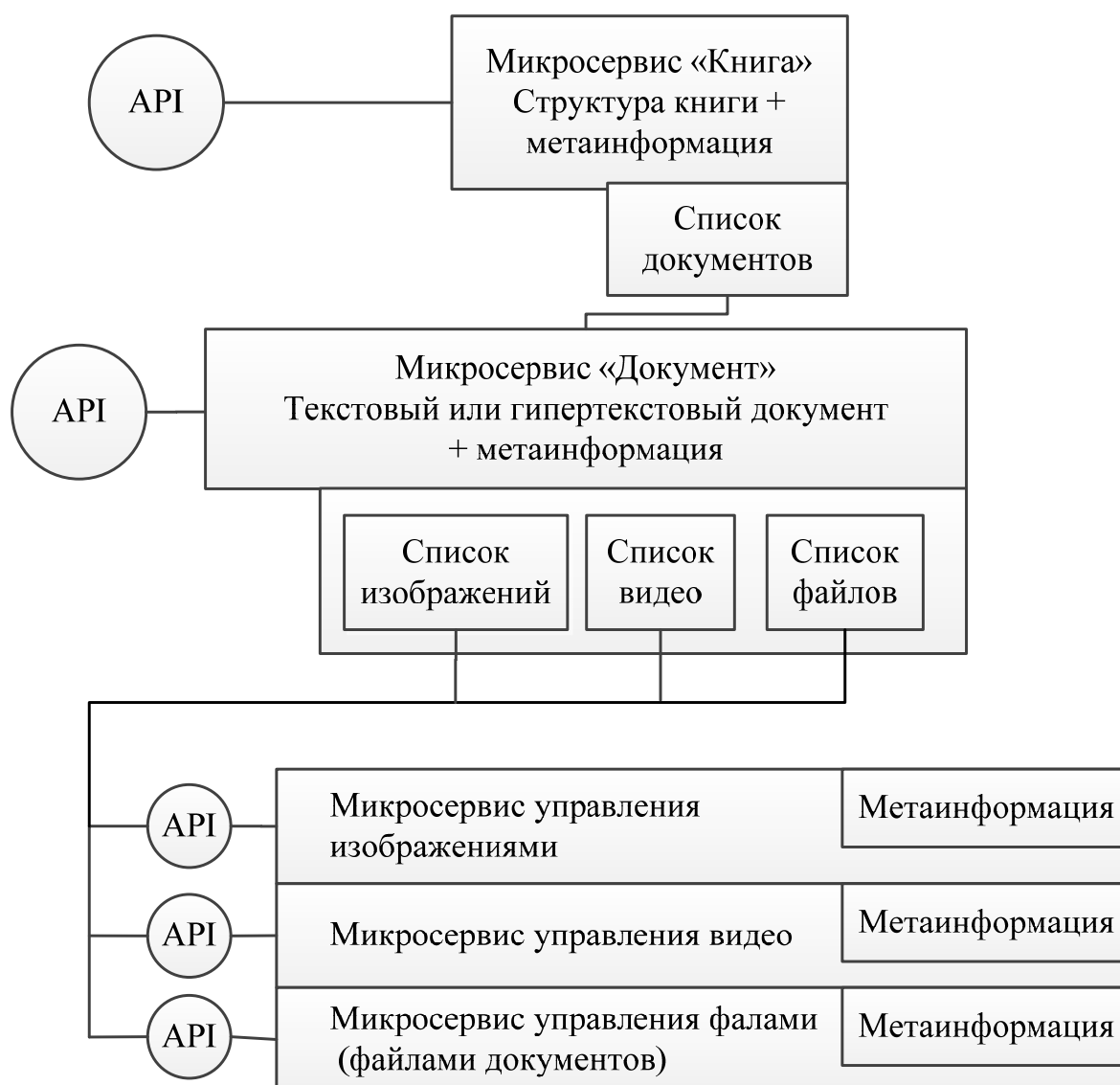


Рис. 1. Архитектура веб-сервиса управления контентом на базе технологии ASP.NET WebAPI

Микросервис «Книга» содержит механизм управления структурой книги, реализуя функционал добавления, удаления и изменения последовательности отображения текстовых и гипертекстовых документов, входящих в состав книги. Микросервис «Текстовый / гипертекстовый документ» обеспечивает редактирование текста и гипертекста, а также добавление и управление привязкой к документу файлов, включая файлы статических изображений и видеозаписей, с помощью механизмов, реализованных в соответствующих микросервисах «Хранилища».

Веб-сервис управления контентом на базе технологии ASP.NET WebAPI может быть использован в других веб-сервисах целиком, в виде

тием электронной системы обучения. В данном примере продемонстрировано четкое разграничение бизнес-логики управления учебным заданием, реализованной в соответствующем микросервисе, входящем в состав системы электронного обучения, и бизнес-логики управления содержанием задания, реализованной в веб-сервисе управления контентом.

Список используемых источников

1. Акимов С. В., Верховая Г. В., Меткин Н. П. Теоретические основы CALS : монография; СПбГУТ. СПб., 2018. 263 с.
2. Sandhu G. The Role of Academic Libraries in the Digital Transformation of the Universities // 2018 5th International Symposium on Emerging Trends and Technologies in Libraries and Information Services (ETTLIS), Noida, India, 2018. P. 292-296.
3. Руководство WebAPI [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/web-api/> (дата обращения 29.03.2021).

УДК 47.59
ГРНТИ 654.16

БИЛЛИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

А. В. Вершенник, С. И. Кузнецов

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

В статье излагается решение, которое может использоваться для интеграции существующих систем и способов биллинга и систем и способов количественного измерения качества предоставляемых услуг (систем мониторинга) в реальном масштабе времени в течение времени предоставления услуги.

биллинг, мониторинг, информационно-телекоммуникационные сети.

Биллинговая система представляет собой совокупность телекоммуникационного и компьютерного и оборудования, систем передачи и каналов связи, и процессов, обеспечивающих учет доступа клиентов к услугам, предоставляемым операторами связи, а также расчет и списание денежных средств с лицевых счетов пользователей в соответствии с их тарифными планами. Биллинговые системы располагаются на уровне управления услугами и осуществляют регулирование трафика клиентов, учитывая состояние счета клиента и реализуемую тарифную политику [1].

В то же время при осуществлении расчетов в биллинговых системах не учитывается качество предоставленных услуг связи, что приводит к нарушению Федерального закона от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей», согласно которому исполнитель обязан оказать потребителю услугу, качество которой соответствует договору.

В этой связи актуальна разработка технических решений, основанных на интеграции существующих систем и способов биллинга и систем и способов количественного измерения качества предоставляемых услуг (систем и способов мониторинга) в реальном масштабе времени в течение времени предоставления услуги.

Авторами статьи предлагается способ, позволяющий объективно определять уровень качества услуг связи, предоставляемых пользователям сети связи, и осуществлять расчет платежей с учетом их качества. Кроме того, при применении разработанного решения повышается информированность производителей о качестве услуг связи с точностью до элемента составного канала связи [2, 3], что позволит оперативно принимать решения в процессе управления сетью.

На первом этапе производится аутентификация и авторизация клиента.

Процедура аутентификации представляет собой осуществление проверки подлинности клиента.

Процедура авторизации заключается в предоставлении клиенту прав на выполнение определенных действий. Таким образом, производится осуществление контроля доступа пользователей к ресурсам системы после успешного прохождения ими аутентификации. Зачастую процедуры аутентификации и авторизации совмещаются

Авторизация клиента осуществляется посредством сравнения данных соответствующего клиента, характеризующих его лицевой счет, и набора предоставляемых услуг связи.

Авторизация и аутентификация пользователей сети при предоставлении услуг телефонной связи может осуществляться как непосредственно коммутационным оборудованием сети связи (например, DISA «Meridian», при этом данные клиентов хранятся в базе данных на запоминающем устройстве коммутационного оборудования), так и биллинговой системой оператора (например, при помощи карточных платформ на базе плат «Dialogic»).

Авторизация и аутентификация пользователей при предоставлении услуг передачи данных может осуществляться, например, при помощи технологии RADIUS [4, 5].

В процессе получения телекоммуникационных услуг клиентом (IP-телефонии, видеоконференцсвязи, передачи данных и т. д.) собирают сведения, содержащие информацию о предоставляемых услугах.

Например, при предоставлении услуг телефонии осуществляют сбор таких данных, как номера вызываемого и вызывающего абонента, время начала и окончания разговора, его длительность. При этом может фиксироваться и другая дополнительная информация (длительность дозвона, дата и время начала разговора, номер транка и номер группы или IP-адреса и порты в VoIP, тип звонка: входящий, исходящий, перевод и т. д.)

Сбор указанных данных при предоставлении услуг телефонии может быть осуществлен путем формирования коммутатором, через который осуществляется соединение, CDR-данных (*Call Detail Recording*), формат строк которых и события, по которым надо выдавать записи, настраиваются в процессе конфигурирования.

Каждая запись CDR соответствует одному вызову, состоит из нескольких десятков полей и содержит номер и категорию вызывающего абонента, номер вызываемого абонента, время начала и конца обслуживания вызова, время установления соединения, время посылки сигнала «Вызов» абоненту, время разговора, время разъединения, флаг наличия ответа вызываемого абонента, причину разъединения, информацию о переадресации и т. д.

CDR с коммутатора может быть получен различными путями, в частности, одним из распространенных путей для коммутаторов PBX является передача данных по последовательному порту. Так, например, работают коммутаторы «Meridian» фирмы «Nortel» [6].

Сбор данных по услугам передачи данных можно разделить на две категории. Это данные, относящиеся к сессиям, и данные, относящиеся к трафику. Сессия представляет собой промежуток времени между установлением соединения и разъединением. Данные о трафике (например, размер дискового пространства, занимаемого файлами и сообщениями абонента за единицу времени и др.) должны собираться отдельно для входящего и исходящего трафика и индивидуально для каждого внешнего канала к первичному провайдеру [1].

Сбор данных при оказании услуг передачи данных может быть осуществлен при помощи технологий RADIUS, SNMP, DIAMETER TACACS+.

Сбор данных об объеме трафика, генерируемого или потребляемого аутентифицированным абонентом, осуществляется подсчетом байт. При этом используются известные технические устройства, реализующие функцию счета.

На следующем этапе в целях определения качества предоставляемых услуг связи формируют тестовую последовательность [7, 8]. Тестовая последовательность должна представлять собой уникальную информацию для сети связи, предоставляющей ту или иную услугу. Например, тестовая последовательность может быть сформирована на основе адресной информации, характеризующей пользователей сети. В качестве адресной информации может выступать номер телефона абонента или его IP-адрес.

В общем случае, в качестве тестовой последовательности может выступать вся информационная последовательность (или ее часть) путем разделения ее на блоки длиной n символов и добавления после каждого информационного блока m проверочных символов.

Формирование тестовой последовательности может быть осуществлено при помощи кодов, обнаруживающих ошибки. Например, при применении двоичного кода простейшим методом проверки является проверка на четность. Для осуществления проверки на четность разделяют имеющуюся двоичную последовательность на блоки по n знаков и добавляют к каждому блоку проверочный символ, выбирая его так, чтобы общее число единиц было четным. Например, в блоке 100 001 проверочный символ будет 0, в блоке 001110 проверочный символ будет 1. (рис.).

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	P_1	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	P_2	K_{13}	K_{14}	P_k
1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1 0

Рис. Пример тестовой последовательности

Таким образом, в результате будет сформирована уникальная тестовая последовательность.

В течение времени получения услуги с заданной периодичностью [9, 10, 11, 12, 13, 14] вычисляют значения показателей качества.

Показатели качества и их требуемые значения задаются существующими нормативными документами и договорами на оказание услуг связи с операторами связи.

В качестве показателей качества услуг связи могут выступать коэффициент ошибок, джиттер и др.

В качестве ключевого показателя качества услуги связи в предлагаемом решении используется коэффициент ошибок.

Для его определения принятую тестовую последовательность декодируют с помощью декодеров, соответствующих методам кодирования, например, осуществляющих проверку на четность. Суммируют число байт, принятых ошибочно, и запоминают в соответствующей области запоминающего устройства.

Сравнивают вычисленные значения показателей качества с заданными пороговыми значениями. Пороговые значения показателей качества предоставляемых услуг предварительно записывают в запоминающее устройство биллинговой системы.

Если вычисленное значение заданного показателя качества меньше порогового, продолжают сбор данных, содержащих информацию о предоставляемых услугах.

В этих целях формируют сигнал в формате реализуемого протокола, сопоставляют с текущим значением времени и записывают в запоминающем устройстве в строке соответствующего авторизованного абонента.

По окончании предоставления услуги минимум одним из абонентов, коммутационным оборудованием формируют сигнал окончания сессии, который записывают в запоминающее устройство в строку авторизованного абонента с текущим значением времени.

С заданной периодичностью для каждого абонента с помощью вычислительных средств определяется продолжительность сессии с точностью, характеризующей возможности биллинговой системы (в настоящее время – 1 секунда).

Если вычисленное значение показателя качества больше порогового, то фиксируют временной интервал, в течение которого вычисленное значение показателя качества больше порогового, считают в данной временном интервале услугу не оказанной и исключают из расчета стоимости.

В этих целях в момент превышения вычисленным значением показателя качества порогового значения, формируют сигнал в формате реализуемого протокола, сопоставляют с текущим значением времени и записывают в запоминающем устройстве в строке соответствующего авторизованного абонента. В момент восстановления показателя качества, формируют сигнал в формате реализуемого протокола, сопоставляют с текущим значением времени и записывают в запоминающем устройстве в строке соответствующего авторизованного абонента. Вычисляют значение временного интервала, в течение которого значение показателя качества было больше порогового.

Определяют стоимость предоставленных услуг и формируют отчет.

Для того извлекают из запоминающего устройства данные о количестве потребленного трафика и интервала времени предоставления услуги для каждого авторизованного абонента. Извлекают из запоминающих устройств данные, представляющие стоимость единицы объема трафика (1 байт) и минимальной единицы объема времени (1 секунда). Вычисляют стоимость предоставленных услуг и записывают результат в соответствующее поле строки аутентифицированного абонента.

Таким образом, за счет учета качества предоставляемых услуг появляется возможность коррекции платежей и повышение информированности производителей о качестве услуг связи с точностью до элемента составного канала связи.

Список используемых источников

1. Цветков В. Ю., Смирнов Ю. В., Кулешевский А. Н. Биллинг-управление трафиком мультисервисной сети : метод. пособие по курсу «Документ. службы и термин. устройства телекоммуникаций» для студентов специальности «Сети телекоммуникаций» всех форм обучения. Минск : БГУИР, 2011. 50 с.

2. Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Давлятова М. А., Евграфов А. А., Сорокин М. А., Стародубцев Ю. И. Патент 2705422 Российская Федерация, G06Q 30/00 (2012.01), G06Q 20/00 (2012.01). Автоматизированная система и способ приема платежей

за качественные услуги связи. 2019102120; заявл. 25.01.2019 ; опубл 07.11.2019. Бюлл. № 31. 15 с.

3. Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Давлятова М. А., Сорокин М. А., Стародубцев Ю. И. Патент 2708512 Российская Федерация, H04L 12/14 (2006.01). Способ биллинга с учетом качества предоставляемых услуг связи. 2018145338; заявл. 18.12.2018 ; опубл 09.12.2019. Бюлл. № 34. 14 с.

4. Безуглый Ю. А., Вершенник А. В., Попова А. В., Сухорукова Е. В. Анализ методов аутентификации // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. 2017. № 2. С. 2–24.

5. Павлюков Ю. А. Биллинговые системы в телекоммуникационной отрасли // ИНФОРМОСТ «Радиоэлектроника и Телекоммуникации». 2003. № 5 (29). С. 53–58.

6. Розенцвайг И. З., Фельдман А. М., Яльчик Г. В. Методика сбора информации для генерации CDR в системе распределенного мониторинга сетей ОКС № 7 // Электро-связь. 2005. № 8.

7. Стародубцев Ю. И., Евграфов А. А., Сухорукова Е. В. Проблема формирования системы показателей для оценки защищенности информационно-телекоммуникационных сетей // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. 2014. № 3 (7). С. 80–86.

8. Алашеев В. В., Бегаев А. Н., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Давлятова М. А., Стародубцев Ю. И., Чеснаков М. Н. Патент 2669535 Российская Федерация, G06N 5/00 (2006.01), H04W 52/20 (2009.01), H04B 7/005 (2006.01). Способ внешнего контроля качества предоставляемых сетью связи услуг ; заявитель и патентообладатель Бегаев А.Н. – 2017140025; заявл. 16.11.2017; опубл 11.10.2018. Бюлл. № 29. 10 с.

9. Синев С. Г., Сорокин М. А., Стародубцев П. Ю., Сухорукова Е. В. Патент 2623791 Российская Федерация, МПК G05B 23/00 (2006.01), G06Q 10/04 (2012.01). Способ определения оптимальной периодичности контроля состояния процессов ; заявитель и патентообладатель Стародубцев П. Ю.– 2015108734; заявл. 25.01.2016; опубл 29.06.2017, Бюлл. № 19. 13 с.

10. Алашеев В. В., Вершенник А. В., Вершенник Е. В., Карпов А. В., Латушко Н. А., Чеснаков М. Н., Стародубцев Ю. И. Патент 2659374 Российская Федерация, G05B 23/00, G06F 19/00. Способ определения оптимальной периодичности контроля состояния технических средств и систем при минимальном времени получения результата ; заявитель и патентообладатель Алашеев В. В., Вершенник А. В., Карпов А. В., Латушко Н. А., Чеснаков М. Н. 2017137312; заявл. 24.10.2017; опубл 29.06.2018. Бюлл. № 19. 14 с.

11. 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. С. 8725400.

12. Стародубцев Ю. И., Иванов С. А., Вершенник Е. В., Вершенник А. В., Закалкин П. В., Шевчук А. Л., Карасенко А. О. Патент 2718152 Российская Федерация, G06F 17/10 (2006.01), G05B 23/00 (2006.01). Способ определения оптимальной периодичности контроля состояния сложного объекта. 2019143358; заявл. 24.12.2019 ; опубл 30.03.2020. Бюлл. № 10. 19 с.

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. Стародубцев П. Ю., Стародубцев Ю. И., Вершенник Е. В., Чеснаков М. Н. Патент 2646321 Российская Федерация, МПК G06F 17/00 (2017.08); G06F 17/40 (2017.08).

Способ мониторинга состояния электрических сетей и сетей связи ; заявитель и патенто-обладатель Стародубцев Ю. И., Вершенник Е. В. 2017105612; заявл. 20.02.2017; опубл. 02.03.2018. Бюлл. № 7. 15 с

УДК 004.9
ГРНТИ 81.93.29

АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ИНСАЙДЕРСКИХ УГРОЗ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Д. С. Власов

Главное управление МЧС России по г. Санкт-Петербургу

В статье рассматривается проблема инсайдерской деятельности в организациях. Приводятся и описываются типовые угрозы, реализуемые инсайдерами: саботаж, шпионаж, мошенничество, сбор данных. Оценивается влияние каждого такого типа на нарушение конфиденциальности, целостности и доступности информационных ресурсов организации. На основании этого строится пример табличной модели влияния. Производится анализ модели и делается ряд выводов, применимых для формирования мер по повышению информационной безопасности. Основным результатом статьи является применимость предложенной модели взаимосвязи угроз для практического применения.

информационная безопасность, инсайдер, информационный ресурс, саботаж, шпионаж, мошенничество, сбор данных.

Введение

Инсайдерская деятельность в современном мире является существенной проблемой, ведущей к реализации множества угроз информационной безопасности. Особенностью такого рода атак является то, что они происходят изнутри организации, поскольку производятся ее сотрудниками [1]. В этом и заключается основная трудность противодействия им – сотрудники уже изначально находятся на охраняемой территории, имеют в рамках должностных обязанностей некоторые права доступа к информационным ресурсам, обладают определенными данными о структуре и средствах защиты организации и т.п. Для повышения же результативности выявления инсайдеров необходимо всестороннее понимание данной проблемы, причин ее возникновения, путей реализации угроз [2], используемых при этом уязвимостей организации (организационных, технических, программных [3, 4], социальных [5] и т. п.). Все это будет частично рассмотрено в статье далее.

Типовые угрозы инсайдеров

Конечной целью действий любого нарушителя в области информационной безопасности является классическая триада угроз нарушения конфиденциальности, целостности и доступности информации. Однако, достигаться они могут через промежуточные угрозы, более характерные именно для инсайдерской деятельности. Приведем наиболее показательные и известные из них, а также предположим степень их влияния на компоненты триады.

Во-первых, это саботаж [6] – т. е. умышленно неверное исполнение определенных обязанностей). Очевидно, что для этого инсайдеру можно выполнить минимальный набор действий; в простейшем случае, просто «недо-выполнить» собственную работу. Так, например, системный администратор может намеренно забыть обновить вовремя антивирусное обеспечение (сделав систему уязвимой [7]), списав это на нехватку времени, наличие других более приоритетных рабочих задач и т. д. В первую очередь, реализация данной угрозы в последствии повлияет на нарушение конфиденциальности и доступности информации, и в меньшую – на нарушение целостности, поскольку для достижения последней нарушителю все же будет необходимо выполнить какие-то действия, модифицирующие данные.

Во-вторых, это шпионаж [8] – т. е. ведение разведывательной деятельности в злонамеренных целях. Аналогично первому примеру, инсайдеру (в отличие, например, от классических – внешних – нарушителей) не придется «проходить» защиту периметра организации, поскольку он и так на законных основаниях может находиться на территории. Так, если в организации недостаточно верно прописан регламент работы с защищаемой информацией или же работающие с ней сотрудники халатно относятся к безопасности, инсайдер может попросту «подглядеть» за необходимыми ему данными (например, наблюдая, как системный администратор набирает на клавиатуре свой логин и пароль; впрочем, существуют способы противодействия этому [9]). Следуя из определения термина «шпионаж», реализация данной угрозы в основном будет приводить к нарушению конфиденциальности, практически не угрожая изменению данных или нарушению доступа к ним.

В-третьих, это мошенничество в части обмана [10], отличное от саботажа тем, что инсайдер сознательно производит действия по отношению к подсистемам организации или ее сотрудникам, явно выходящие за рамки своих обязанностей с целью получения определенной выгоды. Естественно, в первом случае это возможно лишь при наличии недоработок в элементах системы – например, если при создании транзакций на денежные переводы отсутствуют механизмы идентификации и авторизации, которыми может воспользоваться нарушитель. Во втором же случае инсайдер может обма-

ном (с применением, в большинстве случаев, приемов социальной инженерии [11, 12]) заставить выполнить незаконные действия других сотрудников, даже если они отличаются высочайшим уровнем благонадежности к организации. Исходя из достаточно обобщенного смысла «мошенничества», скорее всего его применение в близкой степени повлияет на все компоненты триады нарушений, притом средне на выведывание информации и ее изменение, и незначительно на нарушение ее доступности.

В-четвертых, это сбор информации, отличающийся от шпионажа тем, что она сама по себе не несет прямой ценности для нарушителя, однако может использоваться для проведения последующих атак (возможно, не в рамках инсайдерской деятельности). К собираемой таким образом информации могут быть отнесены любые данные касательно систем безопасности и расположения ценных ресурсов. Реализовывать данную угрозу инсайдеру достаточно просто, поскольку он находится непосредственно в среде с данными. Например, составление карты расположения камер наблюдения позволит в дальнейшем определить зоны невидимости и провести атаку с проникновением в организацию более успешно. При этом, в интересах скрытности, данные инсайдером не будут модифицироваться, как и не будет нарушаться к ним доступ. Поэтому, реализация угрозы оказывает среднее влияние на нарушение конфиденциальности.

Обобщенно, описанные закономерности во влиянии типовых промежуточных угроз, реализуемых инсайдерами на нарушения конфиденциальности, целостности и доступности информационных ресурсов в организации, можно представить в виде следующей табличной модели (табл.).

ТАБЛИЦА. Пример модели взаимосвязи типовых угроз инсайдеров

Угроза	Нарушение		
	Конфиденциальность	Целостность	Доступность
Саботаж	Высокое	Низкое	Высокое
Шпионаж	Высокое	Низкое	Низкое
Мошенничество	Среднее	Среднее	Низкое
Сбор данных	Среднее	Отсутствует	Отсутствует

Анализ таблицы (как более подходящей из-за некоторой систематизации, чем приводимое ранее текстовое описание) позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, в случае инсайдерской деятельности в организации, несмотря на пути проведения атак, более всего страдает конфиденциальность защищаемых информационных ресурсов (согласно большим значениям во втором столбце таблицы). Во-вторых, закономерности между степенью влияния угроз на компоненты триады не линейно – какие-то угрозы влияют на целостность сильнее, чем на доступность, какие-

то – наоборот. И, в-третьих, некоторые угрозы (в данном случае одна – сбор данных) и вовсе могут не влиять на нарушения (конфиденциальности и целостности). Таким образом, следуя данной модели можно выбрать наиболее приоритетные для нейтрализации угрозы на основании приоритетности требований по обеспечению безопасности информации [13]; например, для одних организаций на первое место выйдет конфиденциальность информации (например, из банковского сектора), для других – доступность (например, сектор предоставления информации населению), а для третьих – целостность (например, сектор архивного хранения данных).

Заключение

Рассмотрение типовых угроз, реализуемых инсайдерами в организациях, позволило оценить их влияние на последующие классические угрозы из триады конфиденциальности, целостности и доступности. Как следствие, была предложена модель влияния угроз в случае многошаговых атак нарушителя. Анализ последней позволил выявить ряд дополнительных свойств такой достаточно сложно формализуемой и малоизученной области информационной безопасности, как инсайдерская деятельность. Главный вывод, который можно сделать из примера модели – это ее применимость для систематизации особенностей деятельности инсайдеров, позволяющей синтезировать полезные с практической точки зрения выводы.

Продолжением исследования должно стать дальнейшее развитие модели в направлении не только для описания статико-динамических характеристик инсайдеров, но и способов их обнаружения [14].

Список используемых источников

1. Уткин О. В., Власов Д. С., Ильин А. В., Ефременков Е. Ю. Методика оценки деятельности должностного лица ЦУКС МЧС России // Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций : материалы международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 2017). 2017. С. 227–228.
2. Буйневич М. В., Власов Д. С. Аналитическим обзор моделей инсайдеров информационных систем // Информатизация и связь. 2020. № 6. С. 92–98.
3. Израйлов К. Е. Утилита для поиска уязвимостей в программном обеспечении телекоммуникационных устройств методом алгоритмизации машинного кода. Часть 2. Информационная архитектура // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 2. С. 86–104.
4. Израйлов К. Е., Покусов В. В. Утилита для поиска уязвимостей в программном обеспечении телекоммуникационных устройств методом алгоритмизации машинного кода. Часть 3. Модульно-алгоритмическая архитектура // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 4. С. 104–121.
5. Полозюк А. Г., Коняхина С. С. Социальная инженерия – угроза информационной безопасности // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2016. № 29. С. 68–72.

6. Зайцев А. С., Малюк А. А. Разработка классификации внутренних угроз информационной безопасности посредством кластеризации инцидентов // Безопасность информационных технологий. 2016. № 3. С. 20–33.

7. Власов Д. С. Задачи построения системы обеспечения информационной безопасности типового объекта МЧС России // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: сборник научных статей. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция (Санкт-Петербург, 2016). 2016. С. 281–285.

8. Шугаев В. А., Алексеенко С. П. Классификация инсайдерских угроз информации // Вестник Воронежского института МВД России. 2020. № 2. С. 143–153.

9. Какаев Д. В., Девицына С. Н. Совершенствование метода графической аутентификации для защиты от «Плечевого Серфинга» // Научный результат. Информационные технологии. 2020. Т. 5. № 2. С. 25–31.

10. Зайцев А. С., Малюк А. А. Системно-динамическое моделирование угрозы кражи интеллектуальной собственности // Вестник РГГУ. 2015. № 12. С. 70–91.

11. Буркитбаев А. М., Абеуов Р. Р., Баширов А. В. Проблемы защиты информации с учетом человеческого фактора // Проблемы современной науки и образования. 2017. № 19 (101). С. 38–41.

12. Кузнецов М., Симдянов И. Социальная инженерия и социальные хакеры // Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2007. 368 с.

13. Николаев А. В., Михеев В. А. Перспективы многофакторных систем // Защита информации. Инсайд. 2008. № 2 (20). С. 42–46.

14. Буйневич М. В., Власов Д. С. Сравнительный обзор способов выявления инсайдеров в информационных системах // Информатизация и связь. 2019. № 2. С. 83–91.

*Статья представлена доцентом кафедры ЗСС СПбГУТ,
кандидатом технических наук К. Е. Израиловым.*

УДК 004.77
ГРНТИ 49.37.29

СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЛЕТАЮЩЕГО СЕГМЕНТА СЕТИ, ГЛУБОКО ИМПЛЕМЕНТИРОВАННОГО В АРХИТЕКТУРУ СЕТЕЙ СВЯЗИ 5G/IMT-2020 И СЕТЕЙ 2030

А. Н. Волков, В. Н. Коваленко, А. С. А. Мутханна, А. О. Родакова

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

С каждым годом количество устройств с подключением к сети интернет становится только больше. В тоже время новые технологии сетей 5G/IMT-2020 и сетей по-

следующего поколения требуют более низких значений задержек передачи данных. Современные центры обработки данных в будущем возможно не смогут обрабатывать весь объем трафика и одновременно обеспечивать значение задержек передачи данных порядка 1 мс. Для разгрузки ЦОД, а также для уменьшения задержки передачи в данной статье предлагается применять при обработке запросов архитектуру сети с использованием кластеров БПЛА на нижнем уровне и многоуровневой облачной системы МЕС на верхних.

БПЛА, кластер, головной узел, SDN, контроллер, МЕС, Микро-облако, Мини-облако, удаленное облако.

В настоящее время проблемы, связанные с увеличением количества пользовательских устройств и объемами генерируемого ими трафика, становятся наиболее актуальными [1]. Развитие сетей 5G/IMT-2020 и сетей пятого поколения (сети 2030 годов) приведет к активному использованию новых технологий, обладающих высокими требованиями к задержкам передачи, таких как беспилотный автотранспорт и тактильный интернет [1]. Кроме того, количество устройств Интернета вещей на 1 км² будет достигать до 1 млн, что в свою очередь приводит к невозможности обработки всего поступающего трафика ресурсами центров обработки данных (ЦОД).

Для снижения объемов поступающего на ЦОД трафика, а также для уменьшения задержки передачи данных в статье предлагается для задач по обработке запросов (и соответственно трафика) пользователей организовать сетевую архитектуру, основанную на использовании кластеров БПЛА и технологии мобильных граничных вычислений МЕС [1, 2].

Описание предлагаемой сетевой архитектуры

Предлагаемая нами архитектура состоит из четырех уровней. На первом самом нижнем уровне будут располагаться кластеры БПЛА [3, 4]. Уровни со второго по четвертый будут организованы многоуровневой облачной системой МЕС.

В сетевой структуре многоуровневой облачной системы МЕС применяется три вида облаков, микро-облако, мини-облако и удаленное облако или сервер [1, 2]. Микро-облако в данной работе подсоединено к Базовой станции, Мини-облако – к контроллеру базовых станций [1, 2].

Первый уровень многоуровневой облачной системы организован Микро-облаками с небольшими вычислительными и запоминающими ресурсами. Второй – Мини-облака, которые, по сравнению с Микро-облаками, обладают более высокими значениями вычислительных и запоминающих ресурсов. На третьем уровне располагается облако с самыми высокими вычислительными и запоминающими ресурсами – удаленное облако или сервер (Центр обработки Данных – ЦОД).

В сетевой архитектуре технология SDN будет применяться и в кластерах БПЛА, и на участке сети между Мини-облаками и Сервером [3, 5]. Примечание: оркестратор и контроллер SDN, управляющий потоками данных на участке сети между Мини-облаком и сервером, физически могут располагаться в одном месте. Например, в рамках нашей работы можно рассмотреть расположение контроллера SDN и оркестратора в главном вычислительном облаке совместно с центром обработки данных.

Применение технологии SDN для управления потоками данных внутри кластера может быть организовано следующим образом [3, 5]:

1. Контроллер SDN может располагаться на головном узле кластера, и при разряде внутренней батареи БПЛА, функции контроллера будут передаваться новому головному узлу [3, 5].

2. На головном узле кластерах БПЛА будет развернут контроллер SDN в режиме master (ведущий), а на остальных БПЛА кластера – контроллеры в режиме slave (ведомый) [3]. При разряде внутренней батареи головного узла контроллер SDN БПЛА, выбранный новым головным узлом, перейдет в режим master (ведущий). Контроллер SDN предыдущего головного узла кластера БПЛА перейдет в режим slave (ведомый). Данный способ организации расходует меньше пропускной способности каналов связи (в первом способе необходимо было осуществлять миграцию контроллера SDN на новый головной узел кластера), однако данный способ расходует больше вычислительных и запоминающих ресурсов всего кластера БПЛА.

Технология NFV, позволяющая осуществлять виртуализацию вычислительных, запоминающих и сетевых ресурсов, будет также применяться в кластерах БПЛА (например, с помощью данной технологии можно обеспечить виртуализацию контроллера SDN, что также позволит осуществлять динамическую миграцию контроллера SDN по кластеру БПЛА) и на участке сети между Мини-облаками и Сервером [2].

Применение кластеров БПЛА для решения задачи выгрузки трафика в зонах повышенной нагрузки

Для предоставления более эффективного способа выгрузки трафика в зону с повышенной нагрузкой предлагается переместить один из нескольких находящихся в сети кластеров БПЛА [1, 3]. Последовательность действий для выполнения данной задачи будет следующая:

1. Определение зон повышенной нагрузки от потребителей сервисов.
2. Выбор кластера БПЛА для выгрузки трафика в определенной зоне повышенной нагрузки.
3. Обеспечение перемещения выбранного кластера БПЛА в зону повышенной нагрузки.

Формирование кластеров БПЛА

Одной из основных задач при организации сетей БПЛА с кластерной архитектурой можно считать задачу распределения БПЛА по кластерам.

Распределение БПЛА по кластерам может происходить двумя способами.

Когда принадлежность БПЛА к определенному кластеру задается администратором сети. Например, сетевой администратор может самостоятельно распределить БПЛА по кластерам в соответствии с поставленными перед БПЛА задачами (сетевой администратор для распределения БПЛА может использовать и другие критерии).

Когда для распределения БПЛА применяется один из алгоритмов формирования кластеров. В качестве критериев формирования кластеров могут использоваться, например, пространственные координаты БПЛА (x , y , z в метрах или километрах, а также широта, долгота, высота в градусах) и взаимное расположение (расстояние) между ними.

Обработка запросов пользователя на уровне кластеров БПЛА

Обработка запросов пользователя на уровне кластеров БПЛА может осуществляться двумя способами:

1. Будет выбираться устройство с наибольшими доступными ресурсами в кластере БПЛА, способное обработать данный запрос пользователя.
2. На уровне кластеров БПЛА предлагается использовать технологию Туманных вычислений (*Fog Computing*) [6]. Таким образом, для выполнения запроса пользователя на основе доступных ресурсов в кластере БПЛА будут формироваться подкластеры Fog. Предполагается, что за формирование кластеров БПЛА будет ответственен головной узел каждого кластера БПЛА.

Последовательность действий по выбору уровня обработки

Выбор уровня сети для обработки запроса пользователя (один из уровней облачной системы или уровень кластеров БПЛА) предлагается осуществлять на Мини-облаке. Мини-облако на первом этапе будет производить вычисление суммарных затрачиваемых на выполнение задачи пользователя ресурсов, и далее будет сравнивать их с вычислительными ресурсами кластера БПЛА. На данном этапе Мини-облако устанавливает возможно ли выполнить пользовательский запрос средствами кластера БПЛА: в кластере присутствует БПЛА с суммарными ресурсами больше требуемых для выполнения пользовательской задачи (для способа обработки на уровне кластеров БПЛА с использованием только одного устройства) или в кластере БПЛА можно сформировать подкластер Fog, суммарные ресурсы ко-

того также будут выше затрачиваемых на выполнение запроса пользователя (для способа обработки на уровне кластеров БПЛА с использованием технологии *Fog Computing*). Если на уровне кластера БПЛА возможно осуществить обработку запроса пользователя, то данный запрос передается выбранному БПЛА или кластеру Fog. Если на уровне кластера БПЛА невозможно осуществить обработку запроса пользователя, то далее происходит сравнение затрачиваемых на задачу ресурсов с суммарными свободными Микро-облака, из зоны которого запрос пользователя поступил. Если и данное облако не обладает достаточными суммарными ресурсами для выполнения задачи, то на следующем этапе происходит сравнение со свободными ресурсами Мини-облака. Обработка запроса пользователя будет осуществляться на удаленном сервере только если его невозможно обработать ни на одном из других уровнях сетевой архитектуры.

После выбора уровня обработки запросов пользователей определенному вычислительному узлу (головному узлу кластера БПЛА, Микро-облаку, Мини-облаку или Главному облаку) передается информация о необходимых для выполнения запроса ресурсах. Далее на каждом вычислительном узле проверяется, возможно ли выполнить запрос пользователя на данном уровне сети. Если возможно, то вычислительный узел отправляет на Мини-облако подтверждение о возможности обработки запроса, после чего Мини-облако информирует устройство, с которого был отправлен запрос, об успешном выборе одного или нескольких (в случае с кластером *Fog*) вычислительных узлов. На следующем этапе от устройства пользователя к выбранному узлу или группе вычислительных узлов передается основная информация о запросе и осуществляется его выполнение.

После завершения обработки запроса вычислительное устройство должно отправить пользователю подтверждение об успешном выполнении или информацию о возникновении ошибки.

Если от вычислительного устройства выбранного уровня обработки на Мини-облако поступила информация о невозможности выполнения запроса, то Мини-облако перейдет к сравнению затрачиваемых ресурсов с суммарными свободными выше стоящего уровня (относительно выбранного ранее).

Если в процессе выбора уровня обработки было установлено, что ни один из уровней сети не обладает достаточным количеством суммарных свободных ресурсов для осуществления выполнения запроса, то Мини-облако отправит пользователю информация о невозможности выполнения запроса средствами вычислительных узлов сети.

В качестве критериев для подсчета суммарных ресурсов вычислительных облаков (Микро-облака, Мини-облака и Главного облака или Сервера) предлагается использовать CPU, RAM, ROM и пропускную способ-

ность (так как предполагается, вычислительные облака будут обладать постоянным электропитанием, то параметр заряда батареи в данном случае не используется).

Подконтрольные Мини-облаку Микро-облака, а также удаленный сервер должны периодически отправлять информацию о своих свободных ресурсах Мини-облаку. Головные узлы кластеров будут передавать периодически информацию о суммарных свободных ресурсах всех БПЛА своего кластера.

В данной статье была предложена архитектура сети с применением кластеров БПЛА на нижнем уровне и многоуровневой облачной системы МЕС на верхних. Предлагаемая архитектура позволит снизить нагрузки на ЦОД, а также уменьшить задержки передачи при выполнении задач по обработке запросов пользователей. В статье был подробно представлен процесс обработки пользовательских задач предлагаемой многоуровневой архитектуры. Также было рассмотрена возможность применения технологии программно-конфигурируемых сетей SDN в кластере БПЛА и на участке сети между Мини-облаком и удаленным сервером.

Список используемых источников

1. V. Nikolayevich, A. Alzaghir, A. Volkov, A. Muthanna, A. Koucheryavy, Clustering algorithms for UAV placement in 5G and Beyond Networks // 2020 12th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT).
2. Филимонова М. И., Атея А. А., Мутханна А. С. Исследование облачных вычислений в сотовых сетях / Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Т. 5. № 3. С. 45–59.
3. O. S. Oubbati et al.: Omar Sami Oubbati, Mohammed Atiquzzaman, Tariq Ahamed Ahangar, Atef Ibrahim, Softwarization of UAV Networks: A Survey of Applications and Future Trends // IEEE Access, Volume 4, 2020.
4. Шкляева А. В., Киричек Р. В., Кучерявый А. Е. Методы тестирования летающих сенсорных сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 2. С. 43–52.
5. Recommendation Y.3300 Framework of software-defined networking, Geneva. – June 2014.
6. Туманные вычисления. Fog computing. Что такое туманные вычисления и почему без них не построить никакого интернета вещей [Электронный ресурс]. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Туманные_вычисления_\(Fog_computing\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Туманные_вычисления_(Fog_computing)).

УДК 004.056.5
ГРНТИ 81.93.29

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИ НЕКЛОНИРУЕМЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ АУТЕНТИФИКАЦИИ В СРЕДЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

В. Н. Волкогонов, А. А. Казанцев, Г. А. Орлов, Д. Н. Смирнов

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

Традиционные криптографические решения для обеспечения безопасности являются дорогостоящими с точки зрения вычислительных ресурсов (памяти и вычислительной мощности) и энергопотребления. Они не подходят для устройств Интернета вещей, которые имеют ограниченные ресурсы. В связи с этим физически неклонируемые функции (physically unclonable functions) становятся все более популярной технологией построения безопасной аутентификации в этих системах. В этой статье рассматривается протокол аутентификации в беспроводной сенсорной сети на основе PUF.

аутентификация, интернет вещей, физически неклонируемые функции.

С развитием систем Интернета вещей стало возможным проектировать и разрабатывать многофункциональные сенсорные узлы, которые имеют небольшие размеры, низкую стоимость и требуют мало энергии, позволяя при этом обмениваться данными на коротких расстояниях по беспроводной сети. Цель такой беспроводной сенсорной сети (*Wireless Sensor Network – WSN*) состоит в том, чтобы обнаруживать физические и экологические изменения, и передавать полученные данные на центральный узел сети.

Данные сети обладают широким спектром применения. Существуют военные, экологические, медицинские, промышленные приложения, а также системы умного дома.

Аутентификация при рассмотрении данных систем, является наиболее важным шагом для обеспечения безопасности системы [1]. Однако ее обеспечение является сложной задачей в области Интернета вещей, поскольку WSN, как говорилось ранее, это сеть из множества сверхмалых автономных устройств с ограниченными ресурсами. Обычные криптографические решения для обеспечения безопасности за частую не могут быть применены для таких устройств. Основная причина этого заключается в том, что сенсорные узлы имеют очень ограниченное пространство ПЗУ и ОЗУ [2], а также ограниченную вычислительную мощность. Всё это делает невозможным реали-

зацию обычных протоколов безопасности, поэтому для достижения требуемой защищенности необходимо использовать новые механизмы или вносить изменения в то, как реализуются обычные протоколы [3].

Для решения проблемы безопасности устройств с ограниченными ресурсами было рассмотрено несколько подходов. Одним из подходов является построение безопасности поверх ограниченного прикладного протокола (COAP) с использованием DTLS (*datagram transport layer security*) [4]. Вторым подходом считается использование физически неклонлируемые функции (*physically unclonable functions* – PUF), которые благодаря широкому функционалу в области аутентификации и генерации ключей всё чаще используется для задач обеспечения безопасности Интернета вещей.

В доменах Интернета вещей использование PUF вызывает значительный интерес с точки зрения аутентификации, но серьёзным недостатком этого подхода является необходимость хранить пары вызова и ответа на стороне верификатора. Решением этой проблемы может быть периодический сбор новых пар вызов-ответ (*challenge-response pairs* – CRPs) с объектов. В работе рассматривается предположение, что хранение только секретной вычислительной модели PUF вместо пар вызова и ответа в базе данных верификатора на этапе регистрации представляется более эффективным подходом.

Физически неклонлируемые функции

Физически неклонлируемые функции (PUF) – это физические случайные функции, которые обеспечивают определенные выходные данные для физических объектов и которые просты в генерации, но трудны для получения без доступа к объектам, на которых они работают [5]. Для обеспечения надежности системы могут быть разработаны механизмы аутентификации с использованием преимуществ PUF, позволяющих производить конкретные выходные данные для интегрированных устройств и повышающих их устойчивость к физическому копированию [6]. Благодаря этим PUF может внести свой вклад в криптографические приложения многими способами.

Обычно все протоколы аутентификации на основе PUF состоят из двух этапов: этапа регистрации, который выполняется в защищенной среде, и непосредственно самого этапа аутентификации, в течение которого взаимодействие между узлами выполняется по незащищенным каналам связи.

Протокол датаграмм безопасности транспортного уровня

DTLS – это протокол безопасности, который является модификацией протокола TLS для ограниченных приложений и гарантирует взаимную аутентификацию между сервером и клиентом [7]. Данный протокол использует протокол пользовательских дейтаграмм (UDP), который обеспечивает

передачу данных и потребляет меньше ресурсов, позволяя клиентским и серверным приложениям осуществлять безопасную сквозную связь таким образом, чтобы предотвратить прослушивание, модификацию или подделку данных. Основными характеристиками DTLS являются аутентификация, целостность и конфиденциальность. Для того чтобы рукопожатие DTLS было полностью успешным, все пакеты должны быть успешно переданы через транспортный уровень [7]. Потеря данных при передаче во время процесса рукопожатия сопряжена с высокими накладными расходами и большой потерей времени.

