

ISSN: 2686-7567



ВЕСТНИК ГГТУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

HERALD OF GSTOU

ENGINEERING SCIENCES

SCIENTIFIC & TECHNICAL JOURNAL

2019

Том XV

№ 2 (16)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

д. т. н., профессор Минцаев Магомед Шавалович

Зам. главного редактора – д. т. н., профессор
С-А. Ю. Муртазаев

Ответственный секретарь – к. т. н. М. Ш. Саламанова

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

д. т. н., профессор, член-корреспондент РАН
Б. А. Григорьев (ВНИИГаз)

д. т. н., профессор Ю. В. Дмитрак (СКГМИ)

д. ф-м. н., профессор И. А. Керимов (АН ЧР)

к. т. н., доцент М. Я. Пашаев (ГГНТУ)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Строительство. Архитектура

д. т. н., профессор А. Д. Абакаров

д. т. н., профессор Д. К-С. Батаев

д. т. н., доцент И. Г. Гайрабеков

д. т. н., профессор Х. Н. Мажиев

канд. архитектуры, доцент Ш. А. Насуханов

д. т. н., профессор Т. А. Хежев

Химическая технология

д. т. н., профессор Л. Ш. Махмудова

д. х. н. Х. М. Кадиев

д. т. н., профессор Х. Х. Ахмадова

д. т. н., профессор О. Н. Каратун

д. х. н., профессор Э. А. Александрова

к. т. н., доцент А. А. Эльмурзаев

Информатика, вычислительная техника и управление

д. п. н., профессор Э. Д. Алисултанова

д. т. н., доцент И. Н. Ажмухамедов

д. т. н., профессор К. Е. Румянцев

д. т. н., профессор М. А. Хажмуратов

к. т. н., доцент И. В. Хасамбиев

к. т. н. З. Л. Хакимов

EDITOR – IN-CHIEF

Magomed Mintsaeв, Doctor in Engineering

Associate Editor – Said-Alvi Murtazaev, Doctor in Engineering

Executive Secretary – Madina Salamanova, PhD in
Engineering

EDITORIAL COUNCIL

Boris Grigoryev, corresponding member of RAS,
Doctor in Engineering

Yuri Dmitrak, Doctor in Engineering

Ibragim Kerimov, Doctor in Physics and Mathematics

Magomed Pashaev, PhD in Engineering

EDITORIAL BOARD

Construction. Architecture

Abakar Abakarov, Doctor in Engineering

Dena Bataev, Doctor in Engineering

Ibragim Gayrabekov, Doctor in Engineering

Khasan Mazhiev, Doctor in Engineering

Shadid Nasukhanov, PhD in Architecture

Tolya Khezhev, Doctor in Engineering

Chemical Technology

Lyubov Makmudova, Doctor in Engineering

Khusain Kadiev, Doctor in Chemistry

Khava Akhmadova, Doctor in Engineering

Olga Karatun, Doctor in Engineering

Elvira Alexandrova, Doctor in Chemistry

Ayub Elmurzaev, PhD in Engineering

Computer Science, Computer Engineering and Management

Esmira Alisultanova, Doctor in Pedagogics

Iskandar Azhmukhamedov, Doctor in Engineering

Konstantin Rumyantsev, Doctor in Engineering

Manap Khazhmuradov, Doctor in Engineering

Ibragim Khasambiev, PhD in Engineering

Zaur Khakimov, PhD in Engineering

Грозненский государственный нефтяной технический университет

им. акад. М. Д. Миллионщикова

Журнал включен в РИНЦ

Адрес редакции/издателя:

364024, г. Грозный, пр. Х. А. Исаева, 100

Тел./факс: (8712) 29-59-32

<http://gstou.ru/science/ggntu-works.php>

e-mail: trudy-ggntu@mail.ru

© Грозненский государственный нефтяной технический университет

им. акад. М. Д. Миллионщикова, 2019

© Редакционная коллегия

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Алисултанова Э.Д., Бицалов Д.С. Формирование эффективной системы защиты информации в цифровом образовательном пространстве	5
Алисултанова Э.Д., Джанхотов Ш. С. Анализ средств решения проблемы автоматизации образовательного учреждения	14
Баматгиреева К.Б. Пространственный поиск импульсных сигналов в режиме регистрации потока фотонов с удлинением времени наблюдения элемента разложения	20
Израилова Э.С. Особенности машинного обучения средствами CNN в рамках синтеза речи	29
Моисеенко Н.А., Албакова А.А. Разработка информационной системы учета и контроля научно- исследовательской деятельности преподавателей и сотрудников вуза (на примере кафедры информационных технологий ФГБОУ ВО ГГНТУ)	36
Моисеенко Н.А., Джабраилов И.С. Проектирование информационной системы управления организацией: необходимость современности	47
Нурадинов А.С., Уздиева Н.С., Балатханова Э.М., Тепсаев А.Н. Математическое моделирование процессов формирования литых заготовок при непрерывной разливке стали	56
Хаджиева Л.К., Сатуева М.Л. Анализ применения технологии синхронной цифровой иерархии SDH	67
Хасамбиев И.В., Гакаева Х.М., Хажмурадов М.А., Прохорец С.И. Оценка предельных параметров трафика, обслуживаемого сетью NGN	74
Шабазов И.М., Маигова Д.Д. Мобильные приложения как средство изучения английского языка обучающихся в неязыковом вузе	84

CONTENTS

<i>E.D. Alisultanova, D.S. Bicalov</i> The formation of an effective system of information protection in the digital educational space	5
<i>E. D. Alisultanova, S.S. Dzhankhotov</i> Analysis of the means of solving the problem of automation of educational institutions	14
<i>K.B. Bamatgireeva</i> Existential search pulsed emission in registration mode of photon flux with extension time of observation elements of decomposition	20
<i>E.S. Izrailova</i> Features of machine learning by CNN within the speech synthesis	29
<i>N.A. Moiseenko, A.A. Albakova</i> Development of information system of accounting for and control of research activities of the faculty and staff of the university (On example of information technologies department, FSBEI GSTOU)	36
<i>N.A. Moiseenko, I.S. Dzhabrailov</i> Designing management information systems organization: the need of today	47
<i>Nuradinov A.S., N.S. Uzdieva, E.M. Balatkhanova, A.N. Tepsaev</i> A mathematical modeling of the processes of the formation of cast units in the continuous casting of steel	56
<i>L.K. Khadzhieva, M.L. Satueva</i> Analysis of the use of technology synchronous digital hierarchy SDH	67
<i>I.V. Khasambiev, H.M. Gakaeva, M.A. Khazhmuradov , S.I. Prokhorets</i> The assessment of the limiting parameters of traffic served by the NGN network	74
<i>I.M. Shabazov, D.D. Maigova</i> Mobile applications as a means of studying English language students in a non-language university	84

ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ЦИФРОВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

© Э. Д. Алисултанова, Д. С. Бицалов

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

Данная статья направлена на формирование эффективной системы защиты информации. В настоящее время ввиду совершенствования информационных технологий все более актуальной становится проблема защиты информации, так как вместе с улучшением методов защиты информации, к сожалению, развиваются и методы утечки информации. В данной статье рассмотрена одна из актуальных систем защиты информации, система ViPNet Client.

Программный комплекс ViPNet Client предназначен для защиты рабочих мест корпоративных пользователей. ViPNet Client надежно защищает от внешних и внутренних сетевых атак за счет фильтрации трафика. Кроме того, ПК ViPNet Client обеспечивает защищенную работу с корпоративными данными через зашифрованный канал, в том числе для удаленных пользователей.

Ключевые слова: интерфейс, ViPNet Client for Windows, пользователь, ключи шифрования, защита информации.

Целью исследования является формирование эффективной системы защиты информации.

Задачами исследования являются:

- изучение литературы систем защиты информации и выбор более подходящей системы защиты информации;
- анализ работы выбранной системы защиты информации;
- определение недостатков выбранной системы защиты информации;
- разработка программного обеспечения для устранения недостатков.

Характеристика комплекса задач, задачи и обоснование необходимости совершенствования системы обеспечения информационной безопасности

Изучив различные системы защиты информации, выбрали систему ViPNet Client.

Программный комплекс ViPNet Client предназначен для защиты рабочих мест корпоративных пользователей. ViPNet Client надежно защищает от внешних и вну-

тренних сетевых атак за счет фильтрации трафика. Кроме того, ПК ViPNet Client обеспечивает защищенную работу с корпоративными данными через зашифрованный канал, в том числе для удаленных пользователей. ViPNet Client поддерживает работу на компьютерных устройствах под управлением ОС Linux OS X и Microsoft Windows (рис. 1) [1].

Работа в корпоративной сети защищенной от внутреннего нарушителя. Соединение с ресурсами, сервисами а также другими пользователями осуществляется через каналы, функционирующие по принципу «точка-точка». Это позволяет надежно защитить информацию от других пользователей, в том числе внутри корпоративной сети.

Безопасная работа удаленного пользователя с корпоративными ресурсами и сервисами через защищенные каналы. Шифрование трафика защитит работу с внутренними ресурсами и сервисами вашей организации при передаче данных через Интернет.

Защищенное общение пользователей. Обеспечить защиту корпоративных пользователей также позволит совместное использова-

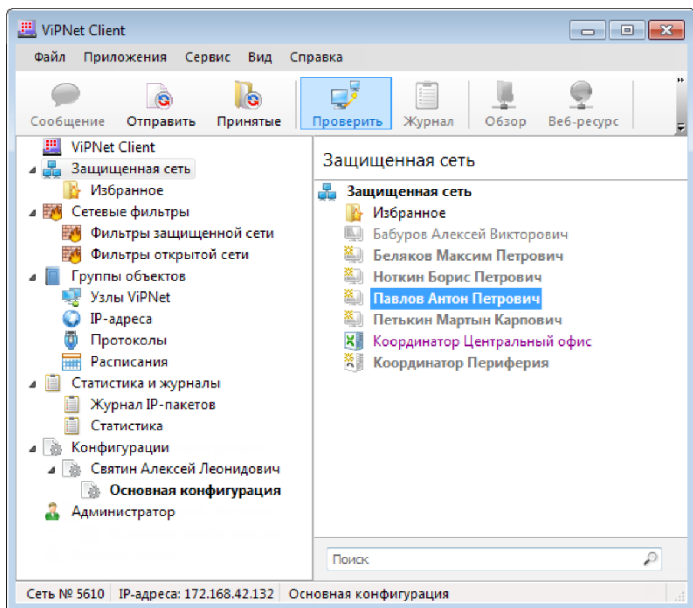


Рис. 1. Интерфейс ViPNet Client

ние ПК ViPNet Client с приложениями ViPNet Connect и ViPNet Деловая почта (данная возможность поддерживается определенными модификациями ViPNet Client).

Кроме того, ViPNet Client поддерживает защищенные каналы для корпоративных коммуникаций на основе сторонних решений, в

том числе IP-телефонии, видео-конференц-связи и так далее.

Защита виртуальной машины. ViPNet Client может работать на виртуальных машинах также допускается использование средств защиты ViPNet в VDI-средах.

Преимущества:

Высокая производительность шифрования и фильтрации трафика позволяет в реальном времени осуществлять защиту трафика служб голосовой и видеосвязи в сетях TCP/IP, а также обеспечивать одновременную работу с ресурсами разных сегментов корпоративной сети.

Равный доступ к ресурсам корпоративных информационных систем независимо от места и способа подключения пользователя к телекоммуникационной сети (при использовании решения ViPNet Network Security).

Защита канала не влияет на работу сторонних приложений на компьютере пользователя.