На рис. 1 показано «общение» между клиентом и сервером в полном DTLS-рукопожатии. Каждый маршрут содержит группу сообщений, передаваемых между клиентом и сервером. Маршруты 1 и 2 предназначены для защиты сервера от DoS-атак. После получения сообщения приветствия от клиента сервер отвечает с помощью проверки приветствия клиента. Информация о файлах cookie в сообщении ClientHelloVerify, полученном клиентом, должна быть включена в сообщение ClientHello маршрута 3. Информация о файлах cookie является доказательством того, что сообщения сервера могут быть получены клиентом. Сертификат x.509, подписанный алгоритмом подписи RSA, устанавливает идентичность с обеих сторон. Во время рукопожатия это удостоверение используется для целей аутентификации. В данной работе аутентификация, выполняемая с помощью DTLS рукопожатия, основана на криптографическом алгоритме RSA, поскольку он широко используется в сертификатах для стандартной коммуникационной архитектуры в среде Интернета вещей [4].

В данной работе рассмотрен подход к аутентификации с использованием модели PUF, которая обеспечивает компактное решение для устройств Интернета вещей. Было решено рассмотреть модель PUF с использованием структуры нейронной сети, которая может изучать поведение PUF при наличии всех пар CRP для обучения, чтобы устранить ключевую проблему аутентификации на основе PUF.

Для реализации данного подхода, необходимо разработать обученную модель с использованием нейросетевого алгоритма. Также для повышения уровня безопасности аутентификации стоит использовать метод шифрование RC5.

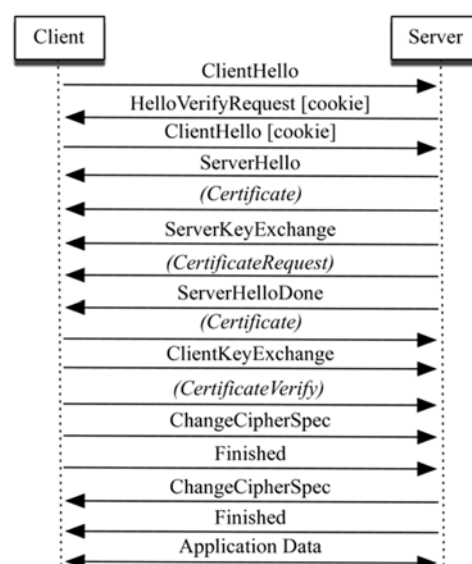


Рис. 1. DTLS рукопожатие между сервером и клиентом

Моделирование PUF может быть реализовано с использованием методов линейного программирования или машинного обучения, таких как машина опорных векторов и нейросетевой алгоритм [5]. Поведение большинства электронных PUFs на основе задержки можно имитировать с помощью программирования, используя преимущества пар «вызов-ответ» и параметра задержки. Поскольку такая связь между вызовом и соответствующим ответом PUF является линейной, то линейное моделирование PUF может быть применено с использованием большого числа CRP.

Вовлеченными объектами в рассматриваемую модель аутентификации являются верификатор и устройство. При реализации этой схемы они соединяются друг с другом, используя UDP-соединение, при этом один из них выступает в роли сервера, а другой в качестве проверяющего. Верификатор включает модель PUF, основанную на нейросетевом алгоритме для каждого устройства, зарегистрированного в системном менеджере.

1) Протокол состоит из двух фаз, а именно регистрации и проверки, показанный на рис. 2.

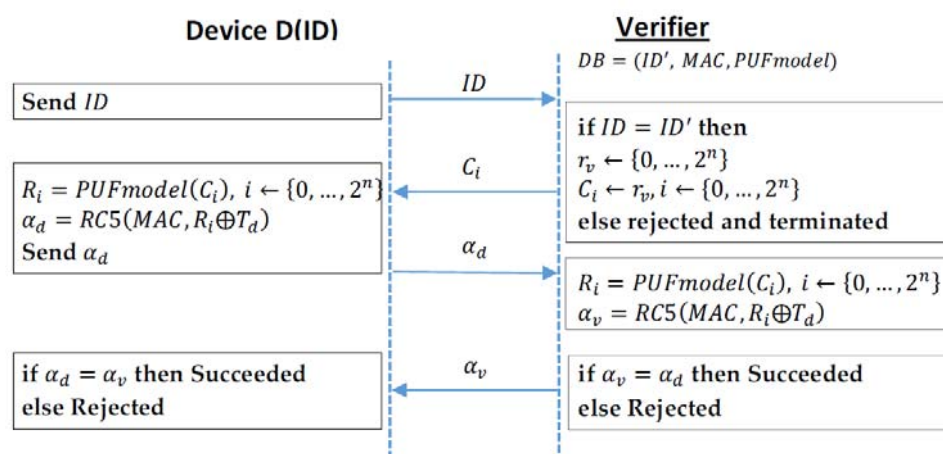


Рисунок 2. Обмен сообщениями между устройством и верификатором

а) Этап регистрации

1. Устройство передаёт свой id верификатору.
2. Верификатор получает id, MAC-адрес клиента и сохраняет его в базу данных.

3. PUF модель сохраняется на устройстве.

Авторизованные MAC-адреса клиентов, соответствующие модели, хранятся в базе данных верификатора, чтобы убедиться, что клиент является устройством, принадлежащим сети.

б) Этап проверки

На этапе проверки устройство связывается с верификатором следующим образом, чтобы доказать, что оно является подлинным устройством.

1. Устройство передаёт свой id верификатору.

2. Устройство проверяется путем просмотра MAC-адреса устройства в базе данных верификатора.

3. На этом этапе верификатор генерирует случайное число, нормализует вызов C_i и отправляет его на устройство.

4. Устройство получает вызов и генерирует ответ Y_i , добавляя временную метку. После этого устройство вычисляет a_d и отправляет верификатору.

5. Верификатор вычисляет ответ R_i , добавляя временную метку, а также вычисляет a_v и проверяет, совпадает ли сообщение, с тем, что отправило устройство. Верификатор также проверяет подлинность информации в содержании и актуальность. Проверка актуальности просто основана на вычислении разницы во времени.

Это говорит о том, что полученная информация является актуальной, и это гарантирует, что злоумышленник не вмешивался в ход работы устройства. Если проверка прошла успешно и данные актуальны, устройство аутентифицируется, в противном случае устройство отклоняется и остаётся неавторизованным.

Заключение

В работе были рассмотрены преимущества PUF для обеспечения безопасности устройств интернет вещей. Для разработки безопасного и экономически эффективного решения для аутентификации подключенных устройств была предложена модель на основе физически неклонировуемой функции, способная к машинному обучению по средствам пар CRP, и которая составляет основную идею предлагаемого метода аутентификации.

Список используемых источников

1. Пестов, И. Е., Сахаров, Д. В., Сергеева, И. Ю. Чернобородов, И. С. Выявление угроз безопасности информационных систем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2017). Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. 2017. С. 525–527.

2. Сахаров, Д. В., Гельфанд, А. М., Казанцев, А. А., Пестов, И. Е. Использование математических методов прогнозирования для оценки нагрузки на вычислительную мощность IoT-сети // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2020. №. 2.

3. Гельфанд А. М., Казанцев, А. А., Красов, А. В., Орлов, Г. А. Исследование распределенного механизма безопасности для устройств интернета вещей с ограниченными ресурсами // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). X Юбилейная Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. 2020. С. 321–326.

4. Haroon A. et al. E-Lithe: A lightweight secure DTLS for IoT // 2017 IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall). IEEE, 2017. PP. 1–5.

5. Бельский В. С. и др. Физически неклонировуемые функции в криптографии // International Journal of Open Information Technologies. 2020. Т. 8. №. 10.

6. Ярмолик В. Н., Вашинко Ю. Г. Физически неклонированные функции // Информатика. 2018. №. 2 (30). С. 92–103.

7. Panwar M., Kumar A. Security for IoT: An effective DTLS with public certificates // 2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications. IEEE, 2015. PP. 163–166.

УДК 004.942

ГРНТИ 28.17.19

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ

А. В. Галенко, А. В. Дагаев

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

Аннотация

Рассматривается имитационное моделирование для анализа состояния систем. Целью исследования является определение коэффициента готовности элемента с заданной стратегией функционирования. Все рассматриваемые характеристики и алгоритмы описаны подробным образом. Моделирование случайных величин нормального распределения происходит с помощью преобразования Бокса – Мюллера, Моделирование экспоненциального распределения осуществляется с помощью метода обратной функции. Приведены описания и характеристики данных методов. Имитационная модель позволяет рассчитывать неасимптотический и асимптотический коэффициент готовности.

Введение

На сегодня известен ряд источников, посвященных моделированию систем и процессов. В источнике [1] описаны методы и инструментальные средства визуального моделирования; в книге [2] описан общий способ построения имитационных моделей; в источниках [3, 4] представлены основные понятия моделей, видов моделирования, выполнена классификация методов, рассмотрены математические методы позволяющие решать разнообразные задачи; в источнике [5] даны основные понятия теории случайных процессов и надежности, рассмотрены методики восстановления постепенных и внезапных отказов, проведен анализ надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем, показаны подходы определения характеристик сетевых структур.

В наше время мало внимания уделяется неасимптотическим моделям и моделированию состояния системы в реальном времени, именно поэтому наши исследования посвящены вопросам имитационного и аналитического моделирования.

Описание математической модели

Модель предполагает наличие встроенного контроля с обнаружением отказов в системе и ее полное восстановление. В случае отказа, система подвергается ремонту и находится в простое до момента восстановления. Представим стратегию функционирования системы. В начальный момент времени $t_0 = 0$ система начинает работать и коэффициент готовности имеет максимальное значение. Система работает до отказа – ξ_i , далее выполняется восстановление, которое длится промежуток времени – $\eta_{i,fr}$. После восстановления – τ_{ir} система продолжает свою работу до очередного момента отказа, далее происходит восстановление и переход в работоспособное состояние. Такой цикл повторяется до выбранного момента времени t . Представленная стратегия отображена на рис.1.

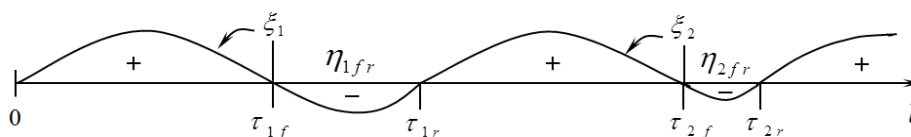


Рис. 1. Стратегия, учитывающая встроенный контроль

Плюсы и минусы представленные выше обозначают периоды работы и ремонта системы; ξ_i – i -ую наработку до отказа; $\eta_{i,fr}$ – длительность проведения i -го аварийного восстановления; τ_{if} и τ_{ir} – интервалы времени от начала работы до i -го отказа и i -го восстановления. Данные величины можно записать через ряд других случайных величин:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_{0r} = 0; \\ \tau_{1f} = \xi_1 \\ \tau_{1r} = \xi_1 + \eta_{fr} \end{array} \right\}; \left\{ \begin{array}{l} \tau_{2f} = \tau_{1r} + \xi_2 \\ \tau_{2r} = \tau_{1r} + \xi_2 + \eta_{fr} \end{array} \right\}; \left\{ \begin{array}{l} \tau_{if} = \tau_{i-1,r} + \xi_i \\ \tau_{ir} = \tau_{i-1,r} + \xi_i + \eta_{fr} \end{array} \right\}.$$

Коэффициент готовности представляет собой сумму вероятностей нахождения системы в работоспособном состоянии:

$$K(t) = \sum_{i=1}^{\infty} P(\tau_{i-1,r} < t < \tau_{i,f}) = P_1(t < \xi_1) + \sum_{i=1}^{\infty} P(\tau_{i,r} < t < \tau_{i+1,f}) = (1 - F_{\xi}(t)) + \sum_{i=1}^{\infty} P(\tau_{i,r} < t < \tau_{i+1,f}). \quad (1)$$

Выполнив некоторые преобразования, получим свертку, сделав обратное преобразование Лапласа, получим уравнение неасимптотического коэффициента готовности системы. Таким образом, коэффициент готовности может быть записан в следующем виде:

$$K(t) = [1 - F_{\xi}(t)] + \int_0^t f_{\eta_{fr}}(x) \int_0^{t-x} f_{\xi}(y) K(t-x-y) dy dx, \quad (2)$$

где $f_{\eta_{fr}}(x)$, $f_{\xi}(y)$ – плотность распределения случайной величины отказа и восстановления; $F_{\xi}(t)$ – функция распределения времени отказа.

Уравнение асимптотического коэффициента готовности находится при условии $t \rightarrow \infty$ и может быть выведено из данного уравнения. Асимптотический коэффициент готовности является отношением математического ожидания времени отказа к сумме математических ожиданий времени отказа и восстановления.

$$K_a = \frac{M(\xi)}{M(\xi) + M(\eta_{fr})}. \quad (3)$$

Моделирование законов распределения

При генерации случайной величины использовался метод Бокса-Мюллера. Метод удобен тем, что позволяет получить две независимо распределенные случайные величины с нулевым М. о. и единичной дисперсией. Ниже представлены формулы генерации случайных величин по данному методу.

$$X_1 = R_1 \sqrt{\frac{-2 \ln D}{D}}; \quad X_{20} = R_2 \sqrt{\frac{-2 \ln D}{D}}$$

где R_1 и R_2 – искомые значения, $D = R_1 + R_2$, где R_1 и R_2 – равномерно распределенные случайные величины на отрезке $(-1, 1)$. Следует отметить, что для представленных случайных величин должно выполняться условие $D \in [0..1]$.

Далее происходит переход к общему нормальному распределению по формуле:

$$\varepsilon_i = m + \sigma X_i, \quad (4)$$

где m – математическое ожидание, σ – стандартное отклонение.

Данный метод позволяет быстро получить случайную величину, его сложность составляет $O(n)$.

Выполним моделирование случайной величины по экспоненциальному закону. Общеизвестные законы плотности распределения и функции восстановления представлены ниже:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (5)$$

где λ – параметр экспоненциального распределения, имеющий размерность c^{-1} .

Представим вывод случайной величины ε_i по экспоненциальному закону

$$\begin{aligned}R &= 1 - e^{-\lambda t}, \\ \ln(1 - R) &= \ln(e^{-\lambda t}) \\ \ln(1 - R) &= -\lambda t \\ t &= -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - R).\end{aligned}\quad (6)$$

Так как распределение $\ln(1 - R)$ является аналогичным R , упростим выражение (6):

$$t_i = -\frac{1}{\lambda} l_{n(R_i)}, i = 1, N. \quad (7)$$

Сложность данного алгоритма такая же как в предыдущем случае. Если представленный метод сравнить его с методом касочной аппроксимации, то он является более простым и экономичным, так как не зависит от частоты подпадания случайной величины на интервал и его ширины. Также данный метод требует существенного увеличения объема используемой памяти для хранения интервалов и частот при моделировании большого числа случайных величин. Таким образом простота первого метода позволяет быстрее выполнять моделирование с меньшими временным и накладными затратами.

Расчет показателей надежности

Рассмотрим результаты моделирования, представленного на рис. 2. Нормальное распределение времени отказа и восстановления было взято в качестве основного распределения.

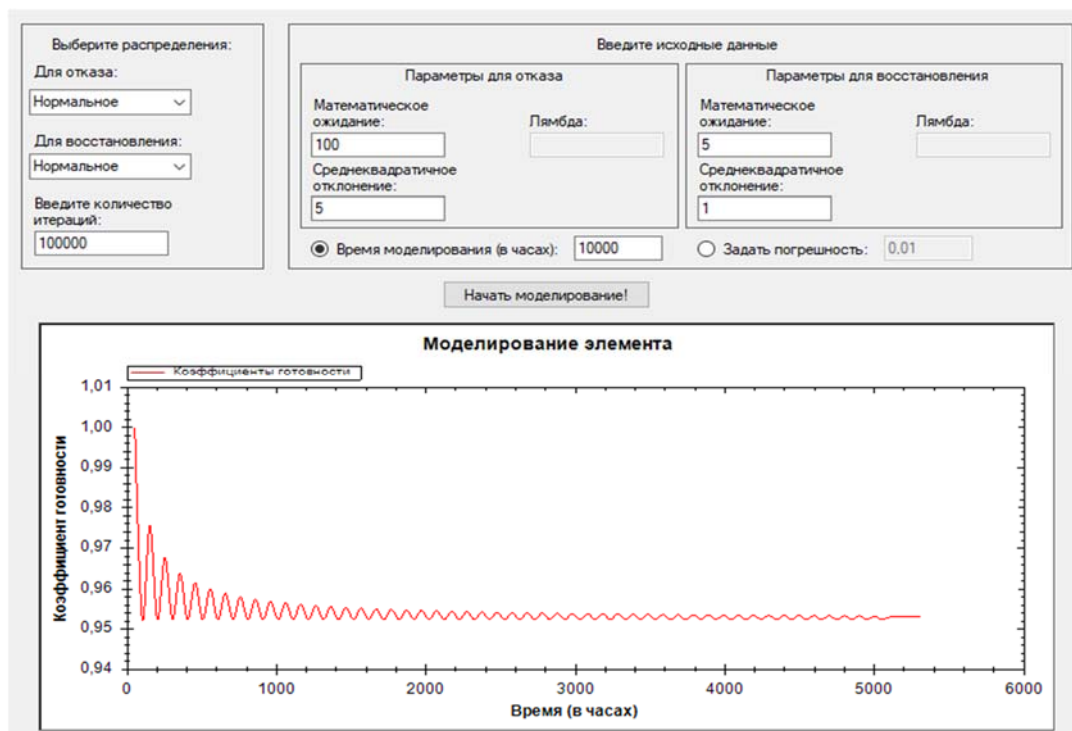


Рис. 2. Результаты моделирования

Математическое ожидание времени отказа было взято равным 100 часам, среднеквадратичное отклонение равно пяти часам. М. о. восстановления = 5 часам, среднеквадратичное отклонение равнялось одному часу. Время моделирования равнялось 10000 часам, а количество итераций было равно 100000. Была разработана программа для моделирования стратегии функционирования с отказами и восстановлениями элемента. На рис. 2 показано, что асимптотика началась после 5000 часов работы элемента, коэффициент готовности при этом был равен примерно 0,952 м. Колебательный процесс обусловлен периодами отказа и восстановления и со временем уменьшается, из чего можно сделать вывод, что к определенному моменту времени, значение коэффициента готовности будет стремиться к асимптотическому состоянию, которое является константой.

Выводы

В результате проведенных вычислений были получены следующие результаты:

- сделано математическое описание модели функционирования элемента со встроенным контролем
- описаны и реализованы методы моделирования случайных величин;
- разработана имитационная модель расчета коэффициента готовности элемента с заданными характеристиками законов времени отказа и восстановления.

Представленная модель может применяться для расчета характеристик надежности технических и программных систем.

Список используемых источников

1. Черткова Е. А. Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем : учебник для академического бакалавриата. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2019. 147 с.
2. Кобелев Н. Б., Половников В. А., Девятков В. В., Имитационное моделирование : учебное пособие. М. : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2013. 368 с.
3. Волкова В. Н. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. Москва : Издательство Юрайт, 2019. 450 с.
4. Стельмашонок Е. В. Моделирование процессов и систем: учебник и практикум для академического бакалавриата / под редакцией Е. В. Стельмашонок. Москва : Издательство Юрайт, 2019. 289 с.
5. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход : учебник. М. : Радио и связь, 1998. 392с.

УДК 004.056.52
ГРНТИ 20.15.05

ДОСТУП К IP-КАМЕРАМ КАК ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМА СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

И. В. Гвоздков, М. Д. Поведайко

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

Рассматриваются методы и способы доступа к конфиденциальной информации и её защита.

Защита, доступ к информации, противодействие взлому информационных систем.

В настоящее время системы видеонаблюдения применяются повсеместно для охраны периметров специальных учреждений, для наблюдения за частной собственностью, а также за детьми. За последнее десятилетие системы видеонаблюдения достаточно качественно эволюционировали, кроме того, серьёзно модернизированы системы видеофиксации и документирования информации. Произошла смена интерфейсов передачи видеосигнала, а также кардинально изменилась система взаимодействия всех систем.

Однако проблемы информационных систем видеонаблюдения остаются прежними:

1. Сложность построения системы.
2. Задержки при передаче информации.
3. «Случайности» удаления данных или самостоятельной переконфигурации системы.
4. Полный или частичный отказ узлов и компонентов.

Конечно, современные системы видеонаблюдения строятся по следующим принципам (при наличии грамотного персонала):

1. Резервирование электропитания для всех узлов и компонентов.
2. Разделение прав доступа для устройств и компонентов.
3. Оптимизация оборудования и достаточность и т. д.
4. Физическая защита оборудования.

В современных системах видеонаблюдения подлежат защите следующие элементы:

1. Идентификаторы пользователя и пароли.
2. Неиспользуемые порты.
3. Кабельное хозяйство и все оконечные устройства в целом.

Отдельно необходимо упомянуть про контроль активности сетевого окружения. Достаточно часто бывает так, что система видеонаблюдения является частью ЛВС предприятия или организации. Разберём подробнее ситуацию, когда система видеонаблюдения имеет выход в интернет.

Во всемирной паутине (даже не пересекая черту *darknet*) большое количество подобных форумов (рис. 1), где пользователи сети делятся подобными сообщениями.

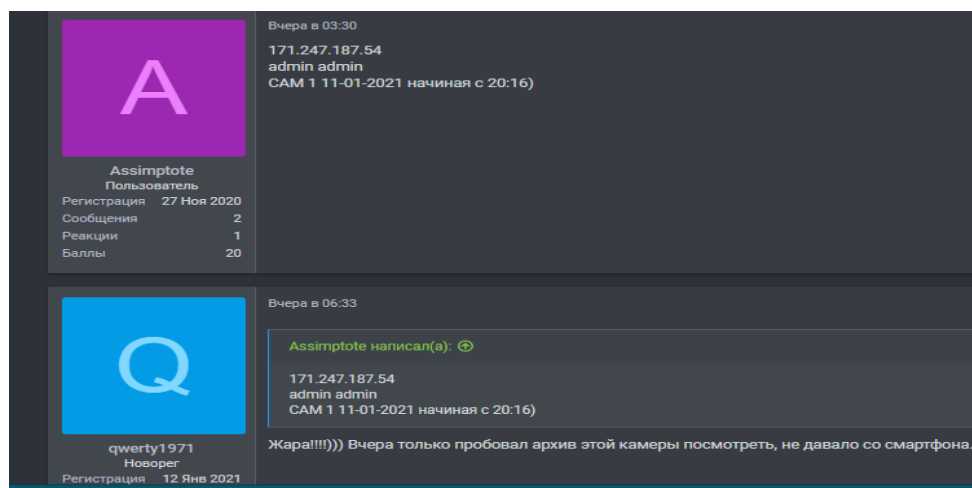


Рис. 1. Пример сообщений форума «[https://bhf.im/...](https://bhf.im/)»

Отдельное сообщение вызвало особый интерес (рис. 2).

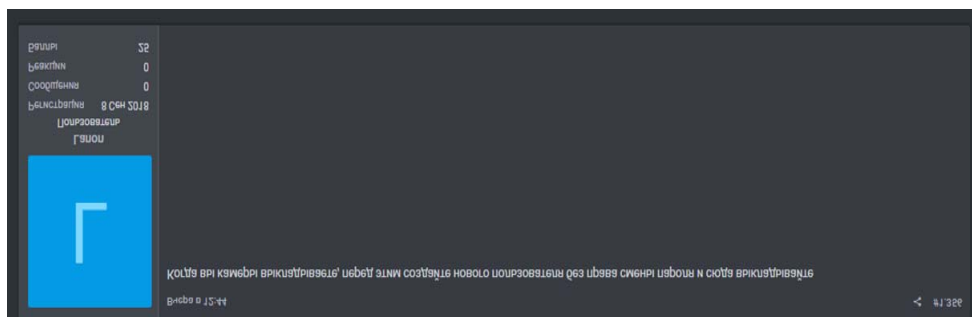


Рис. 2. Пример сообщения форума «[https://bhf.im/...](https://bhf.im/)», пользователь Lanon

Как следствие, напрашивается вопрос о соблюдении норм приличия, поскольку сторонние пользователи просматривают содержимое чужих камер, что кардинально влияет на безопасность объекта наблюдения, так как для доступа к камере необходимо иметь имя доступа и пароль. Проанализировав в форумах темы доступа к IP-камерам, было установлено, что пароли к устройствам видеонаблюдения там попадают весьма разнообразные, от простых, приведённых на рисунке 1 выше, до весьма замысловатых и достаточно длинных, составленных по всем правилам. Сервисы по взлому пароля существуют, их краткое описание можно найти на страницах интернет-ресурса Хабр [1]. Для взлома пароля приведёнными ресурсами, допустим

из 5 цифр, понадобится около 8 дней, а для пароля из букв и цифр время взлома увеличивается и может варьироваться от года для нескольких десятков лет, не говоря уже о паролях со спецсимволами.

Для решения этих вопросов было принято решение воспользоваться сервисом Shodan [2].

Посредством команды `realm="GoAhead", domain=":81"` (рис. 3) выводим на отображение список камер, передающих видео по порту 81. Необходимо упомянуть, что порт может быть любой.

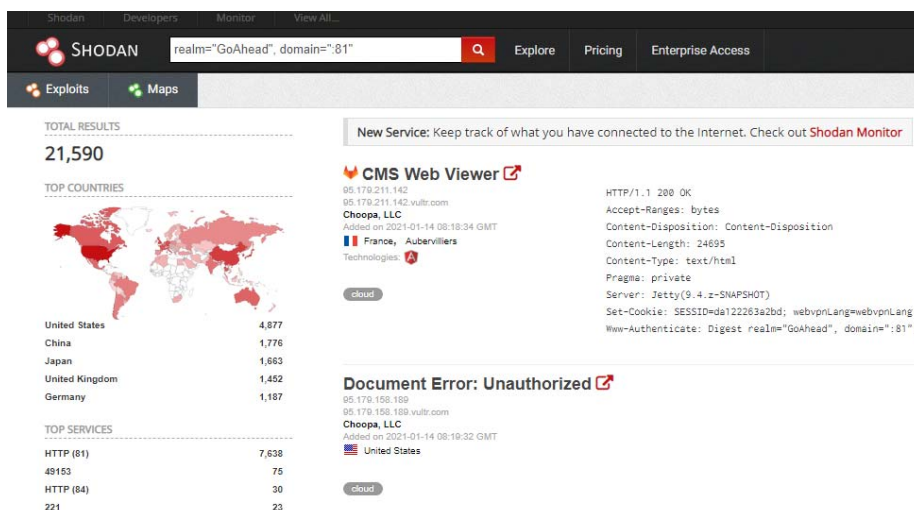


Рис. 3. Диалоговое окно программы Shodan

В нашем случае это будет выглядеть следующим образом: `181.163.1.209:81/system.ini?loginuse&loginpas`. Получаем ответ в виде файла, открываем его (рис. 4, 5).



Рис. 4. Файл system

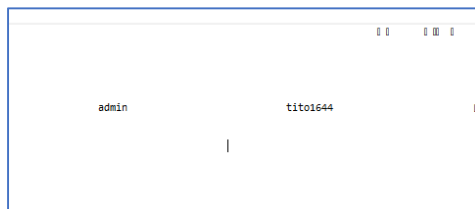


Рис. 5. Файл system. Фрагмент

К сожалению, во многих IP-камерах есть уязвимость, о которой производители умышленно умалчивают. Получив такой файл `system`, уже

не важна сложность сгенерированного пароля. Выполнив следующую команду (рис. 6), моментально получаем доступ к камере.

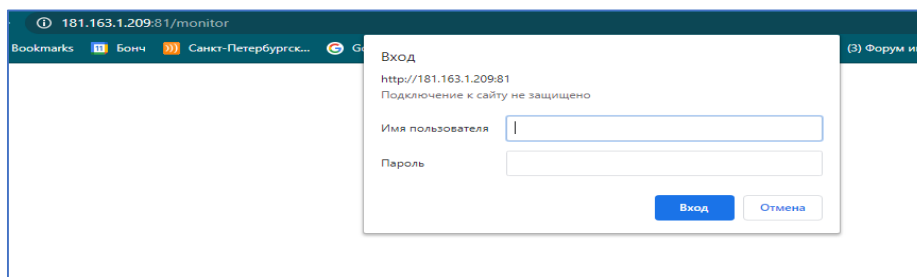


Рис. 6. Получение доступа в IP-камере

Дальнейшие действия с «tito1644» проводить нецелесообразно, неэтично, да и незаконно, однако можно утверждать, что мы уже проникли в его систему видеонаблюдения и можем делать там всё, что нам вздумается (создавать новых пользователей без права смены пароля).

Подводя итоги, необходимо сказать, что, если IP-камера имеет доступ в интернет, она уязвима. Такого существенного недостатка лишены лишь локальные системы, которые не имеют связи с внешним миром или обращение к камере которых блокирует антивирус. Разработчикам в ходе проектирования и построения систем видеонаблюдения нужно максимально заботиться о локальности системы, а также о закрытии портов доступа, что значительно усложнит нежелательный доступ в систему.

Список используемых источников

1. Электронный ресурс <https://habr.com/ru/post/67375/> (дата обращения 10.01.2021).
2. Электронный ресурс <https://networkguru.ru/kak-ispolzovat-poiskovik-shodan/> (дата обращения 10.01.2021).

УДК 004.512.3
ГРНТИ 20.15.13

СОЗДАНИЕ ЧАТ-БОТА В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

В. Г. Гончаров, А. В. Дагаев, С. И. Иванов, А. М. Трофимов

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

В наше время люди пытаются автоматизировать процессы различного человеческого труда для удобства и увеличения свободного времени. Например, однообразную работу по написанию расписания может вместо человека делать программа. В статье

описывается процесс автоматизации работы расписания репетиций музыкальных групп сообщества университета.

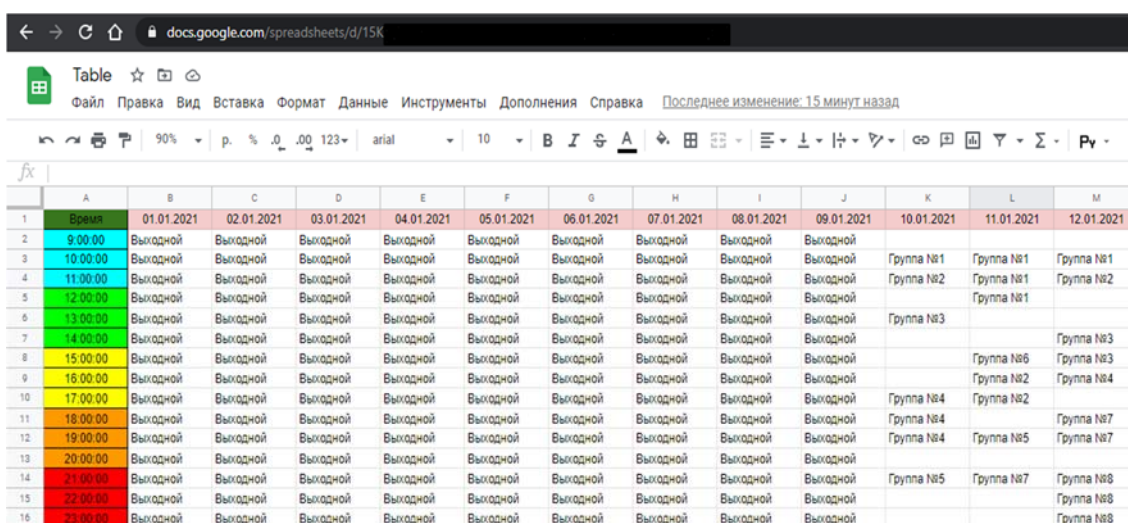
python, google таблицы, ВКонтакте, чат-боты, расписание.

Чат-бот (англ. *chatbot*) – это программа, которая имитирует реальный разговор с пользователем. Чат-боты позволяют общаться с помощью текстовых или аудио сообщений на сайтах, в мессенджерах, мобильных приложениях или по телефону [1].

В ходе разработки было уделено внимание процессу исходной работы с таблицей, с целью заменить все действия редактора, занимавшегося ее администрированием и подготовкой для использования, действиями программы. Площадкой для её осуществления была выбрана социальная сеть “ВКонтакте”, в которой располагается сообщество “Bonch.music” и в которой было зарегистрировано наибольшее количество ее резидентов. Бота была решено встроить в группу репетиционной точки для удобства.

Python – высокоуровневый язык программирования общего назначения, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемости кода. Синтаксис ядра Python минималистичен. В то же время стандартная библиотека включает большой набор полезных функций [2].

Выбор данного языка для проекта связан с тем, что существует официальная документация от разработчиков VK и Google по работе с VK API и Google таблицами (рис. 1) именно на языке программирования Python (при работе с Google Sheets использовался формат JSON (рис. 2)) [3]. Также этот язык программирования имеет обширное количество библиотек, он довольно гибок и прост в использовании, у него очень простой и понятный синтаксис, что удобно при срочном изменении кода программы.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Время	01.01.2021	02.01.2021	03.01.2021	04.01.2021	05.01.2021	06.01.2021	07.01.2021	08.01.2021	09.01.2021	10.01.2021	11.01.2021	12.01.2021
2	9:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной
3	10:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №1	Группа №1	Группа №1
4	11:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №2	Группа №1	Группа №2
5	12:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №1	
6	13:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №3		
7	14:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной		Группа №3
8	15:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №6	Группа №3
9	16:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №2	Группа №4
10	17:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №4	Группа №2	
11	18:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №4	Выходной	Группа №7
12	19:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №4	Группа №5	Группа №7
13	20:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной		
14	21:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Группа №5	Группа №7	Группа №8
15	22:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной		Группа №8
16	23:00:00	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной	Выходной		Группа №8

Рис. 1. Пример заполнения Google таблицы с расписанием (в интервале A2-A16 – занимаемое время суток, в интервалах B2-AF (AE, AD) – занимаемая дата)

```
def output_group(ax, mon):  
    values = service.spreadsheets().values().get(  
        spreadsheetId = spreadsheet_id,  
        range = mon+'!' + ax,  
        majorDimension = 'COLUMNS'  
    ).execute()  
    return values
```

Рис. 2. Пример функции считывания текста из ячейки Google таблицы

PyCharm – интегрированная среда разработки для языка программирования Python. Предоставляет средства для анализа кода, графический отладчик, инструмент для запуска юнит-тестов [4]. Она была выбрана исходя из того, что она одна из самых удобных для работы. и Ниже представлена блок-схема программы чат-бота (рис. 3).

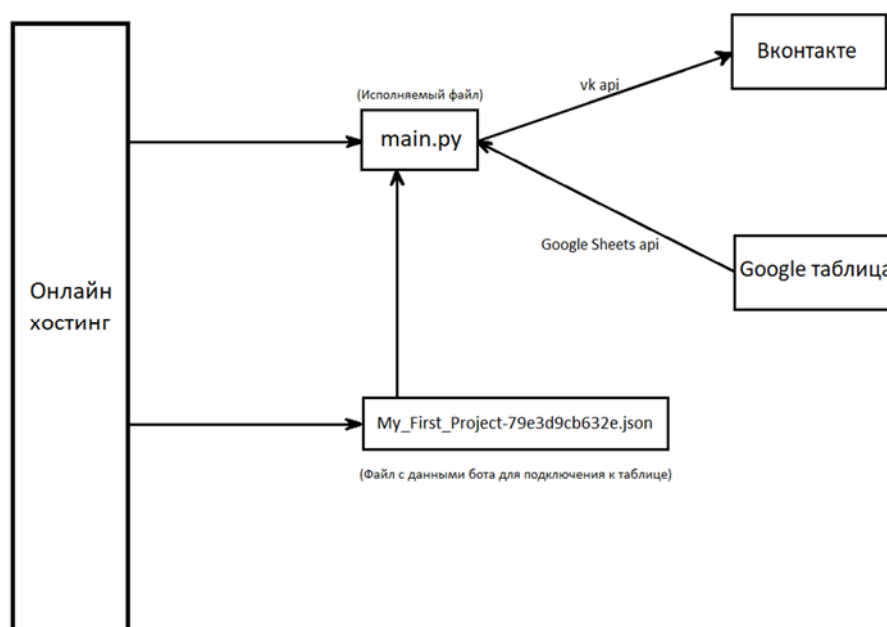


Рис. 3. Блок-схема работы программы чат-бота

При первом взаимодействии с ботом программа проверяет, есть ли пользователь, вошедший в чат, в системе. Далее, если он не взаимодействовал с программой ранее, то она предлагает ему две кнопки: посмотреть расписание или зарегистрироваться (рис. 4).

Если пользователь нажимает первую кнопку, то программа предлагает ему выбрать

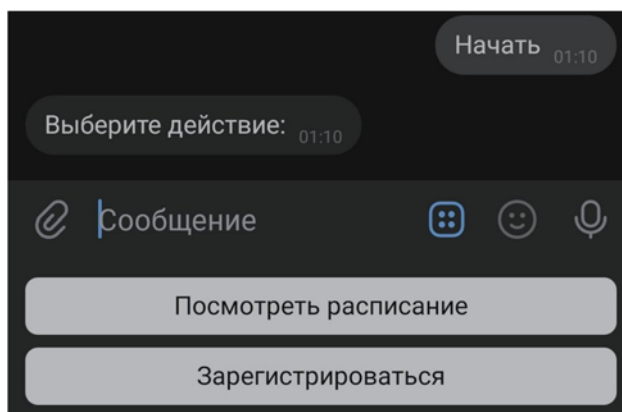


Рис. 4. Первые кнопки, что видит пользователь при начале общения с чат-ботом

месяц и число и, взаимодействуя с таблицей, отправляет ему соответствующее расписание на выбранную им дату (рис. 5).

Если же пользователь нажимает на вторую кнопку, то программа просит ввести название его группы и записывает это название в систему. Далее пользователь может посмотреть расписание или удалить созданный им аккаунт.

Таким образом, в результате проделанной работы, был разработан алгоритм для составления и вывода расписания репетиций музыкальных групп, в функции которого входит:

- хранение названий групп и информации о них;
- возможность вывода расписания репетиций на конкретный день в ближайшие 2 месяца;
- возможность регистрации новой группы в системе, или удаления группы из системы;
- круглосуточная работа программы с помощью онлайн-хостинга.

Задачи, которые находятся в процессе выполнения:

- расширение хранения расписания с двух месяцев до двенадцати месяцев.
- оптимизация скорости работы программы;
- возможность вывода расписания на неделю/месяц в одном сообщении.

Список используемых источников

1. Что такое Чат-Бот: Определение и руководство [Электронный ресурс]. URL: <https://sendpulse.com/ru/support/glossary/chatbot> (дата обращения 25.12.2020).
2. Python [Электронный ресурс] // Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Python> (дата обращения 24.12.2020).
3. VK Developers. Документация об использовании API для сообщений сообществ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oracle.com/ru/chatbots/what-is-a-chatbot/> (дата обращения 20.12.2020).
4. PyCharm [Электронный ресурс] // Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PyCharm> (дата обращения 24.12.2020).

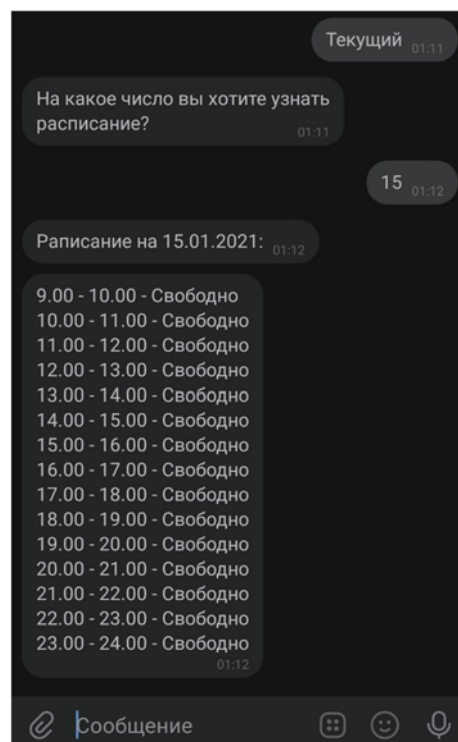


Рис. 5. Расписание на 15 января, отправленное ботом пользователю

УДК 004.722
ГРНТИ 49.33.29

ПОДХОДЫ К ВИРТУАЛИЗАЦИИ СЕТЕЙ МОБИЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ СВЯЗИ ПОКОЛЕНИЯ 4/5G

А. К. Гринева, С. М. Елисеев

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

Технология виртуализации сетевых функций обеспечивает гибкость разворачивания сложных аппаратных решений на базе неспециализированного серверного оборудования. Представленная статья освещает широту сфер применения данной технологии в сетях операторов мобильной связи, а также актуальность и ключевую роль данной концепции в сетях 5G.

NFV, 4G, 5G, MVNO.

Ежегодное увеличение потребляемого трафика на одного пользователя сети вынуждает операторов связи наращивать мощности не только в рамках необозримого будущего для удовлетворения нужд потребительского Интернета вещей, но и сегодня, в погоне за набирающим обороты пользовательским спросом.

Согласно статистике последних десяти лет, собранной средствами Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (рис. 1), темпы роста спроса на мобильный интернет сегодня значительно опережают спрос на фиксированный доступ (среднегодовой прирост в 68 % и 23 % соответственно по итогам 2019 года) [1].



Рис. 1. Динамика интернет-трафика [1]

Аналогичные тенденции наблюдаются и в юридической регистрации новых абонентов (рис. 2). 96,4 подключений на 100 человек населения, пользующихся мобильным интернетом, говорит о приближении к тому переломному моменту, когда на каждого пользователя будет регистрироваться не одно, а несколько мобильных устройств, а далее их численность грозит увеличиваться кратно.

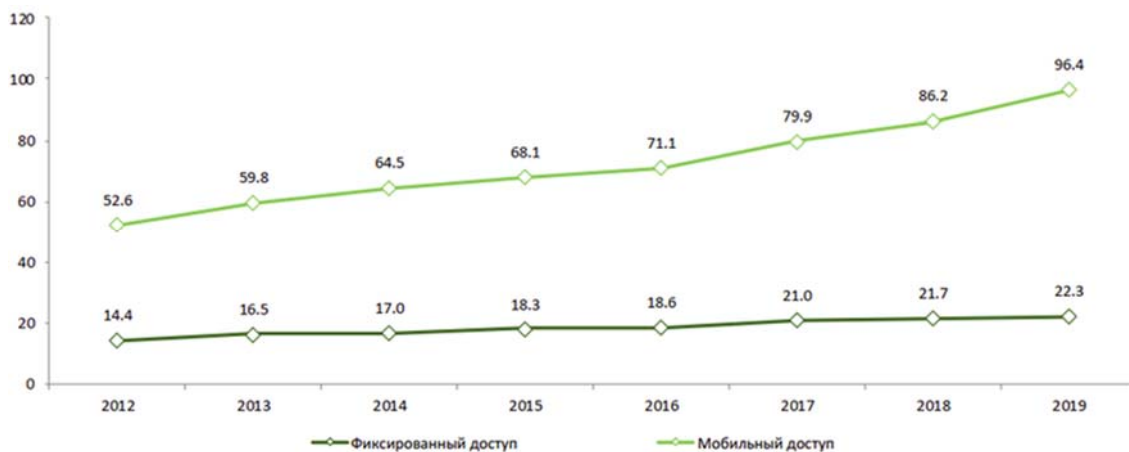


Рис. 2. Количество абонентов широкополосного доступа на 100 человек [1]

В свою очередь, можно с уверенностью говорить, что идентичная динамика наблюдается во всем мире. В отчете «Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022» утверждается, что это закономерные последствия улучшения качества сетей связи и уровня предоставления услуг, а также постепенное распространение концепции IoT в широкие массы [2].

В связи с этим, научное техническое сообщество единогласно в том, что для удовлетворения экспоненциально растущего спроса на трафик необходим диаметрально иной подход к построению сетей. Технологии виртуализации играют здесь одну из ключевых ролей.

NFV (*Network Function Virtualization*) – технология, позволяющая специализированные функции, ранее доступные только в качестве проприетарных аппаратных комплексов, запустить в качестве программного обеспечения на базе стандартных общедоступных вычислительных ресурсов [3].

Уже сегодня виртуализация широко применяется в IT сфере для решения множества специфичных проблем, таких как балансировка трафика, резервирование, повышение эффективности использования аппаратных ресурсов.

Одним из ярких примеров коммерческого преимущества использования NFV в мобильных сетях является концепция виртуальных мобильных операторов связи (MVNO), в рамках которой открываются совершенно новые возможности для совместного использования операторских сетей.

До недавнего времени ядро сети оператора мобильной связи подразумевало закупку дорогостоящего оборудования, однако с приходом виртуализации ситуация меняется. Применение технологии виртуализации на уровне ядра мобильной сети преследует совершенно иные цели. Каждый элемент из операторского стека может быть представлен в качестве виртуальной функции, выполняющей определенные задачи. На рис. 3 показано исполнение ядра сети 4G с использованием технологии NFV.

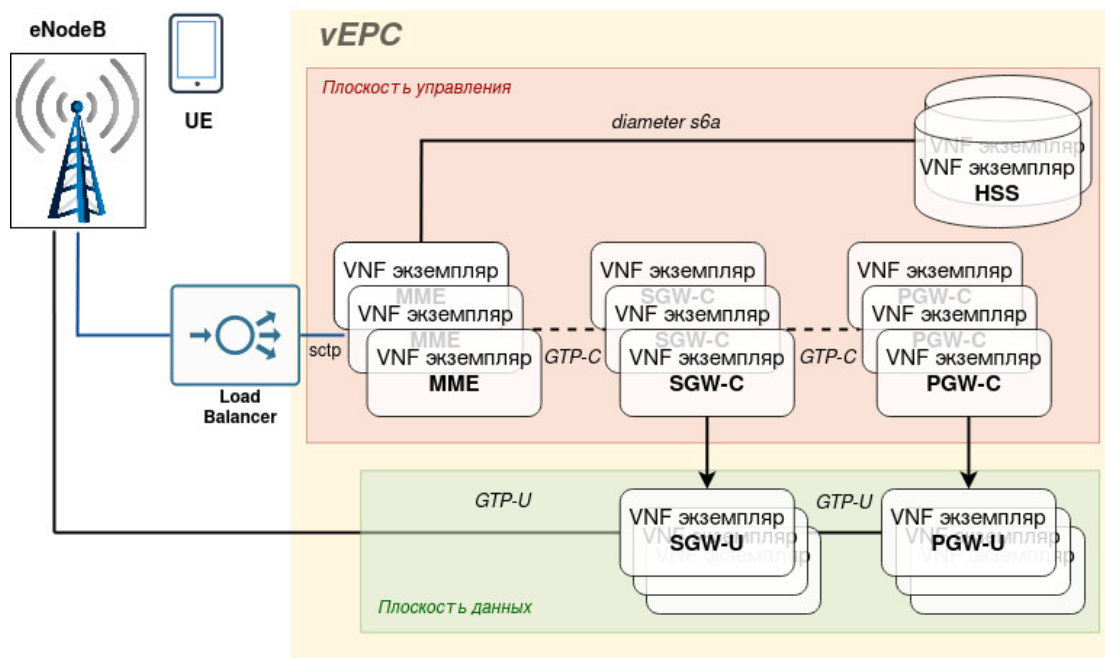


Рис. 3. Архитектура виртуального ядра мобильной сети 4G

Виртуальная функция имеет свой жизненный цикл, согласно которому функция может быть развернута, обновлена, мигрирована, скопирована и удалена. За размещение и эффективность работы виртуальных функций в рамках сервисной цепочки отвечает NFV-Оркестратор, используя информацию OSS/BSS систем оператора [3].

Технология NFV лежит в основе сетей следующего поколения – 5G, которые обеспечат единую технологическую платформу для приложений с различными требованиями к параметрам качества обслуживания. Согласно стандарту 3GPP, архитектура базовой сети 5G включает совокупность функциональных модулей базовой сети и сетевых интерфейсов, соединяющих эти модули. Сетевые элементы 5G реализованы в виде виртуальных сетевых функций (рис. 4) [4].

Построение сетей на базе технологий виртуализации открывает двери для принципиально новой концепции – Network Slicing, которая позволяет конфигурировать и повторно использовать виртуальные сетевые функции в каждом логическом сетевом сегменте (*slice*) для обслуживания конкретного приложения с целью эффективной реализации сетевых услуг. Задача

УДК 654.739
ГРНТИ 49.33.29

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОТБОРА ДЕДУПЛИЦИРОВАННЫХ ДАННЫХ В УСЛОВИЯХ НЕПРЕРЫВНОГО ПОСТУПЛЕНИЯ В БАЗУ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИИ О НОВЫХ ТОВАРАХ

К. Э. Есалов, А. Д. Онищук, В. В. Янин

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

Изучение концепции дедупликации данных. Каковы методы для этого типа резервного копирования? И принципы их работы.

Анализ концепции базы данных. Несколько слов о SQL. Как происходит непрерывный поток новых данных в базу данных. Как дедупликация данных и непрерывное обновление базы данных могут взаимодействовать. Какие конфликты возможны при совместной реализации дедупликации и непрерывного обновления базы данных.

дедупликация, база данных, непрерывный поток.

В преддверии написания дипломной работы по теме «Исследование методов отбора дедуплицированных данных в условиях непрерывного поступления в базу данных информации о новых товарах» разберем, что есть дедупликация данных, ее методы отбора, какие бывают базы данных и как происходит непрерывное поступление в них данных [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Дедупликация данных

Затрагивая тему дедупликации для начала раскроем понятие, что этот процесс из себя представляет. А дедупликация данных – это процесс, который устраняет избыточные копии данных и снижает накладные расходы на хранение информации. Таким образом, эта технология направлена на оптимизацию емкости хранилища. Не зависимо от метода, дедупликация данных обеспечивает сохранение на носители только одной уникальной единицы информации. В связи с этим, важным моментом данной технологии является уровень детализации. Дедупликация может выполняться на уровне файлов, блоков и байтов. Каждый способ имеет свои достоинства и недостатки. То есть простыми словами дедупликация – это процесс оптимизации создания резервных копий, в целях экономии избыточного места на сервере.

Поняв, что представляет из себя дедупликация, встает вопрос: а какие существуют методы работы этого вида резервирования?

Методы дедупликации

Дедупликация на уровне файлов, сравнивает файл с уже сохранёнными файлами. Если файл уникален, он сохраняется; если такой файл уже существует на устройстве – сохраняется только указатель (линк) на существующий файл, таким образом, всегда сохраняется только один экземпляр файла, а последующие копии линкуются на исходный файл. Плюсы этого метода - это простота, скорость и почти без снижения производительности.

Дедупликация на уровне блоков является самым распространённым способом дедупликации, который анализирует фрагмент данных (файл) и сохраняет только уникальные повторения каждого блока. Блок – это логическая единица, поэтому он может иметь разный размер (длину). Все фрагменты данных обрабатываются с использованием хеш-алгоритма, такого как MD5 или SHA-1. Этот алгоритм создает и хранит в базе дедупликации идентификатор (сигнатуру) для каждого уникального блока.

Таким образом, если в течении жизненного цикла, файл изменился, в хранилище попадают только его изменённые блоки, а не весь файл, даже если изменилось только несколько байт.

Существует два вида блочной дедупликаций с постоянной и переменной длиной блоков. Дедупликация с переменной длиной, разбивает файлы на блоки разных размеров, что позволяет получить более высокий коэффициент по уменьшению хранения данных, чем блоки фиксированной длины. К недостаткам дедупликации с переменной длиной блоков относят более низкую скорость работы и создание большого количества метаданных.

Дедупликация на уровне байта по принципам своей работы похожа с дедупликацией на уровне блоков, только вместо блоков идет побайтное сравнение новых и изменённых файлов. Этот метод является единственным методом, который гарантирует полное устранение дублирования данных, но он имеет очень высокие требования к производительности.

Делая вывод из вышесказанного, можно утверждать, что дедупликация на блочном уровне самый оптимальный способ, он значительно эффективнее, чем дедупликация на файловом уровне и не такой ресурсозатратный, как байтовый. Однако так же требует серьезной вычислительной мощности.

Дедупликация клиент-сервер – это совмещенный метод дедупликации данных, при котором необходимые процессы могут запускаться как на сервере, так и на клиенте. Прежде, чем отправить данные с клиента на сервер, программное обеспечение вначале пытается «понять», какие данные уже записаны.

Для такой дедупликации изначально необходимо вычислить хеш у каждого блока данных, после чего отправить их на сервер в виде файла-списка различных хеш-ключей. На сервере же производится сравнение списка этих ключей, а затем клиенту отправляются блоки с данными.

Этот способ существенно снижает нагрузку на сеть, т. к. передаются исключительно уникальные данные.

Дедупликация на клиенте

Подразумевает выполнение операции непосредственно на источнике данных. Поэтому, при такой дедупликации будут задействованы вычислительные мощности именно клиента. После завершения процесса данные будут отправлены на устройства хранения информации.

Такой вид дедупликации всегда реализуется при помощи программного обеспечения. А главный минус описанного метода заключается в высокой нагрузке на ОЗУ и процессор клиента. Ключевое преимущество же кроется в возможности передачи данных по сети с низкой пропускной способностью.

Дедупликация на сервере

Используется в случае, когда данные поступают на сервер в полностью необработанном виде — без кодирования и сжатия. Такой вид дедупликации подразделяется на программный и аппаратный.

Разобрав что представляет собой дедупликация и какие существуют методы работы данного процесса, стоит затронуть что представляют собой базы данных, какие виды существуют, как в нашем случае, производится непрерывное поступление данных в них.

База данных

Затрагивая этот аспект, вновь отвечаем на вопрос: а что есть база данных?

База данных – это упорядоченный набор структурированной информации или данных, которые обычно хранятся в электронном виде в компьютерной системе. База данных обычно управляется системой управления базами данных (СУБД). Данные вместе с СУБД, а также приложения, которые с ними связаны, называются системой баз данных, или, для краткости, просто базой данных.

Данные в наиболее распространенных типах современных баз данных обычно формируются в виде строк и столбцов в ряде таблиц, чтобы обеспечить эффективность обработки и запросов данных. Затем можно легко получить доступ к данным, управлять ими, изменять, обновлять, контролировать и упорядочивать. В большинстве баз данных для записи и запросов данных используется язык структурированных запросов (SQL).

Самым популярным языком для написания баз данных, является SQL – декларативный язык программирования, применяемый для создания, модификации и управления данными в реляционной базе данных, управляемой

соответствующей системой управления базами данных. Для работы серверов и пользователей базы данных и клиентского ПО так же требуется определенный набор библиотек на базе этого языка, как например SQL NativeServiceClient.

Говоря о непрерывном потоке данных стоит отметить, что зачастую данный способ используется в так называемых Big Data, к которым как раз относятся и торговые предприятия, где информацию о товарах регулярно дополняют, изменяют, вносят.

Большие Данные (Big Data) – это совокупность структурированных и неструктурированных, постоянно растущих данных, а также методов, инструментов и методов их обработки в распределенной сети с учетом многообразия форматов и источников данных. Целью обработки является получение понятных человеку результатов, обобщающих поведение изучаемых объектов и позволяющих его прогнозировать. Ключевой момент здесь – непрерывное поступление новых данных, но аналитики, как правило, не любят, когда данные меняются во время выполнения запроса, поскольку изменения могут исказить результат. Значит, надо уметь анализировать их «мгновенно», за время, сравнимое со временем их поступления. Согласно определению, Больших Данных, нельзя прерывать работу по выполнению запросов на загрузку данных – идет непрерывный поток.

Поток данных – это последовательность упорядоченных (имеющих временные отметки или не имеющих) элементов, непрерывно поступающих в реальном масштабе времени. Обычно потоки данных поступают очень быстрыми темпами и невозможно упорядочить их поступление, а из-за ограниченности памяти становится трудным хранение потоков в целом.

В последние годы для решения проблем анализа потоков данных, непрерывно поступающих в реальном масштабе времени, было разработано несколько новых технологий. В то же время некоторые существующие программные приложения, такие как системы управления базами данных (СУБД) и генераторы правил, могут быть приспособлены для этой цели. СУБД широко используются из-за надежности хранения больших объемов данных и возможности эффективно обрабатывать инициированные пользователем запросы. Поэтому существующие традиционные СУБД могут служить хорошей платформой для разработки средств анализа сетевого трафика. Однако у традиционных СУБД имеются некоторые серьезные недостатки, которые ограничивают их функциональные возможности по обработке потоков данных, непрерывно поступающих в реальном масштабе времени. Во-первых, традиционные СУБД являются пассивными хранилищами данных, в которых по поступлении запросов от пользователя осуществляются соответствующие транзакции. Во-вторых, предполагается, что текущее состояние данных является единственно возможным и важным. Следовательно, легко определить текущие значения элементов данных,

в то время как получение предыдущих значений данных является очень сложной задачей и может быть восстановлено из лог-файлов СУБД. В-третьих, предполагается, что в СУБД элементы данных синхронизированы и на каждый запрос будет получен соответствующий точный ответ. Однако во многих приложениях, ориентированных на анализ потока данных, данные прибывают асинхронно и результаты запросов должны быть сформированы на основе имеющейся неполной информации. Наконец, традиционные СУБД не имеют возможности по обработке данных, поступающих в реальном масштабе времени.

Однако, как известно непрерывное поступление большего объема данных создает трудности в их хранении, вычислении и передаче по каналам вычислительных систем.

Способ дедупликации может решить эти проблемы, поскольку базы данных являются совокупностью файлов, а они как известно имеют свойство дублироваться, чем могут занять слишком много места в системе хранения, и вызвать чрезмерную нагрузку на локальную сеть предприятия. Дедупликация же, путем анализа и замены повторяющихся данных способна оптимизировать работу СУБД.

Конечно основной проблемой при дедупликации является конфликт данных, который может возникнуть, если два различных блока генерируют один и тот же хэш-ключ. В этом случае возникает повреждение базы данных, что влечет сбой при восстановлении резервной копии. Чем больше база данных и выше частота изменений, тем вероятней возникновение конфликтных ситуаций. Решением данной проблемы может быть увеличение хэш пространства, так как, чем больше хэш ключей, тем меньше вероятность конфликта. На данный момент используют 160-битный ключ, генерируемый алгоритмом SHA-1. Это $2^{160} = 1,5 \times 10^{48}$ уникальных хэш-ключей.

Однако дедупликация обладает и рядом положительных сторон, к ним можно отнести следующие моменты:

- Высокая эффективность. Согласно исследованиям компании EMC, процесс дедупликации данных позволяет снизить потребность в емкости для хранения информации в 10–30 раз.

- Выгодность применения при низкой пропускной способности сети. Что обусловлено передачей исключительно уникальных данных.

- Возможность чаще создавать бэкапы и хранить резервные копии данных дольше.

Подробнее о реализации методов отбора дедуплицированных данных в условиях непрерывного поступления в базу данных информации о новых товарах Вы можете узнать из нашей дипломной работы.

Список используемых источников

1. Дедупликация данных. URL: <https://www.backupsolution.ru/deduplication/>

2. Дедупликация данных – что это, для чего используется. URL: <https://itglobal.com/ru-ru/company/glossary/deduplication/>
3. Что такое база данных. URL: <https://www.oracle.com/ru/database/what-is-database/>
4. Вахрамеев К. СУБД для анализа Больших Данных. URL: <https://www.osp.ru/os/2011/10/13012223>
5. L. Brownston, R Farrell, E. Kant, and N. Martin, Programming expert systems in OPS5: an introduction to rule-based programming, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA, 1985, 471 p.
6. Carney, D., Cetintemel, U., Cherniack, M., Convey, C., Lee, S., Seidman, G., Stonebraker, M., Tatbul, N., Zdonik, S.,:Monitoring Streams- A New Class of Data Management Applications, Proceedings of the 28th international conference on Very Large Data Bases (2002) (VLDB '02) Conference, Hong Kong, China, 2002. PP. 215–226.

*Статья представлена директором НИИ ТС СПбГУТ,
кандидатом технических наук, доцентом А. Г. Владыко.*

УДК 535.8
ГРНТИ 29.31.27

ОБЗОР РЕАЛИЗАЦИЙ ОПТИЧЕСКИХ КОНВЕРТЕРОВ ДЛИН ВОЛН

Д. И. Исаенко, Б. К. Резников

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

В статье рассматриваются реализации оптических конвертеров длин волн, основанные на различных нелинейных оптических эффектах. Рассматриваются технологии, лежащие в их основе.

оптические конвертеры длин волн, нелинейные эффекты.

На текущий день, оптические сети связи с частотным уплотнением каналов являются наиболее распространенными. Они представляют собой сложный комплекс оборудования и линий связи, способный передавать несколько каналов по одной линии. Связи с этим, часто встречается необходимость преобразования длины волны сигнала для согласования между частями подобной сети.

Для решения подобных задач применяются оптические волновые конвертеры (ВК), представляющие из себя устройства, преобразующие входной оптический сигнал с одной длинной волны, в выходной сигнал с другой длинной волны (рис. 1).

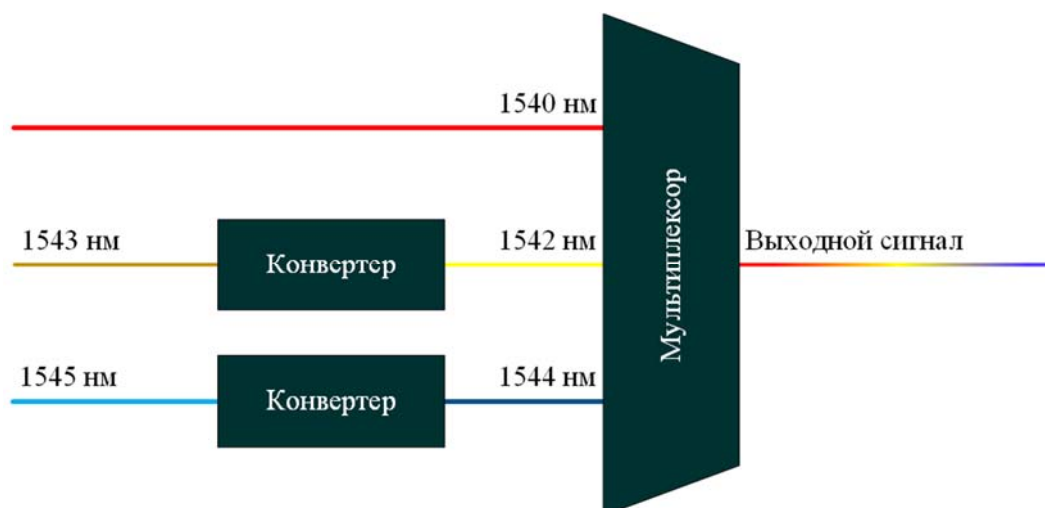


Рис. 1. Демонстрация применения ВК

По механизму работы, ВК можно разделить на:

1. Оптоэлектронные.
2. На основе оптической кросс-модуляции.
3. На основе эффекта четырёхволнового смешения.
4. На основе других нелинейных эффектов.

Оптоэлектронные ВК из-за своей простоты и эффективности используются уже много лет. Состоят такие ВК из 3 блоков: приемника-преобразователя, электронного регенератора, оптического передатчика.

Приемник-преобразователь несущей осуществляет усиление и оптоэлектронное преобразование принятого сигнала. Электронный регенератор предназначен для формирования необходимой длины волны, усиления и передачи на передатчик – лазер. В зависимости от типа лазера, оптоэлектронные ВК могут иметь фиксированную или переменную длину волны на выходе.

Наравне с оптоэлектронными ВК практическое применение нашли и ВК на основе оптической кросс-модуляции (рис. 2). В такой реализации основная несущая модулирует дополнительную [1]. Однако, подобная модуляция возможна только если характеристики устройства зависят от интенсивности входного сигнала, что наблюдается в полупроводниковом оптическом усилителе (ППОУ).

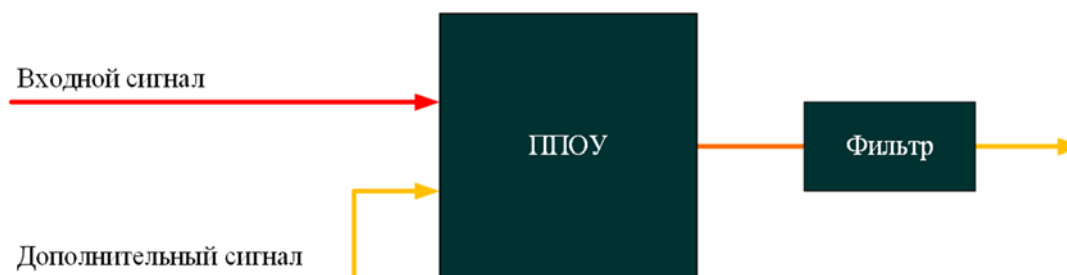


Рис. 2. Схема ВК на основе кросс-модуляции усиления

В ВК на основе кросс-модуляции усиления на ППОУ подается входной сигнал с переменной интенсивностью, а на модулируемый вход – дополнительный сигнал с необходимой длиной волны. Дополнительный сигнал усиливается обратно пропорционально мощности основного сигнала. На выходе из ППОУ сигнал проходит через фильтр с необходимой длиной волны.

Обычно четырехволновое смещение (ЧВС) считается одним из самых вредных нелинейных оптических явлений в системах WDM, но его можно применить в одном из видов реализации ВК.

Распространяясь в оптическом волокне сигнал с длинами волн λ_1 , λ_2 и λ_3 может создать еще один сигнал с длиной волны λ_4 . Возникающая новая несущая лежит в полосе близких между собой воздействующих частот. Для усиления эффекта используют ППОУ и специальное волокно с сильно выраженным эффектом ЧВС.

ВК на основе других нелинейных эффектов, связи с малой эффективностью, в реальных системах не используются [2]. Одним из примеров подобного оптического ВК является ВК на базе ферроэлектрического кристалла.

Японская компания OKI Electric производит свои ВК на базе ферроэлектрических кристаллов. На подложку из ниобата лития LiNbO_3 наносят периодическую полосковую доменную решётку. Проходящий по такой структуре сигнал с длинной волны λ_1 взаимодействует с сигналом накачки лазера λ_2 , генерируя на выходе сигнал с длинной волны равной разности длин волн входного сигнала и накачки $\lambda_3 = \lambda_2 + \lambda_1$. Представленное решение обладает диапазоном перестройки порядка 100 нм [3].

Другой вариант реализации ВК представили исследователи из Китая в 2020 году, которым удалось интегрировать внутрь оптического волокна наночешуйки из селенида галлия GaSe . Диапазон конвертации оптического сигнала находится в пределах 1500–1620 нм, который охватывает оптические диапазоны *C* (1530–1565 нм) и *L* (1565–1625 нм). Структура представлена на рис. 3 (см. ниже) [4, 5].

Заключение

Оптоэлектронные ВК требуют преобразование сигнала из оптического в электрический и обратно что увеличивает размеры оборудования, снижает его надежность, увеличивает сложность. Однако, ввиду простоты реализации получили широкое распространение.

ВК на основе оптической кросс-модуляции также получили практическое применение. Полупроводниковые оптические усилители не требуют преобразование оптического сигнала в электрический и обратно, следовательно, и ВК обладают значительно меньшими размерами, чем оптоэлектронные ВК и повышенной надежностью.

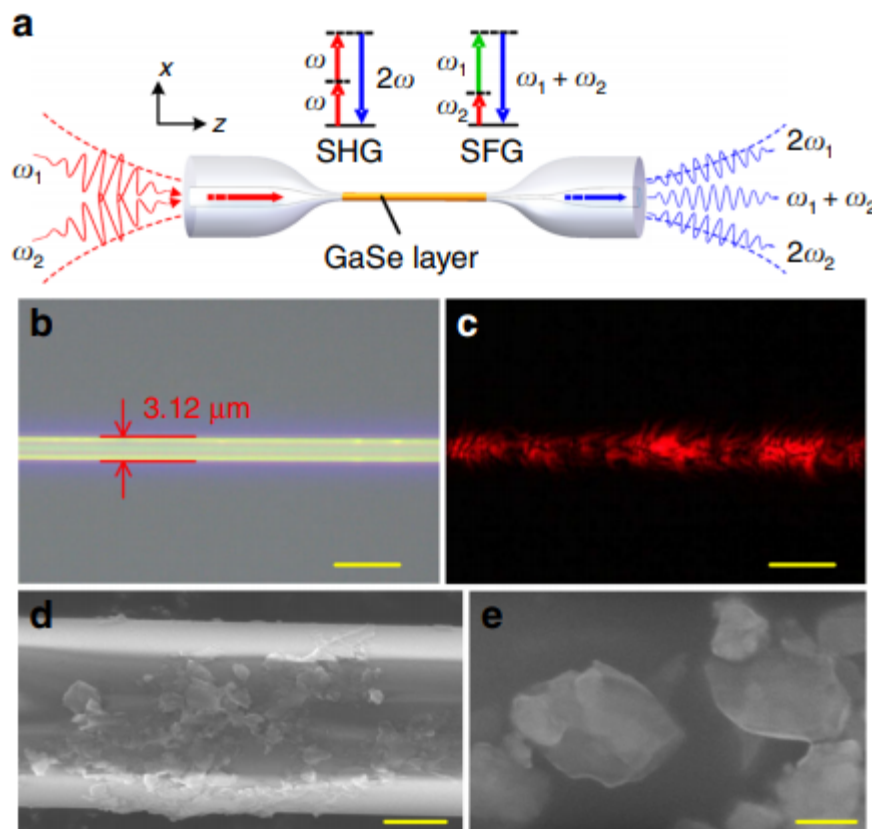


Рис. 3. Структура и характеристики микроволоконных интегральных GaSe-конверторов: а) Схема работы; б), в) оптическое изображение интегральной структуры; д), е) изображение интегральной структуры под электронным микроскопом

Четырехволновое смешение не позволяет значительно изменить длину волны сигнала, поскольку новая длина волны будет находится в непосредственной близости к взаимодействующим длинам волн.

Рассматриваемые ВК на основе чешуек селенида галлия пока имеют только лабораторное исполнение, но уже демонстрируют отличные результаты.

ВК на ферроэлектрических кристаллах обладают хорошими характеристиками и простой конструкции, что позволило им завоевать место на рынке. Недостатком можно считать малый уровень генерируемого сигнала.

Список используемых источников

1. Кузнецова О. В., Сперанский В. С. Решение задач обработки оптических сигналов без оптоэлектронного преобразования // Т-Comm. 2012. № 8.
2. Кружалов С. В., Кушевич А. Ю. Волновой конвертор с оптической модуляцией // Journal of Optical Technology. 2015. Т. 82. № 3. С. 166–169.
3. Слепов Н. Оптические волновые конверторы и модуляторы [Электронный ресурс]. URL: https://www.electronics.ru/files/article_pdf/1/article_1609_278.pdf
4. Jiang, Biqiang; Hao, Zhen; Ji, Yafei; Hou, Yueguo; Yi, Ruixuan; Mao, Dong; Gan, Xuetao; Zhao, Jianlin (2020). High-efficiency second-order nonlinear processes in an optical

microfibre assisted by few-layer GaSe. Light: Science & Applications, 9(1), 63. doi:10.1038/s41377-020-0304-1. URL: https://optikcable.ru/poleznaya-informaciya/okna_prozrachnosti_i_spektralnye_diapazony_opticheskogo_volokna/

5. Иванов А. Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. М. : Компания САЙРУС СИСТЕМС, 1999. 99 с.

Статья представлена заведующим базовой кафедрой ССС СПбГУТ, доктором технических наук, доцентом В. В. Котовым.

УДК 338.47
ГРНТИ 06.71.11

СПРОС И СТРУКТУРА РЫНКА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ В РОССИИ

А. В. Исаков, И. В. Свиридов, М. Ю. Фёдорова

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

В статье рассмотрены особенности развития основных инфокоммуникационных услуг в России, таких как услуги телемедицины, образовательные услуги, рынок видеоигр, киноиндустрия и индустрия музыки. Целью статьи было собрать информацию о современном состоянии рынка данных инфокоммуникационных услуг, спросе на данные услуги и структуру рынка каждого вида услуги в отдельности в России. Авторами осуществлен анализ перспектив развития инфокоммуникационных услуг, выделены наиболее перспективные виды услуг на сегодняшний день, обоснованы дальнейшие действия для сохранения положительной динамики проникновения на отечественный рынок, а также проанализированы существующие и возможные проблемы.

инфокоммуникационные услуги, индустрия видеоигр, телемедицина, он-лайн кинотеатры, индустрия он-лайн образования.

Высокоскоростной доступ к сети Интернет открывает возможности к распространению инфокоммуникационных услуг.

Макаров В. В. и Сеница С. А. определяют инфокоммуникационные услуги как новый вид услуг, появившихся в результате «Конвергенции фиксированной, мобильной связи и IP-коммуникаций в единые мультисервисные сети» [1].

По мнению Кузовковой Т. А. «Инфокоммуникационная услуга есть результат экономической деятельности по удовлетворению потребностей пользователей в передаче и распространении созданной с помощью информационных и телекоммуникационных технологий информации». Авторы также выделяют главный признак, с помощью которого можно отнести

услугу к инфокоммуникационной отрасли: такие услуги передаются с помощью цифрового носителя информации посредством инфокоммуникационных сетей [2].

В данной статье рассмотрены инфокоммуникационные услуги, получившие наибольшее развитие в последние годы: услуги он-лайн образования, индустрия видеоигр, индустрия он-лайн кинотеатров, телемедицины, индустрия музыкального контента

Рынок он-лайн образования постепенно растет еще с 2010 года. По оценкам экспертов потенциальная аудитория отечественного рынка он-лайн образования составляет 115 млн человек. Это вызвано тем, что в настоящее время данными услугами пользуются даже дети дошкольного возраста. Наиболее востребованными по продолжительности являются курсы от 1 до 3 месяцев. Средняя выручка на рынке для крупных компаний составляет 7,8 млн руб./месяц, для небольших компаний – 260 тыс. руб./месяц. Основной целевой аудиторией рынка он-лайн образования выступают взрослые – 48 % от всего рынка, далее – отраслевые специалисты – 16 %, предприниматели – 9 % и представители корпораций – 4 %. Школьники до 18 лет составляют только 18 %. Правда, здесь не учтен так называемый «серый» рынок репетиторов, предлагающих свои услуги он-лайн, но никак не зарегистрированных [3].

Среди наиболее популярных направлений на рынке он-лайн образования в России можно выделить следующие: обучение на производстве – 17 % от всего рынка, услуги по обучению декоративно-прикладному творчеству и разнообразные хобби – 13 %, фитнес услуги – 9 %, курсы по самосовершенствованию, личностному росту и духовные практики – 7 %, услуги по обучению иностранным языкам – 6 %.

Одна из наиболее стремительно развивающихся сфер инфокоммуникационных услуг – это индустрия видеоигр. В 2019 году рост рынка видеоигр составил 15 % и достиг 130 млрд рублей. По данным на июль 2020 года в России насчитывается свыше 65 млн игроков. Средний возраст российских игроков составляет 36 лет. По оценкам экспертов, 25 % игроков – это работники офиса, каждый шестой – рабочий или школьник, а каждый десятый – менеджер или руководитель [4]. Самые популярные сейчас – это игры для персональных компьютеров с долей в 47 % от всего рынка. Еще недавно первенство удерживали консольные видеоигры, но сейчас их доля составляет лишь 12 %, уступая, например, видеоиграм на мобильных телефонах, рост рынка которых постоянно увеличивается и составляет 34 %. По данным ВЦИОМ мобильные игровые приложения являются самым популярным устройством среди всех возрастов для потребления игрового видеоконтента [5]. Кроме того, молодое, но стремительно развивающееся направление видеоигр – это киберспорт. Его рынок в России составляет пока только

12 %, но по некоторым оценкам – 20 % от всего рынка. В среднем потребитель игрового контента тратит – 959 руб./месяц [4].

Индустрия он-лайн кинотеатров уже давно популярна в России с приходом зарубежных сервисов. Но отечественный рынок тоже растет. В 2019 году рост рынка отечественных он-лайн кинотеатров составил 50 % и достиг 12,9 млрд рублей. Эта сумма не включает выручку, полученную за предоставление рекламного контента. Количество пользователей он-лайн кинотеатрами выросло до 5,6 млн человек. Основным источником монетизации он-лайн кинотеатров является «подписная модель», когда пользователь оплачивает доступ к определенному пакету фильмов и сериалов. 35,3 % от всего рынка – это пользователи в возрасте от 25 до 34 лет, и 28,9 % – пользователи в возрасте от 35 до 44 лет с уже достаточно высокими доходами [6].

Не менее бурно развивается индустрия музыкального контента. Количество пользователей в России на сегодняшний день насчитывает порядка 10–11 млн человек. Рост рынка в 2019 году составил 16,4 % и достиг 694 млн долларов. Основным источником монетизации в данной сфере также выступает «подписная модель». Помимо предоставления музыкального контента некоторые сервисы еще стали предоставлять возможность прослушивания подкастов [7].

Индустрия телемедицины еще недостаточно развита в России не смотря на ее перспективность и востребованность как в нашей стране, так и по всему миру. В 2019 году рынок пользователей услугами телемедицины в России вырос до 679 тыс человек. Основные услуги, которые клиники предлагают оказывать удаленно, – это удаленная диагностика, которую, как правило, осуществляют на основании предоставленных пациентом анализов и заполнения опросного листа во время удаленного приема. Также популярны услуги удаленного контроля за состоянием здоровья пациента. Третьим направлением, предложение которого наиболее распространено, выступают услуги оказания удаленной психологической помощи. Вход на рынок данных услуг намного проще, чем для традиционных медицинских услуг. А в условиях самоизоляции, вызванной распространением коронавирусной инфекции COVID-19, потребность в подобной помощи приобрела особую актуальность [8].

В заключение следует отметить, что, учитывая значительный рост в каждом сегменте, рассмотренные инфокоммуникационные услуги на отечественном рынке еще достаточно молоды. На данный момент можно говорить и о будущем возможном переделе рынка, и о его изменении в связи с появлением новых технологий.

Список используемых источников

1. Макаров В. В., Сеница С. А., Инфокоммуникационные услуги и их развитие в современных условиях // Новая наука: финансово-экономические основы. 2017. № 3. С. 147–149.

2. Кузовкова Т. А., Зоря Н. Е., Научные основы экономики отрасли инфокоммуникаций // Т-Comm. 2012. № 12. С. 43–45.
3. Исследование российского рынка онлайн-образования и образовательных технологий // EdMarket Research/ URL: <https://edumarket.digital/>
4. Седых И. А. Индустрия компьютерных игр. 2020 год // Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, 2020. URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2020/07/27/1599127653/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B8%D0%B3%D1%80-2020.pdf>
5. Видеоигры: популярность среди россиян // ВЦИОМ, 19.08.2019. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/videoigry-i-kto-v-nikh-igraet> (дата обращения 27.01.2021).
6. Онлайн-видео (рынок России). Онлайн-кинотеатры // TADVISER, 23.12.2020. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9E%D0%BD%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BD-%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BE_\(%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8\)_%D0%9E%D0%BD%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BD-%D0%BA%D0](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9E%D0%BD%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BD-%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BE_(%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8)_%D0%9E%D0%BD%D0%BB%D0%B0%D0%B9%D0%BD-%D0%BA%D0) (дата обращения 03.02.2021).
7. Слушай меня. Во что к концу 2020 года превратился рынок легальной музыки в онлайн // Коммерсантъ, 12.02.2020. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4585764> (дата обращения 05.02.2021).
8. Анализ рынка телемедицины в России // ГидМаркет, 05.20.2020, URL: <https://gidmark.ru/cat1/marketingovoe-issledovanie-rynka-telemeditsiny-v-rossii> (дата обращения 20.01.2021).

УДК 621.391

ГРНТИ 49.37.29

ВОПРОСЫ СИНХРОНИЗАЦИИ В ОПТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ

А. К. Канаев, Ф. А. Прошин

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

Технология оптических транспортных сетей представляет собой оптимальный механизм повышения пропускной способности действующих оптоволоконных систем и предоставляет функции контроля и управления данными. Данная технология получает широкое распространение, и основные исследования направлены на дополнение действующих стандартов. Вопросам синхронизации в OTN уделяется меньшее внимание, но надёжная синхронизация выступает одним из наиболее важных условий, которое определяет возможность взаимодействия многочисленных транспортных сетей, связываемых по каналам OTN. На данное время существуют чёткие принципы обеспе-

чения сетевой синхронизации в системах с коммутацией каналов и пакетных сетях. Активное развитие OTN и повышение скоростей обработки информации создают необходимость определения действующих механизмов синхронизации в данных сетях с целью обозначить направления, в которых необходимо выполнять исследования или где имеется указание на необходимость стандартизации.

оптическая транспортная сеть, OTN, сетевая синхронизация, канал синхронизации.

Синхронизация имеет большое значение для стабильной работы систем передачи информации и коммутации. Существуют различные принципы синхронизации, которые используются для выполнения определённых функций, учитывая типы устройств и архитектуру сетей. Сети с временным мультиплексированием составляют основу для построения сетей синхронизации. Изначально необходимость синхронизировать потоки информации возникла в системах передачи с коммутацией каналов (синхронизация по битам, тактам, циклам), передающих речевые сигналы с минимальной задержкой. Сети с коммутацией пакетов обслуживали потоки данных, допускающих значительные временные задержки. Постепенное развитие технологий локальных сетей (особенно на основе *Ethernet*) создало условия, при которых пакетная коммутация начала использоваться для переноса речевых и других сигналов с высокими требованиями ко времени доставки. Поэтому возникла потребность в механизмах, обеспечивающих выравнивание задержек между принятыми пакетами. Первое решение данного вопроса – технология синхронного Ethernet (*SyncE*), представляющая собой сеть с коммутацией пакетов и выделенным каналом синхронизации [1]. Предлагаемая технология позволила достичь требований по задержке, но возникает трудность с реализацией, так как каждое устройство должно работать с SyncE и обрабатывать синхронизацию на уровне 1 ЭМВОС. Точность поддержания частоты ЕЕС (*Ethernet Equipment Clock*) достигает 10^{-11} , соответствуя системам СЦИ (*Synchronous Equipment Clock, SEC*), но величина задержки сигнала для использования в некоторых сервисах должна соответствовать единицам наносекунд [2].

Трудности использования данной технологии послужили основанием для создания другого принципа – протокола РТР, в котором используется схема определения наиболее точного ведущего устройства для корректировки разности временных шкал между ним и ведомым. Данный метод даёт точность до 10 нс (для аппаратной реализации РТРv2), но величина задержек по сравнению с СЦИ и SyncE сильно зависит от загруженности канала [2]. Наличие задержек (джиттера) пакетов намного снижает точность данного механизма.

Современные сети имеют сложную архитектуру, строятся на основе коммутации каналов и пакетов, поэтому большое значение имеет тактовая

сетевая синхронизация (ТСС), главной задачей которой ставится согласование работы оборудования различных уровней. Сеть ТСС должна обслуживать традиционные системы СЦИ, а также постепенно выходящие на транспортный уровень Ethernet-сети. Появление OTN создаёт необходимость более подробного изучения вопроса построения ТСС с учётом обслуживания любых действующих технологий.

Технология OTN представляет собой механизм, который позволяет взаимодействовать транспортным сетям (с коммутацией каналов и пакетов) между собой, а согласованное их функционирование определяется синхронизацией. Поэтому при переходе к OTN-системам вопрос синхронизации требует значительного внимания. Изначально OTN предполагала прозрачность передачи сигналов, то есть перенос синхронизации с передаваемым через канал сигналом. Данный принцип обеспечивает стабильную работу оборудования при схеме «точка – точка», но имеются трудности при его использовании на OTN-сетях, включающих множество узлов транзита и коммутации.

Основным элементом в OTN выступает мультиплексор, обеспечивающий формирование ODU и коммутацию сформированных блоков между интерфейсами различного назначения. Производительность его работы высока, следовательно, синхронизация с остальными узлами в сети и оборудованием пользователей выступает необходимым условием его стабильной работы. Так как блок ODU представляет собой главную информационную единицу в OTN, следует обозначить принципы управления формирователем ODU, то есть способ поступления на его вход сигналов синхронизации. Учитывая, что мультиплексор OTN работает с синхронными и асинхронными потоками, можно определить возможные схемы его синхронизации:

- а) внутренняя – от местных часов (SEC, EEC);
- б) внешняя – выделение из сигнала пользователя;
- в) внешняя по выделенному каналу синхронизации.

Местные часы мультиплексора OTN представляют собой устройство, соответствующее требованиям [3] SEC, а также [4] для SyncE (EEC). Данный источник используется при формировании (мультиплексировании) ODU, а также при режиме удержания частоты для поддержания работы самого мультиплексора.

Так как каждый ODU может формироваться также и на основе сигнала пользователя, следует подробнее обозначить методы внешней синхронизации в OTN. Здесь внешняя синхронизация предполагает, что источником выступает сигнал, поступающий на вход мультиплексора от оборудования пользователя. Синхронизирующая последовательность может содержаться в самом сигнале или передаваться по выделенному каналу. Метод переноса синхронизации с сигналом может использоваться в отношении СЦИ и SyncE. Важным условием можно считать соответствие скоростей ODUk

и модулей STM-N, что предполагает оптимальное размещение в ODU с переносом необходимой служебной информации, в особенности синхронизации и SSM-байтов. Синхронизация в OTN, таким образом, изначально предполагалась на уровне сигнала пользователя. Рассмотренная технология SyncE также работает с SSM, передаваемыми по каналу ESMC с помощью низкоскоростного протокола OSPF, и в [5] содержится пример взаимодействия отдельных операторов через OTN с прозрачной доставкой SSM. Это также говорит о прозрачности OTN в отношении синхронизации потоков, несущих информацию на уровне 1.

Также в OTN можно выделить принцип синхронизации по выделенному каналу, который основан на использовании оптической несущей в общем спектре. На основании [6] стандартизован оптический канал управления Optical Supervisory Channel (OSC) в состав которого входит канал сообщений синхронизации OTN Synchronization Message Channel (OSMC). Канал OSC с помощью специального устройства вводится в волокно, по которому передаются информационные данные.

Канал OSMC используется для передачи сообщений о статусе синхронизации (SSM) и меток протокола точного времени (PTP), которые инкапсулируются в кадры GFP-F, размещаемые по стандартным алгоритмам в OPU [7]. Важное условие – наличие OSMC представляет дополнительную функцию, которая может не поддерживаться в более ранних версиях рекомендации.

На основании приведённых механизмов в таблице (см. ниже) обозначены основные достоинства и недостатки каждой из них.

Особенность OTN – алгоритм размещения данных GMP (Generic Mapping Procedure), который сочетает выделение синхросигнала пользователя и его согласование с местными часами на основе информации, передаваемой в заголовке OPU OH. Данный метод позволяет синхронизировать данные при записи в OPU и считывании из него путём вычисления параметров $C_m(t)$, $\sum C_{nd}(t)$, контролирующих работу буферов маппера (демаппера). Алгоритм GMP позволяет оптимально передавать высокоскоростные потоки, включая 40, 50, 100, 200, 400GBASE-R при условии использования специальных механизмов кодирования.

Приведенные механизмы относятся к синхронизации отдельного узла OTN. Относительно сетевой синхронизации в OTN действует гипотетическая эталонная модель [8], в основе которой заложена взятая из СЦИ [9]. Оптимизация выполнена путём введения «островов OTN», вставляемых в последовательность узлов, состоящих из PRC, SSU, SEC (EEC). Каждый «остров» включает оборудование, выполняющее функции размещения нагрузки, мультиплексирования, коммутации ODU и транспорта по оптическим каналам. Основное отличие модели состоит в том, что соединения между ВЗГ могут проходить через оборудование OTN.

ТАБЛИЦА. Сравнение методов синхронизации мультиплексора OTN

Передача синхронизации на ODU	Достоинства	Недостатки
от местных часов	– работа в отсутствие надёжного источника; – защита от искажений синхронизирующего сигнала из линии	– появление расхождений между номинальными частотами оборудования сети; – требуется использование высокостабильного генератора
от сигнала пользователя	– высокая точность; – наличие качественно стандартизованных (СЦИ, SyncE) механизмов переноса синхронизации; – поддержание синхронной работы узлов сети	– требуются механизмы преобразования сигнала пользователя; – величина задержек может превышать 1 мкс, что не соответствует определённым стандартам мобильной связи
по выделенному каналу	– независимость от ошибок в сигнале пользователя; – отсутствует дополнительное преобразование сигналов пользователя	– необходимость выделения специального канала (оптическая несущая, отдельное волокно); – наличие специального устройства (интерфейса) ввода-вывода

Следовательно, на основе приведённого анализа можно сказать, что вопрос синхронизации в OTN требует подробного изучения. Главное, что можно обозначить – передача синхронизации представляет функцию уровня пользователя. Наиболее распространены механизмы, связанные с обработкой на уровне 1 (СЦИ, SyncE), а также уровне 2 (IEEE PTPv2). Если относительно СЦИ и, соответственно, SyncE имеются качественные стандарты обработки синхронизации, то при рассмотрении PTP и канала OSC можно обозначить области, требующие дальнейшей проработки:

- а) более подробное описание взаимодействия SyncE ESMC, переносящего SSM, с OSMC, который выполняет данную функцию в OTN;
- б) поддержка канала OSMC в OTN представляет собой дополнительную функцию к существующему OSC;
- в) так как сообщения SSM, eSSM, PTP передаются в OTN с помощью GFP-F, возможны дополнительные задержки их обработки.

Рост популярности транспортных сетей на основе технологий пакетной коммутации обозначает проблемы, связанные с недостаточной стандартизацией механизмов работы с различными протоколами по сравнению с проверенной СЦИ. Если рассматривать эталонную цепь синхронизации, то и здесь наблюдаются вопросы. Важно учитывать, что такая модель получена из действующей модели СЦИ, допускающей работу с SyncE и взаимодействии с OTN. Преобразование в виде «островов» вносит дополнительные

ограничения, а их распределение оказывает влияние на общее качество синхронизирующих сигналов. Решение вопросов синхронизации в OTN представляет наиболее важное направление в изучении данной технологии.