Ключи шифрования, политики безопасности и обновления ПО ViPNet доставляются

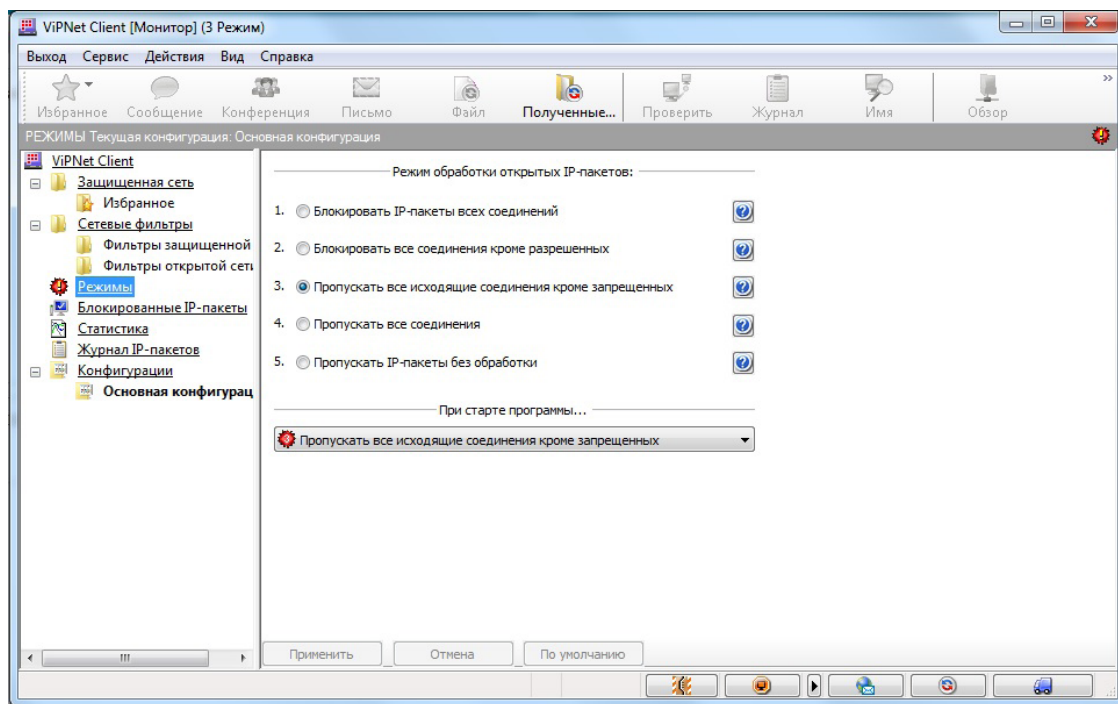


Рис. 2. Режимы работы ViPNet



Рис. 3. Схема подключения к компьютеру в локальной сети

на компьютер через надежный защищенный канал.

Система ViPNet использует 5 различных режимов работы (рис. 2):

Блокировать IP-пакеты всех соединений;

Блокировать все соединения, кроме разрешенных;

Пропускать все исходящие соединения, кроме запрещенных;

Пропускать все соединения;

Пропускать IP-пакеты без обработки [2].

При установке первого режима работы компьютер заблокирован абсолютно полностью от всех ПК, находящихся в сети и вне.

Второй режим позволяет подключаться компьютерам, которые изначально прописаны в списке разрешенных подключений.

Третий режим работает противоположно второму. Он допускает все подключения кроме тех, которые находятся в списке запрещенных подключений.

Четвертый режим работы пропускает все соединения, которые удовлетворяют настройкам фильтрации, заданной организацией.

При работе пятого режима проходят абсолютно все соединения.

Для более надежной защиты информации в приоритете используется именно второй ре-

жим работы. Чуть реже используются первый и третий режимы. И практически никогда не используются четвертый и пятый режимы, в целях защиты какой-либо информации.

Практика показывает, что пользователям необходимо подключаться удаленно к компьютерам, на которых установлена система ViPNet, но при определенных режимах работы системы безопасности это сделать невозможно. При этом пользователю не показывается каких-либо ошибок или предупреждений, что является большим недостатком, так как на выяснение причины отсутствия соединения компьютеров может уходить много времени. Попытка подключения изображена (на данной схеме рис. 3).

Было принято решение разработать улучшение для данной системы. Это улучшение представляет собой дополнительную программу, которая будет отслеживать входящие подключения к персональному компьютеру пользователя, и если это подключение будет из списка разрешенных тогда пользователю будет сообщаться о попытке подключения, после чего он может одобрить это подключение. В случае если подключение отсутствует в списке разрешенных, тогда это подключение игнорируется.

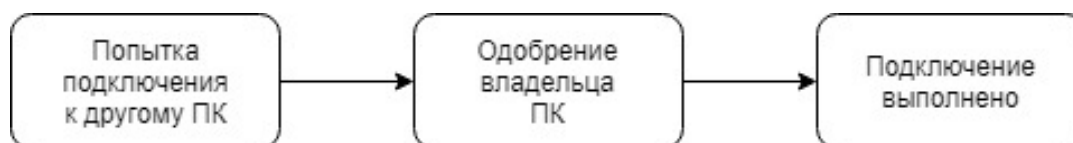


Рис. 4. Обновленная схема подключения к компьютеру в локальной сети

Данная программа будет выполнять следующие задачи:

упрощение работы пользователя с системой «ViPNet»;

сокращение рабочего времени на подключение по сети.

При наличии дополнительной программы схема подключения к ПК будет выглядеть следующим образом (рис. 4).

Комплекс программно-аппаратных средств обеспечения информационной безопасности и защиты информации предприятия

Программа реализована на языке python с помощью PyQt5 и SQLite.

Python является высокоуровневым языком программирования общего назначения. Он направлен на более комфортную работу разработчика, за счет чего повышается производительность его работы, и на читаемость кода. Синтаксис его ядра минималистичен, однако стандартная библиотека Python включает в себя множество полезных функций.

PyQt5 – это набор различных Python библиотек, с помощью которых создается графический интерфейс на базе платформы Qt5 от компании Digia.

PyQt5 доступен для Python 2 и Python 3.

Библиотека Qt является одной из самых мощных библиотек GUI (графического интерфейса пользователя).

PyQt5 реализован в виде набора python-модулей. Эта библиотека имеет более 620 классов и 6000 функций и методов.

Это мультиплатформенная библиотека. Работает она на всех основных операционных системах, в том числе Unix, Windows и Mac OS.

SQLite – это небольшая встраиваемая СУБД (система управления базами данных). Как известно, в своем развитии SQL устремился в разные стороны. Крупные производители начали дополнять разными расширениями. И хотя принимаются разные стандарты (SQL 92), в реальной жизни все крупные БД не поддерживают стандартов полностью и имеют что-то свое. Так вот, SQLite старается жить по принципу «минимальный, но полный набор». Она

вводит некие свои особенности, которые очень удобны, но не стандартны [3].

Программа напрямую работает с сетью. Реализовать это помогает модуль «socket». С помощью этого модуля программа будет принимать IP-адреса компьютеров, которые хотят подключиться к данному ПК. За счет SQLite в программе будут храниться все IP-адреса, которые входят в сеть. При получении IP-адреса, который хочет подключиться, начинается сверка адреса с уже существующими в базе данных. В случае наличия данного адреса в базе пользователь получает сообщение о попытке подключения к его компьютеру, и за ним остается право выбора – разрешить подключение или нет. Если же при сверке адресов программа не найдет его в своей базе, тогда данное подключение игнорируется, так как изначально оно запрещено.

При получении оповещения о попытке подключения пользователь вправе открыть компьютер в сети для удачного подключения. Если же с этим возникают трудности, пользователь может воспользоваться инструкцией, которую можно будет открыть в данном оповещении.

Средство криптографической защиты информации ViPNet Client выполняет функции VPN-клиента в сети ViPNet и обеспечивает защиту компьютера от несанкционированного доступа при работе в локальных или глобальных сетях. Программное обеспечение ViPNet Client может быть установлено для защиты трафика на любом компьютере с ОС Windows, будь то стационарный, удаленный, мобильный компьютер или сервер.

Системные требования

Процессор – Intel Core 2 Duo или другой схожий по производительности x86-совместимый процессор с количеством ядер 2 и более.

Объем оперативной памяти – не менее 512 Мбайт (рекомендуется 1 Гбайт).

Свободное место на жестком диске – не менее 150 Мбайт (рекомендуется 250 Мбайт).

Сетевой адаптер или модем.

Операционная система – Windows XP SP3 (32-бит), Server 2003 (32-бит), Vista SP2 (32/64-бит), Server 2008 (32/64-бит), Windows 7 (32/64-бит), Server 2008 R2 (64-бит).

При использовании более ранних версий Windows, чем Windows 8, на компьютере должен быть установлен накопительный пакет обновления часовых поясов KB2570791.

Для операционной системы должен быть установлен последний пакет обновлений.

При использовании Internet Explorer – версия 6.0 или выше.

Ограничения

На компьютере не должно быть установлено никаких программ КриптоПро.

На компьютере должно быть установлено точное время.

Ядром программного обеспечения ViPNet является ViPNet-драйвер, основной функцией которого является фильтрация, шифрование и расшифрование входящих и исходящих IP-пакетов.

Каждый исходящий пакет обрабатывается ViPNet-драйвером одним из следующих способов:

- шифруется и отправляется;
- отправляется в исходном виде (без шифрования);
- блокируется (в соответствии с установленными сетевыми фильтрами).

Каждый входящий пакет обрабатывается следующим образом:

- пропускается (если он не зашифрован и это разрешено сетевыми фильтрами для нешифрованного трафика);
- расшифровывается (если пакет был зашифрован);
- блокируется (в соответствии с установленными сетевыми фильтрами).

ViPNet-драйвер работает между канальным уровнем и сетевым уровнем модели OSI, что позволяет осуществлять обработку IP-пакетов до того, как они будут обработаны стеком протоколов TCP/IP и переданы на прикладной уровень. Таким образом, ViPNet-драйвер защищает IP-трафик всех приложений, не нарушая привычный порядок работы пользователей.

Если для управления сетью ViPNet используется программа ViPNet Network Manager версии ниже 4.3 или ПО ViPNet Administrator версии ниже 4.4.1, то при первом запуске программы ViPNet Монитор стандартный сетевой экран Windows будет автоматически отключен. При использовании более поздних версий со-

стоянием сетевого экрана Windows управляет администратор сети ViPNet, поэтому при первом запуске программы ViPNet Монитор сетевой экран Windows будет включен или отключен в зависимости от настроек, заданных администратором сети ViPNet.

При добавлении установочных пакетов ViPNet Client и ViPNet CSP разной разрядности для каждого пакета на вкладке Общие в поле Название рекомендуется изменить заданное по умолчанию имя приложения, указав разрядность.

Обновление групповых политик на компьютерах пользователей может происходить не сразу, если на контроллере домена задан большой интервал времени для обновления политик. В этом случае вы можете инициировать немедленное обновление групповых политик, для этого в командной строке ОС Windows выполните команду `gpupdate`, а затем перезагрузите компьютеры пользователей.

На компьютерах пользователей установка ПО ViPNet Client будет выполняться в невидимом для пользователя режиме во время загрузки операционной системы. После установки программного обеспечения ViPNet Client и загрузки ОС на каждом сетевом узле появится сообщение с предложением установить дистрибутив ключей ViPNet.

Описание разработки программного обеспечения

Первый шаг в разработке данной программы – создать окно, в котором будут находиться кнопки и оповещение.

Для создания окна оповещения необходимо было задать размеры этого окна и указать его расположение на экране. Метод `setGeometry ()` делает две вещи: помещает окно на экран и устанавливает его размер. Первые два параметра `x` и `y` – это позиция окна. Третий – ширина, и четвертый – высота окна. На самом деле он сочетает в себе методы `resize ()` и `move ()` в одном методе. После этого я задаю название окна оповещения с помощью метода `setWindow Title ()`. Метод `show ()` отображает виджет на экране. Виджет сначала создается в памяти, и только потом (с помощью метода `show`) показывается на экране (рис. 5).

```

1     self.setGeometry(300, 300, 500, 200)
2     self.setWindowTitle('К вашему ПК хотят подключиться!')
3     self.show()
4
5
6     if __name__ == '__main__':
7
8         app = QApplication(sys.argv)
9         ex = Example()
10        sys.exit(app.exec_())
11

```

Рис. 5. Создание окна оповещения

```

16     def initUI(self, address):
17         lbl = QLabel('Пользователь' + str(address) + ' хочет подключиться к вашему ПК', self)
18         lbl.move(30, 50)
19

```

Рис. 6. Создание сообщения

```

19
20        qbtn1 = QPushButton('Ok', self)
21        qbtn1.clicked.connect(QCoreApplication.instance().quit)
22        qbtn1.resize(qbtn1.sizeHint())
23        qbtn1.move(100, 150)
24

```

Рис. 7. Создание кнопки

После создания самого окна я задаю сообщение, которое будет находиться в данном окне. В этом помогает метод `QLabel()`. Далее с помощью метода `move()` выбираю расположение сообщения в окне по координатам `x` и `y` (рис. 6).