Список используемых источников

1. Timing and synchronization aspects in packet networks (Amd. 1) ITU-T G.8261/Y.1361 (03/2020) // International Telecommunication Union. Geneva : ITU, 2020, 120 p.
2. Бирюков Н. Л., Триска Н. Р. Синхронный Ethernet как основа частотно-временного обеспечения современных и будущих сетей связи // Электросвязь. 2013. № 2. С. 8–12.
3. Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC) ITU-T G.813 (03/2003) // International Telecommunication Union. Geneva : ITU, 2003. 36 p.
4. Timing characteristics of synchronous equipment slave clock ITU-T G.8262/Y.1362 (11/2018) // International Telecommunication Union. Geneva : ITU, 2019
5. Распределение хранимой информации по пакетным сетям (Поправка 1) МСЭ-Т G.8264/Y.1364 (03/2018) // Международный союз электросвязи. Женева : ITU, 2018. 44 с.
6. Generic functional architecture of the optical media network ITU-T G.807 (02/2020) // International Telecommunication Union. Geneva : ITU, 2020. 64 p.
7. Interfaces for the optical transport network ITU-T G.709/Y.1331 (06/2020) // International Telecommunication Union. Geneva : ITU, 2020. 280 p.
8. The control of jitter and wander within the optical transport network (OTN) ITU-T G.8251 (11/2018) // International Telecommunication Union. Geneva : ITU, 2018. 124 p.
9. Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH) ITU-T G.803 (03/2000) // International Telecommunication Union. Geneva: ITU, 2001. 59 p.

УДК 004.77

ГРНТИ 49.33.29

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДДЕРЖКИ ЯЧЕЙСТОЙ ТОПОЛОГИИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СЕТЕЙ LPWAN

Р. В. Киричѐк, В. Д. Фам

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

В настоящее время, технологиям энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия (Low-Power Wide-Area Network) уделяется большому вниманию со стороны разработчиков приложений Интернета вещей. Большинство таких сетей имеет топологию «звезда», у которой существует ограничение в предоставлении прямой связи между

конечными узлами. В случае поддержки ячеистой топологии для сетей LPWAN решается множество ограничений в таких сетях, что делает их весьма привлекательными для Умных городов. В статье рассмотрены существующие беспроводные технологии передачи данных, используемые для организации сетей LPWAN. Далее представлены варианты реализации ячеистой топологии сети и архитектура систем сетей LPWAN с поддержкой данной топологией. Результаты экспериментов показывают возможность расширения зоны обслуживания не только для передачи данных датчиков и для передачи изображения.

ячеистая топология, Интернет вещей, LPWAN, LoRa, коэффициент доставки пакетов.

Введение

В последнее десятилетие концепция Интернета вещей (ИВ) стала парадигмой информационной технологии для обмена данными [1, 2]. Количество подключенных устройств к глобальной сети Интернета непрерывно увеличивается. Каждое устройство имеет сетевой интерфейс, который может быть беспроводным или проводным для обмена данными с другим устройством [2, 3]. В соответствии с требованиями по разработке приложений ИВ возможно применение различные технологии передачи данных в зависимости от назначения контактного приложения.

Одним из типичных приложений ИВ является приложение «Умных устойчивых городов», которое активно развивается в настоящее время [4]. Основными требованиями для большинства устройств ИВ, работающим в «Умных устойчивых городах» являются малое энергопотребление и высокая дальность связи. Группа сетей LPWAN (*Low-Power Wide-Area Network*) являются одним из решений, предложенных для внедрения приложения ИВ с учётом подпорной городской застройки [5].

Для организации сетей связи существуют различные типы топологии, таких как «звезда», «меш или ячеистая», или «многоскачковая», и другие [6, 7]. Если рассмотреть спецификации сетей LoRaWAN, Sigfox, Weightless, XNB, NB-Fi, то топология «звезда» была выбрана для организации данных сетей к базовой топологии. Тем не менее, ячеистая топология, используемая в самоорганизующихся сетях, и предоставляет много преимуществ. Однако, сети на базе протоколов Zigbee, Thread, Bluetooth Mesh имеют малую дальность связи между устройствами [2, 3].

На сегодняшний день поддержка ячеистой топологии для сетей LPWAN стала весьма актуальной задачей [7, 8]. Одним из преимуществ использования ячеистой топологии является расширение зоны обслуживания сети. Таким образом, с данной поддержкой сети LPWAN значительно увеличивают зону радио покрытия, при этом не требуется установки дополнительных базовых станций, что приносит дополнительную экономическую выгоду.

В данной работе, представлено экспериментальное исследование передачи данных через ячеистую сеть на базе технологии LoRa.

Эксперименты и результаты

Для проведения экспериментов по передаче данных в сети LPWAN с поддержкой ячеистой топологии, была использована технология LoRa, которая является открытым стандартом и работает в нелицензируемом диапазоне частот. Параметры, которые были зафиксированы при проведении эксперимента: частота = 868 МГц, полоса пропускания = 250 кГц, коэффициент расширения спектра = 7. Первый эксперимент был проведен по передаче данных датчиков с размером сообщения 20 байт. Второй эксперимент был проведен по передаче изображений от конечного узла с модулем камеры через ячеистую сеть к узлу приемника.

Эксперимент передачи данных от датчиков

В данном эксперименте 7 узлов, распределенные согласно схеме, на рис. 1, передавали сообщения размером 20 байт к шлюзу. Результаты анализа коэффициента доставки пакетов за 100 минут наблюдения представлены в таблице. Узлы 6 и 7, расположенные ближе к шлюзу, имеют более высокий процент успешной доставки. Более того, узлы, находящиеся в удалении от шлюза, могут обмениваться данными через промежуточные узлы-ретрансляторы. Однако, стоит отметить, что узел 2 имеет самый низкий коэффициент доставки из-за его расположения в отдалении от шлюза. Данные от узлов 1, 2, 3 передаются через узел 4 и могут быть потеряны. Узлы 1, 2 ретранслируют сообщения через узел 4 и другие узлы на шлюз. Если путь маршрутизации пакетов не найден, сообщения от узлов 1 и 2 не могут быть доставлены в узел назначения, что приводит к потере пакетов.

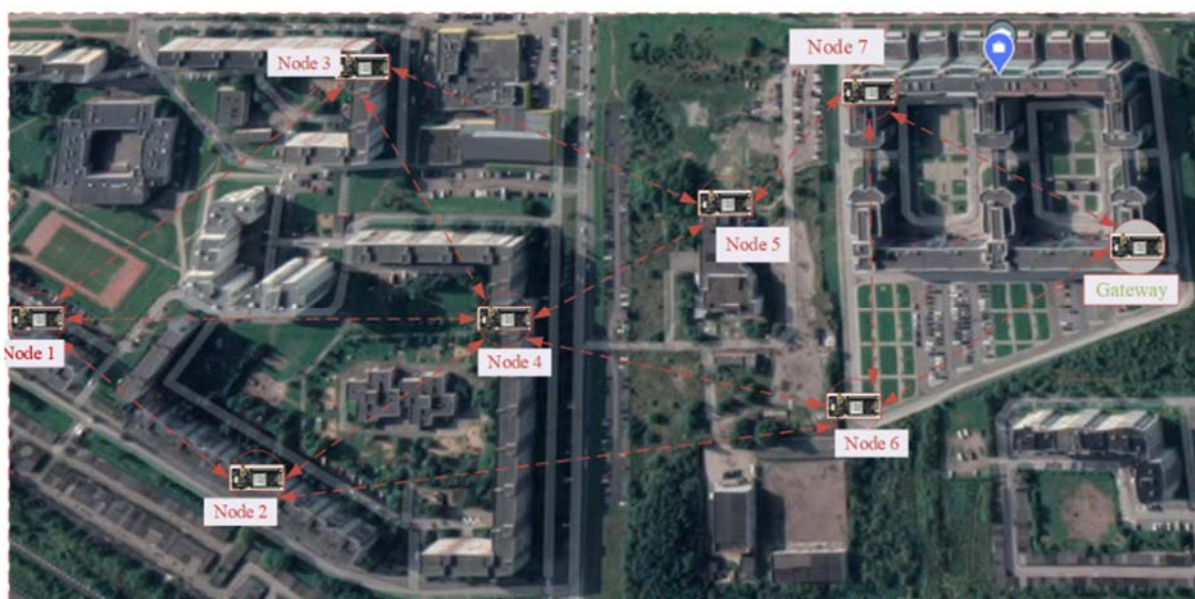


Рис. 1. Схема сети передачи данных с сенсорных узлов

ТАБЛИЦА. Коэффициент доставки пакетов каждого узла

Узел	1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент доставки пакетов (%)	92	89	85	100	92	100	99
Коэффициент доставки пакетов сети (%)	93						

Эксперимент передачи изображения

В данном эксперименте были использованы радиомодули YL-800N и отладочная плата ESP32-CAM. Плата ESP32-CAM с поддержкой камеры OV2640 использовалась для съемки изображений и передачи их через ячеистую сеть к приемнику. В ходе серии экспериментов конфигурировались различные разрешения и степени сжатия изображения для камеры на плате ESP32-cam. Изображение, полученное с модуля камеры, разбиралось на несколько фрагментов по 100 байт.

На рис. 2 (см. ниже) представлены некоторые передаваемые изображения, полученные на узле-приемнике. В ходе анализа, было установлено, что изображение, имеющее разрешение 480×320 при степени сжатия = 30, имеет размер 9976 байт. Очевидно, что аналогичные изображения можно передать через ячеистую сеть с некоторой задержкой, что предоставляется весьма эффективным сервисом для сетей толерантных к задержкам. Полученное изображение с разрешением 480×320 при степени сжатия = 30 может быть в дальнейшем обработано с применением библиотек OpenCV.

Заключение

В статье были представлены результаты исследования различных топологий, которые можно реализовать для энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия. Особое внимание было уделено возможности реализации ячеистой топологии для сетей LPWAN. Был рассмотрен сетевой стек в соответствии модели ISO/OSI и показано, что методы маршрутизации, описанные на сетевом уровне, могут быть использованы для организации ячеистой топологии различных технологий LWPAN. По результатам экспериментов, ячеистая топология дополняет возможности расширения зон покрытия обслуживания для сетей LPWAN, с учётом того, что технологии уже имеют дальний радиус действия. Была проведена серия экспериментов для ячеистой сети на базе технологии LoRa и показана возможность передачи данных от датчиков, а также мультимедийных приложений. В ходе эксперимента под мультимедиа приложениями растрепалась передача изображения, в дальнейшем планируется провести эксперимент по передаче голосового трафика.

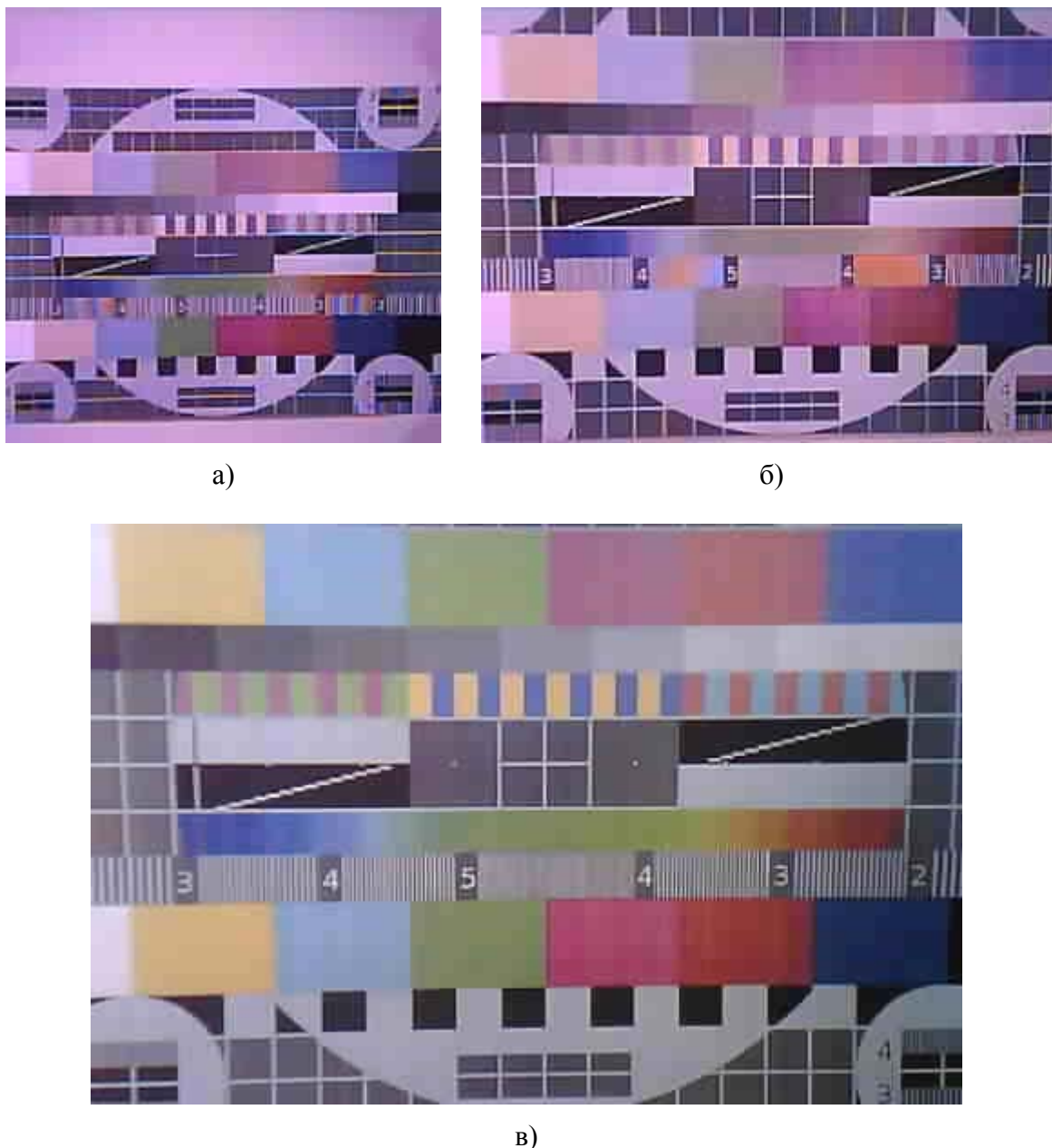


Рис. 2. Полученные изображения с различными разрешениями: а) разрешение 240×240 , степень сжатия = 30, 5984 байт; б) разрешение 320×240 , степень сжатия = 30, 7293 байт; в) разрешение 480×320 , степень сжатия = 30, 9976 байт

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации в рамках научного проекта НШ-2604.2020.9.

Список используемых источников

1. Кучерявый А. Е. Интернет вещей // Электросвязь, 2013. № 1. С. 21.
2. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. СПб. : Любавич, 2011. 310 с.

3. Лихтциндер Б. Я., Киричек Р. В., Федотов Е. Д. и др. Беспроводные сенсорные сети. М. : Горячая линия – Телеком, 2020. 236 с.
4. ITU-T. Implementing Sustainable Development Goal 11 by connecting sustainability policies and urban-planning practices through ICTs. 30 s. [Электронный ресурс]. URL: U4SSC Deliverables (itu.int).
2. Kirichek R., Kulik V. Long-range data transmission on flying ubiquitous sensor networks (fusen) by using lpwan protocols // n: Vishnevskiy V., Samouylov K., Kozyrev D. (eds) Distributed Computer and Communication Networks. DCCN 2016. Communications in Computer and Information Science, vol 678. PP. 442–453.
3. Pham V. D., Dinh T. D., Kirichek R. Method for Organizing Mesh Topology based on LoRa Technology // In 2018 10th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). PP. 1–6.
4. Фам В. Д., Галлямов Д. А., Ворожейкина О. И., Киричек Р. В. Модель энергоэффективной ячеистой сети дальнего радиуса действия // Электросвязь, 2020. № 5. С. 33–40.
5. Kirichek R., Pham V. D., Vishnevsky V., Koucheryavy A. Analytic Model of a Mesh Topology based on LoRa Technology // In 2020 22nd International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). PP. 251–255.
6. Semtech Corporation. Sx1276/77/78/79 datasheet, rev. 6. Semtech, 2019. 132 s.
7. Зверев Б., Сартаков А. SNB новая LPWAN-технология «Интернета вещей» с высокой пропускной способностью // Control Engineering Россия, (S2019). С. 38–41.

УДК 004.93'11, 004.93'12
ГРНТИ 20.01.07

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

А. Н. Клепов, Д. В. Соловьев

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

Рассматривается процесс определения требований к мобильному приложению дополненной реальности, нахождение подходящих сред и средств разработки и разработка итогового приложения с использованием технологии дополненной реальности.

мобильное приложение, дополненная реальность, AR, Unity, Vuforia.

Технологии дополненной реальности позволяют интегрировать виртуальные элементы, сгенерированные компьютером в пространство реального мира. При интеграции происходит так, что виртуальные элементы выглядят натурально, создавая у пользователя иллюзию их присутствия [1].

В отличие от дополненной реальности, в которой в восприятии пользователя действительный мир замещен виртуальным, дополненная реальность позволяет пользователю сохранять контакт с реальным миром, что делает возможным ее применение в производстве, рекламе и маркетинге, образовании и сферах развлечения [1].

Перед выбором итоговых технологий был установлен набор требований. Конечное приложение должно работать на мобильных устройствах платформы Android и IOS, то есть быть кроссплатформенным. Приложение должно поддерживать приемлемый уровень производительности, выполнять загрузку менее чем за 15 секунд и переключение между частями приложения менее чем за 2 секунды. Приложение должно поддерживать дополненную реальность, основанную на маркерах, и поддерживать удовлетворительный уровень отслеживания до 5 метров.

Идея разработки на нативных языках была сразу отклонена, так как несмотря на высокую производительность и доступный функционал данный подход требует слишком много временных ресурсов.

Далее были рассмотрена возможность разработки на основании фреймворков мобильной разработки. Фреймворк – это набор библиотек, позволяющий упростить разработку конкретного продукта, предоставляя готовые реализации низкоуровневых функций.

Данный подход позволяет создавать продукты с высоким быстродействием и небольшими требованиями к памяти телефона, за счет доступа к низкоуровневым деталям. Более того, многие фреймворки являются кроссплатформенными, позволяя использовать один программный код для разных мобильных платформ. Рынок мобильных фреймворков на данный момент предоставляет достаточно широкий выбор (рис. 1).



Рис. 1. Наиболее популярные фреймворки мобильной разработки

Несмотря на все преимущества разработка с помощью мобильных фреймворков требует большого количества времени, и опыта работы с ними, в виду большого числа деталей, не указанных в документации.

Таким образом было решено использовать инструменты самого высокого уровня – игровые движки. Их принципиальное отличие от фреймворков заключается в том, что помимо библиотек они предоставляют интуитивную среду разработки, значительно упрощающую создание визуальных элементов приложения, таких как интерфейс. Более того, функции инициализации, запуска приложения и многие другие движок генерирует самостоятельно, позволяя программисту уделить внимание другим вещам [2].

Несмотря на то, что движки не дают доступа к специфичным функциям платформ, и ухудшают итоговую производительность приложения, их использование все еще удовлетворяет поставленным требованиям. Весь функционал приложения опирается на базовые возможности телефонов, а элементы приложения не требуют высокой производительности [2].



Рис. 2. Логотипы наиболее известных игровых движков

Из доступных вариантов, показанных на рис. 2. был выбран Unity 3D. Являясь самым популярным на сегодняшний день, Unity предоставляет поддержку для достаточного количества функций. Так же высокое число пользователей позволяет получить поддержку и упрощает решение трудных вопросов.

Реализация дополненной реальности возможна с помощью библиотек, таких как OpenCV или TensorFlow, но требует высокой квалификации программиста. SDK, такие как ARFoundation или kudan в свою очередь предоставляют более простой в освоении набор инструментов (рис. 3).

Из существующих на рынке решений, было решено выбрать Vuforia SDK. Будучи коммерческой технологией, разрабатываемой для использования в бизнес-приложениях Vuforia предоставляет высокое качество базового функционала, сохраняя удобство использования. Важным качеством является поддержка Unity 3D, позволяющая использовать элементы его среды разработки для создания опыта дополненной реальности [3].

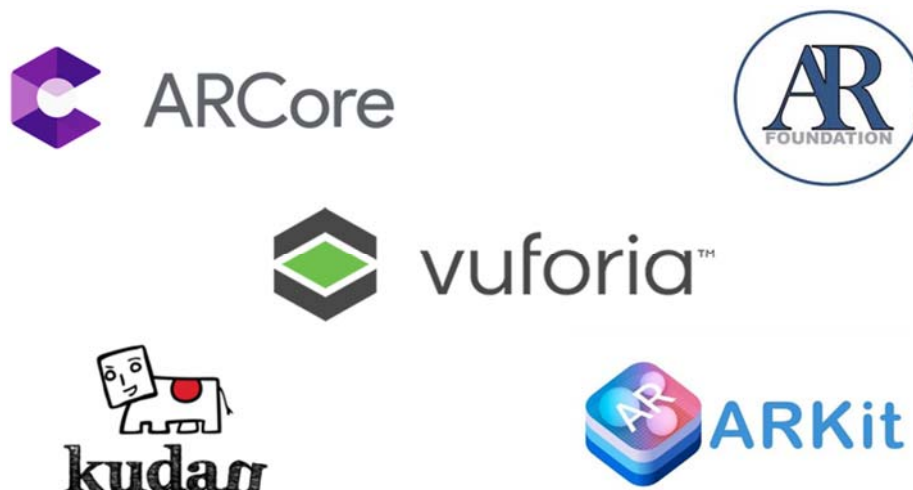


Рис. 3. Доступные SDK для реализации дополненной реальности

Интерфейс приложения было решено разделить на три основные части и одну вступительную. Это позволило обособить значимые функционалы приложения и руководство к ним, упрощая для пользователя навигацию (рис. 4).

Вступительный экран появляется только при первом запуске, и рассказывает пользователю базовую информацию о приложении. Этот экран был создан для ознакомления новых пользователей с функционалом приложения, в итоге повышая качество получаемого ими опыта [4].

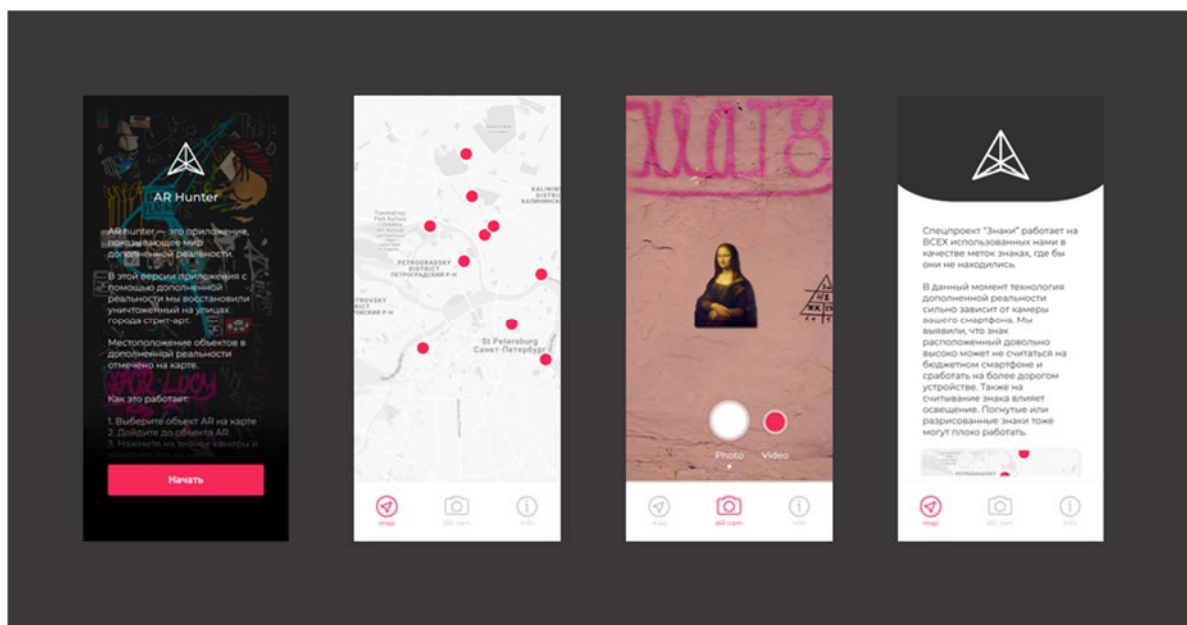


Рис. 4. Основные элементы интерфейса приложения

Первый экран демонстрирует пользователю карту, с расположенными на ней маркерами. Каждый маркер отвечает за экземпляр дополненной реальности, расположенный в городе на его координатах. Нажатие на маркер

показывает название экземпляра и имя его автора. Поскольку маркера расположены не в одном месте, как в AR-галерее или музее, а по всему городу, без этого экрана пользователям было бы трудно находить экземпляры.

Экран камеры реализует основной функционал приложения и предоставляет пользователю опыт дополненной реальности. Надпись, расположенная в центре, напоминает, что для отображения дополненных элементов необходимо навести камеру на метку. Кнопки фото и видео позволяют запечатлеть полученный опыт, после чего пользователю дается возможность сохранить или поделиться снятым файлом [5].

Экран информации содержит базовую информацию о приложении и базовые рекомендации по его использованию. Например, если пользователь посетил место на карте, но не может найти метку – на экране информации он может найти ссылку на сайт, где расположены все метки.

Список используемых источников

1. Schmastieg D., Holler T. Augmented Reality: Principles and Practice. М. : Addison Wesley Professional, 2016. 528 p.
2. J. Linowes, Unity 2020 Virtual Reality Projects: Learn VR development by building immersive applications and games with Unity 2019.4 and later versions. М. : Packt Publishing, 2020. 592 p.
3. S. Aukstakalnis, Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR. Addison-Wesley Professional, 2016. 448 p.
4. J. Levy, UX Strategy: How to Devise Innovative Digital Products that People Want. O'Reilly Media, 2015. 312 p.
2. D. Frakas, UX Research: Practical Techniques for Designing Better Products. М. : O'Reilly Media, 2016. 258 p.

УДК 004.056.53
ГРНТИ 81.93.29

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛИТИКИ ИБ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОКАЦИИ В UNITY3D

Н. А. Косов, Е. Д. Куликова

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

В настоящее время смартфон невозможно представить без мобильных приложений, ими пользуются каждый день для различных целей. Мобильные приложения хранят огромное количество данных, поэтому следует уделить особое внимание безопасности. Уязвимости мобильных приложений могут привести к краже персональных, платеж-

ных и учетных данных. А через корпоративные мобильные приложения возможно развить атаку на смежные компоненты инфраструктуры. В данной статье рассмотрена разработка мобильного приложения на основе получения геолокации пользователя для передачи данных между остальными пользователями. Данные могут передаваться между теми пользователями, которые находятся строго в определенной локации (местности).

геолокация, аутентификация, SFTP-сервер, мобильное приложение, координаты.

В наше время практически у каждого имеется смартфон, который тяжело представить без каких-либо приложений. Согласно статистике интернет-портала iXBT в третьем квартале 2020 года число загрузок из Google Play достигло 28,3 млрд, что в три раза больше показателя App Store, равного 8,2 млрд (рис. 1) [2].

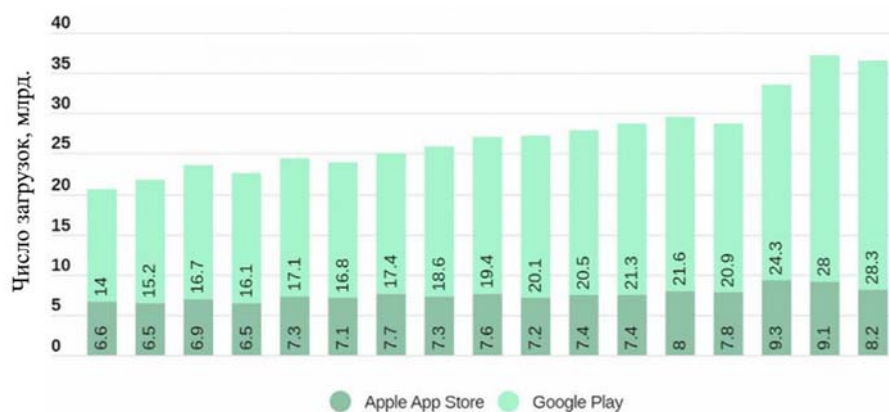


Рис. 1. Статистика количества загрузок из Google Play и App Store (с 3 квартала 2016 года по 3 квартал 2020 года)

Исходя из этой статистики можно сделать вывод, что люди скачивают колоссальное количество мобильных приложений каждый день. Причина тому – удобство и доступность. В данной статье рассмотрим мобильные приложения для передачи и хранения данных пользователями.

Наиболее частой атакой на такие мобильные приложения является атака несанкционированного доступа. Устранить попытки несанкционированного доступа можно с помощью аутентификации. В основном, аутентификация происходит с помощью логина и пароля, введенных пользователем.

В данной работе реализация политики ИБ представлена в виде разработки мобильного приложения, получающего и обрабатывающего геолокацию пользователя. Геолокация в данном случае служит средством получения доступа к хранению и передаче данных пользователем с помощью мобильного приложения.

Чтобы получить полный доступ к функциям мобильного приложения, требуется пройти два этапа аутентификации. Первый: находиться в требуемой локации (местности), второй: ввести верные логин и пароль. Первый этап является дополнительным уровнем защиты, так как второй не гарантирует полную безопасность. Однако, если использовать только первый этап аутентификации, то злоумышленнику потребуется только узнать требуемую локацию (местность) для получения доступа к мобильному приложению. Поэтому было решено использовать два этапа для аутентификации в целях повышенной безопасности.

Требуемая локация для прохождения первого этапа аутентификации состоит из n -го количества треугольников (3 точки). Из треугольников состоит сложная фигура, границы которой совпадают с границами локации (рис. 2). Координаты каждого треугольника хранятся в JSON-файле на SFTP-сервере (*Secure File Transfer Protocol*). Мобильное приложение получает эти координаты и сопоставляет с геолокацией пользователя. Координаты хранятся на SFTP-сервере для того, чтобы при необходимости, например, при обнаружении требуемой локации злоумышленником, их поменять.

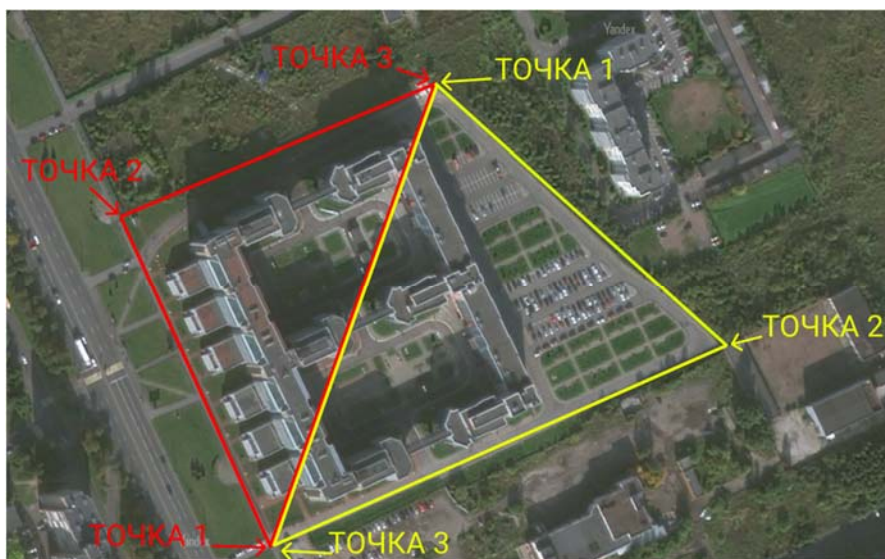


Рис. 2. Требуемая локация на примере территории СПбГУТ

Следует заметить, что злоумышленник различными методами может симитировать своё местонахождение в требуемой локации. Для устранения данной уязвимости требуется анализировать изменение местоположения пользователя. Если изменения являются «подозрительными» для системы, то соединение с пользователем прервётся, и придёт запрос на повторную аутентификацию.

На втором этапе используется аутентификация на основе хэшированного пароля. Пример прохождения пользователем процедуры аутентификации на основе хэшированного пароля (рис. 3):

1. Пользователь вводит свои имя «Пользователь» и пароль «qwerty» на рабочей станции.
2. Рабочая станция вычисляет хэш-значение $N4a\#@JD$ от введённого пароля. Имя пользователя и хэш-значение передаются по сети серверу аутентификации.
3. Сервер аутентификации сравнивает результат вычисления хэш-значения ($N4a\#@JD$) от введённого пользователем пароля с хэш-значением, хранящимся в учётной записи пользователя ($N4a\#@JD$).
4. В случае совпадения аутентификация признаётся успешной [1].

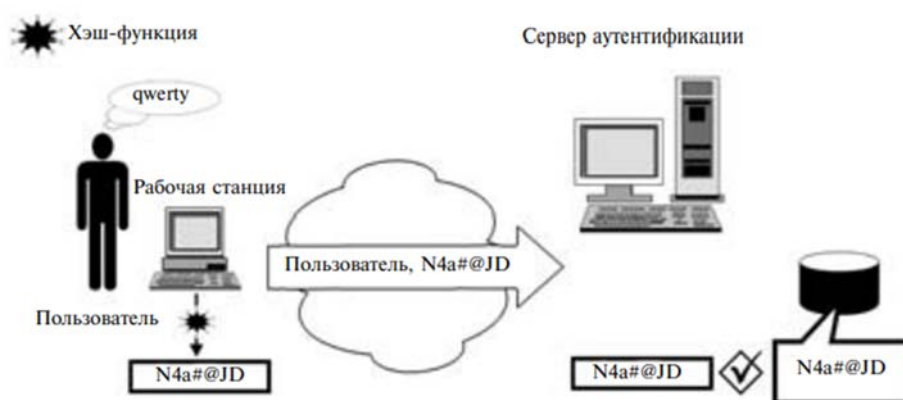


Рис. 3. Аутентификация на основе хэшированного пароля

Невозможность восстановления исходной информации при обладании полученным из неё хэш-значением – основное свойство однонаправленных хэш-функций. Восстановить открытое значение пароля из файла паролей, где он хранится в виде хэш-значения, практически невозможно. Таким образом, если злоумышленник получит доступ к базе данных аутентификации, это ему ничего не даст, так как он не сможет восстановить пароль пользователя из хранящегося в базе хэш-значения [1].

Координаты требуемой локации и данные пользователей хранятся на SFTP-сервере. Протокол SFTP – это расширение протокола SSH, являющимся стандартом мира UNIX/Linux систем. Передача файлов и команд происходит внутри защищенной SSH-сессии, для которой используется одно соединение. Присутствует поддержка символических ссылок, функций прерывания, возобновления передачи и удаления файла. Как правило, на каналах, где FTP работает медленно или с перебоем, SFTP-соединение работает более надежно и быстро. Также присутствует возможность аутентификации с помощью SSH ключей [3].

Разработка мобильного приложения осуществляется в Unity3D. Рассмотрим встроенный в Unity3D механизм для взаимодействия с SFTP-сервером и загрузки ресурсов в мобильное приложение. Данный механизм является классом *UnityWebRequest*, который находится в пространстве имён *Networking*. Система *UWR (UnityWebRequest)* позволяет самим назначать

обработчиков для загрузки и скачивания данных с сервера с помощью классов UploadHandler и DownloadHandler [4]. Для реализации скачивания и загрузки данных с помощью мобильного приложения требуется использовать оба этих класса.

В заключение данной работы стоит отметить, что помимо рассмотренных методов можно провести практическое исследование других способов создания мобильного приложения с аутентификацией на основе геолокации. Например, вместо SFTP рассмотреть FTPS, для создания требуемой локации использовать не треугольники, а другие фигуры. Вследствие чего можно опробовать, сравнить, оценить и выделить наиболее эффективные решения.

Список используемых источников

1. Афанасьев А. А., Веденьев Л. Г., Воронцов А. А. и др. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам : учебное пособие для вузов. М. : Горячая линия – Телеком, 2012. С. 16–18.
2. Статистика количества загрузок из Google Play и App Store [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ixbt.com/news/2020/10/15/2020-google-play-28-3.html> (дата обращения 27.03.2021).
3. Установка и настройка SFTP сервера (SSH FTP) в Windows на базе OpenSSH [Электронный ресурс]. URL: <https://winitpro.ru/index.php/2016/03/31/sftp-ssh-ftp-na-windows-server-2012-r2/> (дата обращения 27.03.2021).
4. Работа с внешними ресурсами в Unity3D [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/433366/> (дата обращения 27.03.2021).

Статья представлена заведующим кафедрой ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом А. В. Красовым.

УДК 004.05
ГРНТИ 81.93.29

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ АТАК НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СЕТЯХ VOIP-ТЕЛЕФОНИИ

В. С. Косолапов, В. А. Липатников, Д. С. Сокол

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

Постановка задачи: существует противоречие между требованиями по обеспечению информационной безопасности в сетях VoIP-телефонии с одной стороны,

и с другой отсутствием адекватной возможности проводить исследования и прогнозирование защищенности в условиях вторжений. Цель исследования: разработать модель процесса передачи информации в сетях VoIP-телефонии для анализа вероятностно-временных характеристик нарушения безопасной передачи информации и выявления закономерностей. Результаты: математическая модель активного нарушителя, учитывающая возможность реализовать различные атаки. Модель позволяет определять зависимость вероятностно-временных характеристик атаки, нацеленной на несанкционированный доступ к информации, в зависимости от значений параметров противодействующих сторон и производить расчет коэффициента воздействия. Новизна: модель отличается тем, что исследуются анализ, профили и виды атак. Практическая значимость: использование модели позволяет проводить исследование, прогнозирование и управление защищенностью сетей VoIP-телефонии в условиях вторжений.

информационная безопасность, информационные технологии, Марковские случайные процессы, VoIP, MiTM, SPIT.

Актуальность

Информационные технологии являются неотъемлемой частью современной жизни и используются для решения многих задач, например, обеспечение удаленного общения абонентов, которое реализуется посредством цифровой связи, в частности IP-телефонии, которая широко применяется в различных областях деятельности общества. При помощи VoIP-телефонии передаются важные данные корпоративного и государственного характера, обеспечение их конфиденциальности, целостности и доступности, является актуальной задачей.

Постановка задачи

Для разработки инструментария обеспечения информационной безопасности (ИБ) необходимо исследовать процессы антагонистического взаимодействия систем, стремящихся распространить управляющие воздействия друг на друга через совместно используемый общий ресурс (киберпространство), а затем решить задачу синтеза алгоритмов безопасной передачи информации в сетях VoIP-телефонии [1, 2]. Следовательно, целесообразно разработать модель нарушителя, учитывающую тактику и способы атаки на сеть VoIP-телефонии [3, 4].

Объектом исследования является – сеть VoIP-телефонии, а предметом исследования – вероятностно-временные характеристики процессов нарушения сети VoIP-телефонии. Цель исследования: Разработать модель процесса передачи информации в сетях VoIP-телефонии для анализа вероятностно-временных характеристик нарушения безопасной передачи информации и выявления закономерностей. Задача – разработать модель, отражающую вероятностно-временные характеристики процессов нарушения безопасной передачи информации в сетях VoIP-телефонии.

Решение

В настоящей статье при разработке модели исследуются вероятностно-временные параметры возможного вторжения в сеть VoIP-телефонии, исходя из современных угроз, таких как атака «человек посередине» MitM («*Man in the Middle*») [5, 6] и атака SPIT (*Spam Over Internet Telephony*), которая предполагает заранее записанный монолог и программу дозвона по известным номерам, с применением специальной утилиты Spitter. Граф последовательности событий реализации атак MitM и SPIT представлен на рис. 1.

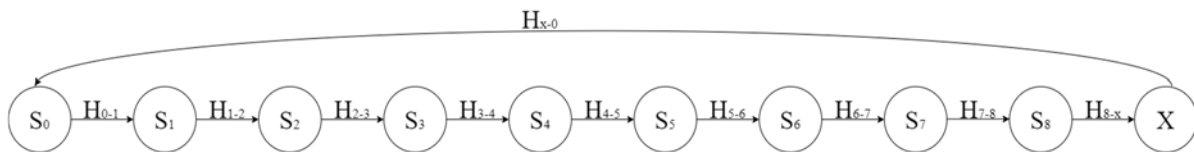


Рис. 1. Граф последовательности событий реализации атак MitM и SPIT

Для построения модели процесса вторжений при воздействии на сеть VoIP-телефонии выбран аппарат Марковских случайных процессов.

Для определения задержек в сети VoIP-телефонии при переходе из одного состояния в другое в момент осуществления атак, разработан граф состояний (рис. 2).

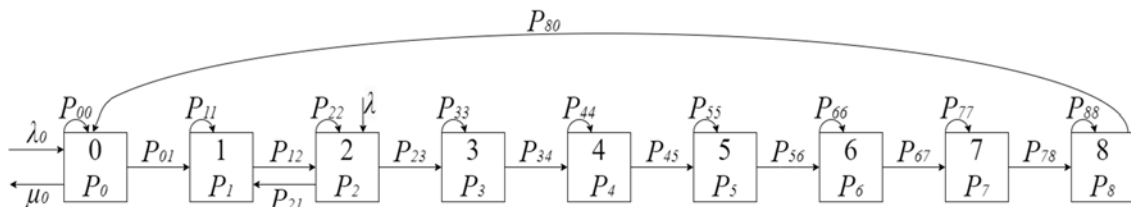


Рис. 2. Граф состояний атак при воздействии на сеть VoIP-телефонии

Для решения задачи выбраны методы теории дифференциальных уравнений, в которые входят: производные функции, может входить сама функция и независимые переменные [7, 8].

При решении дифференциальных уравнений [9] в качестве вероятности воздействия со стороны нарушителя можно использовать вероятность нахождения системы в состоянии, когда нарушитель реализует вторжение на сеть VoIP-телефонии (P_8).

Вероятность P_8 можно принять за вероятность воздействия, если считать, что после реализации одного воздействия система сразу же приступает к реализации другого, то есть система должна эффективно работать и в состоянии штатной работы (P_0). Таким образом, вероятность воздействия представляется как $P_v = P_0 + P_8$, которая в ходе решений [9] примет вид:

$$P_B = \frac{1 + \alpha}{1 + \alpha \frac{\mu_0}{\beta_7} \left(1 + \frac{\beta_7}{\beta_6} \left(1 + \frac{\beta_6}{\beta_5} \left(1 + \frac{\beta_5}{\beta_4} \left(1 + \frac{\beta_4}{\beta_3} \left(1 + \frac{\beta_3}{\beta_2} \left(1 + \frac{\lambda + \beta_2}{\beta_1}\right)\right)\right)\right)\right)\right)},$$

Решение дифференциального уравнения, выполнено согласно исходным данным указанным в таблице, необходимых для расчета плотности выполнения задач на события атак $\beta_i = \frac{1}{\bar{t}_B}$, где \bar{t}_B – среднее время вторжения нарушителя.

ТАБЛИЦА. Исходные данные для расчёта зависимости вероятности воздействия от времени реакции системы защиты информации при реализации атак

MiTM			SPIT		
Событие	Описание	t, мин.	Событие	Описание	t, мин.
S ₂	Время подбор пароля или его кража.	3 6 9	S ₂	Подбор пароля или его кража.	10
S ₃	Авторизация в системе администрирования роутера.	0,2 4 14	S ₃	Авторизация в системе администрирования сети.	2
S ₄	Просмотр пароля и имени точки доступа на роутере для дальнейшего создания двойника на своём устройстве.	0,5	S ₄	Сканирования для выявления SIP телефонов.	2
S ₅	Подготовка двойника настоящей точки доступа (SSID).	0,6	S ₅	Выявление активных и не активных SIP телефонов.	1
S ₆	Разрешение доступа в интернет на созданный беспроводной сетевой интерфейс.	0,3	S ₆	Получение из БД логинов и паролей от SIP учетных записей (для совершения массовых звонков).	1 10 30
S ₇	Перезагрузка роутера на правах администратора, или DDOS-атака на роутер.	1	S ₇	Массовая авторизация учетных SIP записей.	2 4 6
S ₈	В момент провисания настоящего роутера, задействовать двойника.	0,2	S ₈	Активация программного продукта Spitter для реализации атаки SPIT с последующим подключением украденной БД учетных записей SIP.	0,5

Реализация программного обеспечения

Для оптимизации расчёта и принятия оперативных мер по устранению целостности сети, было принято решение разработать программное обеспечение (ПО), позволяющая упростить все расчёты и сразу получить готовый результат в виде графика [10].

Данное ПО была написана на языке Java ver.8. с применением платформы JavaFX. Интерфейс разработанного ПО представлен на рис. 3.