Следующим пунктом является создание кнопок. Кнопка является экземпляром класса `QPushButton`. Первый параметр конструктора – название кнопки. Вторым параметром является родительский виджет. Родительский виджет является виджетом `Example`, который наследуется от `QWidget`.

Система обработки событий в `PyQt5` построена на механизме сигналов и слотов. Если мы нажмем на кнопку, вызовется сигнал “нажатие”. Слот может быть слот `Qt` или любая Python функция.

`QCoreApplication` содержит главный цикл обработки; он обрабатывает и диспетчеризирует все события. Метод `instance()` дает нам его текущий экземпляр.

Обратите внимание, что `QCoreApplication` создается с `QApplication`. Сигнал “нажатие” подключен к методу `quit()`, который завершает приложение. Коммуникация осуществляется между двумя объектами: отправителя и приемника. Отправитель – кнопка, приемник – объект приложения (рис. 7).

Данная программа работает с сетью с помощью модуля `socket`. Для работы с сокетами нужно импортировать сам модуль, после чего создать сокет (рис. 8).

```

7     import socket
8
9     sock = socket.socket()
10

```

Рис. 8. Создание сокета

Благодаря этому сокету теперь можно принимать соединения с помощью функции `accept`. Она ждет появление входящего соеди-

нения и возвращает связанный с ним сокет и адрес подключившегося. Адрес – массив, состоящий из IP-адреса и порта (рис. 9).

```
conn, addr = sock.accept()
```

Рис. 9. Отслеживание соединений

Данная программа имеет свою неповторимую базу данных, в которой будут храниться IP-адреса всех компьютеров, находящихся в сети. Для чего это нужно? Все просто, после того, как программа отследила IP-адрес подключаемого компьютера, она начинает искать этот адрес в своей базе. Пользователь, к которому идет подключение, получает оповещение только в том случае, если данный IP-адрес присутствует в базе данных. В противном случае подключение будет игнорироваться. Так

как изначально подключения блокируются, нет никакого смысла принудительно отвергать сторонние подключения.

Подключается данная база данных при помощи СУБД SQLite (рис. 10).

Здесь с помощью команды PRAGMA table_info (Addresses) я получаю информацию о своей таблице Addresses.

Интерфейс данной программы прост и понятен каждому. При попытке подключения пользователь увидит окно с сообщением о данном подключении и адрес подключаемого компьютера. Окно имеет две кнопки «Ок» и «Инструкция». Если пользователь достаточно опытен, он нажимает кнопку «Ок» (после чего сообщение закрывается) и дает доступ для данного компьютера. Если пользователь не знает, как дать доступ, он нажимает кнопку «Инструкция», после чего открывается пошаговая инструкция открытия доступа для данного компьютера. Инструкция довольно проста и

```
7 import sqlite3 as lite
8 import sys
9
10 con = lite.connect('test.db')
11
12 with con:
13     cur = con.cursor()
14     cur.execute('PRAGMA table_info(Addresses)')
15     data = cur.fetchall()
16
```

Рис. 10. Работа с БД

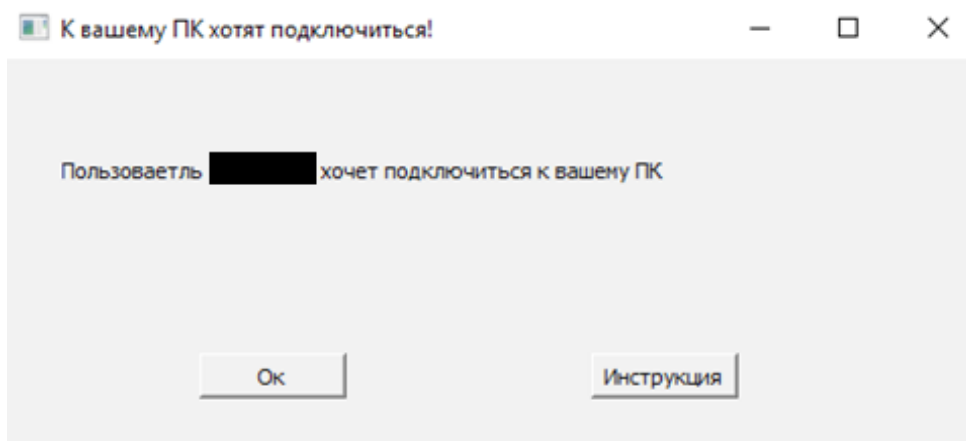


Рис. 11. Интерфейс программы на ОС Windows

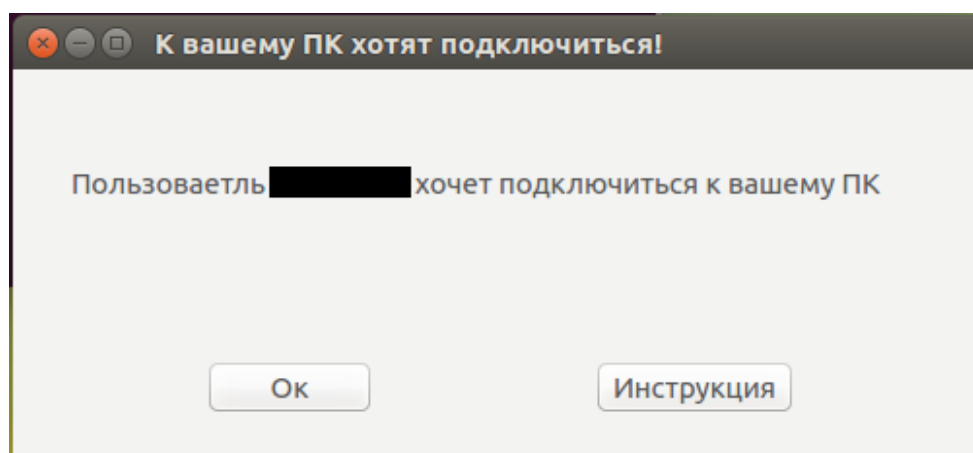


Рис. 12. Интерфейс программы на ОС Linux

каждое действие расписано максимально подробно. При тестировании данной инструкции я сделал вывод, что с ней справится любой пользователь.

Данная программа может работать на различных версиях Windows, такие как:

- Microsoft Windows XP;
- Microsoft Windows Vista;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows 10.

Также есть возможность работать с этой программой на Linux и OS X (рис. 11, 12).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабакова Н. В. Система защиты информации ViPNet. М.: ДМК Пресс, 2014. 392 с.
2. Баранова Е. К. Методики и программное обеспечение для оценки рисков в сфере информационной безопасности // Управление риском. 2009. № 1 (49). С. 15-26.
3. Баранова Е. К. Методики анализа и оценки рисков информационной безопасности. Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах // Труды Международной научной школы МА БР 2014 (Санкт-Петербург, 18-20 ноября 2014 г.). СПб., 2014. С. 132-138.
4. Шаньгин В. Ф. Защита компьютерной информации. Эффективные методы и средства. М.: ДМК Пресс, 2008. 544 с.
5. Ворона В. А., Тихонов В. А. Концептуальные основы создания и применения системы защиты объектов: Учебное пособие. Обеспечение безопасности объектов. Горячая линия-Телеком. М., 2012. 196 с.

THE FORMATION OF AN EFFECTIVE SYSTEM OF INFORMATION PROTECTION IN THE DIGITAL EDUCATIONAL SPACE

© E. D. Alisultanova, D. S. Bicalov

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

This article is aimed at the formation of an effective system of information security. Currently, in view of the improvement of information technology, the problem of information security remains more urgent, as together with the improvement of information security methods, information leakage methods are unfortunately developing.

This article describes one of the current information security systems, ViPNet Client system.

The ViPNet Client servage software package is designed to protect the workplaces of corporate users. ViPNet Client podaressis protects the cigar from external and internal network attacks by filtering the representation of the traffic. In addition, the ViPNet Glukharev Client PC provides secure non-administrative work with corporate data shunning through an encrypted channel, including for remote eliminated users.

Key words: ViPNet Client interface panel for Windows, user, encryption keys, information protection

REFERENCES

1. Kabakova, N. V. (2014) Sistema zashhity informacii ViPNet [ViPNet Information Protection System]. M.: DMK Press, 392 p.
2. Baranova, E. K. (2009) 'Metodiki i programmnoe obespechenie dlja ocenki riskov v sfere informacionnoj bezopasnosti'. *Upravlenie riskom*. [Methods and software for risk assessment in the field of information security. Risk Management]. № 1 (49). Pp. 15-26.
3. Baranova, E. K. (2014) 'Metodiki analiza i ocenki riskov informacionnoj bezopasnosti. Modelirovanie i analiz bezopasnosti i riska v slozhnyh sistemah'. *Trudy Mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly MA BR 2014, Saint-Petersburg, 18-20 november 2014.*) [Methods of analysis and assessment of information security risks. Modeling and analysis of safety and risk in complex systems. Transactions of the International Scientific School MA BR 2014]. S-P. Pp. 132-138.
4. Shangin, V. F. (2008) Zashhita kompjuternoj informacii. Effektivnye metody i sredstva [Protection of computer information. Effective methods and tools]. DMK Press. 554 p.
5. Vorona, V. A. and Tihonov, V. A. (2012) Konceptual'nye osnovy sozdaniya i primenenija sistemy zashhity obektov: Uchebnoe posobie. Obespechenie bezopasnosti ob'ektov. Gorjachaja linija-Telekom [Conceptual framework for the creation and application of a system of object protection. Study guide. Ensuring the safety of objects. Hot line-Telecom]. M., 196p.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

© Э. Д. Алисултанова, Ш. С. Джанхотов

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

Последние годы система образования, находясь в условиях модернизации, формирует иную образовательную парадигму, в основе которой лежит широкомасштабное применение информационных технологий. Автоматизация учебного процесса является одной из важных задач современного образования. Использование встроенных программных продуктов для решения задач автоматизации значительно облегчит их внедрение в сферу образования. Разработка современных методов информатизации процедур управления способно значительно улучшить качество управления и снизить его трудоемкость. В статье описываются технологические процессы проектирования и разработки ЭИОС вуза с использованием Интернет-технологий, а также комплексы сервисов по формированию отчетов по учебно-методической деятельности кафедр, учета контингента, успеваемости и другие. Представлены перспективы развития информационной среды с целью повышения эффективности деятельности по направлениям деятельности вуза.

Ключевые слова: высшее образование, информационные технологии, информационно-образовательная среда, автоматизация управления учебным процессом.

Образование как вид деятельности человека сопровождает его всю жизнь. Поэтому вопросы образования будут актуальны всегда, но в настоящее время усиление внимания к ним подогревается необходимостью так называемого перехода к инновационному развитию стран. Одним из аспектов такого преобразования является внедрение системы или стандартов компетенций в высших учебных заведениях.

Государство уделяет большое внимание вопросам повышения качества образования. В настоящее время образование является доступным для всех слоев населения. Становится актуальным поднятие вопроса о том, как вести контроль успеваемости у большого потока обучающихся, при этом не создавать лишние нагрузки на преподавателя.

Организация работы учебных заведений характеризуется большими информационными потоками, в том числе связанными с учетом успеваемости студентов. Рутинность работ преподавателей, связанная с заполнением многочисленных документов, может быть снята путем внедрения информационных технологий. При этом использование информацион-

но-поисковых систем и баз данных значительно облегчает обработку данных и ускоряет принятие решений.

Актуальность использования преимуществ информационных систем в образовательном процессе заключается в возможности повысить качество образования, обеспечить прозрачность образовательной среды, создать доступную и удобную систему для всех участников образовательного процесса.