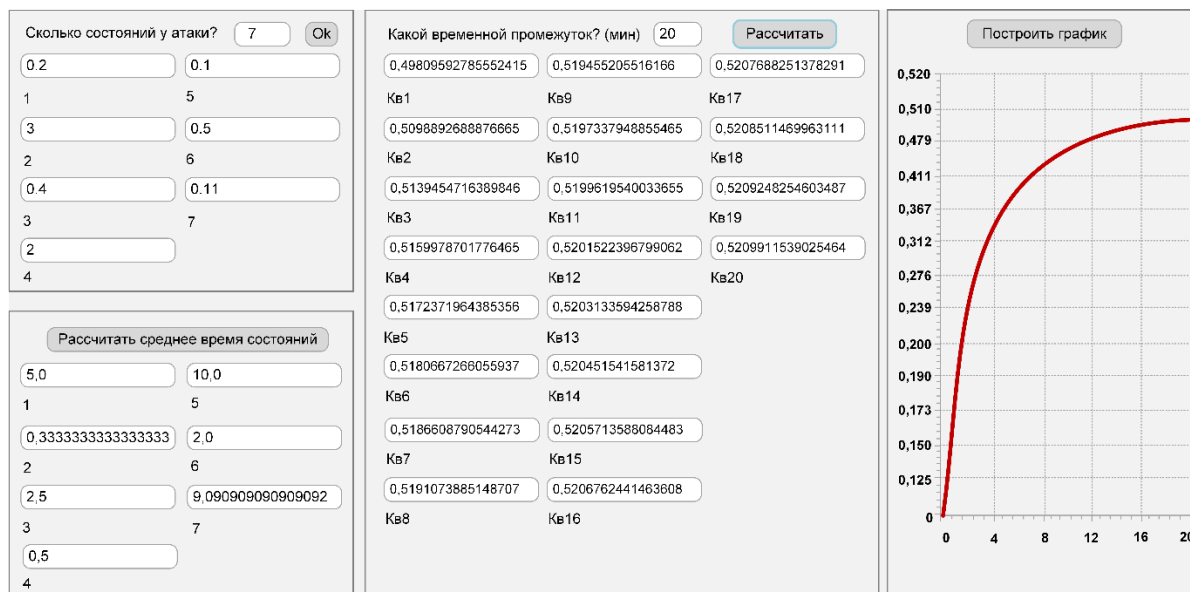


Рис. 3. Интерфейс разработанного ПО для оперативного расчёта воздействия атак на сеть VoIP-телефонии

Для экспериментальной оценки ИБ были выбраны показатели полноты и точности определения значений характеристик нарушения ИБ. Дальнейшие направления исследований связываются с разработкой методов реализации ПО на основе аппарата Марковских чисел, для принятия оперативных мер по предотвращению атак.

Исходя из полученных результатов, следует сделать следующий вывод, что рассматриваемая сеть VoIP-телефонии не в полной мере защищена от атак. Благодаря исследованию вероятности воздействия атак MiTM и SPIT на сеть VoIP-телефонии, в ПО были получены результаты, представленные в виде графиков. Они были проанализированы и определено, что при любом воздействии атак, не зависящих от времени выполнения, сеть VoIP-телефонии пропускала все этапы состояний атак злоумышленника для нарушения целостности, доступности сети, а также кражи конфиденциальной информации.

Список используемых источников

1. Липатников В. А., Сокол Д. С. Модель нарушителя безопасной передачи информации в сетях VoIP-телефонии // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020. ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН; 2020. С. 187–192.
2. Котенко И. В. Аналитика кибербезопасности: анализ современного состояния и перспективные направления исследований // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сб. науч. ст. в 4-х т. 2018. Т. 1. С. 10–19.
3. Костарев С. В., Карганов В. В., Липатников В. А., Технологии защиты информации в условиях кибернетического противоборства : науч. монография / Под общ. ред. В. А. Липатникова. СПб. : ВАС, 2020. 716 с.: ил. ISBN 978-5-91690-044-6/
4. Макарова О. С. Методика формирования требований по обеспечению информационной безопасности сети IP-телефонии от угроз среднестатистического «хакера» // Докл. Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2012. № 1. С. 51–67.
5. Skowron, A., Jankowski A., Dutta S. Interactive granular computing // Granular Computing. 2016. Vol. 1. PP. 95–113.
6. Красов А. В., Кириллов Д. И. Методика построения системы обнаружения вторжений для VoIP-трафика // Материалы 63 научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГУТ 21–25 февраля 2011 г. Т. 1. С. 248–249.
7. Говор Т. А. Обеспечение безопасности современных VOIP-сетей // Радиопромышленность. 2011. № 4. С. 37–43.
8. Липатников В. А., Тихонов В. А., Шевченко А. А. Метод управления кибернетической безопасностью в системах критических инфраструктур, основывающийся на интеллектуальных сервисах защиты информации // Технологии построения когнитивных транспортных систем. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2019. С. 207–214.
9. Липатников В. А., Косолапов В. С., Сокол Д. С. Метод обеспечения информационной безопасности сети VoIP-телефонии с прогнозом стратегии вторжений нарушителя // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Информационная безопасность» : сб. ст. III Всероссийской научно-технической конференции, Анапа, 21–22 апреля 2021 года. Анапа : Федеральное государственное автономное учреждение «Военный инновационный технополис «ЭРА», 2021. С. 82–95.
10. Сокол Д. С., Косолапов В. С., Липатников В. А., Парфириков В. А., Шевченко А. А. Расчет коэффициентов воздействия атак на программно-аппаратное оборудование. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021616926, 29.04.2021. Заявка № 2021612805 от 05.03.2021.

УДК 004.725.4
ГРНТИ 493329

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ SDN КОНТРОЛЛЕРОВ

С. И. Кузнецов, Д. Д. Муратханов, С. Ю. Скоробогатов

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

В данной статье предоставлен анализ SDN контроллеров с помощью метода моделирования угроз STRIDE. На основе анализа выявлены угрозы и возможные решения по их устранению.

SDN, SDP, контроллер, STRIDE, движение.

SDN обеспечивает гибкость для разработчиков, делая центральную плоскость управления напрямую программируемой. Но некоторые новые проблемы, такие как единственная точка отказа, могут возникнуть из-за центральной плоскости управления. Отделение плоскости управления (программного обеспечения) от плоскости данных (оборудования) – отличный шаг для инноваций и исследований [1]. Централизованная плоскость управления может вызвать единую точку отказа, а компрометация контроллера означает, что будет скомпрометирована вся сеть. Теперь безопасность – главный вопрос в сетях SDN. Проблемы безопасности контроллеров FloodLight анализируются с помощью метода моделирования угроз STRIDE [3].

STRIDE – это метод моделирования угроз, разработанный Microsoft. Это позволяет обнаружить недостатки системы безопасности. STRIDE расшифровывается как Spoofing (подмена), Tampering (подмена), Repudiation (отказ), Information Disclosure (скрытие информации), Denial of Services (отказ в обслуживании) и Elevation of Privileges (несанкционированное получение прав) [1].

Диаграмма потока данных (DFD) используется для графического представления любой системы. Сначала система разбивается на различные компоненты, затем угрозы анализируются на основе внутренней структуры и взаимодействия с другими компонентами [4]. Для DFD существует четыре стандартных набора символов: потоки данных, хранилища данных, процессы и взаимодействующие элементы. Моделирование DFD является наиболее важным моментом в оценке STRIDE, так как от него зависят все дальнейшие шаги.

Анализ безопасности контроллера Floodlight. Если нет службы аутентификации, любой может использовать сеть. При использовании пароля,

сертификатов клиента и т. д. аутентификация возможна. Floodlight поддерживает сертификаты клиентов, которые по умолчанию отключены. В южном интерфейсе контроллера Floodlight можно защитить от спуфинг-атак, включив сертификаты клиента. После получения запроса (начальное соединение, запрос подтверждения безопасности и т. д.) от контроллера FloodLight с помощью REST API (приложение передачи состояния представления), правило потока определяется в логике приложения и отправляется контроллеру с помощью REST API. Связь между приложением и контроллером FloodLight должна быть защищена от несанкционированного доступа [5]. По умолчанию используется HTTP, поэтому связь между контроллером и приложением может быть нарушена, поскольку в протоколе HTTP не используется механизм проверки целостности. Чтобы защитить связь от несанкционированного доступа в южном интерфейсе, по умолчанию должна использоваться TLS (безопасность транспортного уровня) с HTTP (так называемый HTTPS), который использует механизмы проверки целостности, такие как алгоритм SHA-256. Связь между коммутаторами и контроллером FloodLight не была защищена, поскольку FloodLight не поддерживает TLS в северном интерфейсе, поэтому протокол TLS должен быть встроен между коммутаторами и контроллером Floodlight для защиты канала от взлома.

Весь доступ к REST северного интерфейса может регистрироваться контроллером FloodLight. По умолчанию это отключено. Чтобы справиться с отказом в взаимодействии (коммутаторы и приложения) и процессах (ядро контроллера), Floodlight может регистрировать время доступа, функцию REST и информацию об IP. HTTP северного интерфейса FloodLight не имеет шифрования и аутентификации, которые могли бы дать злоумышленнику прямой контроль над сетью FloodLight [8]. Это делает контроллер FloodLight уязвимым для раскрытия информации из-за перехвата топологии. Для южного интерфейса раскрытие информации неавторизованному пользователю можно защитить с помощью протокола TLS, в то время как в южном интерфейсе раскрытие информации возможно, поскольку TLS не поддерживается в южном интерфейсе. Атака типа «DoS» (отказ в обслуживании) в северном интерфейсе может быть обработана путем введения ограничения скорости, фильтрации событий, отбрасывания пакетов, настройки времени ожидания правила и т. д. Включение сертификатов клиента также помогает смягчить DoS-атаку [6].

Уже подключенный хост может переместиться в новое место, и контроллер должен отправить трафик в это место, это называется отслеживанием хоста. Злоумышленник может выдать себя за настоящего пользователя, если служба Host Tracker ведет учет всех подключенных хостов с MAC-адресами. Настоящий пользователь может столкнуться с DoS-ата-

кой или плохой производительностью, потому что миграция хоста отслеживается сообщениями PACKET-IN (входящими пакетами), и аутентификация не используется. Эта проблема решается контроллером FloodLight, поскольку MAC, IP, VLAN ID и Location используются в качестве индекса в профиле хоста [7].

Авторизация ограничивает пользователя использованием только разрешенных функций. По умолчанию Floodlight не поддерживает авторизацию. Чтобы справиться с повышением привилегий, используют систему, которая позволяет приложению выполнять только разрешенные методы. В более новой версии контроллера FloodLight под названием SE-FloodLight больше внимания уделяется безопасности за счет внедрения авторизации на основе правил. В этом улучшении есть такие функции, как безопасность FortNOX, которая поддерживает аутентификацию на основе ролей с использованием цифровых подписей. В случае конфликта правил приоритет отдается запрашивающей авторизации с высоким уровнем безопасности, и для обеспечения целостности данных применяется принцип минимальных привилегий. Безопасность Floodlight была улучшена после расширенной версии за счет службы аутентификации, авторизации и учета.

Таблица 1 была создана на основе вышеуказанной информации, в ней «V» указывает на то, что существует механизм смягчения для этой атаки, «X» указывает на возможное существование угрозы, но не существует механизма смягчения, «-» означает, что для этой угрозы информация не предоставлена, пустое пространство означает, что на компонент не может воздействовать угроза.

ТАБЛИЦА 1. Матрица угроз для контроллера FloodLight

Тип	Элементы	Spoofing	Tampering	Repudiation	Information Disclosure	DoS	Elevation of Privileges
Поток данных	Северный интерфейс		V		V	V	
Поток данных	Южный интерфейс		X		X	V	
Производительный процесс	Ядро контроллера	-	-	V	-	V	V
Хранение данных	Внутренняя структура данных		-		-	-	

Контроллер OpenFlow Veason обеспечивает безопасность, разделяя управление сетью на независимые виртуальные машины. Приложения

OpenFlow управляют разными сетевыми доменами и не мешают другим доменам. В этом смысле безопасность OpenFlowWeason рассматривается как свойство невмешательства. Очень вероятно, что в Weason в северном интерфейсе будет шпионить [2].

Приложения могут отправлять любое сообщение контроллеру, и нет аутентификации (сертификации и т. д.) для сообщений между контроллером и приложениями. API для Weason прост и не накладывает никаких ограничений. Заявки регистрируются, чтобы получать события. Подделка и раскрытие информации могут быть возможны из северного интерфейса, потому что не используется шифрование (SHA-256) между приложениями и коммуникациями контроллера [3]. В случае отслеживания хоста вмешательство может быть невозможно, поскольку MAC, IP, VLAN ID и Location используются в качестве индекса в профиле хоста. Внутренняя структура данных может быть уязвима для несанкционированного доступа и раскрытия информации, потому что, как только пользователь получает доступ к контроллеру, вся внутренняя информация становится видимой и изменяемой.

Конфиденциальность и целостность могут быть достигнуты за счет использования протокола TLS в южном интерфейсе, который делает канал безопасным от несанкционированного доступа и раскрытия информации. По умолчанию TLS отключен в Weason.

В северном интерфейсе конфликтующие правила потоков из разных приложений могут вызвать DoS-атаку, в то время как DoS-атака может быть запущена из южного интерфейса, установив ряд новых и неизвестных потоков. Не существует службы аудита для приложений, которая делает Weason уязвимым для отказа в северном интерфейсе и процессах. Повышение привилегий может быть невозможно из-за его секционированной архитектуры, каждое приложение имеет свой собственный домен и не может мешать домену других приложений.

В Weason нет механизма контроля доступа, поэтому повышение привилегий может быть возможно, как только пользователь получит доступ к контроллеру.

Таблица 2 (см. ниже) была создана на основе вышеуказанной информации, в ней «V» указывает на то, что существует механизм смягчения для этой атаки, «X» указывает на возможное существование угрозы, но не существует механизма смягчения, «→» означает, что для этой угрозы информация не предоставлена, пустое пространство означает, что на компонент не может воздействовать угроза [4].

Подводя итоги, контроллер является основным компонентом SDN, поэтому, если вы не управляете контроллером, присутствующим в плоскости управления, он может стать потенциальной единой точкой атаки и отказа. Контроллер определяет поток данных, который имеет место в плоскости

данных. Следовательно, когда контроллер подвергается атаке и компрометации, это определенно сильно повлияет на сеть. Было проделано много работы по сравнению контроллеров SDN с наименьшим количеством уязвимостей, среди которых является Floodlight.

ТАБЛИЦА 2 Матрица угроз для контроллера OpenFlow Beacon

Тип	Элементы	Spoofing	Tampering	Repudiation	Information Disclosure	DoS	Elevation of Privileges
Поток данных	Северный интерфейс		X		X	X	
Поток данных	Южный интерфейс		V		V	X	
Производительный процесс	Ядро контроллера	–	–	X	–	–	X
Хранение данных	Внутренняя структура данных		X		X	–	

Список используемых источников

1. Bera S., Misra S., and Vasilakos A. V. “Software-Defined Networking for Internet of Things: A Survey,” // IEEE Internet of Things Journal, Dec 2017.
2. J. L. Hernández-Ramos, G. Baldini, R. Neisse, M. Al-Naday, and M. J. Reed, “A policy-based framework in Fog enabled Internet of things for cooperative ITS,” // In 2019 Global IoT Summit (GIoTS), June 2019.
3. A. Abdou, P. C. van Oorschot, and T. Wan, “Comparative analysis of control plane security of sdn and conventional networks,” IEEE Communications Surveys Tutorials, 2018.
4. X. Wang, X. Li, S. Pack, Z. Han, and V. C. Leung, “Stcs: Spatialtemporal collaborative sampling in flow-aware software defined networks,” // IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2020.
5. J. Hu, M. Reed, M. Al-Naday, and N. Thomos, “Blockchain-aided flow insertion and verification in software defined networks,” // In 2020 Global Internet of Things Summit (GIoTS). IEEE, 2020.
6. T. T. A. Dinh, J. Wang, G. Chen, R. Liu, B. C. Ooi, and K.-L. Tan, “Blockbench: A framework for analyzing private blockchains,” // In Proceedings of the 2017 ACM International Conference on Management of Data. ACM, 2017.
7. Seungsoo Lee, Changhoon Yoon, and Seungwon Shin. The smaller, the shrewder: A simple malicious application can kill an entire sdn environment // In Proceedings of the 2016 ACM International Workshop on Security in Software Defined Networks & Network Function Virtualization. ACM, 2016.
8. Aanchal Malhotra, Isaac E Cohen, Erik Brakke, and Sharon Goldberg. 2016. Attacking the Network Time Protocol // In Proceedings of the Network and Distributed System Security Symposium 2016.

УДК 654.024
ГРНТИ 49.39.29

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ВЕДОМСТВЕННОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В. И. Курнос

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

Рассматривается обобщенный подход к синтезу полиструктуры ведомственной телекоммуникационной системы. Показано, что очередность построения ВТКС станет носить итерационный (многошаговый) характер и может быть представлена в виде поэтапного решения отдельных задач с использованием частных методик. Предлагается в рамках совместной очередности решения целевой задачи выбрать (обосновать) ключевые методы реализации, которые дадут возможности для выстраивания структуры ВТКС, с учетом обеспечения её устойчивого функционирования.

телекоммуникационная система, транспортная сеть, функциональная устойчивость, дестабилизирующие факторы, информационное направление связи, связанный граф.

Как показывают исследования характер и особенности функционирования ведомственной телекоммуникационной системы во многом будет складываться рациональностью концепции ее топологической, потоковой и физической структур. Чрезвычайно актуален настоящий вопрос для ведомственной телекоммуникационной системы (ВТКС), в которой совместный сетевой ресурс определяется в интересах исполнения эксплуатационных норм во всевозможных плоскостях ее полиструктуры.

Анализ, проведенный в [1], показывает, что для решения задачи построению единой транспортной сети ВТКС целесообразно использовать логико-аналитический метод формирования её структуры. Особенность данного метода, по сравнению с другими, состоит в том, что он позволяет из ограниченного множества структур, найденных посредством аналитических соотношений, выбрать конкретный вариант в соответствии с целевым предназначением ВТКС, уровнем дестабилизирующих воздействий на избыточность их структуры, квалификацией обслуживающего персонала и другими факторами, которые можно учесть, например, при имитационном моделировании.

В соответствии с [2] в общем случае рациональное устройство ВТКС для выполнения установленных критериев должно выстраиваться относительно плоскостей и уровней ее образующих. При этом с учетом того, что базу перспективной ВТКС будут составлять многосервисные, многопротокольные сети связи, устройство подобной системы должно формироваться вместе с особыми и обеспечивающими их эксплуатацию службами и системами: тактовой сетевой синхронизацией (ТСС), сигнализации (СС) и технической эксплуатации (ТЭ). Такой подход позволяет изначально учитывать сетевые ресурсы, закладываемые (необходимые) в топологическую, потоковую и физическую структуры ВТКС.

В этом случае последовательность построения ВТКС будет носить итерационный (многошаговый) характер и может быть представлена в виде поэтапного решения отдельных задач с использованием частных методик. Основу методик может составлять процесс обеспечения эксплуатационных норм в различных плоскостях, с последующим уточнением результатов каждой из них относительно предыдущих этапов.

Поэтому в рамках общей последовательности решения целевой задачи необходимо разработать совокупность методик и выбрать (обосновать) основные алгоритмы их реализации, которые позволят построить структуру ВТКС совместно со структурами обеспечивающих ТСС, СС и системы управления в условиях воздействия дестабилизирующих факторов.

При этом ВТКС будет рассматриваться как двухуровневая структура, состоящая из транспортной сети и сетей доступа. В то же время, исходя из условий функционирования ВТКС, ее транспортную компоненту целесообразно строить частично инвариантной по пропускной способности, а сети доступа – в виде зон по территориально-административному принципу.

В каждой зоне доступа целесообразно выделить корреспондирующие пары, образующие информационные направления связи (ИНС), принадлежащие данной зоне, а также корреспондирующие пары, образующие ИНС относительно разных зон доступа. Взаимоувязывание сетей доступа производится посредством единой транспортной сети.

При этом ресурс по качеству и пропускной способности, заложенный в инвариантную часть транспортной сети, должен обеспечить потребности служб синхронизации, сигнализации, управления ВТКС и пользователей I класса. Остальной требуемый сетевой ресурс в интересах пользователей II и III класса закладывается в безынтервальную часть транспортной сети ВТКС [3].

Для построения транспортной сети ВТКС, в качестве модели возможно применить многопродуктовую, многополюсную потоковую сеть. Эта модель при использовании ресурсосберегающих КАПС может быть представлена многопродуктовым графом $G(A, B, H, U)$, в котором A – узловая основа сети, B – сетка линий сети, определяющая ребра между узлами сети, H –

структурная надежность ребер сети, U – пропускная способность ребер сети [4]. В качестве исходных данных будем считать заданными следующие:

1. Совокупность пунктов управления Φ $A_i = \{a_i^{(1)}\}, \{x_i^{(1)}, y_i^{(1)}\}$, $i = \overline{1, N_1}$, из которых формируются корреспондирующие пары $Z = \{Z_k\}$, $Z_k = \{a_{pk}; a_{gk}\}$, $k = \overline{1, m}$, соответствующие ИНС.

2. Вектор $\vec{V} = [V_{Z_1}, \dots, V_{Z_k}, \dots, V_{Z_m}]^T$, компоненты которого определяют требуемые пропускные способности ИНС (могут быть заданы числом стандартных цифровых каналов для передачи ИС с пропускной способностью 64 Кбит/с).

3. Вектор $\vec{H}^{(Тр)} = [H_1^{(Тр)}, \dots, H_m^{(Тр)}]^T$ устанавливающий условия к структурной надежности пучков каналов для $\{Z_k\}$ сети.

4. Требования к коэффициентам ошибок и фазовым дрожаниям сетевых каналов $\{k_{om}^{(\ell)}; J_g^{(\ell)}\}$, $\ell = \overline{1, \gamma}$, где ℓ – вид услуги, предоставляемой пользователям.

5. Построение сети, которая реализуется с использованием совокупности цифровых систем передачи (ЦСП), образованных посредством технологий плездохронных и синхронных цифровых иерархий, характеризуемых:

$$\{\bar{n}^\mu, \alpha_\mu, \beta_\mu, \gamma_\mu, \vec{V}_\mu, \vec{L}_\mu, \vec{H}_\mu, \vec{\Psi}_\mu\}, \quad n = 1, \dots, Q; \quad \mu = 1, \dots, M,$$

где \bar{n}^μ – тип ЦСП из заданного ряда от 1 до Q ; $\alpha_\mu, \beta_\mu, \gamma_\mu$ – коэффициенты, по которым рассчитывается приведенная стоимость ЦСП и их участков на ТКС; \vec{V}_μ – вектор пропускных способностей, реализуемых ЦСП; \vec{L}_μ – вектор, определяющий структуру цифровой линии передачи; \vec{H}_μ – вектор надежности ЦСП; $\vec{\Psi}_\mu$ – вектор эксплуатационных норм на параметры цифровых каналов передачи (связи).

Совокупность ЦСП позволяет сформировать узловой ресурс $R_y = \{r^v\}$, $v = \overline{1, Q_y}$, где r – тип узла и линейный ресурс сети $R_\chi = \{r^\chi\}$, $\chi = \overline{1, Q_\chi}$. Узловой ресурс определяет коммутационные возможности, надежность оборудования, затраты на развертывание и эксплуатацию узлов сети. Посредством линейного ресурса реализуется сетка линий ВТКС. На транспортной сети ВТКС используется принудительная иерархическая сетевая тактовая синхронизация со структурной надежностью передачи сигналов хронирования $\eta = H_{1,j}$, $j = \overline{2, N}$.

Задачу построения единой транспортной сети ВТКС целесообразно решать в виде последовательности частных задач, с корректировкой решений на отдельных этапах посредством имитационной модели для их взаимной увязки. При этом на первом этапе проводится синтез ее топологической

структуры, которая должна обеспечивать ресурс сети по качеству каналов, структурной надежности при передаче как информационных, так и сигнально-управляющих потоков информационных сообщений (ИС). Полученная топологическая структура будет являться основой для формирования потоковой структуры с определением пропускных способностей ребер сети и распределением потоков по ним. Сформированные таким типом топологическая и потоковые структуры обеспечат принятие решения по построению физической структуры транспортной сети ВТКС методом решения задачи подбора из установленного дискретного ряда технических средств с рациональной расстановкой подходящего оборудования КАПС на узлах ВТКС.

В соответствии с рассмотренными этапами решения задачи, ее последовательность может быть представлена в виде следующего алгоритма.

1. Нахождение числа и местоположения узлов доступа ВТКС $A_D^{(D)} = \{a_{i_g}\}, \{x_{i_g}, y_{i_g}\}, i_g = \overline{1, N_g}$.
2. Составление матрицы тяготения между узлами доступа $\{Z_k\}_{g\ell}, \{U_k\}_{g\ell}, \ell = \overline{1, m_1}$.
3. Составление матрицы связности между узлами доступа $(h_{св})_{g\ell}$. Выбор максимального значения $h_{св}$ между узлами доступа.
4. Определение требований к рангам сетевых узлов единой транспортной сети $r(a_i) = \max\{h_{св}\}_{g\ell}$.
5. Построение узловой основы транспортной сети.
6. Построение сетки ребер транспортной сети ВТКС (нахождение числа и местоположения ребер сети) $B = \{b_{ij}\} = \{b_1, \dots, b_n\}$.
7. Построение инвариантной части по пропускной способности транспортной сети ВТКС.
8. Построение безынтервальной части транспортной сети ВТКС.
9. Уточнение пропускной способности ребер ВТКС относительно существующего и планируемого к развертыванию парка ЦСП.
10. Распределение систем передачи и оборудования узлов коммутации ВТКС.

В дальнейшем решение задачи направлено на построение топологической структуры транспортной сети ВТКС. При этом, с позиции оптимизации транспортных сетей связи и выполнения ими всех условий по переносу ИС, представляют интерес топологические структуры однородных сетей, то есть сетей абсолютной однородности или же имеющих наименьшую разнородность. Подобные структуры допускают реализацию всех известных в прогрессивной технике режимов функционирования КАПС (коллективного пользования, пакетной обработки, работы в реальном масштабе времени и т. п.), видов управления сети (иерархического, децентрализованного

и др.), способов обработки информации, формирование разветвленных не-иерархических структур. Структуры наибольшей однородности или имеющие минимальную неоднородность более адекватны решаемым задачам построения транспортной сети, т.к. допускают разделение на функционально автономные части, приспособляемость к наружным условиям и к требованиям пользователей сети [5]. Нарастаемость этих структур выполняется без перемен в начальном ее составе.

Определив потоковую структуру транспортной сети ВТКС, можно приступить к построению ее физической структуры, которая соединена с установкой систем передачи, в том числе используемых в ресурсосберегающих КАПС, на сетевых узлах. В данном случае задача решается с учетом пригодности прохождения трасс по физико-географическим условиям и дестабилизирующим воздействиям, обеспечения отказоустойчивости ребер и эффективного использования энергетики линий передачи на путях прохождения каналов. Для решения данной задачи целесообразно использовать метод последовательного анализа вариантов, который достаточно подробно рассмотрен в [6].

Синтезированная таким образом сеть позволяет осуществить распределение каналов в данный момент времени в соответствии с заданными требованиями по пропускной способности и обеспечить структурную надежность ВТКС. Кроме того, построенная таким образом структура ВТКС является уницентральной, что позволяет более эффективно развертывать на ней систему связи и сети обмена данными в интересах ведомства. Однако сформированная выше приведенным способом структура ВТКС не конкретизирована относительно особенностей построения обеспечивающих плоскостей ее полиструктуры. Поэтому дальнейшим направлением решения задачи в целях выполнения требований к устойчивости функционирования ВТКС должно являться разработка методики формирования ее тактовой сетевой синхронизации.

Список используемых источников

1. Жигадло В. Э. Архитектура телекоммуникационных сетей. СПб. : ВУС, 2000. 218 с.
2. Курносков В. И. Методологические аспекты формирования технического облика перспективных телекоммуникационных систем / Труды межведомственного НТС «Технология общесистемных работ в области телекоммуникаций». СПб. : ОАО НИИ «Звезда», 2000. С. 31–37.
3. Военные системы многоканальной электросвязи. Часть II : учебное пособие / Под ред. Лебедева А. Т. Л. : ВАС, 1992. 269 с.
4. Филин Б. П. Методы анализа структурной надежности сетей связи. М. : Радио и связь, 1998. 211 с.
2. Бабошин В. А., Керко В. А., Лисовский А. В. и др. Вторичные сети военной связи / Под ред. А. В. Лисовского. М : Изд-во МО РФ, 2002. 591 с.

3. Калихман И. Л., Войтенко М. А. Динамическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособие. М. : Высшая школа, 1989. 125 с.

УДК 621.398
ГРНТИ 49.37.29

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКГ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ LORA

М. А. Маколкина, М. В. Шарлаева

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

В данной статье представлен лабораторный стенд, позволяющий выполнять запись и дальнейшую обработку сигнала ЭКГ для возможности осуществления удаленных медицинских консультаций в условиях пандемии. Перечислены преимущества технологии передачи данных LoRa для использования в медицинской практике. Представлены требования к техническим параметрам стенда и принципиальные схемы подключения элементов. Предложена многоуровневая архитектура для сбора данных и передачи их по протоколу LoRa на вход нейронной сети уровня туманных вычислений.

телекардиология, электрокардиограф, туманные вычисления, LoRa, Raspberry Pi.

Согласно опубликованным данным Всемирной организации здравоохранения за 2000–2020 гг. первую позицию среди ведущих причин смертности занимают сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) [1].

Эволюция дистанционного оказания медицинской помощи напрямую связана с изменениями в сфере телекоммуникационных технологий. Существует отдельная область телеметрии – телекардиология, задачи которой включают в себя оказание телемедицинских услуг в области кардиологии. В системах телекардиологии основным диагностическим инструментом является электрокардиограмма (ЭКГ). Анализ электрокардиограммы дает возможность выявить широкий спектр сердечных заболеваний, поскольку существуют достаточно строгие показатели нормальной формы и продолжительности каждой составляющей записанного сигнала.

Среди имеющихся решений на рынке телекардиологии можно выделить существенные недостатки: большие габариты комплекта телекардиографа, использование протоколов малого радиуса действия, низкой проникающей способности в условиях городских застроек, высокое энергопотребление, отсутствие функции автоматического анализа и диагностики

работы сердечно-сосудистой системы на основании сигнала электрокардиограммы.

Архитектура системы мониторинга, предлагаемой в данной работе, базируется на типичной трехуровневой обобщенной архитектуре туманных вычислений [2, 3, 4], но в качестве дополнения содержит уровень пользовательских приложений (рис. 1).

Используемая в работе технология передачи данных LoRa работает в субгигагерцовых диапазонах нелицензируемых частот, которые могут быть использованы без оформления разрешения ГКРЧ на территории Российской Федерации. Радиосигнал на частоте 433 МГц способен преодолевать кирпичную стену толщиной 4,3 метра [5]. LoRa обеспечивает широкий диапазон работы (до 15–20 км на открытой местности и до 2–5 км в условиях плотной городской застройки), возможность подключения миллионов узлов, длительный срок службы устройств (свыше 10 лет) и приемлемую скорость обмена данными (300 бит/с – 100 Кбит/с).

Физический уровень представлен устройством для записи сигнала ЭКГ, а именно макетной платой TTGO ESP32 с подключенным датчиком сердечного ритма AD8232. Для снятия показаний используются широко распространенные самоклеящиеся электроды с кнопочной фиксацией разъема кабеля. Аналоговый сигнал поступает на вход платы ESP32, где преобразуется в цифровой, и по протоколу LoRa передается на уровень тумана. При выборе используемой платы особое внимание было уделено наличию встроенного модуля LoRa SX1278, чтобы не было необходимости использовать дополнительные компоненты, занимающие пространство. Принципиальная схема подключения AD8232 к ESP32 изображена на рис. 2.

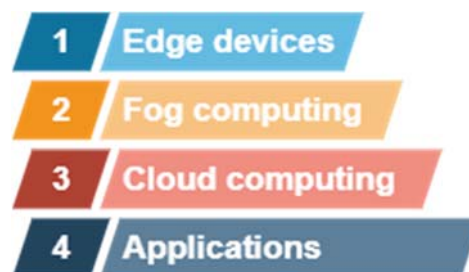


Рис. 1. Архитектура системы мониторинга

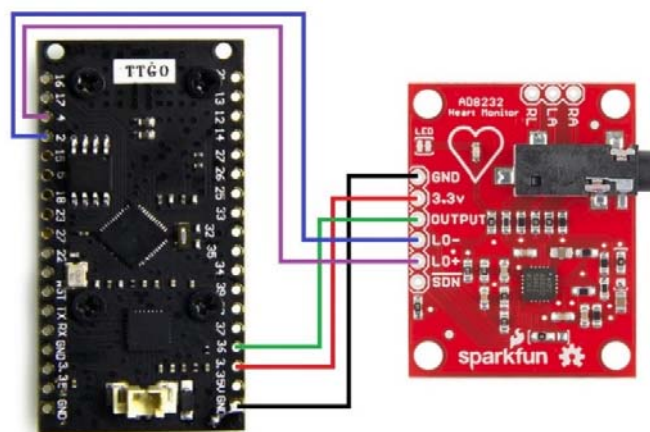


Рис. 2. Принципиальная схема подключения AD8232 к ESP32

Для программирования платы ESP32 используется интегрированная среда разработки Arduino IDE, предназначенная для создания и загрузки программ на платы Arduino и другие поддерживаемые платы. Передача данных по LoRa осуществляется на частоте 433 МГц. Сигнал с выхода OUTPUT AD8232 поступает на 36 вход ESP32, что в цикле записывается в переменную вещественного типа signalECG (рис. 3).

На первоначальном этапе благодаря использованию функционала Arduino IDE «Плоттер по последовательному соединению» можно проследить какие данные считываются с электродов, и оценить корректность формирования электрокардиограммы (рис. 4).

Аппаратная часть уровня тумана представлена одноплатным компьютером Raspberry Pi 3 Model B с подключенным передатчиком LoRa Ra-02 SX1278 (рис. 5, см. ниже). Ra-02 – это модуль беспроводной передачи, основанный на беспроводном трансивере SEMTECH SX1278.

Raspberry Pi 3 B оснащен ARM-процессором Broadcom BCM2837, имеет 1 Гб оперативной памяти, разъемы HDMI и Ethernet, четыре USB-порта, а также встроенный модуль беспроводной связи Wi-Fi и Bluetooth. Особенностью Raspberry Pi 3 является наличие разъема GPIO, который делает возможным подключение других периферийных устройств: датчики, кнопки управления, программируемые микроконтроллеры, исполняющие устройства. Для получения данных по LoRa необходимо настроить SX1278 для работы на частоте 433 МГц, а затем «слушать» эфир для приёма входящих пакетов.

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

int counter = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial);

  if (!LoRa.begin(433E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }
  LoRa.setTxPower(20);
}

void loop() {
  float signalECG = analogRead(36);
  LoRa.beginPacket();
  LoRa.print(signalECG);
  LoRa.endPacket();

  counter++;
  delay(5000);
}
```

Рис. 3. Код для ESP32 (передача по LoRa)

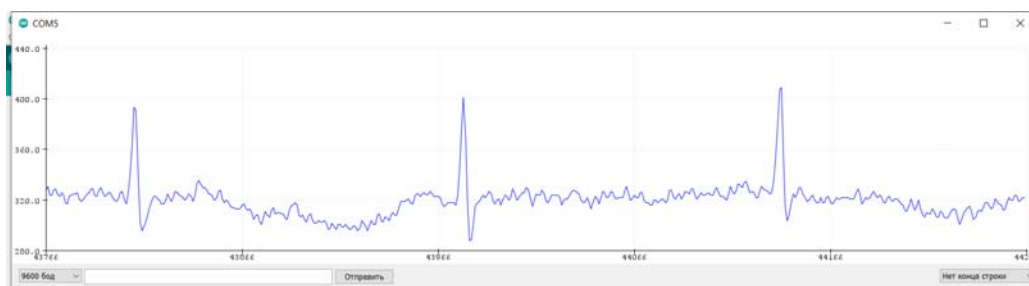


Рис. 4. Запись электрокардиограммы в Arduino IDE

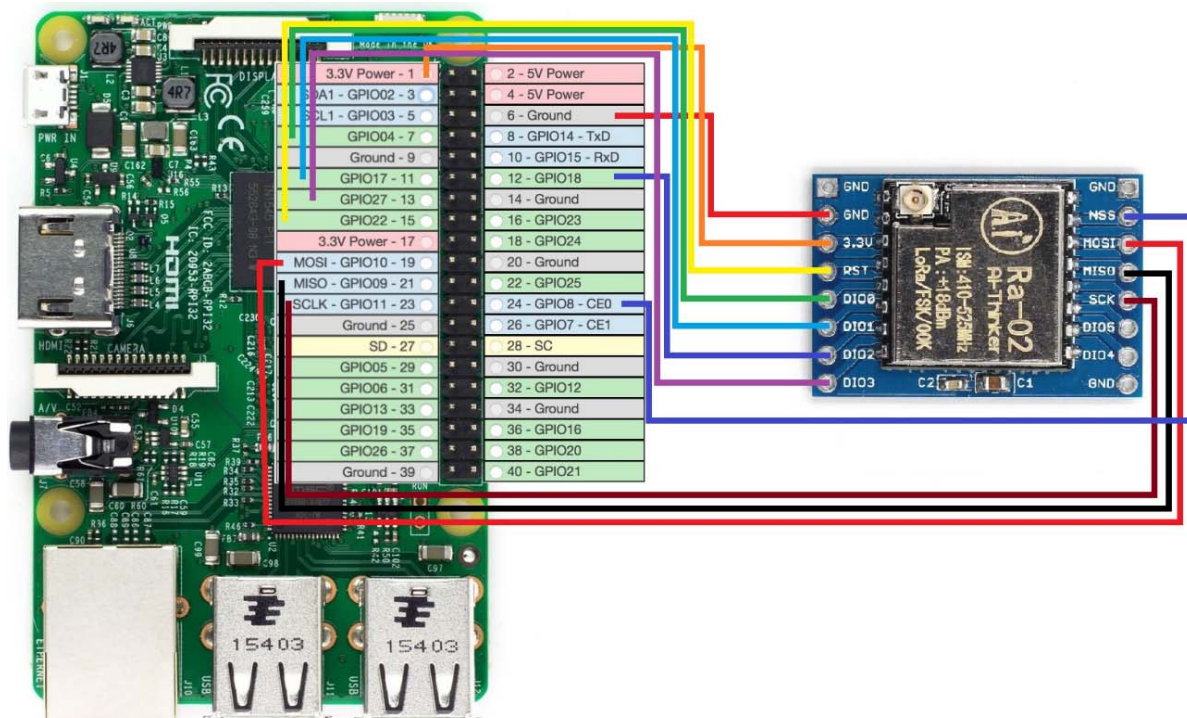
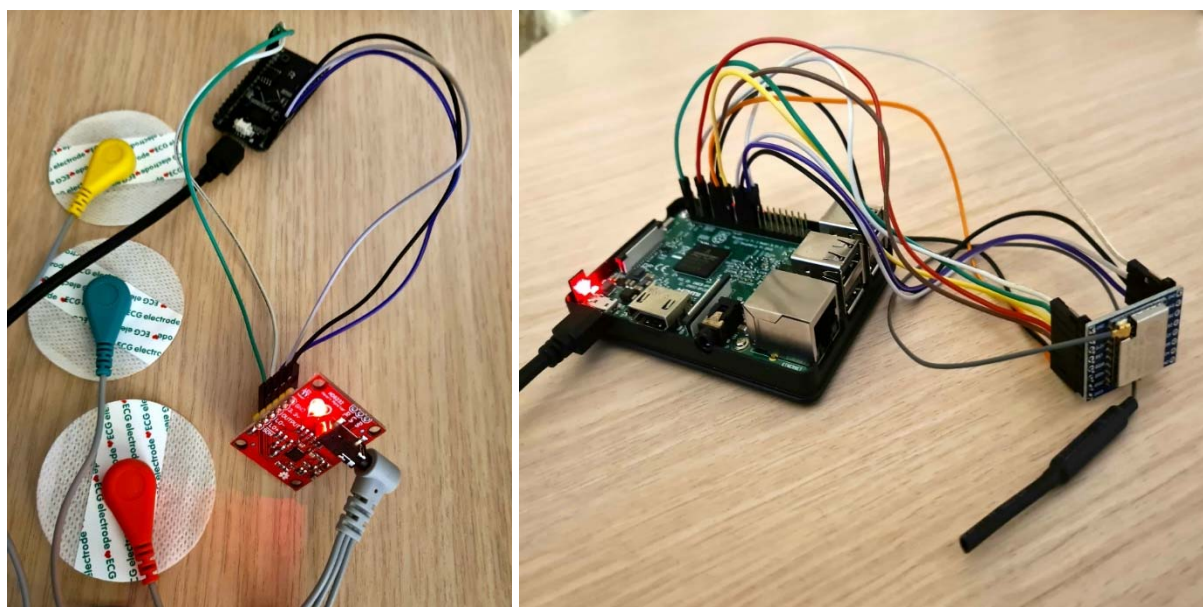


Рис. 5. Схема подключения модуля LoRa Ra-02 к Raspberry Pi 3

Итоговая сборка представлена на рис. 6. Электрокардиограф планируется усовершенствовать подачей питания на плату от аккумулятора и размещением в компактном корпусе.



а)

б)

Рис. 6. Фото сборки: а) физического уровня; б) уровня тумана

Список используемых источников

1. Статистика о ведущих причинах смертности и инвалидности во всем мире за период 2000–2019 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019>
2. Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things are. Cisco White Paper. 2015. Available online [Электронный ресурс]. URL: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/docs/computing/overview.pdf.
3. Dastjerdi A. V., Gupta H., Calheiros R. N., Ghosh S. K., Buyya R. Fog computing: Principles, architectures, and applications // In Internet of Things; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2016; pp. 61–75.
4. OpenFog Consortium. OpenFog Reference Architecture for Fog Computing; Architecture Working Group; OpenFog Consortium: Fremont, CA, USA, 2017; pp. 1–162.
5. Беспроводная передача данных, ISM-диапазон [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/164215/>

УДК 316
ГРНТИ 04.51.25

СТРАТЕГИИ САМОПРЕЗЕНТАЦИИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ В КИБЕРПРОСТРАНСТВЕ

А. Е. Мальчёнкова

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

В статье рассматриваются основные стратегии формирования самопрезентации и идентификации личности в виртуальном пространстве сети Интернет, особенности мотивации, а также целевых установок, определяющих этот процесс. Особенности самопрезентации и идентификации социализированной личности в киберпространстве осуществляются на основе использования феноменологических методов, разработанных в социологии.

виртуальное пространство, сеть Интернет, самопрезентация, идентификация, феноменология.

Становление информационного общества выносит на первый план проблемы, связанные с определением идентичности личности в киберпространстве. Взаимодействие людей в условиях сетевых структур киберпространства определяет актуальность исследований вопроса идентичности в условиях сетевых структур киберпространства.

Информационное общество определяет существование человека в константной реальности и в условиях киберпространства. Регламентация социального поведения в константной реальности определяется параметрами

возраста, пола, социальной и профессиональной принадлежностью. «В рамках социологии – отмечает В. Л. Абушенко – проблематика идентичности вводилась первоначально в статусно-ролевых концепциях личности и социализации, то есть в контекстах предписываемой социальным статусом роли» [1]. Взаимодействие людей в киберпространстве и самоопределение в нём позволяет определять свою идентичность самостоятельно. В одном случае это зеркальное отражение идентичности, сложившейся в реальной жизни. Однако, возможен и другой путь, который позволяет личности усваивать ценности и нормы, сложившиеся в условиях киберпространства. Одновременное существование в виртуальной и константной реальности позволяет утверждать, что вопросы самопрезентации становятся наиболее значимыми для личности.

Теория идентичности и самопрезентация является известной темой в социологии. Однако, в условиях киберпространства идентичность и самопрезентация имеет существенные особенности, поскольку виртуальный мир не имеет границ подобным условиям реальной социальной жизни человека. Что касается виртуальной реальности, то именно здесь необходимо более пристальное внимание к процессам идентификации и самопрезентации. В социальном пространстве виртуальной среды взаимодействие постоянно осуществляется на фоне противостояния процессов самопрезентации и идентификации.

Социологические идеи постмодернизма допускают изучение как реального, так и возможного бытия человека. Сетевое взаимодействие людей в киберпространстве позволяет предполагать множественность в вопросе идентичности личности. И эти идентичности не совпадают с социальной идентичностью человека в объективной реальности существующего социума.

Классический структурно-функциональный анализ рассматривает личность с позиций социального статуса и роли человека, определяя его мотивы, потребности, социальные установки. Феноменологический подход рассматривает личность с позиций её экзистенциальной природы. Категория «идентичность», вошла в социологию во второй половине XX века. Современное понимание идентичности личности позволяет совмещать принципы структурно-функционального подхода в социологии и феноменологические представления о ней.

С развитием взаимодействия социальных субъектов сети Интернет, актуализировались исследования, связанные с активностью личности в формировании «образа Я» и различных способов формирования её идентичности в процессе самопрезентации. Пути самопрезентации человека в киберпространстве практически неограничены, и даже если они опираются на объективно представленную идентичность, могут не совпадать с ней. При этом следует учитывать, что взаимодействия социальных субъектов

в киберпространстве способно влиять на реальную идентичность различными способами. С одной стороны, существование в социальных сетях самых разных сообществ, даёт возможность принадлежать к сообществам отсутствующим в реальном социальном мире. С другой – взаимодействие в социальных сетях Интернета на основе полной анонимности, может создавать идентичность, значительно отличающуюся от идентичности в реальной жизни.

Существование различных сетевых сообществ может оказывать самое разное влияние на формирование личности. Следует отметить и следующий важный момент. Виртуальная самопрезентация способна формировать социальную идентичность через противопоставление себя сообществу. Такое поведение обычно связано с существованием идентичности, толкающей её носителей самоопределяться через поведение, отличающееся протестным содержанием. Стремление к анонимности в виртуальной коммуникации может вызываться разочарованием человека его самоопределением в реальном мире, нежеланием принять реально сформировавшуюся идентичность. В сети Интернет можно изменять гендерную, возрастную, профессиональную и статусную принадлежность. Виртуальная реальность делает возможным вынесение за рамки коммуникации дезорганизацию взаимодействия личности с социальной средой, связанную с неприятием своего статуса, а возможно и культуры.

Изменение идентичности в киберпространстве в значительной степени происходит при условии неприятия своей идентичности в реальной жизни. Потребность к более высокому статусу, власти, престижу, которым человек не обладает по ряду причин, реализуется. Взаимодействие в киберпространстве на основе самопрезентации позволяет проявлять недопустимую в реальном обществе демонстрацию силы, пренебрежение культурными нормами, физическому и интимному самоутверждению, которые не могут быть реализованы в реальной жизни.

Одна из наиболее значимых причин виртуальной самопрезентации в киберпространстве – потребность в признании. В связи с определёнными сложностями реальной жизни в достижении реализации идеальной модели собственных представлений о своей личности, происходит подмена реального за счёт самопрезентации. Поскольку в реальной жизни человек находится под влиянием времени, пространства, социального окружения и культуры, то реализация личности требует значительных усилий (действий, средств). Затраты на самопрезентацию в киберпространстве требуют меньшего ресурса. Часто в ходе самопрезентации в киберпространстве происходит замена пола. Можно предположить, что это чаще всего, связано с желанием получить новый опыт и новые ощущения.

Приведённые рассуждения позволяют сделать выводы о том, что стратегии формирования идентичности в киберпространстве не только отличаются от этого процесса в реальном бытии, но и отражают то, что невозможно выразить в реальной жизни. Сравнительный анализ реальной и виртуальной самопрезентации и идентификации раскрывает взаимное влияние их друг на друга.

Исследование становления идентификации личности в киберпространстве показывает, что появление Интернета создаёт новые пути и способы формирования идентичности. Взаимодействие в киберпространстве осуществляется в новых формах, которые были неизвестны ранее, а это, в свою очередь, меняет способы самопрезентации и идентификации личности. Изучение особенностей существования личности в сети Интернет – это то новое, что в настоящее время развивается в социологии, и что позволяет лучше понимать изменения, происходящие в социализации личности и её самопрезентации в социальном мире.

Список используемых источников

1. Абушенко В. Л. Проблемы идентичностей: специфика культур-философского и культур-социологического видения // Вопросы социальной теории. 2010. Т. IV. С. 138.

УДК.621.396.6
ГРНТИ 47.47

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ СИНТЕЗА ЧАСТОТ

Ю. А. Никитин

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

Рассмотрены основные методы синтеза частот, применяемые в современных синтезаторах, которые позволяют обеспечить требуемое качество формируемых колебаний. Произведена их классификация. Показаны основные преимущества и недостатки.

синтез частот, пассивный аналоговый синтез (ПАС), пассивный цифровой синтез (ПЦС), кольцо импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП), конечный автомат (КА), счетчик импульсов (СИ), накапливающий сумматор (НС), побочные спектральные составляющие (ПСС).

Синтезаторы частоты для систем радиосвязи должны удовлетворять многим и противоречивым требованиям: формировать сетку частот с малым

шагом, но с быстрой перестройкой и преемственностью фазы выходного колебания, с малым уровнем шумовых и дискретных побочных спектральных составляющих в ближней зоне отстроек, обеспечивать долговременную стабильность частоты и фазы. Реализовать такой набор требований можно только при системном подходе, используя комбинации различных способов синтеза частот.

Необходимость синтеза стабильных во времени и точных по частоте колебаний с мелким (частым) шагом сетки F_s привела к наличию в системе синтеза частот единственного генератора опорных колебаний $f_{ог}$ – кварцевого, рубидиевого (цезиевого) или водородного. Для получения всех остальных колебаний – основных и вспомогательных – используют различные, пассивные и активные, способы преобразования частот.

Методы синтеза частот условно можно разделить на две большие группы – методы пассивного синтеза частот и методы активного синтеза частот (рис. 1).

Под термином «пассивный синтез» подразумевают отсутствие внутренних источников колебаний, кроме источников исходных (опорных) колебаний. Структуры пассивного синтеза частот не содержат внутренних генераторных элементов.

Основным признаком устройств пассивного синтеза является пропадание выходного колебания $f_{выхНЧ}$ при отключении опорного колебания $f_{опВЧ}$.

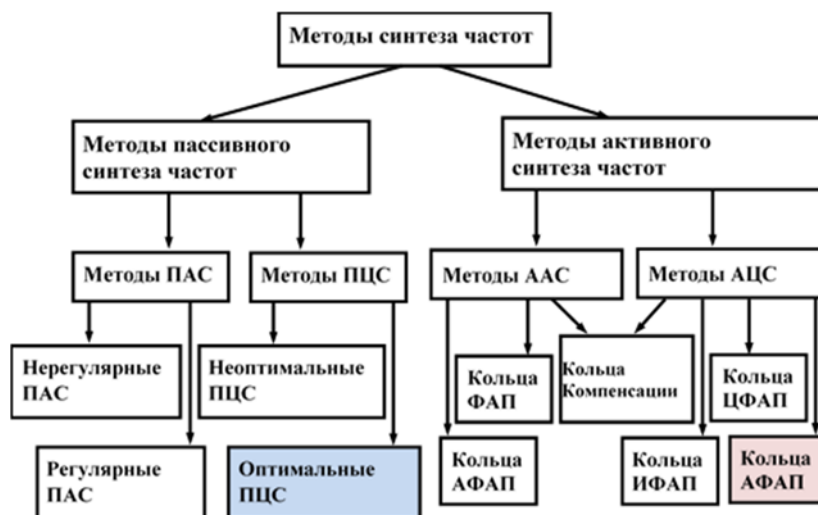


Рис. 1. Укрупненная классификация методов синтеза частот

Методы пассивного синтеза можно разделить на методы пассивного аналогового синтеза (ПАС) и методы пассивного цифрового синтеза (ПЦС) частот. Деление достаточно условное, поскольку во многих устройствах ПАС используют элементы цифровой техники – не как основные элементы структуры, но как вспомогательные, например, счетчики импульсов.

И наоборот, в устройствах ПЦС применяют аналоговые и цифроаналоговые элементы, например, цифроаналоговые преобразователи.

Основой систем пассивного цифрового синтеза частот является конечный автомат (КА). Конечный Автомат определяют, как устройство переработки слов конечной длины в конечном алфавите с конечной памятью и работающее в дискретном времени, т.е. как цифровое устройство с конечной памятью.

Главной особенностью автоматов, используемых в технике синтеза частот, является требование максимального быстродействия, которое можно реализовать только на аппаратном уровне.

Также следует заметить, что КА, дополненный цифроаналоговыми узлами – либо управляемым устройством задержки (УУЗ) при двухуровневом синтезе, либо цифроаналоговым преобразователем (ЦАП) при многоуровневом синтезе, называют модифицированным.

Устройства пассивного цифрового синтеза технологичны в производстве и надежны при эксплуатации, но спектральный состав колебаний на выходе ПЦС не удовлетворяет современным требованиям, а синтезируемая частота, что принципиально важно, всегда ниже тактовой. Такие устройства, в зависимости от примененной элементной базы, могут работать в диапазоне выходных частот от микрогерц до единиц гигагерц.

Понижения уровня дискретных ПСС с помощью цифровых методов можно добиться только увеличением коэффициента деления N , что нежелательно. Поэтому на практике используют цифро-аналоговые КА, дополняя цифровые структуры либо управляемыми устройствами задержки (УУЗ), либо преобразуя мгновенный код фазы в амплитуду с помощью ЦАП. В последнем случае говорят о многоуровневом ПЦС.

При многоуровневом синтезе частот используют экстраполяцию нулевого порядка, которая технически реализуется наиболее просто.

Применение экстраполяторов более высоких порядков (выше нулевого) наталкивается как на сложность математического описания огибающей и расчет спектра синтезируемого колебания, так и на сложность их практической реализации, особенно на высоких частотах и в широкой полосе.

Например, экстраполятор первого порядка требует, во-первых, «быстрых» вычислений (или считываний из памяти) за время $T_{опвч}$ разности ординат соседних узлов интерполяции и, во-вторых, столь же быстрого изменения крутизны выходного сигнала экстраполятора на интервале $T_{опвч}$, что в наносекундном диапазоне времен реализовать достаточно сложно.

Все известное многообразие структур пассивного цифрового синтеза можно свести к «дереву реализаций», показанному на рис. 2. Две основные группы этого дерева – двухуровневый и многоуровневый синтез.

На рис. 2 цветом выделены структуры, наиболее широко применяемые в настоящее время.



Рис. 2. Классификация МКА по способу реализации огибающей

В основе методов активного синтеза частот лежит идея управления частотой внутреннего генератора с помощью цепи отрицательной обратной связи. Устройства активного синтеза частот являются, по сути, импульсными системами автоматического регулирования, у которых в цепи отрицательной обратной связи используют элементы цифровой техники – счетчики импульсов (СИ), что, однако, не исключает цифроаналоговых трактов приведения [1].

Основным признаком устройств активного синтеза частот является присутствие выходного колебания $f_{\text{выхВЧ}}$ при отключении источника опорного колебания $f_{\text{опНЧ}}$, но частота выходного колебания в этом случае не соответствует коду управления.

Методы активного синтеза частот можно разделить на методы активного аналогового синтеза (ААС) и методы активного цифрового синтеза (АЦС). Методы активного синтеза реализуют как с помощью колец импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП), так и с помощью колец компенсации (КК) или возвратного гетеродина. В основе метода компенсации или возвратного гетеродина лежит идея переноса исходного (фильтруемого) колебания «вниз» по частоте с помощью внешнего перестраиваемого генератора (ПГ), его фильтрация с помощью узкополосного полосового фильтра и перенос «вверх» по частоте с помощью этого же генератора.

Введение в цепь отрицательной обратной связи счетчика импульсов (СИ) влечет за собой существенные последствия:

1. Кольцо ФАП становится импульсной системой автоматического регулирования (ИФАП), сохраняя астатизм по частоте, но прекращает фильтрацию помех при отстройках от несущего (выходного) колебания, больших половины тактовой частоты $f_{опнч}/2$.

2. Уменьшается зона компенсации помех, воздействующих на ПГ.

3. В N раз возрастает подчеркивание низкочастотных помех, приходящих с опорным колебанием и попадающих в полосу прозрачности условно разомкнутого кольца.

4. Появляется возможность умножения частоты дискретизации $f_{опнч}$ в N раз.

Существует множество реализаций импульсных (умножающих или синтезаторных) колец ИФАП для решения разных задач и учитывающих предельные возможности и доступность элементной базы. Возможное «дерево реализаций» однокольцевых систем ИФАП приведено на рис. 3.

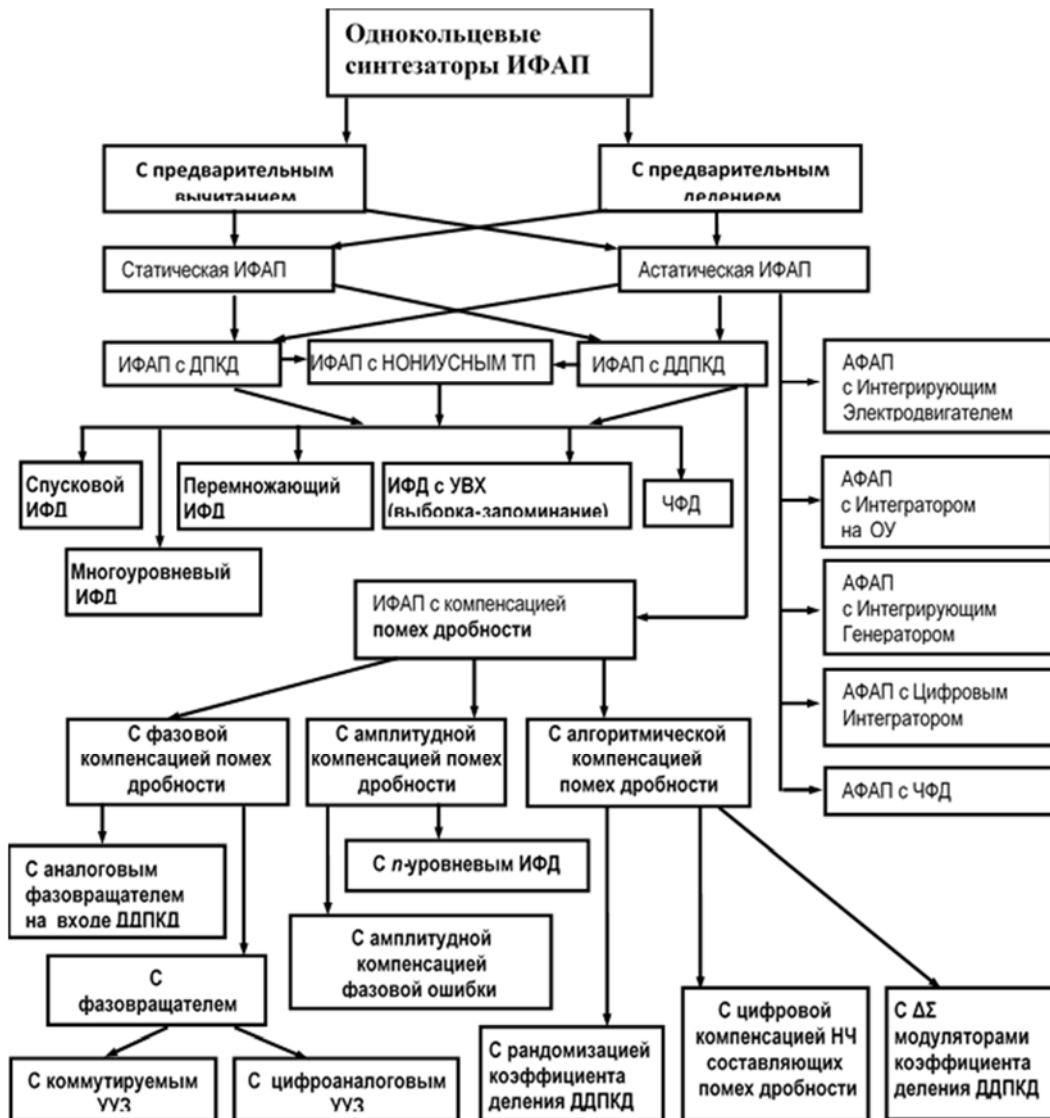


Рис. 3. Классификация однокольцевых цифровых синтезаторов частот на основе ИФАП

На выходе кольца ИФАП можно формировать сетку частот в диапазоне $f_{\text{выхВЧмакс}} \dots f_{\text{выхВЧмин}}$ с шагом сетки F_s , когерентных частоте опорного колебания $f_{\text{опНЧ}}$.

В диапазоне частот до 1,5 ГГц возможно использование методов ПЦС – двухуровневого и многоуровневого, а в радиочастотном диапазоне, вплоть до микроволнового – возможно использование методов ПАС и АЦС на основе колец ИФАП.

Список используемых источников

1. Никитин Ю. А. Цифроаналоговый синтез частот. Теория и схемотехника : монография. СПб. : СПб ГУТ, 2018. 367 с.

УДК 004.451.86
ГРНТИ 50.41.15

ВНЕДРЕНИЕ МАНДАТНОЙ МОДЕЛЕЙ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА ПОВЕРХ ДИСКРИЦИОННОЙ

Е. Ю. Рузманов, А. Ю. Цветков

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

В статье рассматриваются дискреционная и мандатная модели доступа, описываются их преимущества и недостатки, а также определяется наиболее эффективная среда для использования каждой из них.

информационная безопасность, модели разграничения доступа, авторизация, контроль доступа, DAC, MAC.

Вместе с всеобщим развитием информационных технологий рано или поздно возникает проблема, связанная с необходимостью работы нескольких пользователей в пределах одной информационной системы одновременно. В наше время этот нюанс уже имеет решение и сейчас вполне реально обеспечить работу десятков тысяч пользователей одновременно. Это стало возможно благодаря моделям разграничения доступа, которые в свою очередь определяют права пользователя ориентируясь на предотвращение угроз, направленных на основные свойства информационной безопасности, а именно: конфиденциальность, целостность и доступность. Нашей же целью является сравнение уже существующих моделей разграничения доступа – дискреционной и мандатной модели [1].

Дискреционная модель разграничения доступа.

Дискреционный контроль доступа – наиболее распространенная используемая модель контроля доступа. Эта модель основывает безопасность на личности субъекта управления доступом. Каждый субъект управления доступом имеет определенные разрешения, применяемые к нему, и на основе этих разрешений имеет определенный уровень полномочий [2].

Эта модель управления доступом называется дискреционной, потому что отдельные пользователи или приложения имеют возможность определять требования к управлению доступом для конкретных объектов, которыми они владеют. Кроме того, можно делегировать разрешение на изменение этих требований. Поскольку назначение разрешений управления доступом объекту не является обязательным, сама модель считается дискреционной. По сути, владельцы объекта контроля доступа могут решать, как они хотят защитить свои данные или предоставить к ним общий доступ. Основное использование DAC заключается в ограничении доступа к определенным объектам пользователей, не имеющих к ним доступа. Системный администратор или конечный пользователь имеет полный контроль над назначением этих разрешений и может изменять их по своему желанию [3].

DAC позволяет использовать распределенную систему управления, поскольку владелец объекта имеет возможность изменять разрешение на пользование безотносительно к центральному органу [4]. Кроме того, централизованные системы управления доступом могут использоваться с этим в качестве единой авторитетной точки авторизации, при этом разрешения по-прежнему применяются на уровне объекта. Возможность использовать различные типы систем контроля доступа с этой моделью придает ей большую гибкость.

Как упоминалось ранее, это очень распространенная модель разграничения полномочий. Она используется в UNIX, Windows, Linux и многих других сетевых операционных системах. Эти системы используют список управления доступом (ACL) для установки разрешений на объекты управления доступом [5]. Эти ACL в основном представляют собой список идентификаторов пользователей или групп с соответствующим уровнем разрешений. Каждый объект управления доступом имеет ACL, даже если он остается по умолчанию после создания объекта. Системы действительно различаются способом определения разрешений в списках ACL и того, как работает общий контроль доступа в рамках операционной системы, базы данных, сетевого устройства или приложения.

Для лучшего представления давайте выделим основные плюсы и минусы дискреционной модели разграничения доступа [6].

Плюсы:

Удобство для пользователя – пользователи могут управлять своими данными и быстро получать доступ к данным других пользователей.

Гибкость – пользователи могут настраивать параметры доступа к данным без администраторов.

Простота обслуживания – добавление новых объектов и пользователей не занимает много времени у администратора.

Гранулярный – пользователи могут настраивать параметры доступа для каждого фрагмента данных.

Минусы:

Низкий уровень защиты данных – DAC не может обеспечить надежную безопасность, потому что пользователи могут делиться своими данными, как угодно.

Непонятно – централизованного управления доступом нет, поэтому, чтобы узнать параметры доступа, вам нужно проверить каждый ACL.

Мандатная модель разграничения доступа.

MAC основан на иерархической модели. Иерархия основана на уровне безопасности. Всем пользователям назначается уровень безопасности или допуска. Всем объектам присваивается защитная метка. Пользователи могут получить доступ только к ресурсам, которые соответствуют уровню безопасности, равному или более низкому, чем их уровень в иерархии [7].

В модели MAC доступ строго контролируется администратором. Все разрешения устанавливает администратор. Пользователи не могут устанавливать свои собственные разрешения, даже если они владеют объектом. Из-за централизованного управления системы MAC считаются очень безопасными. Централизованное администрирование упрощает администратору контроль над тем, кто к чему имеет доступ. Администратору не нужно беспокоиться о том, что кто-то неправильно установит разрешения. Из-за высокого уровня безопасности в системах MAC, модели доступа MAC часто используются в государственных системах.

У систем MAC есть некоторые недостатки. Они могут быть довольно громоздкими в управлении. Это потому, что администратор несет на себе всю ответственность за обслуживание и настройку системы [8]. Администратор может быстро переутомиться по мере того, как системы становятся больше и сложнее. Поэтому следует учитывать, чтобы административный персонал имел надлежащие ресурсы для того, чтобы справиться с нагрузкой. Это одна из основных причин, по которой системы MAC обычно не используются в интернет-приложениях. Управлять большим количеством пользователей будет очень сложно.

Теперь для наглядности выпишем плюсы и минусы мандатной модели разграничения доступа.

Плюсы:

Высокий уровень защиты данных – администратор определяет доступ к объектам, и пользователи не могут редактировать этот доступ.

Гранулярный – администратор вручную устанавливает права доступа пользователей и параметры доступа к объектам.

Иммунитет к атакам троянских коней – пользователи не могут рассекречивать данные или предоставлять доступ к секретным данным [9].

Минусы:

Ремонтопригодность – ручная настройка уровней безопасности и разрешений требует постоянного внимания со стороны администраторов.

Масштабируемость – MAC не масштабируется автоматически.

Неудобно для пользователя – пользователи должны запрашивать доступ к каждой новой части данных; они не могут настроить параметры доступа для своих данных.

Сравнение двух моделей разграничения доступа.

В таблице рассмотрены ключевые характеристики этих двух моделей управления доступом.

ТАБЛИЦА. Ключевые характеристики мандатной и дискреционной модели управления доступом

Характеристика	MAC	DAC
Контроль доступа осуществляется	Администраторы и операционная система	Администраторы и пользователи
Гибкость	нет	да
Масштабируемость	нет	да
Простота	нет	да
Обслуживание	Сложное	Легкое
Стоимость внедрения	Высокая	Низкая
Гранулярность	Высокая	Высокая
Легко использовать	нет	да
Уровень безопасности	Высоко	Низкий
Полезный для	Правительство, военные	Малые и средние компании

MAC и DAC – это очень разные модели управления доступом, подходящие для разных типов организаций. DAC хорошо подходит для организаций, которым требуются гибкость и удобные рабочие процессы. С другой стороны, MAC более эффективен для организаций, работающих с очень конфиденциальными данными [10].

MAC и DAC – две противоположные модели управления доступом. MAC контролируется администраторами и требует много времени и усилий для обслуживания, но обеспечивает высокий уровень безопасности. DAC намного проще внедрить и поддерживать, поскольку пользователи могут

управлять доступом к своим данным. Однако DAC недостаточно хорош для защиты конфиденциальных данных.

Список используемых источников

1. Мандатная модель управлением доступа (MAC): обзор и применение в прикладных системах [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/>, свободный (дата обращения 27.02.2021)/
2. Девянин П. Н. Модели безопасности компьютерных систем : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М. : Академия, 2005.
3. Оленников Е. А. и др. Разработка типовой модели управления доступом для типовой медицинской информационной системы: Программные продукты и системы/Software & Systems, № 1 (113), 2016. С. 166–168.
4. Biba, K. J. “Integrity Considerations for Secure Computer Systems” (дата обращения 28.02.2021).
5. J. Millen “Resource allocation model for denial of service”, IEEE symposium on research in security and privacy, 1992 (дата обращения 28.02.2021).
6. Пестов И. Е., Сахаров Д. В., Сергеева И. Ю., Чернбородов И. С. Выявление угроз безопасности информационных систем // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международной научно-технической и научно-методической конференции. СПб. : СПбГУТ, 2017. Т. 2. С. 525–527.
7. Пестов И. Е., Шинкарева П. С., Кошелева С. А., Бурмистров М. Д. Разработка программно-аппаратной системы контроля и управления доступом // Эргодизайн. 2020. №1 (7). С. 19-24.
8. Красов А. В., Гельфанд А. М., Коржик В. И., Котенко И. В., Петрив Р. Б., Сахаров Д. В., Ушаков И. А., Шариков П. И., Юркин Д. В. Построение доверенной вычислительной среды : монография. СПб.: Индивидуальный предприниматель Петрив Р. Б., 2019. 108 с.
9. Гельфанд А. М., Казанцев А. А., Красов А. В., Орлов Г. А. Исследование распределенного механизма безопасности для устройств интернета вещей с ограниченными ресурсами // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020). IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция : сборник научных статей. Санкт-Петербург, 2020. С. 321–326.
10. Гельфанд А. М., Лансере Н. Н., Ложкина А. А., Фадеев И. И. Организация концептуальной модели критической информационной инфраструктуры // Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. Санкт-Петербург, 2020. № 29. С. 39–40.

Статья представлена заведующим кафедрой ЗСС СПбГУТ, кандидатом технических наук, доцентом А. В. Красовым.

УДК 621.396.41
ГРНТИ 49.43.29

РАЗРАБОТКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ LIMESDR И RASPBERRY PI 4 В

Д. М. Юраков

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

Разработка помехоустойчивой системы связи на основе устройства программно-конфигурируемого радио LimeSDR и одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi 4 В на операционной системе Raspbian в программной платформе GNU Radio Companion проводилась в рамках соревнований Радиофест-2020 по направлению «Радиосвязь/РЭБ». В статье представлены этапы реализации системы связи, в которые входит разработка приёмно-передающей блочной программной модели, а также реализация данной модели на языке программирования Python.

программно-аппаратные комплексы, LimeSDR, GNU Radio Companion, SDR, Software-defined radio.

Задача разработки помехоустойчивой системы связи была определена в процессе подготовки к Всероссийским технологическим соревнованиям по перспективным направлениям развития радиосвязи «Радиофест» (направление соревнований: «Радиосвязь/РЭБ»). «Радиофест» – площадка, на которой проходят соревнования по трём направлениям: «Радионавигация», «Радиосвязь/РЭБ», «Радиоперехват» (рис. 1) [1]. Подготовка к соревнованиям осуществляется в течение двух дней, за которые команды должны разработать и продемонстрировать программную модель согласно требованиям соревнований.



Рис. 1. Соревновательный процесс

Для решения поставленной в рамках соревнований задачи каждой команде были выданы два комплекта оборудования. В комплект оборудования входили: устройство программно-конфигурируемого радио LimeSDR, одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi 4 B, периферийные штыверные антенны [2]. Конкурсное задание по направлению «Радиосвязь/РЭБ» заключалось в передаче максимально возможного количества информации за установленный временной отрезок от одного комплекта оборудования на другой посредством радиообмена, а также в создании условий, препятствующих радиообмену команды соперника (рис. 2). Объектом передаваемой информации являлись пакеты данных, сгруппированные по 1024 байта каждый. Пакет считался верно переданным, если ни один бит из пакета не был принят с ошибкой.

Во время проведения радиообмена, комплекты, подключенные к серверному судейскому компьютеру по средствам Ethernet, считывают количество верно переданных пакетов информации, определяя победителя тура соревнований. На основе поставленной в рамках конкурса задачи проводилась разработка системы связи в программной среде GNU Radio Companion. Данная программа представляет возможность блочного/графического кодирования. Акцент данной программы сфокусирован на поточной работе с сигналами [3].

При реализации задачи были выполнены следующие действия:

- установка программного обеспечения GNU Radio Companion и библиотеки «Lime-Suite» для устройства программно-конфигурируемого радио LimeSDR [4];
- реализация передающей и приёмной программной модели с подбором блочных компонентов (блоки фильтрации, блоки модуляции/демодуляции, блоки кодирования/декодирования пакетов);
- перевод блочной программы, написанной в программной среде GNU Radio Companion в строчный код формата *.ру-скрипта, а также последующее внедрение кода согласно инструкции соревнований (рис. 3).

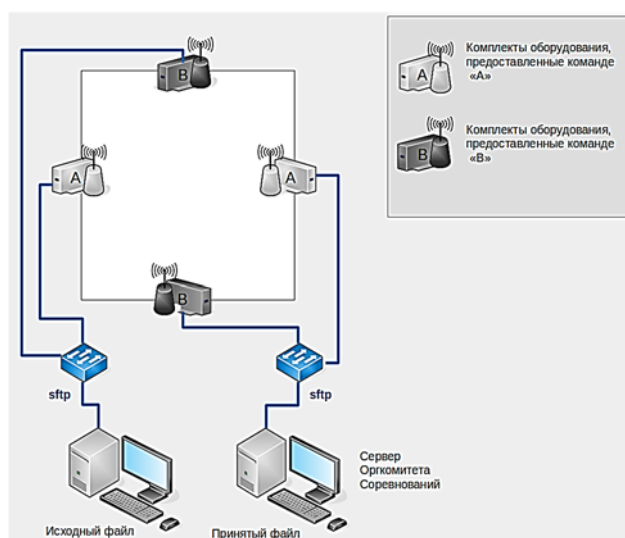


Рис. 2. Схемы размещения комплектов оборудования команд и серверов оргкомитета



Рис. 3. Процесс реализации программы связи

В процессе тестирования и отладки разработанных программных моделей систем связи для выполнения поставленной задачи была определена модель с использованием GMSK модуляции. GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*) – это гауссовская двухпозиционная частотная манипуляция с минимальным сдвигом, обладающая двумя ключевыми особенностями. Первая – «минимальный сдвиг» (термин «минимальный сдвиг» в названии метода модуляции относится, в указанном выше смысле, к сдвигу частоты. Поскольку модулирующая частота в этом случае равна $F/2$, а девиация частоты $F/4$, индекс частотной модуляции составляет $m = (F/4)/(F/2) = 0,5$) [5], вторая – гауссовская фильтрация. Обе особенности направлены на сужение полосы частот, занимаемой GMSK-сигналом. Модуляция GMSK используется в современных системах цифровой радиосвязи (таких как GSM; GPRS) и обеспечивает высокое качество передачи в относительно узкой полосе, занимаемой сигналом [6]. На рис. 4 представлена программная модель передатчика. Тестирование и отладка блочной системы проводилась в нелицензируемом диапазоне «LPD433» [7].

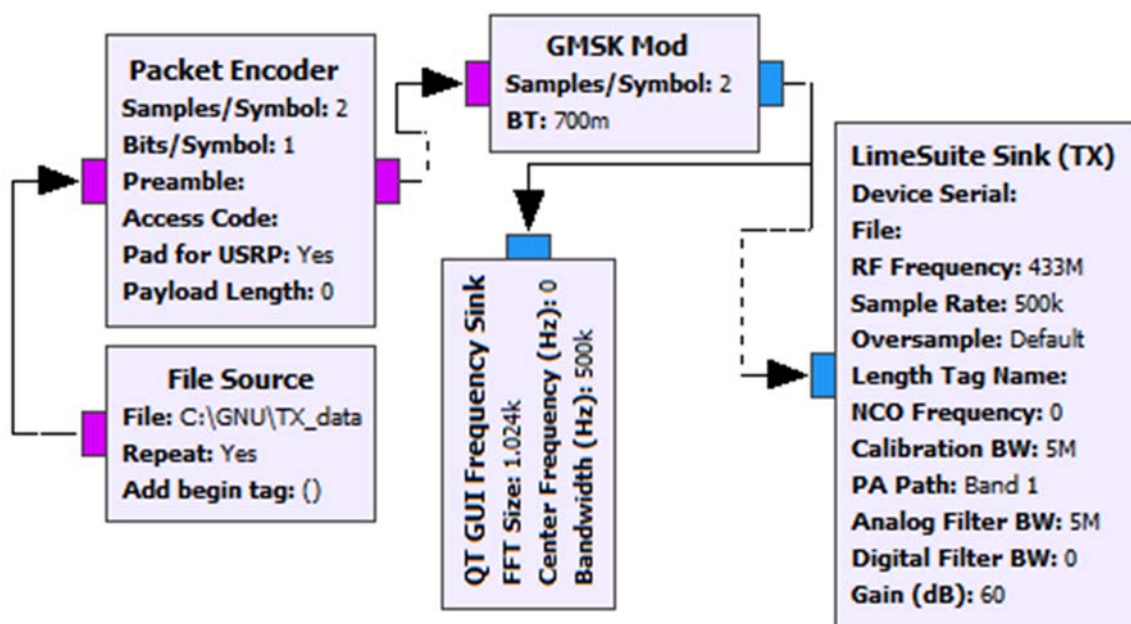


Рис. 4. Передатчик пакетированных данных с использованием GMSK модуляции

Первый блок «File Source» предоставляет доступ к передаваемому объекту, после чего блок «Packet Encoder» пакетирует данные из исходного файла. Блок «GMSK Mod» модулирует пакетированные данные с определенным отношением количества отсчетов на символ и после модуляции данные поступают на блок «LimeSuite Sink (TX)», который связывает программную модель с аппаратным устройством. На рис. 5 представлена программная модель приёмника системы связи.

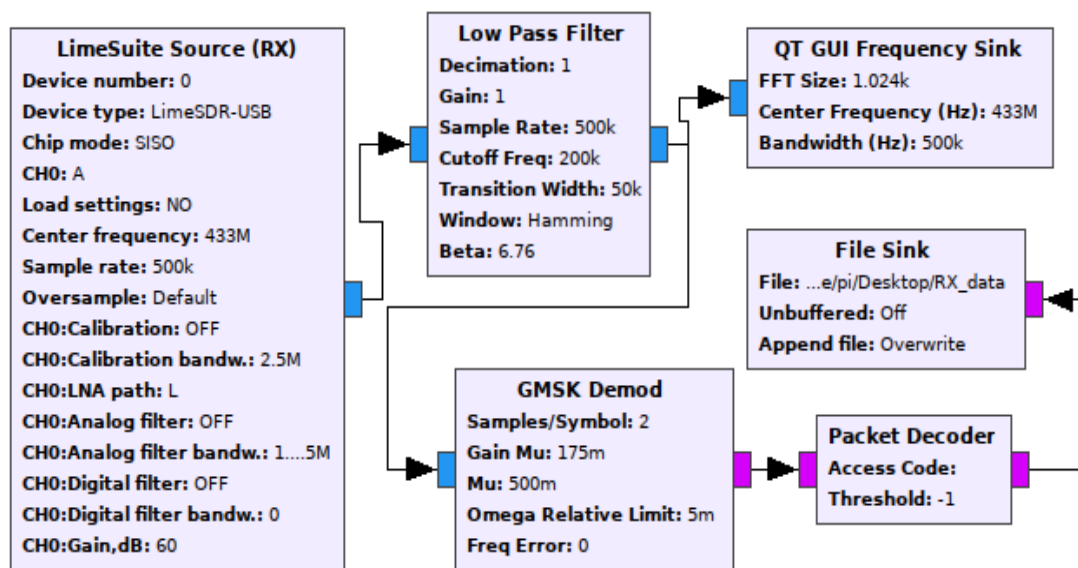


Рис. 5. Приёмник пакетированных данных с использованием GMSK модуляции

Первый блок «LimeSuite Source (RX)» связывает аппаратное обеспечение с представленной программой моделью на рис. 6 (см. ниже). Блок «Low Pass Filter» – блок фильтрации, который выделяет требуемую полосу сигнала в пределах принимаемого сигнала, после чего сигнал проходит через гауссовский демодулятор «GMSK Demod». Блок «Packet Decoder» распаковывает демодулированные данные согласно условию, после чего при помощи блока «File Sink» данные сохраняются в указанный файл. Данные программные модели были переведены из блочных схем в *.ру-скрипты встроенными средствами программного обеспечения GNU Radio Companion. В соответствии с инструкцией в готовые скрипты требовалось внести дополнительные строки кода (рис. 6) для запуска программы по предоставлению файла с сервера организатора и сохранения принятого файла с требуемыми параметрами [8].

Таким образом, в рамках соревнований по направлению «Радиосвязь/РЭБ» была реализована помехоустойчивая система связи. В результате работы была протестирована и отлажена система связи реализованная на основе GMSK модуляции. В процессе решения поставленной задачи разработанная блочная программная модель системы связи была преобразована в *.ру-скрипт, после чего в данный в программу был интегрирован код

согласно указанным условиям. Стоит также отметить, что в рамках соревнований была предоставлена возможность осуществить радиоэлектронное противодействие команде соперника, но в ходе тестирования аппаратного обеспечения был сделан вывод о том, что ресурс предоставленного комплекта сильно ограничен, вследствие чего использование программы для подавления радиопередачи соперника параллельно с основной программой передачи и/или приёма сильно снижает эффективность основной системы связи.

- Программа-приемник должна сохранить файл с принятыми пакетами в *personal_mounted*
- Пример на python (*save_result.py*):
 1. `fd = open('rx_data', 'w')`
 2. `# прием файла`
 3. `fd = write(data)`
 4. `fd.close()`
- Программа-передатчик должна ждать файл *tx_data* и до этого момента не инициализировать передачу с помощью GNU Radio:
 1. `import os.path`
 2. `import time`
 3. `# передача файла`
 4. `while not os.path.exists('tx_data')`
 5. `time.sleep(1)`

Рис. 6. Добавляемый код согласно инструкции соревнований

Список используемых источников

1. Вторые Всероссийские технологические соревнования по перспективным направлениям развития радиосвязи «Радиофест-2020» [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--80aidl4aimip.xn--p1ai/> (дата обращения 14.02.2021).
2. Направление Радиосвязь / РЭБ [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/TyHfL> (дата обращения: 14.02.2021).
3. About GNU Radio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gnuradio.org/about/> (дата обращения 29.03.2021).
4. LimeSDR [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/TyHW7> (дата обращения 29.03.2021).
5. 5. Модуляция [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/TyHLV> (дата обращения 28.03.2021).
6. Модуляция GMSK в современных системах радиосвязи [Электронный ресурс]. URL <https://clck.ru/TyHQR> (дата обращения 24.03.2021).
7. Решение ГКРЧ № 04-03-04-001 от 6 декабря 2004 года о выделении полосы радиочастот 433,075 –434,750 МГц для маломощных радиостанций.
8. Инструкция для участников конкурса радиосвязь [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/TyHcT> (дата обращения 29.03.2021).

Статья представлена заведующим кафедрой ТОТ СПбГУТ, кандидатом технических наук П. П. Шумаковым.

ANNOTATIONS

SPECIAL-PURPOSE COMMUNICATION NETWORKS

Aparina E., Babisch B., Baranov A., Titov V. Adaptive Routing Method in the Basic Data Transmission Network in Non-Stationary Operating Conditions. – PP. 5–10.

The article discusses the features of routing in the basic data transmission network. The paper presents proposals for the development of an effective routing algorithm that provides an increase in network performance through the integrated use of channels and transmission paths of the transport network, both with and without the additional use of a dedicated channel resource of trusted providers of public telecommunications networks.

Key words: data transmission networks, adaptive routing, network load.

Aparina E., Ascheulov S., Zubakin V., Gribkov V. Choosing a Method for Ensuring Reliability when Transmitting Control Signals. – PP. 11–16.

The article is devoted to the methods of improving the reliability of control signals transmission. The article defines the features of the transmission of control signals in comparison with the usual transmission of information flows in data transmission networks. These features are that the control signals are short signals and the time to deliver them to the recipients is limited. Errors in the transmission of these signals can lead to serious consequences when managing the corresponding objects. The article describes the main ways to deal with errors that occur in communication channels. The analysis of the use of resistant to interference codes and reliability improvement systems for the transmission of control signals is carried out.

Key words: noise-proof coding, reliability enhancement systems, transmission reliability, data transmission channel.

Babin N. Topical Ka-Range Usage Questions in Satellite Communication Systems. – PP. 17–20.

The frequency overload resource of the C- and Ku-ranges and increased requirements for the satellite communication system capacity require the development of higher frequencies. The Ka- range usage allows for reuse of radio frequencies using multi - beam antennas. At the same time, the energy potential of satellite radio lines increases, and the capacity of onboard repeaters abruptly increases. The use of the Ka-band allows the implementation of communication satellites such as HTS.

Key words: Ka-frequency range frequency, multi-beam antennas, component beam, served area.

Balakin S., Klyuchnikov V., Yarovikova O. Managing Routing in a Radio Relay Network Special Purpose Communications. – PP. 20–24.

The article discusses proposals for managing routing in a special purpose radio-relay communication network (PRSSCH) based on packet switching technologies, which ensures the stability of the communication network in conditions of destabilizing factors (DF). The approach is based on the order of optimal change of routing-address tables depending on the dynamics of adaptive changes in the bandwidth of radio intervals of the network while meeting the requirements for the quality of service. The relevance of this topic is due to the ubiquitous convergence of packet-oriented services and the transition of radio relay communications to packet technologies, which has put forward routing management to one of the key areas while ensuring the specified requirements for the functioning of the PRSSCH.

Key words: radio relay communication, digital radio relay lines, noise immunity, routing, adaptive mode.

Brydchenko A., Vanyugin D., Vasiliev D., Gridnev V. Requirements for Building Mobile Data Centers for Control Points. – PP. 25–29.

In modern conditions, when events change very quickly, and time and human resources are limited, when the consequences of an error or delay can be significant, it is necessary to quickly exchange large amounts of protected information between control points. To solve this problem, mobile data processing centers can be used that meet the mandatory requirements for stability, reliability, efficiency and security of information exchange. This article discusses modern technical requirements for building mobile data processing nodes and their characteristics.

Key words: mobile data center, data center, computing center.

Brydchenko A., Vasilev D., Gruzdev D., Miroshnik M. Analysis of Existing Methods for Improving the Noise Immunity of Satellite Communication Lines. – PP. 30–34.

The study of the impact of various types of interference on satellite communication lines and networks shows the relevance and urgent need to improve existing methods of effective protection of satellite communication facilities from their impact. At the present stage of development of the most important ways to increase noise immunity of the lines and satellite communications networks are: development of signal protection methods; increase the energy potential of the lines of a satellite communication by increasing the transmitter's power ground stations and the size of the aperture antenna devices; introduction to spatial methods of protection based on the application of multibeam antennas repeater communications, as well as phased antenna arrays with controllable rays of the beam; the development of new frequency bands; the problem of bryostatins satellite feeds. In advanced satellite communication systems, it is planned to combine these methods. When you share FM PNS and frequency hopping.

Key words: satellite earth station, communication repeater, noise immunity.

Butsev S., Vedenkin. R., Zhuravlev D. Improving the Reliability of a Special-Purpose Atmospheric Optical Communication Line. – PP. 35–39.

The capabilities of atmospheric optical transmission systems allow us to consider various options for their application on special-purpose communication networks in the construction of atmospheric optical communication lines. The main requirement is the required availability factor, which is largely determined by the capabilities of the equipment with appropriate consideration of weather factors characteristic of the given physical and geographical conditions. The report is devoted to organizational and technical solutions to improve the reliability of the

atmospheric optical communication line for special purposes, taking into account the assessment of its readiness coefficient based on the calculation of the energy potential in various weather conditions.

Key words: atmospheric optical communication line, atmospheric optical transmission system, energy potential, atmospheric precipitation.

Valyaev D., Martuchev S., Stakheev I., Fokin N. Comparison NTP and PTP Protocols in Computer Networks Clock Synchronization. – PP. 40–44.

Trusted and precise time sources are required in computer networks and Internet for various reasons: time stamps for electronic documents, online transactions, storage and document retrieval, electronic mail, multimedia applications and many others. Also, the demand for Ethernet as a real-time control network is increasing, as manufacturers realize the benefits of employing a single network technology across the plant. For control and measurement applications, the need of an accurate distribution-wide sense of time is even more stringent than regular applications. This paper is comparing two clock synchronization protocols, the Network Time Protocol and the IEEE-1588 Precision Time Protocol. It gives an overview of synchronization methods by the time stamping employed in IP-based real-time applications looking at the possible sources of errors as well as the achievable performance of the two standards.

Key words: Synchronization protocols, Network Time Protocol, Precision Time Protocol, telephone networks, data transfer, architecture.

Vikulova A., Volostnykh V., Kononov P. Features of the Use of an Electronic Signature in a Higher Educational Organization. – PP. 45–48.

The article deals with the actual features of the safe use and use of electronic signatures in higher educational institutions in the process of procurement activities, accounting and building electronic document flow between participants in the exchange of information.

Key words: electronic signature, higher educational organization, information security.

Gorai I., Zhuravlev D., Smotriskiy N. Evaluation of the Quality of Traffic Delivery in a Special-Purpose Transport Network with Packet Switching under Conditions of Traffic Fluctuations. – PP. 49–53.

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 part of the information delivery routes. 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 on their basis a set of organizational and technical solutions for building and restoring the network structure.

Key words: communication network, line, router, traffic.

Grischenko K., Kurochka V., Padishin S., Tereshkin N. Computer Model of the Telecommunications Network of a Modular Object Based on the Construction of a Digital Twin. – PP. 53–58.

The article is devoted to modeling of communication networks. Today, leading organizations in the field of telecommunications actively use modeling tools before implementing large projects with the organization of new communication networks, as well as when upgrading existing ones. The development of modeling tools and methods makes it possible to test the solutions

of network architects without the need for layout, which requires the purchase of equipment on which the network is planned to be deployed. Modern modeling tools, previously available only to a limited number of large companies, are currently available for free use. The article provides a comparative analysis of modeling tools available to a wide range of specialists. The method of constructing a fault-tolerant communication direction within a special-purpose communication network is described. According to the developed method, a model of the communication direction is constructed. The algorithms of the technologies used in the model are described. The analysis of the results of the model is carried out, and the limitations of modeling are revealed.

Key words: infocommunication network, virtual experiment, virtualization, computer modeling, emulation, digital twin.

Zhuravlev D., Zagudaev D., Semukov. Y. Method of Spatial Stabilization of an Atmospheric Optical Transmission System for Special Purposes. – PP. 58–63.

The quality of operation of an atmospheric optical communication line (AOLC) is characterized by a number of parameters, the main of which are the coefficient of its readiness, time and stability of guidance. In the field, the guidance time becomes even more important, since the hardware and stations move relatively often, and their coordinates are not known, or have an error greater than the surface area of the guidance and stabilization system of the atmospheric optical transmission system (AOSP). The article presents a method of spatial stabilization of a special purpose AOSP by increasing the directional diagram of the optical system AOSP taking into account the energy potential of the AOLC.

Key words: atmospheric optical transmission system, directional pattern, energy potential, weather factors.

Zhuravlev D., Zyuzin A., Yasinsky S. Justification of the Choice of a Radial or Circular Model Structure in Relation to the Construction of Local Primary Communication Networks and Access Networks. – PP. 63–68.

The article presents mathematical expressions that determine the relative efficiency coefficients to justify the choice of a radial or circular typical structure in relation to the construction of cable local (rural and urban) primary communication networks and access networks of public and special-purpose telecommunications systems.

Key words: structure, primary communication network, efficiency coefficient.

Zhuravlev D., Zyuzin A., Yasinsky S. Coloring of the Route Graph for Assigning Wavelengths in Transport Communication Networks with Spectral Separation. – PP. 68–72.

The article describes the features of using the graph coloring method in solving the subproblem of assigning the wavelengths of composite spectral channels in transport communication networks with spectral densification.

Key words: telecommunications system, communication transport network, spectral channel densification, path selection and wavelength assignment, graph coloring.

Zhuravlev D., Sklyar N., Fatin Y. Using Software to Calculate the Energy Potential of an Atmospheric Optical Communication Line. – PP. 73–77.

The energy potential of an atmospheric optical communication line affects the quality of its operation. Often there is a problem of calculating the energy potential of the line to determine

the communication distance at the required coefficient of its readiness. The article presents a program for calculating the energy potential of an atmospheric optical communication line, which takes into account both the parameters of the receiving and transmitting equipment and the impact of weather factors and atmospheric turbulence.

Key words: atmospheric optical communication line, energy potential, availability factor, weather factors.

Zakalkin P. The Problem of Providing Cyberspace Services and Resources to the Elements of the Corporate Communication System. – PP. 78–82.

Cyberspace is a global provider of various types of services and resources both to individual individuals and to various corporate communication systems. The article examines the existing approach to the provision of cyberspace services to corporate communication systems.

Keywords: cyberspace, communication system, communication operator.

Ivanov V., Koryakin D., Cherenkevich M. Features of the Implementation of the Control Module for the State of Equipment in the Automated Communication Control System at the Communication Centers of Special Purpose. – PP. 82–87.

In this article presents a description of the software and hardware complex of managing a distributed communication center and some approaches to solving the problems of monitoring the parameters of network devices.

Key words: communication networks, telecommunications systems, monitoring of network devices.

Kalyk P., Svechnikov D., Fateev S. Information Security Based on IPLir Protocol in Hardware and Software ViPNet Complex. – PP. 87–91.

The work describes the features of the secure protocol implementation of the network IPLir level based on L3 and L2 virtual private networks in ViPNet hardware and software systems. The main results are the analysis of IPLir protocol operation modes, the structure of the IPLir packet and the protocol operation algorithm. Cryptographic sets and the protocols` algorithms are defined.

Key words: ViPNet, VPN, network level security protocol IPLir.

Kiy A., Lapshin O., Loginov V., Khalenev A. On Evaluating the Performance of a PC on a National Hardware and Software Platform. – PP. 92–96.

In order to realize the national interests of the Russian Federation in the field of information security, active work is currently underway to implement the plan for transferring automation facilities and complexes to the domestic hardware and software platform (APP). As a domestic APP in the state structures of the Russian Federation, general and special purpose PCs based on Elbrus processors are considered.

Key words: national hardware and software platform, PC performance evaluation.

Kosheev A., Lashin Yu., Sagdeev A., Halepa S. Proposals for Optimizing the Special-Purpose Communication System and the Organizational and Staff Structure of Communication Units. – PP. 96–101.

The article deals with the issues of improving the stability of management in the tactical level of management and optimizing the organizational and staff structure of communication units.

Key words: command and control, communication organization, communication system, control system.

Maltseva O. Ways to Improve the Electric Power Supply in the Combat Activities of the Signal Forces. – PP. 101–107.

The article considers a proposal to introduce an electric power service into the staff and practice of the signal troops, which could provide a solution to all the tasks of electric power supply in the combat activities of the signal troops.

Key words: power supply, field communication facilities, electric power supply.

Marchenkov A., Fedorov C., Hoborova V. Organization of Courier-Mail Communication with the Use of a Software and Hardware Complex for Supporting Decision-Making on Communication. – PP. 107–110.