Сегодня необходимость внедрения современных средств и технологий уже очевидна, и не возникает вопроса: нужно ли использовать их в образовательном процессе. Зато перед участниками образовательного процесса встает другой вопрос: как обеспечить эффективность использования технологий, соответствие их запросам личности, образовательного учреждения и общества [4].

Среди всего комплекса задач автоматизации деятельности организации особой значимостью обладает задача автоматизации процесса управления.

Анализ существующих подходов к автоматизации и информатизации образователь-

ного процесса в вузах [1, 3, 4], с использованием готовых решений, позволил заключить, что внедрение готовых систем, в основе которых лежит решение задач на типовом уровне, приводит, как правило, к результату, обратному ожидаемому: отлаженный и устоявшийся учебный процесс приходится адаптировать под возможности системы, тем самым встречая явное и неявное сопротивление кадров, задействованных в автоматизируемом процессе.

Оптимизации информационного обеспечения управления деятельностью вуза в настоящее время может способствовать применение современных информационных и коммуникационных технологий, средств обработки данных и других атрибутов информатизации. Информатизация управления учебным процессом в вузе позволяет получить мощный информационно-аналитический аппарат, позволяющий оперативно получать разнообразные статистические и аналитические отчеты по образовательным направлениям деятельности вуза и на их основе принимать эффективные управленческие решения [2].

Вопросам информатизации управления учебным процессом в вузе посвятили свои работы Т.Н. Ананьева, Э.В. Афанасьев, А.С. Бирник, Е.А. Волков, Ю.М. Каныгин, Г.Л. Смолян, Е.Е. Степанова, Н.В. Хмелевская и др. Однако, несмотря на полученные указанными авторами фундаментальные результаты, в рассматриваемой области все еще остается ряд слабоизученных проблем. Необходимо отметить, что многие вузы, как правило, педагогические, занимаются научной деятельностью и разрабатывают совершенно новые технологии обучения, которые уже сами по себе расчитаны на некое информационное сопровождение и не актуальны без него, что, в свою очередь, практически исключает возможность эффективного внедрения готовой системы автоматизации учебного процесса. Отмеченные выше обстоятельства и определили цель, задачи и направление настоящего исследования.

На сегодняшний день осуществляются исследования по проектированию и разработке ЭИОС вуза с использованием Интернет-технологий, а также комплекса сервисов, которые способствуют повышению эффективности

учебного процесса. Данный комплекс в современной терминологии носит имя «электронная информационно-образовательная среда» (ЭИОС). Основной частью среды является портал, который проектировался как многофункциональный Web-сайт, позволяющий интегрировать в себя различные ресурсы и сервисы, отвечающие потребностям сбора, обработки, хранения, воспроизведения и обновления информации.

По мнению разработчиков системы, ЭИОС вуза должна обеспечить доступ обучающихся и сотрудников, независимо от места их нахождения, к электронным информационным ресурсам, электронным образовательным ресурсам посредством использования информационно-телекоммуникационных технологий и различных сервисов, органично включенных в структуру образовательной среды вуза. С этой целью была разработана единая база данных для комплексного управления образовательным процессом в университете. Web-портал, разработанный с помощью языка PHP и системы управления базами данных MySQL, программное обеспечение которых размещено на удаленном сервере в дата-центре. Применение современных Интернет-технологий, языка PHP и такой системы управления базами данных, как MySQL, позволили разработать динамичный сайт образовательной среды, доступ к которому осуществляется с любой операционной системы, с любого компьютера или мобильного устройства, имеющего выход в сеть интернет через браузеры MozillaFirefox, Opera, Safari и GoogleChrome. ЭИОС включает в себя несколько систем:

– Web-портал. Собственная разработка, позволяющая автоматизировать многое в учебном процессе, а именно: учет контингента и успеваемости, составление расписания и т.д.

– Мобильное приложение. Собственная разработка, предоставляющая студенту удобный доступ к данным из ЭИОС, таким как: расписание, успеваемость, оповещение о ближайших мероприятиях и др.

– LMS Moodle (Learning Management System). Система электронного обучения. Данная система подверглась доработке и имеет общую базу пользователей с web-порталом.

– Сервис почта Mail. ru. Каждый обучающийся имеет корпоративную почту на почтовом сервисе Mail. ru. Также данный почтовый адрес используется в качестве логина единого аккаунта от web-портала и LMS Moodle.

На данный момент веб-портал активно используется всеми структурными подразделениями, задействованными в учебном процессе вуза.

С 2015-2016 учебного года факультеты полностью перешли на учет контингента и успеваемости с помощью разработанной системы. Сервис управления успеваемостью обладает системой многоуровневого контроля, а также функцией интеллектуальных уведомлений ответственного за работу с этим сервисом о необходимости формирования новых аттестационных ведомостей, создания допусков на переаттестацию и др. Разработаны сервисы по формированию отчетов по учебно-методической деятельности кафедр и факультетов. В целях повышения удобства обучающихся контрактной формы обучения была произведена интеграция с системой «1С Бухгалтерия». Благодаря тому, что в ЭИОС аккумулируются потоки различной информации, появляется возможность для формирования различной статистики, например общей успеваемости по факультетам. Были сформированы вспомогательные сервисы для мониторинга качества образования.

Отдельно стоит отметить мобильное приложение «Личный кабинет студента», которое предоставляет студенту информацию о его расписании, успеваемости, рейтинге, новостях университета. Также в мобильном приложении реализована система push-сообщений, которая позволяет уведомлять студента о приближающихся событиях или проводимых конкурсах и олимпиадах. Вход в приложение осуществляется с помощью единого аккаунта, вся информация запрашивается из ЭИОС через API (Application Interface).

Несмотря на то, что была проведена большая работа по автоматизации и информатизации образовательного процесса в вузе, остается очень много нерешенных задач, выполнение которых возложено на другие информационные системы. Руководством университета

была поставлена задача к 2019 году усовершенствовать ЭИОС таким образом, чтобы она решала следующие задачи:

- единая точка входа и одна учетная запись для всех электронных ресурсов;

- автоматизировать задачи, которые на данный момент решаются с помощью стороннего ПО, которое не соответствует требованиям соответствующих структурных подразделений;

- разработать модуль электронной библиотеки, доступ в которую обеспечить с помощью единого аккаунта ЭИОС;

- создать сервис «Единое информационное окно» – электронный помощник для студента, через который студент может заказать справки, узнать свою финансовую задолженность и т.д.;

- разработать сервис «Управление ОПОП»; доработать мобильное приложение, внедрив в него КЛЮ (Конфигуратор личного успеха): личный путеводитель абитуриента и студента, помогающий определиться с образовательным маршрутом.

Разрабатываемая система должна корректно отображаться при просмотре из любого браузера, а также иметь мобильную версию. Для обеспечения отказоустойчивости и во избежание потери данных каждую неделю в автоматическом режиме создаются резервные копии и перемещаются на резервный сервер. Общей целью создания данной системы является полная информатизация и автоматизация задач, связанных с учебной деятельностью, а также некоторых административных задачах, которые возникают в процессе деятельности ВУЗа.

Учитывая существующие проблемы в организации учебного процесса, хотелось бы, если не полностью, в какой-то мере удалить проблемы, возникающие во время организации учебного процесса. Это для начала организовать правильный график посещения занятий студентами, учитывая нагрузки и время для серьезной подготовки к дисциплинам. Прибегая к информационным технологиям, создать простой график учебных занятий и создать web-интерфейс с изменениями и дополнениями в простой web-системе, а еще создать мобильную версию расписания с напоминаниями.

Далее обеспечивать студентов дополнительными материалами и книжками. Но здесь в последнее время не всегда бывает выгодно выпускать тиражами книги, так как учебный материал и методы обучения подвергаются постоянным изменениям, и выпуск книги обходится не всегда дешево. Поэтому стоит рассмотреть тот момент предоставления учебного материала и в электронном, но в очень понятном студенту виде. Преподавателям стоит рассмотреть методы и варианты, как они могут предоставить интересный и полезный материал студенту в том виде, в котором они могут понять и сделать выводы для изучения дальнейшего материала по дисциплинам. Также создать интерактивный метод преподавания, тем самым сделав доступным и более интересным дисциплину. Но и здесь стоит быть аккуратным во время создания web-среды, так как хватает очень много ресурсов, где студенты могут наткнуться на неправильные и достоверные источники.

Далее создать следующее:

- Автоматизированную проверку выполненных заданий;
- Автоматизированную проверку знаний;
- Систему самоконтроля своих знаний студентом (студент не может сам себя проконтролировать без участия преподавателя);
- Создать среду, где есть возможности и время для индивидуальной работы преподавателя со студентом, а именно индивидуальное обучение наиболее эффективно.
- Организовать аудио-видеопроцесс записи преподавания на случай, если студент по каким-то причинам не получил часть материала для дальнейшего изучения.

Методы и средства оценивания знаний преподавателем должен быть удобными и про-

зрачными на всех стадиях учебного процесса. Не важно, по какой системе образования учится студент, надо найти конкретный подход оценивания результатов учебы студентов. И вывести на обзор отчеты полученной оценки в каждой стадии текущей или итоговой проверки знаний. Это даст сдвиг всем студентам, которые отстают и знают, что в случае таких же действий придется повторно пересдать дисциплину, по которой они не успели. Стоит отметить, что во многих высших учебных заведениях существует в той или иной степени система оценки знаний студентов, но не рассчитанная на индивидуальность и особенность дисциплин. К примеру, студенты, учащиеся в техническом направлении, и студенты, обучающиеся на экономиста или на юриста, оцениваются одинаковым методом, то есть не была разработана для каждой специальности отдельная система оценки знаний. Где больше требуется устного ответа, предоставить возможность оценить наиболее высшим баллом за устный ответ, а где больше требуется практическое решение, оценить, увидев практическую часть работы студента.

Выводы. Переход на новые образовательные стандарты, использование инновационных методов и организационных форм обучения ведет к дальнейшему усложнению системы управления образовательным процессом в вузе. Компетентностный подход еще более усложняет взаимосвязь учебных дисциплин между собой, требуя новых подходов к организации учебного процесса, интеграции в систему оценочных средств и методов учета их использования. Эффективное решение этих задач возможно только при условии создания комплексной электронной системы управления учебным процессом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Истомин А.Л.* Методологические основы оптимального планирования учебного процесса в вузе: автореферат дисс. ... докт. пед. наук. Астрахань, 2012. 49 с.
2. *Крюков В.В., Шахгельдян К.И.* Развитие информационной инфраструктуры вуза для решения задач управления // Университетское управление: практика и анализ. 2004. №4 (32). С. 67-77.
3. *Павлюченко Е.И.* Эффективное управление образовательным процессом в вузе: теория, методология и практика: автореферат дисс. ... докт. экон. наук. Махачкала, 2009. 52 с.

4. *Томас Х.К.* Алгоритмы: построение и анализ / Томас Х. Корнер, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн-В. Вильямс, 2016. 1328 с.
5. *Овчинникова И.Г., Сахнова Т.Н.* Алгоритмы сортировки при решении задач программирования // Информатика и образование. 2011. С. 53-56.
6. *Дупленко А.Г.* Сравнительный анализ алгоритмов сортировки данных в массивах // Молодой ученый. 2013. С. 50-53.
7. *Скурихина Ю.А.* Основные аспекты управления медиасредой образовательной организации // Ресурсы педагогического сообщества в глобальном информационном пространстве: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции 4 марта 2014 года. Киров: «ИРО Кировской области», 2014.
8. *Скурихина Ю.А.* Создание информационной образовательной среды школы: основные проблемы и пути их решения // Роль науки в развитии общества: сборник статей Международной научно-практической конференции / Научный центр «Аэтерна»; отв. ред. Сукиасян А.А. 2014. С. 166-169.
9. *Скурихина Ю.А.* Информатизация образовательной организации: проблемы и перспективы // Образование в Кировской области. 2014. №1 (29). С. 4-5.
10. *Скурихина Ю.А.* Информационная система региона: барьеры и точки роста // Актуальные проблемы современной науки: Сборник статей Международной научно-практической конференции / Отв. ред.: Сукиасян А.А.; научный центр «Аэтерна». 2014. С. 69-73.
11. *Заичко В.А., Лоцицкий И.Г.* Автоматизированная информационно-аналитическая система «Управление образовательным учреждением» (АРМ Директор) – основа для формирования единого информационного пространства школы // Единая образовательная информационная среда: Проблемы и пути развития: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции-выставки. Омск: Изд-во ОмГУ, 2004. 330 с.

ANALYSIS OF THE MEANS OF SOLVING THE PROBLEM OF AUTOMATION OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS

© E. D. Alisultanova, S. S. Dzhankhotov

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

In recent years, the education system, being in the conditions of modernization, forms a different educational paradigm, which is based on the large-scale use of information technology. Automation of the educational process is one of the important tasks of modern education. The use of built-in software products for solving automation problems will greatly facilitate their implementation in the field of education. The development of modern methods of informatization of control procedures can significantly improve the quality of management and reduce its complexity. The article describes the technological processes of design and development of EIOS University using Internet technologies, as well as complex services for the formation of reports on educational and methodical activities of departments, accounting contingent, academic performance and others. The prospects of development of the information environment in order to improve the efficiency of activities in the areas of the University are presented.

Key words: higher education, information technologies, information and educational environment, automation of educational process management

REFERENCES

1. Istomin, A. L. (2012) Metodologicheskie osnovy optimal'nogo planirovanija uchebnogo processa v vuze: avtoreferat dissertacii doktora pedagogicheskikh nauk. [Methodological foundations of the optimal planning of the educational process at the university: Author's thesis.]. Astrakhan, 49 p.
2. Krjukov, V. V. and Shahgel'djan, K. I. (2004) 'Razvitie informacionnoj infrastruktury vuza dlja reshenija zadach upravlenija'. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* [Development of the university's information infrastructure for solving management problems. University Management: Practice and Analysis]. №4 (32). Pp. 67-77.
3. Pavljuchenko, E. I. (2009) Effektivnoe upravlenie obrazovatel'nym processom v vuze: teorija, metodologija i praktika: avtoreferat dissertacii doktora jekonomicheskikh nauk [Development of the university's information infrastructure for solving management problems. University Management: Practice and Analysis]. Mahachkala, 52 p.
4. Tomas, X. K., Charl'z, I. Lejzerson, Ronal'd, L. Rivest and Klifford, Shtajn (2016) Algoritmy: postroenie i analiz [Algorithms: construction and analysis]. W.: Williams, 1328p.
5. Ovchinnikova, I. G. and Sahnova, T. N. (2011) 'Algoritmy sortirovki pri reshenii zadach p programmirovaniya'. *Informatika i obrazovanie* [Sorting algorithms for solving problems of programming. Computer science and education]. Pp. 53-56.
6. Duplenko, A. G. (2013) 'Sravnitel'nyj analiz algoritmov sortirovki dannyh v massivah' *Molodoj uchennyj* [Comparative analysis of data sorting algorithms in arrays. Young Scientist]. Pp. 50-53.
7. Skurihina, Ju. A. (2014) 'Osnovnye aspekty upravlenija mediasreduj obrazovatel'noj organizacii' *Resursy pedagogicheskogo soobshhestva v global'nom informacionnom prostranstve: Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii 4 marta 2014 goda*. Kirov, «IRO Kirovskoj oblasti» [The main aspects of managing the media environment of an educational organization. Resources of the pedagogical community in the global information space: Collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference March 4]. "IED of the Kirov Region". Kirov.
8. Skurihina, Ju. A. (2014) 'Sozdanie informacionnoj obrazovatel'noj sredy shkoly: osnovnye problemy i puti ih reshenija' *Rol' nauki v razvitii obshhestva sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Nauchnyj centr «Ajeterna»; otvetstvennyj redaktor Sukiasjan A.A. [Creation of the educational information environment of the school: the main problems and solutions. The role of science in the development of society, collection of articles of the international scientific and practical conference. Scientific Center "Aeterna"; executive editor Sukiasyan, A. A.]. Pp. 166-169.
9. Skurikhina, Yu. A. (2014) 'Informatizacija obrazovatel'noj organizacii: problemy i perspektivy. *Obrazovanie v Kirovskoj oblasti* [Informatization of the educational organization: problems and prospects. Education in the Kirov region]. No. 1 (29). Pp. 4-5.
10. Skurihina, Ju. A. (2014) 'Informacionnaja sistema regiona: bar'ery i tochki rosta. *Aktual'nye problemy sovremennoj nauki*'. *Sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Otvetstvennyj redaktor: Sukiasjan A.A.; nauchnyj centr «Ajeterna» [The regional information system: barriers and growth points. Actual problems of modern science. Collection of articles of the international scientific-practical conference. Executive editor: Sukiasyan A. A.; Aeterna Scientific Center]. 2014. Pp. 69-73.
11. Zaichko, V. A. and Lozickij, I. G. (2004) 'Avtomatizirovannaja informacionno-analiticheskaja sistema «Upravlenie obrazovatel'nym uchrezhdeniem» (ARM Direktor) – osnova dlja formirovanija edinogo informacionnogo prostranstva shkoly' *Edinaja obrazovatel'naja informacionnaja sreda: Problemy i puti razvitija: Materialy III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii-vystavki* [Automated information and analytical system "Management of an educational institution" (AWP Director) – the basis for the formation of a single information space of the school. Unified educational information environment: Problems and development paths: Materials of the III All-Russian scientific-practical conference-exhibition]. Omsk: Publishing House of Omsk State University. 330 p.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ПОИСК ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ В РЕЖИМЕ РЕГИСТРАЦИИ ПОТОКА ФОТОНОВ С УДЛИНЕНИЕМ ВРЕМЕНИ НАБЛЮДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТА РАЗЛОЖЕНИЯ

© К. Б. Баматгиреева

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

Предложен алгоритм синхронизации двухпроходной системы распределения квантового ключа (QKDS) с фазово-кодированными состояниями фотонов. Алгоритм реализован в однофотонном режиме для обеспечения повышенной безопасности процесса входа в соединение. Особенностью алгоритма является то, что для равного количества накопленных импульсов в двух смежных временных интервалах принимается решение о приеме импульса фотона в любом из этих интервалов, если количество накопленных импульсов в нем превышает количество обнаруженных импульсов в других интервалах.

Лазерные системы связи отличаются от прочих систем передачи только особенностями построения линейного тракта, который включает, помимо среды распространения, совокупность технических средств для формирования, передачи, распределения, преобразования и обработки оптических сигналов в заданной полосе частот или с фиксированной пропускной способностью, определяемых номинальным числом каналов передачи. Согласно известным алгоритмам [1, 2, 9, 10] в этом случае оба интервала стали «зашумленными», что послужило причиной пропуска сигнальных импульсов.

Ключевые слова: пространственный поиск, однофотонный импульс, одноканальная регистрация, сканирующий однофотонный фотоэмиссионный прибор.

Лазерные системы связи отличаются от прочих систем передачи только особенностями построения линейного тракта, который включает помимо среды распространения совокупность технических средств для формирования, передачи, распределения, преобразования и обработки оптических сигналов в заданной полосе частот или с фиксированной пропускной способностью, определяемых номинальным числом каналов передачи. Лазерные системы связи обладают потенциально высокой пропускной способностью, помехозащищенностью и, как следствие, повышенной степенью защиты информации, безопасностью и живучестью.

В оптических системах связи важнейшей проблемой наряду с синхронизацией и передачей информации является проблема обеспечения условий, при которых излученный сигнал попадает в приёмное устройство. Это означает, что в системе связи необходимо точно навести

оптический луч передающей аппаратуры удалённого корреспондента на приёмное устройство другого корреспондента. Кроме того, приёмное устройство должно точно определить направление прихода оптического луча передатчика.

Операции по нацеливанию оптического луча передатчика в требуемом направлении принято называть наведением. Операции в приёмном устройстве по определению направления прихода оптического луча будем называть пространственным поиском и обнаружением. Проблемы пространственного поиска удалённого корреспондента, наведения передающих и приемных антенн, обнаружения оптических сигналов и пространственного сопровождения корреспондента особенно остро стоят в оптических системах связи открытого типа как вследствие экстремально узких оптических лучей, так и за счёт больших дальностей распространения излучения. При решении задачи

пространственного обнаружения необходимо, чтобы антенна приёмной аппаратуры наводилась точно по направлению прихода оптического излучения. При этом вектор нормали к поверхности приёмной антенны должен быть совмещён с направлением прихода оптического луча.

Известны оптические системы связи, в том числе космические, в которых на каждом объекте-носителе установлены взаимодействующие между собой комплексы приёмопередающей аппаратуры (КППА). В качестве объектов в космической технике могут быть космические аппараты, орбитальные станции и т.д. При этом одним из объектов может быть стационарный или подвижный наземный пункт, воздушное или водное судно, подводный объект. В этих системах источник сообщений посылает информационные электрические сигналы на вход оптического передатчика КППА данного объекта. Оптический передатчик этими сигналами модулирует поток сигналов оптической несущей, который через оптическую систему излучается в канал связи. Канал связи реализуется каналобразующей средой, в качестве которой выступает свободное пространство (открытое космическое пространство, атмосфера Земли). Излученные оптические сигналы распространяются в канале связи, достигают оптической системы КППА другого объекта, собираются оптической системой этого КППА в пучок и подаются далее на вход оптического приёмника, где преобразуются в электрические сигналы, которые направляются в устройства их обработки, осуществляющие, например, усиление и фильтрацию сигналов для выделения передаваемых сообщений.

Системы оптической связи используют электромагнитные излучения оптического диапазона с длиной волны единицы и доли микрометров. Диаграммы направленности излучения оптических сигналов этих систем имеют углы раствора, составляющие единицы микро радиан.

В системах оптической связи, в которых канал связи между КППА представляет собой открытое пространство, требуется вначале осуществить операции по организации связи

между КППА. Для этого первоначально комплексы на каждом из объектов производят взаимный поиск оптических сигналов, посылаемых КППА другого объекта. После обнаружения и «захвата» приходящих оптических сигналов каждый КППА осуществляет в течение определённых временных интервалов работу в режиме высокоточного слежения и наведения с замкнутой обратной связью по управлению. Продолжительность высокоточного слежения и наведения может достигать, например в системах оптической связи между КА на геостационарной орбите, нескольких месяцев и даже лет. Если происходит нарушение в работе таких систем, то для восстановления функционирования системы повторяются операции взаимного пространственного поиска и обнаружения оптических сигналов, посылаемых другим КППА.

Таким образом, в составе комплексов приёмопередающей аппаратуры мобильной системы оптической связи, предназначенной для работы в свободном пространстве, должны присутствовать средства пространственного поиска и обнаружения источников оптического излучения.

В системах оптической связи, в которых каналобразующей средой является космическое пространство, процесс поиска и «захвата» между КППА осуществляется по командам, поступающим от ЭВМ, находящихся на каждом объекте. Этот процесс начинается в заранее установленное время и производится по расчётным данным о направлении (эфемеридам) линии, соединяющей КППА.

Высокая направленность оптических антенн требует расчёта и выдачи достаточно точных целеуказаний по угловым координатам корреспондента. Для КППА, установленного на кооперируемом объекте, рассчитываются эфемериды направления на объект-корреспондент, а для КППА, установленного на объекте-корреспонденте, – эфемериды направления на кооперируемый объект. По этим эфемеридам осуществляется предварительное выставление визирной оси каждого КППА в положение, соответствующее моменту начала их взаимного поиска при организации оптиче-

ской связи между ними. В процессе поиска и «захвата» не используются вспомогательные каналы связи радиодиапазона. Для выработки необходимых данных о направлении линии, соединяющей оба КППА, в момент начала их взаимного поиска используются средства, не входящие в состав КППА. Эти данные поступают в КППА от средств объекта-носителя КППА. Они вырабатываются непосредственно на данном объекте или наземным комплексом управления с последующей передачей на объект в виде кодовых сообщений.

Формирование данных о направлении линии, соединяющей оба КППА, осуществляется на основании определения параметров траекторий объектов, между которыми планируется установить связь в оптическом диапазоне. В свою очередь, определение параметров траекторий этих объектов производится по результатам траекторных измерений, которые ведутся средствами наземного измерительного комплекса.