When conducting combat operations by means of courier-mail communication, timely delivery of military postal items by troops should be ensured when they launch counterattacks (counterattacks) in combination with persistent holding of areas and positions. Currently, when planning and conducting combat operations, the Elina software and hardware complex for decision-making on communications (PAK PPRS) is used. This complex allows you to provide decision-making support to communication officials, including a senior FPS officer.

Key words: organization, support, courier and postal communication network, software and hardware complex.

Milashevsky A., Privalov A. Logical-Probabilistic Models for Assessing the Stability of a Special-Purpose Communication Center and its Elements Operating under the Influence of a Complex of Destabilizing Factors. – PP. 110–115.

The article is devoted to the issues of modeling communication centers for special purposes. Using the general logical-probabilistic method, a typical basic model of a technical device has been developed, which formed the basis for functional integrity schemes of higher-order systems (hardware (stations), communication nodes). The results of modeling are presented, the performance of the models, their sensitivity to changes in the initial data and their adequacy are proved.

Key words: communication nodes, logical-probabilistic model, functional integrity scheme, functional stability, destabilizing factors.

Milashevsky A., Privalov A. Methodology for Assessing the Stability of a Basic Technical Device from a Special-Purpose Communication Center Operating under the Influence of a Complex of Destabilizing Factors. – PP. 116–121.

The article is devoted to the methodology for assessing the functional stability of a technical device from the control room (stations) of a special-purpose communication center, built on the basis of a logical-probabilistic model. A block diagram of the method is presented, the results obtained in assessing the stability of a technical device operating under a complex of destabilizing factors are analyzed.

Key words: communication centers, assessment technique, functional stability, destabilizing factors, role indicators.

Nguyen H., Nguyen V. Stability of a Multichannel Radio Communication Network for Special Purpose in Conditions of Destructive Radio Electronic Interference. – PP. 122–126.

The paper describes an algorithm for assessing the stability of a multichannel radio communication network. A model for assessing the stability of a network under conditions of destructive radio-electronic interference is presented, taking into account the structural parameters and the availability of destructive radio-electronic interference to the network elements. Examples of calculating the stability of a multichannel radio communication network in its given structures with various degrees of coverage of the network with radio-electronic interference are given.

Key words: multichannel radio communication network, stability, destructive radio-electronic interference.

Panin R. Prerequisites for the Creation of Self-Organizing Networks of Packet Decimeter Radio Communications for Special Purpose. – PP. 126–130

The possibility of transition from classical radio communication networks of the decimeter range with a radial method of organization to self-organizing radio networks with decentralized control, where each subscriber radio station can act as a repeater, dynamically determining the direction of transferring other people's data, is considered. The features of these networks are resistance to changes in the network infrastructure, resistance to changes in the interference environment, high speed of deployment and increased bandwidth of the radio network.

Keywords: self-organizing networks, operational efficiency, multiple access protocol, routing protocol.

PROBLEMS OF EDUCATIONAL PROCESSES

Abrahamyan G. Main Trends and Features of the Digitalization of Education in Modern Conditions. – PP. 131–137.

The article examines the main trends and features of digitalization of education in modern conditions. In modern conditions, digital education, while maintaining the quality of the services provided, can be considered as an environment for parallelizing the tasks of managing educational processes. A talented young person should have practice-oriented skills and abilities, virtual-animated representations on the global market for ideas, creative projects and animations, technologies, algorithms of activity. A digital / e-learning system based on artificial intelligence is needed primarily to support applied / specialized groups of trainees - future functional executors of "given" production processes and algorithms. It is proposed to develop a list of typical electronic operations of the trainee, which he performs using tactile hand manipulators, virtual wearable tactile manipulators and sensors, subcutaneous electronic chips. It is necessary to conduct an in-depth study of how and how the development of "new" tactile zones instead of the traditional ones will affect the development of the consciousness and intelligence of the trainees.

Key words: features of digitalization of education, development trends, artificial intelligence, problems, risks.

Abrahamyan G. Problems, Prospects and Directions for the Development of the Digital infrastructure Concept of the Intellectual IoT Education System Based on the Internet of Things. – PP. 137–143.

The article examines the problems, prospects and directions of development of the concept of digital infrastructure of an intelligent IoT education system based on the Internet of Things. A system for the development of new education technologies based on the Internet of Things (IoT), robotics, artificial intelligence systems and the concept of "big data" is proposed.

Key words: intelligent system, education, internet of things, IoT education, digital infrastructure, concept, problems, prospects, development.

Abrahamyan G. Problems, Risks and Threats of the Digitalization of Education in Modern Conditions. – PP. 143–149.

The article discusses the problems and risks of digitalization of education in modern conditions. It is proposed to study, compare, analyze, simulate on the basis of models of neural networks and take into account in digital learning and the work of teaching staff the peculiarities of the processes of the brain work of the consciousness of students and teachers when using: 1) traditional writing tools, 2) electronic tactile manipulators (keyboards, mice, virtual helmets, biochips built into the body), 3) electronic and digital means - sources of radio, electro, magnetic fields. To optimize digital distance and distance learning and the activities of teaching staff in modern conditions, it is proposed to: 1) conduct a comparative study of the quality of traditional and digital / distance education and services, 2) develop Russian technologies for digital control and electronic parallelization of traditional and digital educational processes based on personal data accounting, 3) take into account the risks of digital / distance education, including those associated with the collection of personal / personal data, including biometrics, by foreign electronic learning systems, 4) when providing educational services, consider the priorities in preserving and maintaining the health of students and teaching staff, 5) when developing or procurement of infrastructure of computer and ICT equipment for the digital environment, it is necessary to strictly take into account modern domestic and best foreign medical and technical and sanitary and hygienic requirements and recommendations.

Key words: problems, risks, threats, digitalization of education, electronic tactile manipulators, collection of personal data, biometrics, students' health, medical and technical requirements, sanitary and hygienic recommendations.

Akimov S., Zhitov A., Proshchenkov V. Interactive System Prototype Schedule Manager. – PP. 149–152.

The report presents the results of research on the automation of the scheduling process. It is shown that the first step in solving this problem is the creation of an interactive scheduling system that works in an interactive mode. The second step may be to add an automatic scheduling algorithm.

Key words: class schedule management, automation of class schedule management, interactive scheduling system.

Akimov S., Popova M. Assessment of the Efficiency of the Educational Process at the University. – PP. 152–157.

The results of the study provide an estimate of the quality of the educational process at the university. For this assessment, a model of a four-level assessment of the level of mastering the educational program was developed. To calculate the third level - the level of mastering

knowledge, ability or skill, it is proposed to use the formulas described in Rush's theory. Calculations should be made on the basis of test items solved by students.

Key words: testing, Rush theory, competence, knowledge, abilities, skills, educational process.

Andreev A., Kolgatin S., Chernyx L. Development of Individual Tasks for Laboratory Work in Physics for Distance Learning. – PP. 157–161.

Distance learning required a revision of the organization of the laboratory workshop and the transition to the implementation of individual training tasks by students, formulated on the basis of existing laboratory work and methodological developments on them.

Key words: laboratory workshop, individual tasks, report.

Basyna V. Vanyugin D. Applying Mass Service Theory Techniques to Determine the Bandwidth of Communications Troop Training Organizations. – PP. 162–167.

The article examines the model of the organization of training of military communications specialists, presented with the use of mass service theory methods the number of trainees.

Key words: training of military communications specialists, mass service theory, bandwidth, operation time fund.

Batalov D. Experience of Conducting an Open Lecture "Digitalization: Trends, prospects" for Students of the St. Petersburg College of Telecommunications. – PP. 167–171.

The educational and extracurricular activities of college students should solve both educational and educational tasks. Digitalization of all spheres of the economy and society is an urgent issue. Students need to understand what their role will be in this process. Mastering educational information, along the way, solves the problems of civil-patriotic, spiritual-moral, professional-labor education.

Key words: digitalization, education, college, computer science, generation Z.

Belova E. Trends and Contradictions in the Development of Modern Educational Technologies. – PP. 172–177.

The article discusses the trends and contradictions of the definition, development and application of modern educational technologies. From the point of view of the basics of pedagogical psychology and the possibilities of developing leadership competencies, the features of DOT, the use of video and gamification in education are shown.

Key words: distance learning technologies, video and gamification in education, pedagogical psychology, leadership competencies.

Bober A., Panikhidnikov S. Develop a Method of Qualitative Evaluation of the Results of the Practice. – PP. 177–180.

In the work offers a method of analysis of the organization of practices in the preparation of bachelors of direction 05.03.06 Ecology and environmental management in SPbSUT. The relevance of the methodology is due to the need to evaluate the results of obtaining primary professional skills and skills, including primary skills and skills of research work in the course of training practice and professional skills and professional experience during the production practice for the subsequent solving of the professional tasks of the ecologist.

Key words: methodology, practice organization, bachelor, ecologist.

Boyashova E., Voloshinov D. Features of Teaching Descriptive Geometry using New Information Technologies in the Context of Distance Learning. – PP. 181–185.

Distance learning has posed new challenges in the development of geometric and graphic disciplines, the complexity of which lies in mastering the methods of geometric modeling of phenomena, objects and processes that contribute to the development of figurative and rational thinking. The applied flexible system of geometric modeling Simplex offers a new concept of geometric-graphic interaction in modern conditions of distance learning, which allows you to create much more complex models in contrast to traditional manual execution, this approach makes it possible to significantly reduce the time for completing and checking educational tasks in real time ... The proposed technology reveals the deep informational essence of the studied subject "Descriptive geometry", contributes to the formation of flexibility of perception in conditions of increasing speed of information processes.

Key words: descriptive geometry, distance learning, flexible geometric modeling system.

Velichko V., Kozyrev V., Novak A. Methods of Training Students Enrolled in Military Training Programs at the Military Training Center at SPbSUT and Appointed to the Positions of Deputy platoon Commanders, Department Commanders at the Training Camp in a Military Unit. – PP. 185–189.

Since 2019, Military training Centers have been established in civilian universities where military training is carried out, which are the receivers of Military Training Centers, military departments, and military training faculties at civilian universities. When organizing methodological work in the Military Training Center, it is planned and carried out training of students studying under military training programs, and appointed at the training camp in a military unit, to the positions of deputy platoon commanders, department commanders. The method of preparing these students for the training camp will be described in this article.

Key words: Military training, Military training center, training camp, methodology, lesson.

Velichko V., Kozyrev V., Novak A. Methods of Conducting Methodical Classes with Teachers of the Military Training Center at SPbSUT. – PP. 190–193.

Since 2019, Military training Centers have been established in civilian universities where military training is carried out, which are the receivers of Military Training Centers, military departments, and military training faculties at civilian universities. When organizing methodological work in the Military Training Center, methodological classes with teachers are planned and conducted. The method of conducting these methodical classes will be described in this article.

Key words: military training, military training center, teacher, methodology, methodical classes.

Vikulova A., Volostnykh V., Kononov P. Training of Specialists for Information Security Departments. – PP. 194–199.

The article is devoted to the problems of training specialists for the departments of technical information protection. The article provides a comparative analysis of the requirements of the governing documents to the employees of the departments of technical information protection and the ways of their implementation. The analysis of the requirements of professional standards is carried out. It is revealed that the specialist of the department of technical protection of information must possess new information technologies and be able to work with special-purpose technical means. Measures are proposed to ensure the required level of training

of specialists for technical information protection units in accordance with the new professional standards.

Key words: information security, professional standards, technical protection of information, labor efficiency.

Gordeiko A., Gunina E., Gutman A., Shiyan A. Analysis and Development of Printed Information Materials for Institutions of Additional Education. – PP. 200–204.

This article examines printed information materials containing comprehensive information about the activities of institutions of additional education, norms and rules of conduct, as well as tips and additional information for students that will help them navigate the educational and extracurricular activities of the organization. Based on the results of the analysis, we are developing our own information materials for the children's technopark "Quantorium", which will be called the "Guide of the Quantorianist". The developed materials will help to reduce the time of adaptation at admission, increase the effectiveness of the results of project activities.

Key word: information materials, educational institution.

Gromov V. The Main Problems and Methodology of Preparing Students for the Test in the Discipline "Engineering and Computer Graphics". – PP. 205–208.

The report examines the methodology for teaching students using computer-aided design systems (hereinafter – CAD) Compass-3D versions 12-19 when performing educational tasks in the discipline "Engineering and Computer Graphics" at the St. Petersburg State University of Telecommunications. prof. M.A. Bonch-Bruevich. The given methodology is based on many years of experience in teaching students in the period from 2013 to 2021.

Key words: Interstate standards, national standards.

Gromov V. Videoconferencing Systems in the Modern Process of Teaching Students. – PP. 209–212.

The report examines the main directions of the development of videoconferencing systems in the educational process. Examples of the use and application of various systems such as: Trueconf, Google Meet, Zoom, Discort are demonstrated. The experience gained while conducting classes in the distance learning mode is analyzed. The main problems, advantages and disadvantages of distance learning in the modern educational process are discussed.

Key words: microcomputers, information systems.

Egorova M. Organization of Research Work of Students in Conditions of Distance Learning. – PP. 213–218.

Distance education solves the problem of developing students' skills to independently expand their knowledge and apply them in professional activities, but it makes it difficult for students to actively participate in research work and makes them look for new ways to involve students in this process. The article is devoted to the actual problem of involving students in scientific activities for the development of research and professional skills.

Key words: research activities, quality of education, creative thinking.

Zaitseva Z., Logvinova N. Virtual Laboratory Practicum for Technical Disciplines in E-Learning. – PP. 218–223.

Methodological aspects of virtual laboratory practicum development in conditions of e-learning are discussed. These include: selection of the experimental laboratory sessions where processes can be analyzed using computer simulation; selection of software to achieve the goal; methods to create a virtual equivalent for experimental laboratory session that improve learning efficiency.

Key words: e-learning, virtual laboratory practicum, experimental laboratory session, learning efficiency.

Kapralov D., Mordovin V. Application of the Automated Knowledge Control System as an Element of a Distance Learning Form. – PP. 223–227.

The problem of assessing the knowledge of students in the conditions of distance learning at a university requires the teacher to introduce automated knowledge control systems into the educational process.

Key words: distance learning, automated knowledge control system, network testing.

Katasonova G., Shkrum A. Analysis of Working with Data Based on the Use of Information Space Resources. – PP. 228–233.

The analysis of working with data in the field of educational activities at the university is considered from the point of view of educational analytics, which allows you to provide data on the effectiveness of the applied teaching methods and technologies, analyze the progress and activity of students, their involvement in the learning process, assess the quality of distance learning, improve the taught content. The paper discusses the concepts of educational analytics, provides an overview of the information space resources for collecting and analyzing the data necessary to assess the effectiveness of the learning process.

Key words: training, university, educational analytics, information space, resources.

Kovalev I., Pantiuhin O., Ryabov G., Solodukhin B., Yudin A. Improvement of Scientific and Research Training of Bachelors and Masters in the Conditions of Distance Education. – PP. 233–237.

In the context of the transition to partial distance learning in universities, the task of organizing the educational process using advanced pedagogical and information technologies is one of the most acute in the modern education and therefore is constantly being improved. Themes and content of graduate qualification works and master's theses should meet modern requirements and prospects for the development of science and technology and correspond in complexity, volume of theoretical knowledge and practical skills acquired by bachelors and masters during their studies at the university, including in a distance education.

Key words: preparation of bachelors, masters; research work; final qualification works; distance education.

Kulnazarova A., Nesterova M. Formation of Educational Working Programs of at the University. – PP. 238–241.

The article deals with the issues of developing a working program of education (WPE), which is included in the curriculum. Recommendations on the competence-based approach in the WPE are given, and a number of features of the educational process at the university are noted.

Key words: educational work, educational program, higher education, university.

Kupchinenko O., Pantiuhin O., Ryabov G., Solodukhin B., Udin A. Aspects of the Development of a Computer Testing System for Students. – PP. 241–246.

The article discusses the issues of research of methods for the development and conduct of computer testing, provides the results of the analysis of the development and comparison of available computer testing systems. The requirements and aspects of the design of computer testing systems by developers, teachers and students in the context of the transition to distance education are considered.

Key words: testing methods, computer testing system, adaptive testing.

Lubyannikov A., Malygina L. Improving the Training System at the St. Petersburg State University of Telecommunications named after prof. M.A. Bonch-Bruevich (SPbSUT) using Distance Learning Technologies (DOT). – PP. 246–251.

One of the priority areas for the development of the educational system of the Russian Federation is the introduction of lifelong education models. Distance learning technologies are the most promising form for building such a model. The introduction of e-learning and distance learning technologies into the educational process has given the development of educational activities and created an additional attractiveness of the correspondence form of education, as well as allowed a better approach to training personnel for the digital economy.

Key words: distance learning system, blended learning, remote training of students, distance learning phase, a set of teaching materials.

Marchenkov A., Musiciantov A., Muzykantova K. Targets of Students of the Military Training Center of the University to Work with Personnel. – PP. 251–257.

The article discusses the target guidelines for training students of the military training center of the university to work with personnel. The author comes to the conclusion that the requirements for the level of training of graduates of military training centers in the field of work with personnel are quite high. At the same time, the main factor in this context should be considered the necessary level of self-organization and self-development of the future officer, since only in this case he will be able to competently and comprehensively organize work with personnel, developing in subordinates the skills necessary for successful military service.

Key words: military training center, training students, work with personnel.

Marchenkova E. Teacher Information Smolensk College of Telecommunication (branch) St. Petersburg State University of Telecommunications named after Professor Bonch-Bruevich, Post-Graduate Student of the Department of Pedagogy and Psychology of Smolensk State University. – PP. 257–262.

This article touches upon the issue of the formation of information behavior of students at a college of telecommunications, which are relevant today for pedagogy.

Key words: information behavior, information environment, college of telecommunications orientation.

Mjshkina N., Smorodin G. Influence of Artificial Intellect on Quality of Education. – PP. 262–267.

The results of the study of the influence of artificial intelligence on the process of cognition, in particular on mastery of educational programs of higher education are presented. Examples of software solutions that have the functions of artificial intelligence and allow to control

the process of cognition and form an individual educational trajectory of development, including to form a trajectory to replenish lost knowledge, skills and possessions in the process of temporary non-use of the latter in professional activities. Trends in the use of artificial intelligence elements in educational practice have been identified.

Key words: education quality, artificial intelligence, new educational technologies.

Munkueva O. Cognitive Abilities of Technical University Students. – PP. 267–270.

Cognitive abilities are manifestations of mental activity in the learning process (attention, memory, thinking, comprehension, etc.). The article substantiates the relevance of the development of cognitive capabilities among students of a technical university in the context of educational work. The process of developing cognitive learning abilities as a cause and as a consequence of the academic performance of students of a technical university.

Key words: cognitive abilities, neural networks.

Novikova E., Romasevich P., Smirnova E. D-Link Education Product for IT Training and Development. – PP. 271–276.

The article is devoted to the description of the educational product of the world's leading manufacturer of active network equipment of D-Link, which allows you to choose and combine the forms of training implementation depending on the target audience and the tasks set by the National Program "Digital Economy of the Russian Federation".

Key words: national program, digital economy of the Russian Federation, personnel for digital economy, educational product, D-Link.

Ozhiganov I., Tatarenkov D., Tumanova E. Development of the Master's Program "Digital Creative Mediatechnologies". – PP. 276–278.

The developed master's program "Digital Creative Media Technologies" is at the intersection of the fields of natural and technical sciences. The main concept of this program is a fundamentally new approach to training specialists in the art and media industries. The growing number of new professions determines the circle of knowledge in the field of organizing theatrical performances, multimedia shows, immersive exhibitions, etc. To obtain these skills, masters are trained using audio-video equipment, communication systems and lighting equipment. This program is based on teaching methods and forms that will motivate and interest the student. This can be done using design work; modular system; involvement in competitions of student work, etc. In essence, this is the use of elements of artificial intelligence.

Keywords: master's program, media technology, multidisciplinary.

Pantiuhin O., Ryabov G., Solodukhin B., Udin A. Prospective Directions for Using Artificial Intelligence in Education. – PP. 279–284.

Artificial intelligence is increasingly being introduced into various areas of modern society. Artificial intelligence (AI) in a broad sense is understood as the ability of information and computing systems to simulate the process of thinking by performing functions usually associated with human intelligence. The article discusses promising areas of using AI in educational activities, such as adaptive, personalized and interval learning, automatic assessment, student teaching assessment, control of the examination process, and the introduction of smart campuses.

Key words: artificial Intelligence; national development strategy; distance learning technologies; disciplines on artificial intelligence.

Polyakova E., Reznikov B. Practical Experience of using 3DOptix Cloud Software in the Educational Process of the Department of Photonics and Communication Lines. – PP. 284–288. *The 3DOptix software product includes a set of tools for visualizing the theoretical material on optical instrumentation and, accordingly, its qualitative development. This article discusses the experience of using 3DOptix cloud software for designing and modeling optical devices and equipment.*

Key words: 3DOptix, 3D imaging, optical instrument making.

Proskurin N., Smorodin G. Investigation of Expert Systems for Personalized Learning Pathway of Student. – PP. 289–292.

Investigated opportunities of expert systems usage for personalized learning pathway of student in higher education system of Russia. Given concept of expert system for optimization of personalized learning pathway of student for poorly formalized activities, such as science article writing, research and higher school graduation thesis.

Key words: personalized learning pathway of student, usage of expert systems in higher education, formalization of personalized learning pathway selection, student expert systems.

Serebryakova S. Deixis to the Virtual (a Case Study of the V[R]ignette “A[ck]Scension” by M. Breeze). – PP. 292–297.

This paper examines the new narrative format named V[R]ignettes which are micro-stories set in virtual reality (VR). In V[R]ignettes the audiovisual content and the language components are combined in a way that opens up numerous and diverse ways of interacting with the story and interpreting it. This previously unknown method of presenting and developing a story requires linguistic methods which have not previously been seen or been researched. The paper offers a new approach to the Deixis theory – deixis to the virtual. The linguistic analysis of the V[R]ignette A[ck]Scension by M. Breeze demonstrates how this theory is implemented in practice.

Key words: micro-story, virtual reality, interpretation, deixis to the virtual.

Sokolova Yu. On Teaching Moral Values at Foreign Language with the Use of Information and Communication Technologies (ICTs). – PP. 297–302.

This article attempts to reveal the essential characteristics of teaching moral values at foreign language to university students. The main types of such linguistic tasks that were developed by the author of the article are: 1) informing the student about moral norms; 2) ensuring the student to experience moral behavior; 3) stimulating the student to show the result of moral education. The article provides examples of teaching moral values at foreign language fulfilling tasks with the use of information and communication technologies (ICTs).

Key words: linguodidactics, teaching foreign languages for special purposes, English for special purposes, learning foreign languages, information and communication technologies (ICTs) in education, moral education, educative learning.

Tokareva K. On the Issue of the Memoirs Syncretism. – PP. 302–305.

The article analyzes memoir texts in the aspect of their syncretism. It is noted that memoirs are still insufficiently studied by modern science, in particular, in the context of their genre: the question of whether memoirs belong to historical science or to genres of fiction remains debatable. The personal and documentary origins in memoirs are analyzed.

Key words: memoirs, non fiction literature, documentary, personal factor.

Fedorenko I. Accessibility of Digital Technologies as a Basis for Promoting Electronic Education. – PP. 305–310.

The current state of the Internet user market in the Russian Federation is becoming increasingly important for the development of electronic educational resources. The article substantiates the need for active implementation of digital solutions in the process of digitalization of education. The article presents proposals for overcoming the territorial digital inequality for the promotion of e-education.

Key words: internet resources, digital technologies, e-learning, digitalization of education.

Khitrin S., Khitrina I. Management of Educational Activities of Students in the Context of Distance Learning. – PP. 310–315.

The experience of using a differentiated approach to managing the educational activities of students with the help of DOT makes it possible to reach a new level of formation of educational competencies. Based on the level of motivation and formation of students' educational skills, the teacher increases the effectiveness of mastering academic disciplines, using in his managerial influence a different degree of directiveness and support in relation to various students.

Key words: distance learning, distance educational technologies, educational motivation, differentiated approach, formation of educational skills, managerial influence, directiveness, support.

Chernyx L. On the Possibility of Setting up the Laboratory Work "The Principle of Superposition for an Alternating Magnetic field". – PP. 315–318.

This laboratory work previously existed at the Department of Physics of the St. Petersburg State University of Telecommunication. It used a ballistic measurement method based on switching on and off a constant magnetic field. This article proposes a laboratory work to test the principle of superposition with an alternative method that uses an alternating magnetic field.

Key words: laboratory work, principle of superposition, alternating magnetic field.

RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH

Agafangelos D., Budilin I., Dagaev A., Semenov A., Fedorov I. Developing a Web Application for Collecting Data. – PP. 319–322.

The article reviews the development of a web application using the React.js library, as well as the Rellax.js parallax library. Using the get and post methods of the HTTP protocol, the API is accessed, which receives data from the server using certain methods. This web application

provides the user with information about the activities of SpaceX, information about the flagship models of rockets with their descriptions, and displays a large list of launches of various spaceships, accompanied by videos.

Key words: API, HTTP, React.js, Rellax.js, SpaceX.

Alekseeva N., Davydov V. Transmission of Radio Signals for Open RAN Radio Access Networks over a Fiber-Optic Communication Line. – PP. 323–325.

The article examined some of the main emerging areas – Open RAN and 5G networks. The problems arising in the processing of information in 5G systems are raised. The medium for transmitting radio signals for the Open RAN radio access networks is a fiber-optic communication line. The article defines the requirements for an optical communication system to optimize its parameters in accordance with modern technical requirements.

Key words: radio access networks, radio signals, fiber-optic system, Open RAN, 5G networks.

Belozor A., Goldstein A., Fenomenov M. Applying a Combination of Machine Learning Methods to Predict Contact Center Load. – PP. 325–329.

Methods based on averaging historical data are often used to predict contact center load. However, in conditions of rapidly increasing or decreasing workloads, they may not be sufficiently effective. In previous studies, the authors have proposed a combination of two Machine Learning methods (regression and reinforcement learning) that seem to be more effective at predicting contact center load. This paper presents a number of issues that need to be resolved if this combination of techniques is to be usable in practice.

Key words: contact center load forecasting, Machine Learning, regression, reinforcement learning, OSS/BSS.

Bondarenko I., Morozov O. Development of an Algorithm for an Intrusion Detection System Based on Artificial Immune Systems. – PP. 330–334.

The rapid development of data transmission systems, the emergence of the latest access technologies and advanced mobile devices require an adequate increase in computer and network security. The new methods should complement the traditional encryption and user authentication methods. The use of immune algorithms and the creation of special systems for intrusion detection on their basis will expand the functionality and increase the effectiveness of protection against malicious influences.

Key words: network security, artificial immune systems, intrusion detection system, bio-inspired algorithm, attack.

Bourdine A., Nikulina T., Pashin S. Development of a Method for Selecting a Profiles Combination the Refractive Indicator of a Pair of Optical Crypto-Fibers to Control the Differential Mode Delay. – PP. 335–338.

This work is concerned with some aspects of selection of graded refractive index profiles for couple combination of optical crypto-fibers “encryptor”–“decryptor”. We present some results of experimental approbation of method for differential mode delay (DMD) management by selection and recombination of two corresponding refractive index profiles, differing by technological defects in the core center. Therefore, according to earlier on proposed alternative method for implementation of secure data transmission channel protected over physical layer for the “first/last mile” segment of intra-corporate network, the first optical fiber with strong

unique distortions is considered as “encryptor”, while the second with inverted DMD diagram implements function of “decryptor” in the optical interface.

Keywords: optical fibers, few-mode regime, differential mode delay, differential mode delay management, refractive index profile.

Bourdine A., Pashin S. Development of a Method for Estimating the Transmission Parameters on Fiber Optic Connection Single-Mode Based on Ferrule End-Face Photo-Image Analysis. – PP. 339–343.

This work presents development of a method for estimating the transmission parameters on fiber optic connection single-mode based on ferrule end-face photo-image analysis. Proposed solution is based on discretization of mode field distribution and following passage to representation of the mode field overlap integral in the form of finite nested sums. Proposed approach provides ability of taking into account the mode field distortions, occurring due to the optical fiber end face contaminations, by directly overlapping of connector ferrule end face image over discretized mode field radial distribution.

Keywords: ferrule, fiber optic connector, reflection index, ferrule end face, contaminated ferrule, mode coupling coefficient, structured cabling system fiber optic connector, insertion loss, reflection, fiber optic connector end face inspection, contamination.

Butenko A., Krivonosova N., Svezhov A. Development of a Service for Automating the Work of Citizens in the Status of "Self-Employed". – PP. 343–348.

The article is devoted to the development of a universal service for automating the work of citizens in the status of "self-employed". Most of the work of citizens in this status is reduced to the same set of operations: the need to plan their work and store data – about customers, orders, services, etc. The authors propose the development of a web resource that will be able to design the interface for the interests and subject area of the user. The flexibility of the interface will allow you to use the service for different market segments, which will make the work of self-employed citizens more productive and convenient. The article presents the main purposes of the system, its functionality and principle of operation, as well as an example of configuring the system for an insurance agent.

Key words: automated workplace (AWP), self-employed, service.

Buchatsky A., Kryukov V. A Promising Model of Media Broadcasting for the Russian Federation. – PP. 348–353.

Despite the introduction of the latest technologies of digital terrestrial broadcasting in the Russian Federation, its implementation continues on the principles of the model of broadcasting that developed in the USSR about half a century ago. But the existing methods of regional modification of multiplexes have properties that allow us to seriously go beyond the old model. The report analyzes the possibilities of using the method of centralized content injection into the splicers of digital broadcasting objects to create a fundamentally different model of media and radio broadcasting in Russia, which will also have the possibility of broadcasting regionally modified multiplexes in other environments (Internet broadcasting).

Key words: Regional modification of multiplexes, a splicer, a single data download channel, a universal model of media broadcasting.

Bylina M., Glagolev S. Coherent Detection of Optical Digital Signals in Modern Fiber-Optic Communication Systems. – PP. 354–359.

The paper analyzes the coherent detection of optical digital signals with different modulation formats: amplitude, phase, and quadrature-amplitude. The signal-to-noise ratios and limit detection capabilities for binary modulation formats are determined. The scheme of a homodyne optical receiver is presented and analyzed.

Key words: fiber-optic communication system, DWDM, coherent detection, optical heterodyne, heterodyne and homodyne receivers, single-mode optical fiber, modulation format.

Bylina M., Glagolev S. Direct Detection of Optical Digital Signals in Modern Fiber-Optic Communication Systems. – PP. 359–364.

The paper analyzes the direct detection of optical digital signals with different modulation formats. The signal-to-noise ratios and limit detection capabilities for binary modulation formats are determined. A comparison of photodetectors using PIN photodiodes, avalanche photodiodes, and PIN photodiodes in combination with a pre-optical amplifier is made.

Key words: fiber-optic communication system, DWDM, direct detection, single-mode optical fiber, modulation format.

Bylina M., Gulyaeva L. Investigation of a ROADM Multiplexer with a 3D Switch. – PP. 365–369.

The paper considers the principles of operation of a tunable optical multiplexer ROADM with a 3D switch. A 3D switchboard with two panels of single-axis movable micro mirrors controlled by MEMS microelectromechanical systems has been simulated. The coordinates of the micro mirrors on both panels and the ranges of adjustment of their rotation angles for various switching options are determined.

Key words: tunable optical multiplexer, reconfigurable optical add-drop multiplexer, ROADM, optical switch, 3D switch, micro electro mechanical system, MEMS, single-axis movable micro-mirror.

Bylina M., Pak V., Frolova A. Investigation of an Optical 8-Channel Splitter Based on Fused Biconic Taper Splitters with a Measuring Channel. – PP. 369–374.

In fiber-optic communication networks, there are problems of separation and unification of optical radiation flows, which are solved using optical splitters. In this paper, we consider fiber-optic fused biconic taper splitters based on double biconic junctions. The simulation of an 8-direction splitter with a uniform power division and an 8-direction splitter with a measuring output is carried out. The parameters of each fused biconic taper splitter included in the optical circuits of these devices are calculated. The insertion losses of the simulated devices and their operating spectral range are determined.

Key words: fiber optic transmission system, optical splitter, biconic splitter, alloy Structure Splitter, Fused Biconical Taper Splitter, fbt splitter.

Bylina M., Fraz A. Optical Near-Infrared Spectrum Analyzer. – PP. 375–379.

The results of modeling and investigation of the optical system of the near-infrared spectrum analyzer based on a volumetric diffraction grating intended for use as part of a laboratory installation for the study of CWDM technology are presented. The design of the optical system is developed, its mathematical modeling is carried out, the parameters of the components

are selected, the resolution of the system along the wavelength is calculated, and it is shown that it is sufficient for the analysis of CWDM signals.

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

Vasyutkin A., Vlasov D., Savelieva A., Shvidkiy A. Analysis of Methods for Tracking the Influence of the Load of the Network Subsystem of the Hyperconverged Infrastructure on the Performance of the Computer Cluster. – PP. 380–384.

The network component is one of the most important parts of a computing cluster, and the cluster performance directly depends on the load on it. The article is devoted to the assessment of methods for tracking the impact of the network subsystem of the hyperconverged infrastructure on the performance of a computing cluster built on the basis of the open source product OpenStack. The components that make up the computing cluster are considered. The tools and metrics are presented, with the help of which it is possible to assess the performance of a computing cluster.

Key words: OpenStack, performance, performance evaluation tools.

Vedernikov E., Ivanov A., Smirnov A. Probabilistic Topic Modeling in the Problem of Identifying Groups of Subscribers with General Areas of Interest. – PP. 384–389.

The solution to the problem of dividing subscribers of documentary exchange into groups according to areas of interest through statistical analysis of the content of their messages is considered. The proposed approach is based on the use of probabilistic topic modeling methods that form a matrix of message topics, which is used as input data for the group formation algorithm. The results of the software implementation of solving the problem using the software library of additive regularization of thematic models BigARTM are presented, an example of solving the problem is given, the effectiveness of the proposed approach is estimated.

Key words: Natural language processing, probabilistic topic modeling, «soft» clustering, additive regularization of topic models, data analysis, BigARTM.

Verkhova G., Mikhailov V. Development of a Web-Service for Content Management Based on asp.net WebAPI Technology. – PP. 390–393.

The architecture of a web service for managing multimedia content for a distributed cyber environment of a post-industrial society is presented. The web service consists of several microservices that implement management of file storage, text and hypertext documents. The main purpose of the proposed web service is to provide functionality for managing multimedia content to other microservices, which will save their developers from creating rather laborious solutions for storing multimedia content. The architecture of the web service provides the ability to bind multimedia content to any information objects that are under the control of microservices that are part of a unified cyber environment.

Key words: microservices, cyber environment, document storage, content management.

Vershinnik A., Kuznetsov S. Billing as a Tool for Monitoring Information and Telecommunications Networks. – PP. 393–399.

The article describes a solution that can be used to integrate existing billing systems and methods and systems and methods for quantifying the quality of services provided (monitoring systems) in real time during the time of service provision.

Keywords: billing, monitoring, information and telecommunications networks.

Vlasov D. Analysis and Systematization of Insider Threats in Information Systems. – PP. 399–403.

The paper deals with the problem of insider activity in organizations. Provides and describes typical threats implemented by insiders: sabotage, espionage, fraud, data collection. The impact of each of these types on the violation of confidentiality, integrity and availability of information resources of the organization is assessed. Based on this, an example of a tabular model of influence is built. The analysis of the model is carried out and a number of conclusions are made that are applicable to the formation of measures to improve information security. The main result of the article is the applicability of the proposed model of the relationship of threats for practical use.

Key words: information security, insider, information resource, sabotage, espionage, fraud, data collection.

Volkov A., Kovalenko V., Muthanna A., Rodakova A. A Distributed Computing System Based on a Flying Network Segment, Deeply Implemented in the Architecture of 5G / IMT-2020 Communication Networks and 2030 Networks. – PP. 403–408.

Every year, the number of devices connected to the Internet is only growing. At the same time, new technologies for 5G/IMT-2020 and next generation networks require lower data transmission delays. The modern data-processing centers (DPC) in the future perhaps won't be able to process all volume of traffic and at the same time to provide value of data transmission delays about 1 ms. In order to offload the data center, as well as to reduce the transmission delay, this article proposes to use the network architecture with UAV clusters on the lower layer and the MEC multilevel cloud system on the upper layer when processing requests.

Key words: UAV cluster head node, SDN, controller, MEC, Micro cloud, Mini Cloud remote cloud.

Volkogonov V., Kazantsev A., Orlov G., Smirnov D. Using Physical Unclonable Functions to Perform Authentication in an Internet of Things Environment. – PP. 409–414.

Traditional cryptographic security solutions are expensive in terms of computational resources (memory and processing power) and power consumption. They are not suitable for IoT devices that have limited resources. As such, physically non-clonable functions (PUFs) are becoming a widespread technology for building secure authentication in these systems. This article discusses PUF based wireless sensor network authentication protocol.

Key words: authentication, internet of things, physical unclonable function.

Galenko A., Dagaev A. Application of Simulation for Analysis of the State of Systems. – PP. 414–418.

The purpose of the study is to determine the availability of any element. The model assumes the presence of built-in control with instant indication of failures in the system and its full recovery in case of failure. Performance monitoring is carried out in the system constantly. In the event of a failure, the system stops and is inoperable until it is restored.

Key words: simulation, state, availability, model.

Gvozdkov I., Povedayko M. Access to IP Cameras as the Main Problem of Video Surveillance Systems. – PP. 419–422.

Methods and access methods to confidential information and its protection are considered.

Key words: protection; access to information; counter hacking information systems.

Goncharov V., Dagaev A., Ivanov S., Trofimov A. Creating a Chatbot in a Social Network. – PP. 422–425.

Nowadays, people are trying to automate the processes of various human labor for convenience and increase free time. For example, a program can do the monotonous work of writing a schedule instead of a person. The article describes the process of automating the work of the rehearsal schedule of musical groups of the university community.

Key words: Python, Google Tables, VKontakte, Chat bots, schedule.

Grineva A., Eliseev S. Approaches to Virtualization in 4G and 5G Mobile Networks. – PP. 426–429.

Network Function Virtualization provides flexibility of complex hardware solutions deployment based on non-proprietary servers. This article dedicated to wide applicability of the NFV technology for mobile network operators, relevance and key role of this conception in 5G networks.

Key words: NFV, 4G, 5G, MVNO.

Esalov K., Onishchuk A., Yanin V. Research of Methods for Selection of Deduplication Data in Conditions of Continuous Flow of Information About New Goods Into the Database. – PP. 430–435.