Для минимизации времени вхождения в связь стремятся по возможности уменьшить ошибку поиска излучения КППА другого объекта, в связи с чем траекторные измерения для определения параметров траекторий космических объектов проводят как можно ближе к моменту начала работы системы космической оптической связи. Это вызывает дополнительные трудности в работе космических и наземных средств из-за сокращения времени на проведение подготовительных операций к сеансу оптической связи.

Погрешности знания направления линии, соединяющей оба КППА, в момент начала их взаимного поиска создают ошибку поиска в системе. Суммарная ошибка поиска зависит от точности знания местоположения каждого объекта системы космической оптической связи: точности знания параметров их траекторий, от точности знания их ориентации в пространстве, определяемой точностью управления движением как подвижных частей КППА, так и самих объектов, а также от возмущающих факторов окружающей среды.

В процессе работы космических систем оптической связи требуется постоянное при-

влечение дополнительных средств для организации связи, непосредственно не входящих в состав систем связи. Поэтому, несмотря на обладание неоспоримыми достоинствами по помехозащищенности, электромагнитной совместимости, высокой скорости передачи информации, минимальным массовым и энергетическим затратам, известные системы космической оптической связи требуют значительных дополнительных затрат как по объёму (трудоемкости) работ для организации связи и навигационного обеспечения функционирования систем, так и в стоимостном выражении. Такая особенность эксплуатации известных систем космической оптической связи не позволяет в должной мере использовать их достоинства без средств организации оптической связи (пространственного поиска и обнаружения оптических сигналов), а главное – не позволяет повысить оперативность доставки потребителям необходимой информации при одновременной минимизации затрат.

Все разработчики лазерных систем связи с мобильными объектами столкнулись с проблемой наведения антенных комплексов, пространственного поиска, обнаружения, автоматического сопровождения корреспондента.

В настоящее время существует аппаратура для пространственного поиска и обнаружения источников оптического излучения, но вопрос об оптимизации ее характеристик по-прежнему актуален, особенно при реализации аппаратуры на основе сканирующих фотоприемников.

В режиме вхождения в связь момент появления импульсного сигнала на приёмном конце считается неизвестным.

Задача приема и обработки оптических сигналов важна в системах связи, локации, навигации, системах квантовой криптографии. В режиме вхождения в связь момент появления импульсного сигнала на приёмном конце считается неизвестным. Организация пространственно-временного поиска с целью обнаружения и выделения момента появления оптического импульса является необходимым условием вхождения в связь между движущимися корреспондентами (синхронизм) приемно-передающего комплекса.

Работа аппаратуры в режиме регистрации отдельных фотонов предполагает применение высокочувствительных одноэлектронных фотоприемников, к выходу которых подключаются фотоэлектронные счетчики, регистрирующие число фотоэлектронов, принимаемых за заданный временной интервал наблюдения. В случае регистрации импульсного излучения время наблюдения пространственного элемента разложения ограничено, а среднее число регистрируемых за длительность светового импульса фотоэлектронов велико. Это приводит к некоторым особенностям обработки информации, отличающимся от известных.

Постоянное совершенствование и усложнение лазерных поисковых комплексов требует развития теории пространственно-временного поиска подвижных источников излучения, синтеза оптимальных структур обнаружителей оптических сигналов, описания принципов работы, конструкторских особенностей и характеристик фотоприемных устройств.

Предельные параметры фотоприёмной аппаратуры реализуются при использовании однофотонных фотоприёмников, позволяющих регистрировать акты преобразования фотона в фотоэлектрон (ФЭ) – первичный электрон. В [2-7] описываются временные методы обработки информации в аппаратуре поиска с однофотонным фотоэмиссионным прибором (ОФЭП), синтезируются алгоритмы пространственно-временного поиска импульсного излучения, оптимизируются параметры и даётся методика проектирования аппаратуры пространственно-временного поиска источников импульсного излучения.

В [9] приведено описание алгоритма пространственно-временного поиска импульсных сигналов в режиме одноканальной регистрации однофотонных импульсов. Установлены количественные соотношения для описания временных параметров комплекса поиска источников импульсного излучения при использовании сканирующего ОФЭП с ограниченной полосой пропускания в режиме регистрации однофотонных импульсов (ОФИ).

В [10] определены количественные соотношения для расчёта вероятностных характе-

ристик комплекса пространственно-временного поиска источников импульсного излучения с одноканальной обработкой информации при использовании сканирующего ОФЭП, обеспечивающие приемлемую погрешность инженерных расчётов. Получены выражения, устанавливающие связь вероятности ложной тревоги с длительностью, периодом и нестабильностью следования оптических импульсов, параметрами ОФЭП (числа диодов, полосы пропускания), пороговым уровнем амплитудной дискриминации, частотой генерации однофотонных импульсов фонового излучения и импульсов темнового тока (ИТТ). Подтверждено, что для снижения вероятности ложной тревоги следует генерировать оптические импульсы наносекундной и пикосекундной длительности, предъявляя жёсткие требования к стабильности частоты следования последних. Доказан квадратичный характер изменения вероятности ложной тревоги от среднего числа шумовых импульсов за период следования оптических импульсов. Показано, что уменьшение в 10 раз частоты появления шумовых импульсов позволяет в 100 раз снизить вероятность ложной тревоги и, как следствие, уменьшить среднее время пространственно-временного поиска импульсных сигналов в режиме регистрации однофотонных импульсов. Предложены приближённые формулы для расчёта вероятности ложной тревоги, дающие верхнюю и нижнюю оценки значениям вероятности. Получено выражение для расчёта вероятности правильного обнаружения полезного излучения, представляющее произведение трёх вероятностей: усреднённой вероятности отсутствия регистрации шумового импульса до момента появления оптического импульса, вероятности срабатывания АД во время действия оптического импульса на первом этапе анализа элемента разложения и вероятности срабатывания АД во время действия импульса стробирования. Наконец, сформулированы требования к выбору значений периода и частоты следования оптических импульсов. Показано, что для обеспечения вероятности правильного обнаружения более 90% среднее число ОФИ полезного излучения в импульсе должно превышать 3.

В [1] установлены количественные соотношения для расчёта временных параметров приёмно-передающего комплекса поиска источников импульсного излучения при использовании сканирующего ОФЭП с одноканальной обработкой информации, обеспечивающие приемлемую погрешность инженерных расчётов. Получено выражение для расчёта среднего времени наблюдения фонового пространственного элемента разложения. Показано, что различие между средним временем наблюдения пространственного элемента разложения и периодом следования импульсов при выполнении определённых условий не превышает 20%. Доказана возможность использования приближённой формулы для расчёта среднего времени наблюдения фонового пространственного элемента разложения с погрешностью не более 1,0%.

Область применения описанного алгоритма пространственно-временного поиска импульсного излучения с одноканальной обработкой информации ограничена поиском источников излучения в условиях воздействия на фотоприёмник фонового излучения слабой интенсивности. Действительно, как показано в [1], для уверенного выделения сигнала частота следования импульсов должна быть соизмерима с предельно реализуемой в настоящее время для обмена информацией между движущимися корреспондентами (порядок единиц мегагерц). Кроме того, в случае отсутствия превышения уровня дискриминации при повторном анализе аппаратура прекращает просмотр элемента разложения. Следовательно, для увеличения вероятности правильного обнаружения необходимо продолжить обследование до момента, кратного периоду следования оптических импульсов.

Цель исследований состоит в расширении диапазона успешного пространственно-временного поиска и обнаружения импульсных сигналов в условиях воздействия фонового излучения с большей интенсивностью в режиме регистрации потока фотонов при одноканальной обработке информации с удлинением времени наблюдения элемента разложения.

Предложен алгоритм поиска, предполагающий до двух срабатываний аппаратуры поис-

ка импульсного излучения в процессе наблюдения элемента разложения с одноканальной обработкой информации в режиме регистрации потока фотонов. Пространственно-временной поиск с выделением момента прихода оптических сигналов основан на том, что на приёмном конце поискового комплекса известны длительность и период следования (частота) оптических импульсов. В течение времени фиксируется момент первого превышения порогового уровня амплитудного дискриминатора, анализ причины которого производится в последующем интервале. Принимаемое оптическое излучение преобразуется фотокатодом ОФЭП в поток фотоэлектронов. Использование электронной диодной системы в ОФЭП позволяет получить отклик в виде ОФИ на каждый сгенерированный фотоэлектрон. Амплитуда ОФИ значительно превышает уровень тепловых шумов их нагрузки. Для ограничения подачи импульсов темного тока с анода ОФЭП на вход схемы обработки применяется амплитудная дискриминация с пороговым уровнем.

Пусть аппаратурой поиска зарегистрирован фотоэлектрон (или ИТТ) в момент при обзоре пространственного элемента разложения. При этом аппаратура становится нечувствительной к приёму ФЭ и ИТТ в интервале. Здесь соответствует моменту начала действия импульса стробирования во время повторного обследования. Время задержки между моментом срабатывания АД и моментом генерации 1-го фотоэлектрона (или ИТТ) равно. Повторный опрос производится в интервале. Здесь соответствует моменту окончания действия импульса стробирования во время повторного обследования.

В случае отсутствия превышения уровня дискриминации при повторном анализе аппаратура продолжает обследование временного интервала.

Пусть в процессе продолжения обследования пространственного элемента разложения вновь зафиксировано срабатывание АД. Аппаратура переходит в режим ожидания. Повторный опрос производится во время действия второго импульса стробирования. Если сраба-

тывает АД, то принимается решение о приёме сигнала. В противном случае принимается решение о прекращении обследования пространственного элемента разложения.

К вероятностным характеристикам аппаратуры пространственно-временного поиска импульсных сигналов в режиме регистрации фотонов (видеоимпульсов с однофотонного ФЭП) следует отнести вероятности ложных тревог и правильного обнаружения источника полезного оптического излучения.

Вероятность ложной тревоги

Для описания статистических свойств потока фотонов (фотоэлектронов) используется распределение Пуассона.

Из формулы (20) видно, что для снижения вероятности ложных тревог следует генерировать оптические импульсы наносекундной и пикосекундной длительности, предъявляя жесткие требования к стабильности частоты следования последних.

Вероятность ложных тревог зависит от длительности и периода следования прямоугольного оптического импульса, нестабильности периода следования оптических импульсов, параметров однофотонного фотоэмиссионного прибора (числа диодов, полосы пропускания ОФЭП), порогового уровня амплитудной дискриминации, частоты генерации шумовых импульсов.

Как и следовало ожидать, с ростом среднего числа шумовых импульсов, генерируемых за период следования оптических импульсов, вероятность ложных тревог возрастает. Уменьшение в 10 раз частоты появления шумовых импульсов позволяет в 100 раз снизить вероятность ложных тревог и, как следствие, уменьшить среднее время пространственно-временного поиска импульсных сигналов в режиме регистрации однофотонных импульсов.

Анализ показывает, что платой за допустимость в аппаратуре двух ложных срабатываний при обзоре пространственного элемента разложения является увеличение вероятности ложной тревоги. Это эквивалентно требованию генерации передатчиком поискового комплекса

световых импульсов меньшей длительности. Однако различие в значениях Рлт не велико.

Вероятность правильного обнаружения. Получено выражение для расчёта вероятности правильного обнаружения полезного излучения, представляющее произведение трёх вероятностей: усреднённой вероятности отсутствия регистрации шумового импульса до момента появления оптического импульса, вероятности срабатывания АД во время действия оптического импульса на первом этапе анализа элемента разложения и вероятности срабатывания АД во время действия импульса стробирования.

Установлено, что для получения высоких вероятностей правильного обнаружения необходимо среднее число фоновых ФЭ и ИТТ за период следования оптических импульсов не должно превышать 1. При этом вероятность прекращения обзора пространственного элемента разложения, не приступив к анализу сигнального временного интервала, не превышает 0,1. Последнее указывает на необходимость выбора частоты следования импульсов сигнала, исходя из условия.

Вывод. Аппаратура поиска и выделения оптических импульсных сигналов показывает, что допустимость двух ложной тревоги позволяет в 5 раз снизить требования к частоте следования световых сигналов. В силу того, что требования к энергии в импульсе одинаковы, в рассматриваемом случае удастся в 5 раз снизить мощность излучения передатчика.

Исследование алгоритма пространственно-временного поиска и выделения оптических импульсных сигналов показывает, что даже в случае полного исключения фонового излучения и темнового тока для правильного обнаружения полезного излучения с вероятностью 0,9 среднее число фотоэлектронов (энергия) в импульсе должно быть более трех. В этих условиях вероятность приёма более одного сигнального фотоэлектрона за длительность светового импульса весьма близка к 1. В то же время вероятность регистрации двух и более фоновых фотоэлектронов за длительность оптического импульса пренебрежимо мала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Албогачиева Л. А., Румянцев К. Е. Временные характеристики алгоритма одноканального пространственно-временного поиска импульсного излучения // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего *плюс*. Серия «Технические науки. Информационные технологии»: Научно-методический журнал. 2014. №3 (20). С. 62-69.
2. Бычков С. И., Румянцев К. Е. Поиск и обнаружение оптических сигналов: Монография / Под ред. К. Е. Румянцева. М.: Радио и связь, 2000. 282 с.
3. Румянцев К. Е. Регистрация факта приема многофотонного импульса в системе квантового распределения ключа на основе однофотонного фотоэлектронного умножителя // Радиотехника. 2011. №11. С. 67-69.
4. Румянцев К. Е., Амплиев А. Е. Требования к двоичному счетчику для регистрации потока фотонов // Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2011. Вып. 5. С. 79-91.
5. Румянцев К. Е., Суковатый А. Н. Методы селекции шумовых одноэлектронных импульсов: Обзор // Радиотехника. 2004. №6. С. 56-61.
6. Румянцев К. Е., Хайров И. Е. Регистрация оптического излучения в поисковых системах астронавигации и астроориентации с временной селекцией одноэлектронных импульсов // Авиакосмическое приборостроение, 2004. №8. С. 45-49.
7. Румянцев К. Е., Хайров И. Е. Защита информации в фотонных телекоммуникационных системах – новая технология передачи данных // Известия ТРТУ. 2003. №4. С. 329-330.
8. Румянцев К. Е., Омар М. Х., Хайров И. Е. Рабочие характеристики оптимальных приёмников оптического излучения // Радиотехника. 2003. №10. С. 39-44.
9. Румянцев К. Е., Албогачиева Л. А., Баматгиреева К. Б. Алгоритм пространственно-временного поиска импульсных сигналов в режиме одноканальной регистрации однофотонных импульсов // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2012. Т. 8, №4. С. 3-11.
10. Румянцев К. Е., Баматгиреева К. Б. Вероятностные характеристики алгоритма пространственно-временного поиска импульсного излучения с одноканальной обработкой информации // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего *плюс*. Серия «Технические науки. Информационные технологии»: Научно-методический журнал. 2014. №3 (20). 208 с. С. 70-77.

EXISTENTIAL SEARCH PULSED EMISSION IN REGISTRATION MODE OF PHOTON FLUX WITH EXTENSION TIME OF OBSERVATION ELEMENTS OF DECOMPOSITION

© K. B. Bamatgireeva

GSTOU named acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The proposed synchronization algorithm is two-pass system of quantum key distribution (QKDS) with the phase-encoded States of photons. The algorithm is implemented in single-photon mode to provide increased security of the connection entry process. The peculiarity of the algorithm is that for an equal number of accumulated pulses in two adjacent time intervals, a decision is made to receive a photon pulse in any of these intervals, if the number of accumulated pulses in it exceeds the number of detected pulses in other intervals.

Laser communication systems differ from other transmission systems only in the construction of a linear path, which includes, in addition to the propagation medium, a set of technical means for the formation, transmission, distribution, conversion and processing of optical signals in a given frequency band or with a fixed bandwidth determined by the nominal number of transmission channels. According to the known algorithms [1, 2, 9, 10] in this case, both intervals became “noisy”, which caused the omission of signal pulses.

Keywords: spatial search, single-photon pulse, single-channel registration, scanning single-photon photoemission device.

REFERENCES

1. Albogachieva, L. A. and Rummyantsev, K. E. (2014) Vremennye kharakteristiki algoritma odnokanal'nogo prostranstvenno-vremennogo poiska impul'snogo izlucheniya'. *XXI vek: Ito-gi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. Seriya «Tekhnicheskie nauki. Informatsionnye tekhnologii»: Nauchno-metodicheskii zhurnal* [Temporal characteristics of the algorithm of a single-channel spatio-temporal search for pulsed radiation. XXI Century: Results of the past and problems of the present plus. Series “Engineering. Information Technologies”: Scientific and Methodological Journal]. №3 (20). S. 62-69.
2. Bychkov, S. I. and Rummyantsev, K. E. Poisk i obnaruzhenie opticheskikh signalov: Monografiya pod red. K. E. Rummyantseva. M.: Radio i svyaz' [Search and Detection of Optical Signals: Monograph in K. E. Rummyantsev (ed.). M.: *Radio and communications*], 282 p.
3. Rummyantsev, K. E. (2011) ‘Registratsiya fakta priema mnogofotonnogo impul'sa v sisteme kvantovogo raspredeleniya klyucha na osnove odnofotonnogo fotoelektronnogo umnozhitelya’. *Radiotekhnika* [Registration of the fact of receiving a multiphoton pulse in a quantum key distribution system based on a single-photon photomultiplier. Radio Engineering]. № 11. Pp. 67-69.
4. Rummyantsev, K. E. and Ampliev, A. E. (2011) ‘Trebovaniya k dvoichnomu schetchiku dlya registratsii potoka fotonov’ *Izvestiya vuzov Rossii. Radioelektronika* [Requirements for a binary counter for registering a photon flux. News of Russian Universities. Radio Electronics]. Vyp. 5. Pp. 79-91.
5. Rummyantsev, K. E. and Sukovaty, A. N. (2004) ‘Metody selektsii shumovykh odnoelektronnykh impul'sov: Obzor’. *Radiotekhnika* [Methods for the selection of noise single-electron pulses: Review].
6. Rummyantsev, K. E. and Khairov, I. E. (2004) ‘Registratsiya opticheskogo izlucheniya v poiskovykh sistemakh astronavigatsii i astroorientatsii s vremennoi selektsiei odnoelektronnykh impul'sov’. *Aviakosmicheskoe priborostroenie* [Registration of optical radiation in search engines of astronavigation and astroorientation with temporary selection of single-electron pulses Aerospace Instrumentation]. №8. Pp. 45-49.

7. Rumyantsev, K. E. and Khairov, I. E. (2003) 'Zashchita informatsii v fotonnykh telekommunikatsionnykh sistemakh – novaya tekhnologiya peredachi dannykh'. *Izvestiya TRTU* [Information protection in photon telecommunication systems – a new technology for data transfer. Bulletin of TRTU]. №4. Pp. 329-330.
8. Rumyantsev, K. E., Omar, M. Kh. and Khairov, I. E. (2003) 'Rabochie kharakteristiki optimal'nykh priemnikov opticheskogo izlucheniya'. *Radiotekhnika* [Performance characteristics of optimal optical radiation receivers. Radio Engineering]. №10. Pp. 39-44.
9. Rumyantsev, K. E., Albogachieva, L. A. and Bamatgireeva, K. B. (2012) 'Algoritm prostranstvenno-vremennogo poiska impul'snykh signalov v rezhime odnokanal'noi registratsii odnofotonnykh impul'sov' *Elektrotekhnicheskie i informatsionnye komplekсы i sistemy* [The spatio-temporal search algorithm for pulse signals in the single-channel single-photon pulse registration mode. Electrical and Information Complexes and Systems]. V. 8. №4. Pp. 3-11.
10. Rumyantsev, K. E. and Bamatgireeva, K. B. (2014) 'Veroyatnostnye kharakteristiki algoritma prostranstvenno-vremennogo poiska impul'snogo izlucheniya s odnokanal'noi obrabotkoi informatsii. XXI vek: Itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus'. *Seriya «Tekhnicheskie nauki. Informatsionnye tekhnologii»: Nauchno-metodicheskii zhurnal*. [Probabilistic characteristics of the spatio-temporal search algorithm for pulsed radiation with single-channel information processing. XXI century: Results of the past and problems of the present plus. Series "Engineering. Information Technologies": Scientific and Methodological Journal]. №3 (20). 208 p. Pp. 70-77.

ОСОБЕННОСТИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ СРЕДСТВАМИ CNN В РАМКАХ СИНТЕЗА РЕЧИ

© Э. С. Израилова

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

АН Чеченской Республики, г. Грозный, Россия

В статье описан процесс моделирования системы синтеза речи, основанный на имеющихся акустических данных, используемых для машинного обучения с целью получения модели, соответствующей естественным характеристикам речи. Представлены характерные особенности и архитектуры сверточных нейронных сетей CNN, в которых данные реализованы в виде набора изображений, применяются локальные операции-свертки, модифицирующие и комбинирующие данные изображений карты друг с другом. Рассмотрены актуальные способы машинного обучения и применение ускоренной на GPU библиотеки для глубоких нейронных сетей NVIDIA CUDA. Дана информация о подготовке обучающей экспериментальной базы данных, процессе машинного обучения системы, настройке параметров нейронной сети, показана динамика улучшения показателей матрицы внимания и результат обучения глубокой сверточной сети CNN.

Ключевые слова: система синтеза речи, машинное обучение, глубокая сверточная нейронная сеть, CNN сети.

В настоящее время синтез речи применяется в самых разных областях: голосовые помощники, информационно-справочные системы, военная и космическая техника, робототехника, акустический диалог человека с компьютером. До недавнего времени системы синтеза речи представляли из себя многомодульные сложные приложения, в которых реализуется множество алгоритмов и подходов. Современные системы синтеза речи основаны на использовании методов нейросетевого программирования и машинного обучения, благодаря которым удалось автоматизировать работу большинства компонентов таких систем.

Машинное обучение – это раздел искусственного интеллекта, характерной чертой которого является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач. Машинное обучение находится на стыке математической статистики, методов оптимизации и классических математических дисциплин, но имеет также и собственную специфику, связанную с извлечением информации, интеллектуальным ана-

лизом данных и проблемами вычислительной эффективности [1].

Сфера применения технологий машинного обучения широка и при этом постоянно увеличивается, это и распознавание образов, медицинская и техническая диагностика, статистический анализ, задачи прогнозирования, управления и принятия решений, обработка текстовых массивов, синтез речи. Например, в области лингвистики машинное обучение помогает определять грамматические характеристики слов; в фонетике машинное обучение используется для предсказания частоты основного тона и длины фонем. Обучению поддаются также и просодические характеристики, такие как определение длины и местонахождения пауз, предсказание интонаций.

В данной статье описан процесс моделирования системы статистического синтеза речи, основанный на имеющихся акустических данных, используемых для машинного обучения системы с целью получения модели соответствия характеристикам речи. Машинное обучение строится на данных, а от их качества и

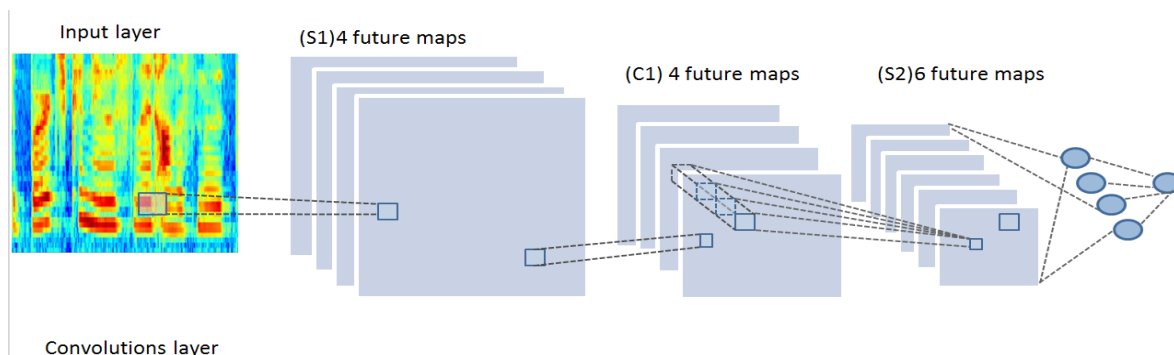


Рис. 2. Архитектура многомерной CNN сети

количества напрямую зависит эффективность распознавания и синтеза речи.