Exploring the concept of data deduplication. What are the methods for this type of backup? And the principles of their work. Analysis of the concept of a database. A few words about SQL. How is the continuous flow of new data into the database. How data deduplication and database continuous updates can interact. What conflicts are possible with the joint implementation of deduplication and continuous database update.

Key words: deduplication, database, continuous flow.

Isaenko D., Reznikov B. Overview of Optical Wavelength Converters Implementations. – PP. 435–439.

The article discusses the implementation of optical wave converters based on various nonlinear optical effects. The technologies underlying them are considered.

Key words: optical wavelengths converters, nonlinear effects.

Isakov A., Sviridov I., Fedorova M. Demand and Structure of the Infocommunication Services Market in RUSSIA. – PP. 439–442.

The paper discusses the development of infocommunication services in Russia, such as telemedicine services, educational services, video game market, on line video industry and music industry. The purpose of the article is to collect data on the current state of the Russian market of infocommunication services, demand for those services and the structure of the market for each type of service separately. The authors analyzed the prospects for the development

of infocommunication services, identified the most promising types of services today, substantiated further actions to maintain the positive dynamics of penetration into the domestic market, and analyzed existing and possible problems.

Key words: infocommunication services, video games industry, telemedicine, on-line video industry, on-line education.

Kanaev A., Proshin F. Synchronization Issues in Optical Transport Networks. – PP. 442–447. *The Optical Transport Network (OTN) technology is the most optimal method of increasing a capacity of current fiber-optic systems that provides control functions and data operating. This technology acquires a wide spread and the main part of researches is referred to supplementation of current standards. Synchronization issues are paid less attention but the reliable synchronization is one of the most important thing that defines an opportunity for interaction of many different transport networks connected through OTN channels. There are precise principles for provision of network synchronization at circuit switched and packet systems nowadays. An active OTN developing and increasing of processing capacity are forming the necessity for denoting current synchronization methods in these networks with the purpose of defining areas in which further researches need to be done or where there is a need for standardization.*

Key words: Optical Transport Network, OTN, network synchronization, synchronization channel.

Kirichek R., Pham V. Investigation of Possibility of Supporting Mesh Topology for Various LPWAN Technologies. – PP. 447–452.

Currently, LPWAN (Low-Power Wide Area Network) technologies get a lot of attention from the developer of Internet of Things (IoT) applications. Most of these networks have a star topology, which has a limitation in providing direct communication between end nodes. In the case of supporting a mesh topology for LPWAN networks, many limitations in such network are solved. This paper discusses the existing wireless technologies used to organized LPWAN networks. The following are cases for implementing a mesh network topology and system architecture for LPWAN networks that support this topology. The experimental results show the possibility of expanding the service area not only for the sensor data transmission and for image transmission.

Keywords: mesh topology, Internet of Things, LPWAN, LoRa, packet delivery ratio.

Klepov A., Soloviev D. Mobile Application Development using Augment Reality Technologies. – PP. 452–456.

The process of determining the requirements for a mobile augmented reality application, finding suitable environments and development tools, and developing the final application using augmented reality technology is considered.

Key words: mobile application, augmented reality, AR, unity, vuforia.

Kosov N., Kulikova E. Implementation of Information Security Policy Based on Geolocation in Unity3D. – PP. 456–460.

Currently, a smartphone cannot be imagined without mobile applications, they are used every day for various purposes. Mobile apps store a huge amount of data, so you need to pay special

attention to security. Vulnerabilities in mobile applications can lead to theft of personal, payment and credentials. And through corporate mobile applications, it is possible to develop an attack on adjacent infrastructure components. This article discusses the development of a mobile application based on obtaining a user's geolocation for transferring data between other users. Data can be transferred between those users who are strictly in a certain location (area).

Key words: geopositioning, authentication, SFTP-server, mobile application, coordinates.

Kosolapov V., Lipatnikov V., Sokol D. Calculation of the Coefficients of the Impact of Attacks on the Security of Information Transmission in VoIP-Telephony Networks. – PP. 460–465.

There is a contradiction between the requirements for ensuring information security in VoIP telephony networks on the one hand, and on the other hand, the lack of an adequate opportunity to conduct research and predict security in intrusion conditions. The purpose of the study: to develop a model of the process of information transmission in VoIP telephony networks to analyze the probabilistic and temporal characteristics of the violation of secure information transmission and identify patterns. Results: a mathematical model of an active violator, taking into account the possibility of implementing various attacks. The model allows determining the dependence of the probabilistic-temporal characteristics of an attack aimed at unauthorized access to information, depending on the values of the parameters of the opposing parties and calculating the impact coefficient. Novelty: the model differs in that the analysis, profiles and types of attacks are investigated. Practical significance: the use of the model makes it possible to conduct research, forecasting and management of the security of VoIP telephony networks in the conditions of intrusions.

Key words: information security, information technology, Markov random processes, VoIP, Mtt, SPIT.

Kuznetsov S., Murathanov D., Skorobogatov S. Security Analysis of SDN Controllers. – PP. 466–470/

This article provides an analysis of SDN controllers using the STRIDE threat modeling method. Based on the analysis, threats and possible solutions for their elimination were identified.

Key words: SDN, SDP, controller, STRIDE, traffic.

Kurnosov V. Features of Constructing Rational the Structure of the Transportation Network of the Departmental Telecommunication System. – PP. 471–476.

A generalized approach to the synthesis of the polystructure of a departmental telecommunication system (DTS) is considered. It is shown that the sequence of construction of the DTS will be iterative (multi-step) in nature and can be presented in the form of a step-by-step solution of individual problems using private techniques. It is proposed, within the framework of the general sequence of solving the target problem, to select (substantiate) the main implementation algorithms that will make it possible to build the structure of the DTS, ensuring its stable operation.

Key words: telecommunication system, transport network, functional stability, destabilizing factors, information direction of communication, connected graph.

Makolkina M., Sharlaeva M. Development of Laboratory Stand for ECG-Monitoring Based on LoRa Technology. – PP. 476–480.

This article presents a laboratory stand which allows recording and processing an ECG signal for possibility of remote medical consultations in the covid-19 pandemic. The advantages of LoRa data transmission technology for use in medical practice are listed. Requirements for the technical parameters of the stand and schematic diagrams of connecting elements are presented. A multi-level architecture is proposed for collecting data and transmitting it via the LoRa protocol to the input of a neural network at level of FOG-computing.

Key words: medical images, artificial intelligence, segmentation, threshold methods, binarization, binary conversion threshold.

Malchenkova A. Strategies of Self-Presentation and Identification in Cyberspace. – PP. 480–483.

The article discusses the main strategies for the formation of self-presentation and identification of a person in the virtual space of the Internet, the features of motivation, as well as the goals that determine this process. The features of self-presentation and identification of a socialized personality in cyberspace are carried out on the basis of the use of phenomenological methods developed in sociology.

Key words: virtual space, Internet, self-presentation, identification, phenomenology.

Nikitin Y. Classification of Frequency Synthesis Methods. – PP. 483–488.

The basic methods of frequency synthesis used in modern synthesizers are considered, which make it possible to ensure the required quality of the generated oscillations. Made their classification. The main advantages and disadvantages are shown.

Key words: frequency synthesis, passive analog synthesis (PAS), direct digital synthesis (DDS), pulse-phase-locked loop (PLL), finite state machine (FSM), pulse counter, accumulating adder, spurious spectral components.

Ruzmanov E., Tsvetkov A. Comparative Analysis of Discretionary and Mandate Models of Access limitation. – PP. 488–492.

The article discusses discretionary and mandatory access models, describes their advantages and disadvantages, and also determines the most effective environment for using each of them.

Key words: information security, access control models, authorization, access control, DAC, MAC.

Yurakov D. Development of a Noise-Resistant Communication System Based on LimeSDR and Raspberry Pi 4 B. – PP. 493–497.

The development of a noise-resistant communication system based on the LimeSDR software-configurable radio device and the Raspberry Pi 4 B single-board microcomputer on the Raspbian operating system in the GNU Radio Companion software platform was carried out as part of the Radiofest 2020 competition in the Radio Communication/EW direction. The article presents the stages of implementing a communication system, which includes the development of a receiving and transmitting cloud software model, as well as the implementation of this model in the Python programming language.

Key words: LimeSDR, GNU Radio Companion, SDR, Software-defined radio.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

АБРАМЯН доктор педагогических наук, профессор кафедры
Геннадий Владимирович информационных технологий и электронного обучения
института информационных технологий
и технологического образования 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

АГАФАНГЕЛОС студент группы ИКВТ-81 Санкт-Петербургского
Дмитрий Евстафьевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dima_a_65@mail.ru

АКИМОВ кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
Сергей Викторович интеллектуальных систем автоматизации и управления
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
akimov-sv@yandex.ru

АЛЕКСЕЕВА аспирант кафедры фотоники и линий связи
Надежда Николаевна Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
alekseeva.nn@spbgut.ru

АНДРЕЕВ кандидат физико-математических наук, доцент кафедры
Александр Давидович физики Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, aadgutspb@mail.ru

АПАРИНА кандидат технических наук, старший преподаватель
Елена Юрьевна кафедры автоматизированных систем специального
назначения Военной орденов Жукова и Ленина
Краснознаменной академии связи имени Маршала
Советского Союза С.М. Буденного,
elenaaparina.1982@mail.ru

- АЩЕУЛОВ** кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры автоматизированных систем специального назначения Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, asheulov50@mail.ru
- БАБИН** кандидат технических наук, доцент военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, babin-nvk@yandex.ru
- БАБИЧ** кандидат технических наук, преподаватель кафедры автоматизированных систем специального назначения Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, babichbi@mail.ru
- БАЛАКИН** кандидат технических наук, начальник кафедры военных систем, космической, радиорелейной, тропосферной связи и навигации Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, S.serega4@yandex.ru
- БАРАНОВ** курсант Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного, Titov856@yandex.ru
- БАСЫНЯ** кандидат военных наук, доцент, старший научный сотрудник НИО-1 НИЦ Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного basynya.vladimir@yandex.ru
- БАТАЛОВ** кандидат технических наук, преподаватель Санкт-Петербургский колледжа телекоммуникаций им. Э. Т. Кренкеля филиала Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, d.i.batalov@yandex.ru
- БЕЛОВА** кандидат психологических наук, доцент кафедры социально-политических наук Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, limax3@yandex.ru

БЕЛОЗОР студентка группы ИКТС-93м Санкт-Петербургского
Ангелина Михайловна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, belozor.am@yandex.ru

БОБЕР студент группы ЭП-91 Санкт-Петербургского
Александр Дмитриевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
gameswithraccoon@gmail.com

БОНДАРЕНКО кандидат технических наук, доцент кафедры
Игорь Борисович Информационных и управляющих систем
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
igorbnd@gmail.com

БОЯШОВА старший преподаватель кафедры информатики и
Елена Петровна компьютерного дизайна Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, helen.glass@mail.ru

БРЫДЧЕНКО кандидат технических наук, доцент военного учебного
Александр Владимирович центра Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, baw1979@mail.ru

БУДИЛИН студент группы ИКВТ-81 Санкт-Петербургского
Иван Сергеевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ivan.budilin@yandex.ru

БУРДИН ДОКТОР технических наук, доцент, заместитель
Антон Владимирович генерального директора по научной работе и развитию
АО «НПО Государственный оптический институт
им. С.И. Вавилова»; профессор кафедры фотоники
и линий связи Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича; профессор кафедры линий связи
и измерений в технике связи Поволжского
государственного университета телекоммуникаций
и информатики, bourdine@yandex.ru

БУТЕНКО студент группы К-580 Санкт-Петербургского колледжа
Анастасия Дмитриевна телекоммуникаций им. Э. Т. Кренкеля филиала
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
butlushonok2345@gmail.com

- БУЦЕВ** кандидат технических наук, доцент кафедры военных систем многоканальной электропроводной и оптической связи Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, bycev@mail.ru
Сергей Федорович
- БУЧАТСКИЙ** кандидат технических наук, директор института магистратуры Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, alexanderbuchatsky@yandex.ru
Александр Николаевич
- БЫЛИНА** кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой фотоники и линий связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, BylinaMaria@mail.ru
Мария Сергеевна
- ВАЛЯЕВ** сотрудник Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, danil_valyaev@mail.ru
Данил Андреевич
- ВАНЮГИН** доцент, старший преподаватель военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, dmitry_vanugin@mail.ru
Дмитрий Сергеевич
- ВАСИЛЬЕВ** начальник цикла – старший преподаватель военного учебного центра Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, dvasilev73@yandex.ru
Дмитрий Николаевич
- ВАСЮТКИН** магистрант кафедры инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, artemcoman98@mail.ru
Артем Васильевич
- ВЕДЕНЬКИН** курсант группы 2642 Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, rubenvedenkin@gmail.com
Рубен Владиславович
- ВЕДЕРНИКОВ** кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник ООО «Специальный технологический центр», г. Санкт-Петербург, vedeegor@yandex.ru
Егор Константинович

ВЕЛИЧКО начальник учебной части – заместитель начальника
Виталий Михайлович кафедры военного учебного центра
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
velichko90@mail.ru

ВЕРХОВА доктор технических наук, профессор, заведующий
Галина Викторовна кафедрой интеллектуальных систем автоматизации
и управления Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, galina500@inbox.ru

ВЕРШЕННИК преподаватель кафедры безопасности
Алексей Васильевич инфокоммуникационных систем специального
назначения Военной академии связи им. Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
Yelena.Vershennik@mail.ru

ВИКУЛОВА магистрант кафедры защищенных систем связи
Александра Юрьевна Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
bp@sut.ru

ВЛАСОВ магистрант кафедры инфокоммуникационных систем
Дмитрий Владимирович Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dmitry.vlasov@fastmail.com

ВЛАСОВ старший офицер отдела оперативного реагирования,
Дмитрий Сергеевич координации и применения сил на территории
федерального округа Главного управления МЧС России
по г. Санкт-Петербургу, prikerx@bk.ru

ВОЛКОВ аспирант кафедры сетей связи и передачи данных
Артем Николаевич Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
artemanv.work@gmail.com

ВОЛКОГОНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры
Владимир Никитич защищённых систем связи Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
farvest.ax@yandex.ru

ВОЛОСТНЫХ кандидат военных наук, руководитель специальной
Виктор Анатольевич информационной службы Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ra1alo@mail.ru

ВОЛОШИНОВ доктор технических наук, доцент, заведующий
Денис Вячеславович кафедрой информатики и компьютерного дизайна
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
denis.voloshinov@yandex.ru

ГАЛЕНКО студент группы ИКПИ-85 Санкт-Петербургского
Артур Валерьянович государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, artur31154@gmail.com

ГВОЗДКОВ старший преподаватель кафедры безопасности
Игорь Вячеславович информационных систем Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gvozdkov@rambler.ru

ГЛАГОЛЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры фотоники
Сергей Федорович и линий связи Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, glagolevsf@yandex.ru

ГОЛЬДШТЕЙН доктор технических наук, доцент кафедры
Александр Борисович инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
директор ООО "НТЦ АРГУС", agold@niits.ru

ГОНЧАРОВ студент группы ИКВТ-03 Санкт-Петербургского
Вячеслав Геннадьевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, pottergp@mail.ru

ГОРАЙ кандидат технических наук, доцент кафедры военных
Иван Иванович систем многоканальной электропроводной и оптической
связи Военной орденов Жукова и Ленина
Краснознаменной академии связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Буденного, iig@pcgrate.com

ГОРДЕЙКО магистрант группы ИСТ-931м, Санкт-Петербургского
Анна Владимировна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
mysunsettime@gmail.com

ГРИБКОВ кандидат технических наук, преподаватель кафедры
Владимир Александрович автоматизированных систем специального назначения
Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, gribkov.1949@mail.ru

ГРИДНЕВ преподаватель цикла проводной электросвязи,
Василий Александрович военного учебного центра Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
vagridnev161962@mail.ru

ГРИНЕВА аспирант кафедры инфокоммуникационных сетей
Анна Константиновна Санкт-Петербургского Государственного университета
телекоммуникаций им проф. Бонч-Бруевича,
greenevaanna@gmail.com

ГРИЩЕНКО слушатель Военной орденов Жукова и Ленина
Кирилл Александрович Краснознаменной академии связи им. Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
grischenko.kirill@yandex.ru

ГРОМОВ кандидат технических наук, доцент кафедры
Владислав Витальевич Информатики и компьютерного дизайна
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
gromov_vladislav@hotmail.com

ГРУЗДЕВ заместитель начальника кафедры – начальник учебной
Дмитрий Анатольевич части военного учебного центра Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gruzdev.d1977@mail.ru

ГУЛЬТЯЕВА студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского
Людмила Александровна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, lyudmila150@gmail.com

ГУНИНА кандидат педагогических наук, доцент кафедры
Елена Викторовна информатики и компьютерного дизайна,
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
e.v.gunina@yandex.ru

ГУТМАН магистрант группы ИСТ-032м Санкт-Петербургского
Анастасия Романовна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, a.gutman14@gmail.com

ДАВЫДОВ доктор физико-математических наук, профессор
Вадим Владимирович кафедры фотоники и линий связи Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
davydov_vadim66@mail.ru

ДАГАЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры
Александр Владимирович программной инженерии и цифровой вычислительной
техники Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича,
adagaev@list.ru

ЕГОРОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры
Марина Александровна управления и моделирования в социально-
экономических системах Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
egorova-mak@yandex.ru

ЕЛИСЕЕВ аспирант кафедры инфокоммуникационных сетей
Сергей Михайлович Санкт-Петербургского Государственного университета
телекоммуникаций им проф. М. А. Бонч-Бруевича,
serdgi096@list.ru

ЕСАЛОВ ассистент кафедры инфокоммуникационных сетей,
Кирилл Эдуардович начальник научно-образовательного центра
«Инфокоммуникационных технологий
и нейрокогнитивных архитектур»
Санкт-Петербургского Государственного университета
телекоммуникаций им проф. М. А. Бонч-Бруевича,
yesalov@gmail.com, kesalov@spbgtu.ru

ЖИТОВ студент группы ИКВТ-91 Санкт-Петербургского
Александр Алексеевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
zitov01@mail.ru

ЖУРАВЛЁВ кандидат технических наук, доцент кафедры военных
Дмитрий Анатольевич систем многоканальной электропроводной и оптической
связи Военной орденов Жукова и Ленина
Краснознаменной академии связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
ZhuravlevDmitriy84@yandex.ru

- ЗАГУДАЕВ** курсант группы 2642 Военной орденов Жукова
Денис Александрович и Ленина Краснознаменной академии связи имени
Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
denalzag@yandex.ru
- ЗАЙЦЕВА** кандидат технических наук, доцент кафедры теории
Зинаида Викторовна электрических цепей и связи Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, zaitch13@yandex.ru
- ЗАКАЛКИН** кандидат технических наук, докторант Военной орденов
Павел Владимирович Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
pzakalkin@mail.ru
- ЗУБАКИН** старший преподаватель кафедры автоматизированных
Владимир Валентинович систем специального назначения Военной орденов
Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи
имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, vzub2006@ya.ru
- ЗЮЗИН** кандидат технических наук, преподаватель кафедры
Александр Николаевич военных систем многоканальной электропроводной
и оптической связи Военной орденов Жукова и Ленина
Краснознаменной академии связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Буденного, alexz01@bk.ru
- ИВАНОВ** кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры
Андрей Анатольевич Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, a-a-iv@yandex.ru
- ИВАНОВ** кандидат военных наук, доцент кафедры Военной
Василий Геннадьевич орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии
связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, [wasj2006@yandex.ru](mailto:waj2006@yandex.ru)
- ИВАНОВ** студент группы ИКВТ-03 Санкт-Петербургского
Сергей Иванович государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
floype.home@gmail.com
- ИСАЕНКО** инженер кафедры фотоники и линий связи
Дмитрий Игоревич Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
isaenko.d1999@gmail.com

ИСАКОВ кандидат экономических наук, доцент кафедры
Александр Вячеславович экономики и менеджмента инфокоммуникаций
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
alexander.isakov@mail.ru

КАЗАНЦЕВ ассистент кафедры защищённых систем связи
Алексей Анатольевич Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
farvest.ax@yandex.ru

КАЛЮК сотрудник Академии Федеральной службы охраны
Павел Андреевич Российской Федерации, sda33@academ.msk.rsnnet.ru

КАНАЕВ доктор технических наук, профессор кафедры
Андрей Константинович электрической связи Петербургского государственного
университета путей сообщения Императора
Александра I, kanaev@pgups.ru

КАПРАЛОВ старший преподаватель кафедры конструирования
Дмитрий Дмитриевич и производства радиоэлектронных средств
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dmitry_kapralov@mail.ru

КАТАСОНОВА кандидат технических наук, доцент кафедры бизнес-
Галия Рузитовна информатики Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, 1366galia@mail.ru

КИЙ кандидат технических наук, доцент кафедры Военной
Андрей Вячеславович орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии
связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, oelelecom@mail.ru

КИРИЧЁК доктор технических наук, доцент, заведующий
Руслан Валентинович кафедрой программной инженерии и вычислительной
техники Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, kirichек@sut.ru

КЛЕПОВ студент группы ИСТ-741 Санкт-Петербургского
Александр Николаевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, klepov1917@gmail.com

- КЛЮЧНИКОВ** адъюнкт кафедры военных систем, космической,
Виктор Олегович радиорелейной, тропосферной связи и навигации
Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи им. Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, Viktor6757@yandex.ru,
klyuchnikovvo@yandex.ru
- КОВАЛЁВ** кандидат военных наук, доцент, преподаватель кафедры
Игорь Станиславович Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, p_oleg99@mail.ru
- КОВАЛЕНКО** аспирант Санкт-Петербургского государственного
Вадим Николаевич университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, kovalenkovadim1996@gmail.com
- КОЗЫРЕВ** преподаватель военного учебного центра
Виталий Михайлович Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
kozyrev70@mail.ru
- КОЛГАТИН** доктор технических наук, профессор кафедры физики
Сергей Николаевич Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
kolgatin@spbgut.ru
- КОНОНОВ** аспирант кафедры защищенных систем связи
Павел Александрович Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
kononov.pa@spbgut.ru
- КОРЯКИН** старший офицер учебно-методического отдела Военной
Денис Дмитриевич орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии
связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, koryakinen@gmail.com
- КОСОВ** старший преподаватель кафедры защищенных систем
Никита Алексеевич связи Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, kosov.n.a@mail.ru
- КОСОЛАПОВ** адъюнкт Военной орденов Жукова и Ленина
Владислав Сергеевич Краснознаменной академии связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
kvs_mil@mail.ru

КОЩЕЕВ преподаватель военного учебного центра
Андрей Владимирович Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
koscheev06@mail.ru

КРИВОНОСОВА преподаватель Санкт-Петербургского колледжа
Наталья Викторовна телекоммуникаций им. Э. Т. Кренкеля филиала
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
sirvan253@gmail.com

КРЮКОВ инженер базовой кафедры цифрового телевизионного
Владислав Анатольевич и радиовещания Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, deil2005@mail.ru

КУЗНЕЦОВ кандидат технических наук, доцент кафедры
Сергей Иванович безопасности информационных сетей военного
назначения Военной орденов Жукова и Ленина
Краснознаменной академии связи им. Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
ksi-2016@yandex.ru

КУЛИКОВА студентка группы ИКТЗ-74 Санкт-Петербургского
Екатерина Дмитриевна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, pavlotskiy.iv@gmail.com

КУЛЬНАЗАРОВА кандидат политических наук, доцент кафедры
Анастасия Витальевна социально-политических наук Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
avkulnazarova@gmail.com

КУПЧИНЕНКО старший преподаватель кафедры Военной орденов
Ольга Павловна Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи
имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
p_oleg99@mail.ru

КУРНОСОВ доктор технических наук, профессор кафедры
Валерий Игоревич автоматизации предприятий связи Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, vi-kurnosov@mail.ru

КУРОЧКА адъюнкт Военной орденов Жукова и Ленина
Владимир Сергеевич Краснознаменной академии связи им. Маршала
Советского Союза С. М. Буденного, Uprava223@mail.ru

ЛАПШИН слушатель 4 (командного) факультета Военной орденов
Олег Евгеньевич Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи
имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
oelecom@mail.ru

ЛАШИН преподаватель военного учебного центра
Юрий Федорович Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ylashin@yandex.ru

ЛИПАТНИКОВ доктор технических наук, профессор, старший научный
Валерий Алексеевич сотрудник Военной орденов Жукова и Ленина
Краснознаменной академии связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
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

ЛОГИНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры Военной
Вячеслав Алексеевич орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии
связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, oelecom@mail.ru

ЛУБЯННИКОВ кандидат педагогических наук, доцент, директор
Александр Андреевич института непрерывного образования
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
dino@sut.ru

МАКОЛКИНА доктор технических наук, доцент, профессор кафедры
Мария Александровна сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, makolkina@list.ru

МАЛЫГИНА заместитель директора института непрерывного
Лариса Альбертовна образования Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, larisamalygina@yandex.ru

МАЛЫЦЕВА кандидат военных наук, доцент Санкт-Петербургского
Ольга Львовна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, malcevakvn@mail.ru

- МАЛЬЧЕНКОВА** кандидат социологических наук, доцент кафедры
Анна Евгеньевна социально-политических наук Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, palzu73@gmail.com
- МАРЧЕНКОВ** начальник учебной части – заместитель начальника
Алексей Алексеевич военного учебного центра Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, marchelom@mail.ru
- МАРЧЕНКОВА** преподаватель информатики Смоленского колледжа
Екатерина Алексеевна телекоммуникаций филиала Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича; аспирант Смоленского
государственного университета,
marchenkova1katya@gmail.com
- МИЛАШЕВСКИЙ** адъюнкт Военной орденов Жукова и Ленина
Алексей Викторович Краснознаменной академии связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
a.milashevskij@gmail.com
- МИРОШНИК** начальник цикла – старший преподаватель военного
Максим Александрович учебного центра Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, mirochnic1972@mail.ru
- МИХАЙЛОВ** студент группы ИСТ-751 Санкт-Петербургского
Василий Дмитриевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kubeukeko@gmail.com
- МОРДОВИН** кандидат педагогических наук, доцент кафедры
Владимир Николаевич конструирования и производства радиоэлектронных
средств Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, mvn6767@mail.ru
- МОРОЗОВ** студент группы ИБ-613 Санкт-Петербургского
Олег Дмитриевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, i.co.kmu@mail.ru
- МОШКИНА** студентка группы ИСТ-912м Санкт-Петербургского
Наталья Сергеевна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gsmorodin@gmail.com

МУЗЫКАНТОВ заместитель начальника военного учебного центра
Алексей Николаевич Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
muzal@mail.ru

МУЗЫКАНТОВА учитель Гимназии № 426,
Кристина Евгеньевна krismol@mail.ru

МУНКУЕВА ассистент кафедры телевидения и метрологии
Ольга Борисовна Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
munkuevaolga@gmail.com

МУРАТХАНОВ курсант группы 3691 Военной орденов Жукова
Дмитрий Дмитриевич и Ленина Краснознаменной академия связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
murathanov9754@yandex.ru

МУТХАННА кандидат технических наук, доцент кафедры
Аммар Салех Али сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ammarexpress@gmail.com

НГУЕН кандидат технических наук, преподаватель кафедры
Хай Бинь радиосвязи университета телекоммуникаций,
г. Нячанг, Вьетнама, binhnguyen1987vn@gmail.com

НГУЕН аспирант кафедры радиотехнических систем
Ван Куан Санкт-Петербургского государственного
электротехнического университета «ЛЭТИ»
им. В. И. Ульянова (Ленина), quanvnhath@gmail.com

НЕСТЕРОВА ассистент кафедры социально-политических наук
Марина Валерьевна Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
spn.gfspbgut@mail.ru

НИКИТИН кандидат технических наук, старший научный
Юрий Александрович сотрудник, доцент кафедры электроники
и схемотехники Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, yuriyan@list.ru

НИКУЛИНА студентка кафедры линий связи и измерений в технике
Татьяна Валерьевна связи Поволжского государственного университета
телекоммуникаций и информатики, zntvx@yandex.ru

НОВАК начальник кафедры военного учебного центра при
Анатолий Вячеславович Санкт-Петербургском государственном университете
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
anatoly.novack@yandex.ru

НОВИКОВА консультант по образовательным проектам компании
Елизавета Петровна ООО "Д-Линк Трейд", enovikova@dlink.ru

ОЖИГАНОВ студент группы Р-91м Санкт-Петербургского
Игорь Васильевич государственного университета телекоммуникаций
имени профессора М. А. Бонч-Бруевича,
confirmedancient@mail.ru

ОНИЩУК программист лаборатории прототипирования
Антон Денисович нейрокогнитивных архитектур
ООО "ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ",
aonishchuk@naint.ru

ОРЛОВ инженер кафедры защищённых систем связи
Григорий Александрович Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
grigory.a.orlov@gmail.com

ПАДИШИН кандидат военных наук, доцент, профессор кафедры
Сергей Александрович Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи им. Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, chesstar@mail.ru

ПАК студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского
Виолетта Олеговна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, violetta_tdk@mail.ru

ПАНИН адъюнкт Военной орденов Жукова и Ленина
Роман Сергеевич Краснознаменной академии связи им. Маршала
Советского Союза С. М. Буденного, zzz822@mail.ru

ПАНИХИДНИКОВ кандидат военных наук, доцент, заведующий кафедрой
Сергей Александрович экологической безопасности телекоммуникаций
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
panihidnikov@mail.ru

- ПАНТЮХИН** кандидат технических наук, доцент кафедры
Олег Игоревич Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. А. М. Бонч-Бруевича,
p_oleg99@mail.ru
- ПАШИН** аспирант кафедры линий связи и измерений в технике
Станислав Сергеевич связи; заместитель директора (руководитель
бизнес-инкубатора) Центра стратегических инициатив
Поволжского государственного университета
телекоммуникаций и информатики,
pashinstanislav@outlook.com
- ПОВЕДАЙКО** кандидат технических наук, доцент кафедры
Максим Дмитриевич безопасности информационных систем
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
mpovedaiko@yandex.ru
- ПОЛЯКОВА** старший преподаватель кафедры фотоники и линий
Елена Валериевна связи Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, e.v@inbox.ru
- ПОПОВА** магистрант группы ИСТ-941м Санкт-Петербургского
Марина Николаевна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, marinapopova14@ya.ru
- ПРИВАЛОВ** доктор военных наук, профессор 20 кафедры Военной
Андрей Андреевич орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии
связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
aprivalov@inbox.ru
- ПРОСКУРИН** студент группа ИСТ-912м Санкт-Петербургского
Николай Максимович государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, gsmorodin@gmail.com
- ПРОШИН** аспирант кафедры электрической связи Петербургского
Федор Алексеевич государственного университета путей сообщения
Императора Александра I, fedorproshin@gmail.com
- ПРОЩЕНКОВ** студент группы ИСТ-833, инженер технической
Валерий Михайлович поддержки кафедры информатики и компьютерного
дизайна Санкт-Петербургского университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
valery@proshchenkov.ru

РЕЗНИКОВ преподаватель кафедры фотоники и линий связи,
Богдан Константинович преподаватель кафедры программной инженерии
и вычислительной техники Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, rznkff@gmail.com

РОДАКОВА студент группы ИКТГ-94м Санкт-Петербургского
Анна Олеговна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
rodakovaanya@gmail.com

РОМАСЕВИЧ кандидат технических наук, доцент кафедры
Павел Владимирович телекоммуникационных систем Волгоградского
государственного университета,
promasevich@dlink.ru

РУЗМАНОВ студент группы ИКБ-71 Санкт-Петербургского
Евгений Юрьевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ruzmanov1999@mail.ru

РЯБОВ старший преподаватель кафедры сетей связи и передачи
Геннадий Анатольевич данных Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
А. М. Бонч-Бруевича, p_oleg99@mail.ru

САВЕЛЬЕВА аспирант, ассистент кафедры инфокоммуникационных
Анастасия Андреевна систем Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
А. М. Бонч-Бруевича, saa@spbgut.ru

САГДЕЕВ кандидат технических наук, доцент военного учебного
Александр Константинович центра Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, brother-aks@yandex.ru

СВЕЖОВ студент группы К-580 Санкт-Петербургского колледжа
Артём Геннадиевич телекоммуникаций им. Э. Т. Кренкеля филиала
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
sirvan253@gmail.com

СВЕЧНИКОВ кандидат технических наук, доцент, сотрудник
Дмитрий Александрович Академии Федеральной службы охраны Российской
Федерации, sda33@academ.msk.rsnnet.ru

СВИРИДОВ магистрант Санкт-Петербургского государственного
Игорь Владимирович университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, ivsconnected@gmail.com

СЕМЕНОВ студент группы ИКВТ-81 Санкт-Петербургского
Александр Владимирович государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
19.sasha.2000@gmail.com

СЕМУКОВ преподаватель кафедры военных систем
Юрий Алексеевич многоканальной электропроводной и оптической связи
Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, Semukof@yandex.ru

СЕРЕБРЯКОВА кандидат филологических наук, доцент кафедры
Светлана Георгиевна иностранных языков Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
c_ssg@bk.ru

СКЛЯР курсант группы 2742 Военной орденов Жукова
Никита Сергеевич и Ленина Краснознаменной академии связи имени
Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
Scliar.nikita@yandex.ru

СКОРОБОГАТОВ адъюнкт кафедры безопасности информационных
Сергей Юрьевич сетей военного назначения Военной орденов Жукова
и Ленина Краснознаменной академия связи
им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
skorobogatovsu-vas@yandex.ru

СМИРНОВ кандидат технических наук, докторант кафедры
Андрей Александрович Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, andrew_work@list.ru

СМИРНОВ инженер кафедры защищённых систем связи
Даниил Николаевич Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,
ylcreate1@gmail.com

СМИРНОВА кандидат технических наук, менеджер
Елена Викторовна по образовательным проектам компании
ООО «Д-Линк Трейд», esmirnova@dlink.ru

СМОРОДИН кандидат технических наук, старший преподаватель
Геннадий Николаевич кафедры информационных управляющих систем
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
gsmorodin@gmail.com

СМОТРИЦКИЙ курсант группы 2641 Военной орденов Жукова
Никита Дмитриевич и Ленина Краснознаменной академии связи имени
Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
nikita.smotriskiy@mail.ru

СОКОЛ оператор 7 научной роты Военной орденов Жукова
Даниил Сергеевич и Ленина Краснознаменной академии связи имени
Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
swim.sokol@mail.ru

СОКОЛОВА старший преподаватель кафедры иностранных языков
Юлия Михайловна Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
sokolovaum@yandex.ru

СОЛОВЬЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры
Денис Викторович интеллектуальных систем автоматизации управления
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
9218964588@mail.ru

СОЛОДУХИН кандидат военных наук, доцент, старший преподаватель
Борис Владимирович Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, p_oleg99@mail.ru

СТАХЕЕВ кандидат технических наук, доцент, профессор
Иван Геннадиевич военного учебного центра Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, kisasig@yandex.ru

ТАТАРЕНКОВ старший преподаватель кафедры телевидения
Дмитрий Александрович и метрологии Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций имени профессора
М. А. Бонч-Бруевича, duferob@gmail.com

ТЕРЁШКИН адъютант Военной орденов Жукова и Ленина
Николай Михайлович Краснознаменной академии связи им. Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
mihalych08pskov@mail.ru

ТИТОВ кандидат технических наук, доцент кафедры
Владимир Степанович автоматизированных систем специального назначения
Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, Titov856@yandex.ru

ТОКАРЕВА старший преподаватель кафедры иностранных
Ксения Дмитриевна и русского языков Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
ksenia_tokareva88@mail.ru

ТРОФИМОВ студент группы ИКВТ-03 Санкт-Петербургского
Алексей Максимович государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, afixon@mail.ru

ТУМАНОВА кандидат технических наук, доцент кафедры
Евгения Ивановна телевидения и метрологии Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, evjeny@gmail.com

ФАМ аспирант кафедры программной инженерии
Ван Дай и вычислительной техники Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
fam.vd@spbgut.ru

ФАТЕЕВ сотрудник Академии Федеральной службы охраны
Сергей Сергеевич Российской Федерации, sda33@academ.msk.rsnet.ru

ФАТИН курсант группы 2742 Военной орденов Жукова
Юрий Дмитриевич и Ленина Краснознаменной академии связи имени
Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
Net_imeni_1777@mail.ru

ФЕДОРЕНКО кандидат экономических наук, доцент кафедры
Ирина Николаевна экономики и управления Череповецкого
государственного университета,
Fedorenko.irina@mail.ru

ФЕДОРОВ студент группы ИКВТ-81 Санкт-Петербургского
Иван Андреевич государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, ivan101234zx@mail.ru

ФЁДОРОВ старший преподаватель кафедры организации связи
Станислав Георгиевич Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной
академии связи имени Маршала Советского Союза
С. М. Буденного, fegfsg@mail.ru

ФЁДОРОВА старший преподаватель кафедры экономики
Марина Юрьевна и менеджмента инфокоммуникаций
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
m.fedorova@gmail.com

ФЕНОМЕНОВ аспирант кафедры инфокоммуникационных систем
Михаил Александрович Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
технический директор ООО "НТЦ АРГУС",
m.fenomenov@argustelecom.ru

ФОКИН кандидат технических наук, сотрудник Академия
Николай Иванович Федеральной службы охраны Российской Федерации,
ni_fokin@mail.ru

ФРАЗ студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского
Алексей Вячеславович государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
frazalex@yandex.ru

ФРОЛОВА студент группы ИКТФ-06м Санкт-Петербургского
Александра Сергеевна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
alexandravasileva1@mail.ru

ХАЛЕНЁВ слушатель 4 (командного) факультета Военной орденов
Александр Юрьевич Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи
имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
haush@mail.ru

ХАЛЕПА старший преподаватель военного учебного центра
Сергей Леонидович Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, s.halepa@mail.ru

ХИТРИН старший преподаватель кафедры управления
Сергей Ионович и моделирования в социально-экономических системах
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
iris90@mail.ru

ХИТРИНА кандидат психологических наук, доцент кафедры
Ирина Юрьевна управления и моделирования
в социально-экономических системах
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
irissib@yandex.ru

ХОБОРОВА кандидат технических наук, старший преподаватель
Вера Петровна кафедры организации связи Военной орденов Жукова
и Ленина Краснознаменной академии связи имени
Маршала Советского Союза С. М. Буденного,
khoborova.vera@yandex.ru

ЦВЕТКОВ старший преподаватель кафедры защищенных систем
Александр Юрьевич связи Санкт-Петербургского университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
alexander.tsvetkov89@gmail.com

ЧЕРЕНКЕВИЧ слушатель Военной орденов Жукова и Ленина
Максим Юрьевич Краснознаменной академии связи имени Маршала
Советского Союза С. М. Буденного,
girevik.2018@gmail.com

ЧЕРНЫХ кандидат физико-математических наук, доцент, главный
Леонид Михайлович специалист кафедры физики Санкт-Петербургского
государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
chern251041@yandex.ru

ШАРЛАЕВА студентка группы ИКТИ-95м Санкт-Петербургского
Мария Владимировна государственного университета телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
masha110.97@mail.ru

ШВИДКИЙ начальник научно-образовательного центра
Артем Александрович «Программно-определяемые системы», ведущий
инженер группы передачи данных и вычислительных
ресурсов Санкт-Петербургского государственного
университета телекоммуникаций им. проф.
М. А. Бонч-Бруевича, shvidkiy@sut.ru

ШИЯН Кандидат педагогических наук, доцент кафедры
Андрей Анатольевич информатики и компьютерного дизайна
Санкт-Петербургского государственного университета
телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
1001digit@gmail.com

ШКРУМ аспирант факультета стоматологии и медицинских технологий Санкт-Петербургского государственного университета, pozitivka3333@mail.ru
Алиса Сергеевна

ЮДИН кандидат технических наук, доцент кафедры Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академии связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного, p_oleg99@mail.ru
Анатолий Алексеевич

ЮРАКОВ техник кафедры теории теоретических основ телекоммуникаций Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, dmitry-yurackov@yandex.ru
Дмитрий Михайлович

ЯНИН студент группы АБ-613 Санкт-Петербургского государственного университета, vicmsone@gmail.com
Виктор Васильевич

ЯРОВИКОВА кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры военных систем, космической, радиорелейной, тропосферной связи и навигации Военной орденов Жукова и Ленина Краснознаменной академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, oksana_yr@mail.ru
Оксана Владиславовна

ЯСИНСКИЙ доктор технических наук, доцент, научный консультант филиала ФГУП «Ленинградское отделение центрального научно-исследовательского института связи», yasinsky777@mail.ru
Сергей Александрович

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абрамян Г. В. **131, 137, 143**
Агафангелос Д. Е. **319**
Акимов С. В. **149, 152**
Алексеева Н. Н. **323**
Андреев А. Д. **157**
Апарина Е. Ю. **5, 11**
Ащеулов С. В. **11**
Бабин Н. Н. **17**
Бабич Б. И. **5**
Балакин С. И. **20**
Баранов А. Э. **5**
Басыня В. А. **162**
Баталов Д. И. **167**
Белова Е. В. **172**
Белозор А. М. **325**
Бобер А. Д. **177**
Бондаренко И. Б. **330**
Бояшова Е. П. **181**
Брыдченко А. В. **25, 30**
Будилин И. С. **319**
Бурдин А. В. **335, 339**
Бутенко А. Д. **343**
Буцев С. Ф. **35**
Бучатский А. Н. **348**
Былина М. С. **354, 359, 365, 369, 375**
Валяев Д. А. **40**
Ванюгин Д. С. **25, 162**
Васильев Д. Н. **30**
Васюткин А. В. **380**
Веденькин Р. В. **35**
Ведерников Е. К. **384**
Величко В. М. **185, 190**
Верхова Г. В. **390**
Вершенник А. В. **393**
Викулова А. Ю. **45, 194**
Власов Д. В. **380**
Власов Д. С. **399**
Волков А. Н. **403**
Волкогонов В. Н. **409**
Волостных В. А. **45, 194**
Волошинов Д. В. **181**
Галенко А. В. **414**
Гвоздков И. В. **419**
Глаголев С. Ф. **354, 359**
Гольдштейн А. Б. **325**
Гончаров В. Г. **422**
Горай И. И. **49**
Гордейко А. В. **200**
Грибков В. А. **11**
Гриднев В. А. **25**
Гринева А. К. **426**
Грищенко К. А. **53**
Громов В. В. **205, 209**
Груздев Д. А. **30**
Гультьяева Л. А. **365**
Гунина Е. В. **200**
Гутман А. Р. **200**
Давыдов В. В. **323**

- Дагаев А. В. **319, 414, 422**
Егорова М. А. **213**
Елисеев С. М. **426**
Есалов К. Э. **430**
Житов А. А. **149**
Журавлёв Д. А. **35, 49, 58, 63, 68, 73**
Загудаев Д. А. **58**
Зайцева З. В. **218**
Закалкин П. В. **78**
Зубакин В. В. **11**
Зюзин А. Н. **63, 68**
Иванов А. А. **384**
Иванов В. Г. **82**
Иванов С. И. **422**
Исаенко Д. И. **435**
Исаков А. В. **439**
Казанцев А. А. **409**
Калюк П. А. **87**
Канаев А. К. **442**
Капралов Д. Д. **223**
Катасонова Г. Р. **228**
Кий А. В. **92**
Киричѐк Р. В. **447**
Клепов А. Н. **452**
Ключников В. О. **20**
Ковалѐв И. С. **233**
Коваленко В. Н. **403**
Козырев В. М. **185, 190**
Колгатин С. Н. **157**
Кононов П. А. **45, 194**
Корякин Д. Д. **82**
Косов Н. А. **456**
Косолапов В. С. **460**
Кощеев А. В. **96**
Кривоносова Н. В. **343**
Крюков В. А. **348**
Кузнецов С. И. **393, 467**
Куликова Е. Д. **456**
Кульназарова А. В. **238**
Купчиненко О. П. **241**
Курносов В. И. **471**
Курочка В. С. **53**
Лапшин О. Е. **92**
Лашин Ю. Ф. **96**
Липатников В. А. **460**
Логвинова Н. К. **218**
Логинов В. А. **92**
Лубянников А. А. **246**
Маколкина М. А. **476**
Малыгина Л. А. **246**
Мальцева О. Л. **101**
Мальчѐнкова А. Е. **480**
Марченков А. А. **107, 251**
Марченкова Е. А. **257**
Милашевский А. В. **110, 116**
Мирошник А. М. **30**
Михайлов В. Д. **390**
Мордовин В. Н. **223**
Морозов О. Д. **330**
Мошкина Н. С. **262**
Музыкантов А. Н. **251**
Музыкантова К. Е. **251**
Мункуева О. Б. **267**
Муратханов Д. Д. **467**
Мутханна А. С. А. **403**
Нгуен Х. Б. **122**
Нгуен В. К. **122**
Нестерова М. В. **238**
Никитин Ю. А. **483**
Никулина В. А. **335**

- Новак А. В. **185, 190**
Новикова Е. П. **271**
Ожиганов И. В. **276**
Онищук А. Д. **430**
Орлов Г. А. **409**
Падишин С. А. **53**
Пак В. О. **369**
Панин Р. С. **126**
Панихидников С. А. **177**
Пантюхин О. И. **233, 241, 279**
Пашин С. С. **335, 339**
Поведайко М. Д. **419**
Полякова Е. В. **284**
Попова М. Н. **152**
Привалов А. А. **110, 116**
Проскурин Н. М. **289**
Прошин Ф. А. **442**
Прощенков В. М. **149**
Резников Б. К. **284, 435**
Родакова А. О. **403**
Ромасевич П. В. **271**
Рузманов Е. Ю. **488**
Рябов Г. А. **233, 241, 279**
Савельева А. А. **380**
Сагдеев А. К. **96**
Свежов А. Г. **343**
Свечников Д. А. **87**
Свиридов И. В. **439**
Семенов А. В. **319**
Семуков Ю. А. **58**
Серебрякова С. Г. **292**
Скляр Н. С. **73**
Скоробогатов С. Ю. **467**
Смирнов А. А. **384**
Смирнов Д. Н. **409**
Смирнова Е. В. **271**
Сморозин Г. Н. **262, 289**
Смотрицкий Н. Д. **49**
Сокол Д. С. **460**
Соколова Ю. М. **297**
Соловьев Д. В. **452**
Солодухин Б. В. **233, 241, 279**
Стахеев И. Г. **40**
Татаренков Д. А. **276**
Терёшкин Н. М. **53**
Титов В. С. **5**
Токарева К. Д. **302**
Трофимов А. М. **422**
Туманова Е. И. **276**
Фам В. Д. **447**
Фатеев С. С. **87**
Фатин Ю. Д. **73**
Федоренко И. Н. **305**
Федоров И. А. **319**
Фёдоров С. Г. **107**
Фёдорова М. Ю. **439**
Феноменов М. А. **325**
Фокин Н. И. **40**
Фраз А. В. **375**
Фролова А. С. **369**
Халенёв А. Ю. **92**
Халепа С. Л. **96**
Хитрин С. И. **310**
Хитрина И. Ю. **310**
Хоборова В. П. **107**
Цветков А. Ю. **488**
Черенкевич М. Ю. **82**
Черных Л. М. **157, 315**
Шарлаева М. В. **476**
Швидкий А. А. **380**

Шиян А. А. **200**

Шкрум А. С. **228**

Юдин А. А. **233, 241, 279**

Юраков Д. М. **493**

Янин В. В. **430**

Яровикова О. В. **20**

Ясинский С. А. **63, 68**



СПб ГУТ)))