Поэтому необходимым условием для реализации методов машинного обучения является наличие большого количества данных в виде корпуса конкретного языка, основанного на использовании акустико-фонетических, текстовых, речевых баз данных.

Сверточные нейронные сети CNN для синтеза речи

Наиболее распространенными моделями машинного обучения являются искусственные нейронные сети, использующиеся для обработки входных данных комбинации распределенных простых операций, зависящие от обучаемых параметров. Современные нейронные сети применяются в задачах прогнозирования, распознавания образов и речи, генерации текстов и многих других. Наиболее оптимальными их видами являются сверточные сети и рекуррентные нейросети.

Для создания описываемой в данной статье системы синтеза речи использовалась глубокая сверточная нейронная сеть, успешно используемая и другими исследователями в распознавании образов, обработке аудиосигналов и речи.

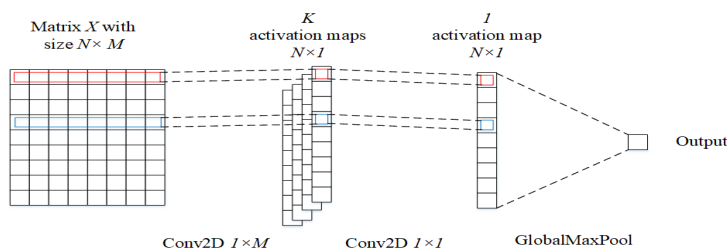


Рис. 1. Архитектура 2-мерной сверточной сети

Характерной особенностью сверточных нейросетей является использование представления данных в виде набора изображений (карт) и применение локальных операций-сверток, модифицирующих и комбинирующих данные карты друг с другом.

На рисунке 1 показана модель сверточной нейронной сети, состоящей только из двух 2D сверточных слоев, за которыми следует глобальный слой максимального пула (GlobalMaxPool). На вход модели представляется матрица признаков X размером $N \times M$. Первый сверточный слой состоит из K фильтров размером $1 \times M$ с функцией активации ReLu. Второй сверточный слой имеет только 1 фильтр размером 1×1 . Он объединяет функции, выбранные фильтрами свертки на предыдущем слое для каждого из N кандидатов в отдельности. Этот слой не имеет функции активации. После чего GlobalMaxPool слой выбирает кандидата с максимальной активацией, тем самым предполагая, что кандидат содержит гармонику в качестве компонента входного сигнала [2]. Далее выбранный кандидат проходит через сигмоидальную функцию активации, в результате на выходе сети будет представлена вероятность, что входной сигнал является голосом.

Эффективность и качество работы нейронной сети зависят от выбора её архитектуры. При моделировании систем синтеза речи часто используются глубокие сверточные нейронные сети, которые состоят из 1000-2000 нейронов в каждом из 6-8 скрытых слоев (рис. 2).

Подготовка обучающих данных

Основой методики создания речевых баз данных естественных языков, используемых для машинного обучения, является наличие большого объема записанной речи (от 15 часов), кроме того, корпус должен быть сбалансированным и по возможности полным, то есть содержать все необходимые единицы во всех возможных контекстах с различными характеристиками. Предварительно была скомпонована экспериментальная обучающая база данных (5 часов речи), при этом были использованы аудиоматериалы, находящиеся в свободном доступе.

При построении систем синтеза речи одной из наиболее важных задач является сегментация и маркировка баз данных речевых сигналов на семантически и фонетически значимые единицы речи, а в нашем конкретном случае это фонемы. Полученные сегменты сохраняются в базе и служат для машинного обучения акустических моделей в интегральной системе, с последующей генерацией голоса диктора в системе синтеза речи по тексту. Одним из специфических методов работы с обучаемыми системами является настройка параметров системы под конкретный язык, подбор алфавита. Так как модель синтезатора чеченской речи использует в качестве символов входного алфавита фонемы, необходимо было решение задачи транскрибирования текстов по правилам графема-к-фонеме с учетом фонетических особенностей чеченского языка. Поставленная задача была решена путем создания модуля фонетической транскрипции, и затем подготовленная текстовая обучающая выборка была транскрибирована [3].

Таким образом была создана обучающая экспериментальная база, состоящая из 3500 предложений, а каждому предложению соответствует звуковой файл в формате wav с частотой дискретизации 22050 Гц. После этого был задействован модуль системы, отвечающий за получение спектрограмм звуковых файлов, на основе которых и происходит глубокое обучение сетей (рис. 3).

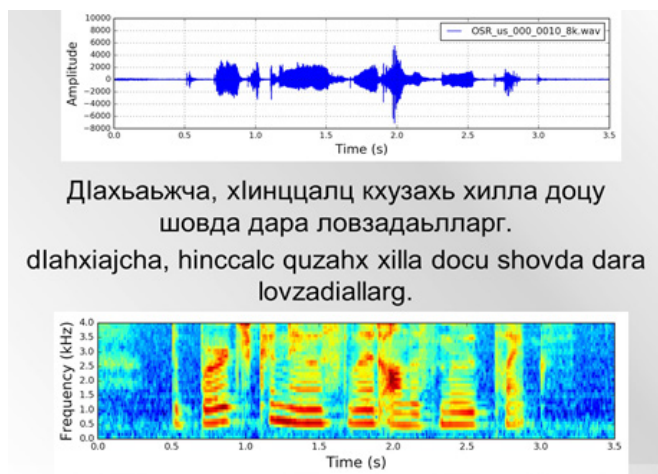


Рис. 3. Образец предложения из обучающей базы

Машинное обучение системы строилось на основе библиотек и модулей языка программирования Python (Tensorflow, matplotlib, numpy, scipy).

Основной этап обучения системы синтеза речи состоит из двух сетей: Text²Mel, которая синтезирует мел-спектрограмму из входного текста, и Spectrogram Super-resolution Network (SSRN), которая преобразует мел-спектрограмму сигнала в амплитудную спектрограмму STFT, учитывая пропуски кадров и восстанавливая частоту дискретизации.

Описание процесса машинного обучения

Машинное обучение реализуется как процесс компьютерного анализа подготовленных статистических данных с целью поиска закономерностей и создания на их основе нужных алгоритмов, настройки параметров нейронной сети и дальнейшего прогнозирования работы системы.

Существует 3 основных способа машинного обучения [4]:

- обучение с учителем;
- обучение с подкреплением;
- обучение без учителя (самообучение).

В обучении с учителем используются специально отобранные данные, в которых уже известны и надежно определены правильные ответы, а параметры нейронной сети подстраиваются так, чтобы минимизировать ошибку. В этом способе система искусственного интел-

лекта может сопоставить правильные ответы к каждому входному примеру и выявить возможные зависимости ответа от входных данных. Можно обучить систему на очень больших объемах входных данных и варьировать параметры нейронных сетей, пока на выходе не получатся ожидаемые результаты. После этого надо проверить, как система прогнозирует результат для контрольных данных, с которыми компьютер еще не сталкивался.

Чаще всего обучение с учителем применяется для решения задач классификации, регрессии и прогнозирования. Например, существуют алгоритмы классификации для анализа текста и определения частей речи конкретного языка в текстах различной тематики, регрессия может применяться для категоризации текстовых документов.

Обучение с подкреплением основывается на регламентированных процессах обучения, при которых алгоритм машинного обучения снабжен набором действий, параметров и конечных значений. Определив правила, алгоритм машинного обучения пытается изучить различные варианты и возможности, отслеживая и оценивая каждый раз результат, чтобы определить, какой из вариантов является оптимальным. Подкрепляемое обучение – это метод проб и ошибок для машины. Она учится на прошлом опыте и меняет свой подход, реагируя на новую ситуацию, пытаясь достичь наилучшего возможного результата.

В случае использования способа обучения без учителя алгоритм машинного обучения изучает данные с целью выявления закономерностей (паттернов). Не существует готовых данных с ответами или оператора, который мог бы обучить машину. Напротив, программа сама определяет корреляции и связи на основе анализа доступных данных. При обучении без учителя алгоритму машинного обучения позволено самостоятельно интерпретировать большие наборы данных и делать на их основе выводы. Алгоритм пытается каким-либо образом упорядочить данные и описать их структуру. Это может выглядеть как группировка данных в кластеры, или это такое упорядочивание данных, при котором они начинают выглядеть систематизированно.

По мере поступления данных для анализа растёт способность алгоритма принимать решения на основе этих данных, а также точность этих решений. Ярким примером самообучения является кластеризация, подразумевающая группировку похожих данных на основе определенных параметров. Это может быть использовано для сегментации данных на несколько групп и проведения анализа на основе каждого набора данных по отдельности для поиска закономерностей. Обучение без учителя также можно использовать для анализа тональности высказываний, чтобы определять эмоциональное состояние людей на основе их устной и письменной речи.

Механизмы глубокого машинного обучения (deep learning) используют, как правило, многослойные нейросети и очень большое число экземпляров объектов для тренировки нейронной сети. Число записей в обучающей выборке может насчитывать сотни тысяч или даже миллионы примеров, а когда ресурсы не ограничены – еще больше.

От размера обучающей базы данных и количества записей входных данных зависит создание машиной необходимых правил классификации. Чем больше разнородных данных будет загружено в систему на этапе машинного обучения, тем точнее будут выявлены эти правила, и тем в конечном итоге точнее будет результат работы системы синтеза речи, а генерируемый на выходе речевой сигнал будет более качественный.

Начинающим исследователям в сфере машинного обучения и его применения для синтеза речи целесообразно использовать методы машинного обучения с учителем. Это потребует меньше ресурсов как временных, так и финансовых при создании прототипа работающей системы и практическом освоении методик искусственных нейронных сетей. Функционирующую систему искусственного интеллекта под конкретную задачу в этом случае можно получить быстрее. В настоящее время есть большое число находящихся в свободном доступе качественных библиотек программного кода для искусственных нейросетей, таких как TensorFlow <https://www.tensorflow.org/> для математического моделирования, OpenCV

<http://opencv.org/> для задач распознавания изображений.

Процесс машинного обучения был реализован с соблюдением основного требования системы к оборудованию: наличие компьютера с двумя графическими процессорами, видеопамятью емкостью 12 Гб и оперативной памятью 64 Гб. Аппаратное обеспечение процесса обучения состояло в использовании видеокарты NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti. Для обучения модели требовалась поддержка CUDA. Исходя из этого на компьютер была установлена библиотека NVIDIA CUDA (cuDNN), которая представляет собой ускоренную на GPU библиотеку примитивов для глубоких нейронных сетей. CUDNN предоставляет хорошо настроенные реализации для стандартных подпрограмм, таких как прямая и обратная свертка, пул, нормализация и уровни активации.

При этом были учтены особенности работы видеоадаптеров NVIDIA и возможности, предоставленные разработчику в платформе CUDA. В отличие от CPU, применяемых для вычислений общего характера, узконаправленность развития видеокарт сформировала особую архитектуру, ориентированную на максимально эффективную обработку графики. Подобные задачи характеризуются выполнением однотипных действий на множественном объеме данных, поэтому GPU реализует SIMD архитектуру, нацеленную на использование наибольшего количества параллельных потоков, до нескольких тысяч, для расчетов. Одна из основ технологии CUDA – использование GPU в качестве сопроцессора CPU. В силу различий архитектуры процессоры отличаются производительностью при решении определенного спектра задач. Например, CPU намного эффективнее выполняет расчеты, связанные с множественными переходами и ветвлениями. В свою очередь, GPU отлично справляется с массовым параллелизмом, обрабатывая большие объемы информации, и не должен применяться к последовательным алгоритмам [5].

Генерация речи с предварительно обученной моделью может выполняться на GPU и CPU, но при этом скорость синтеза речи на CPU в нашем случае снизилась в десятки раз.

Обучение системы продолжалось 27 часов, было выполнено 500 тысяч итераций для

нейронной сети Text²Mel, 270 тысяч итераций для сети SSRN.

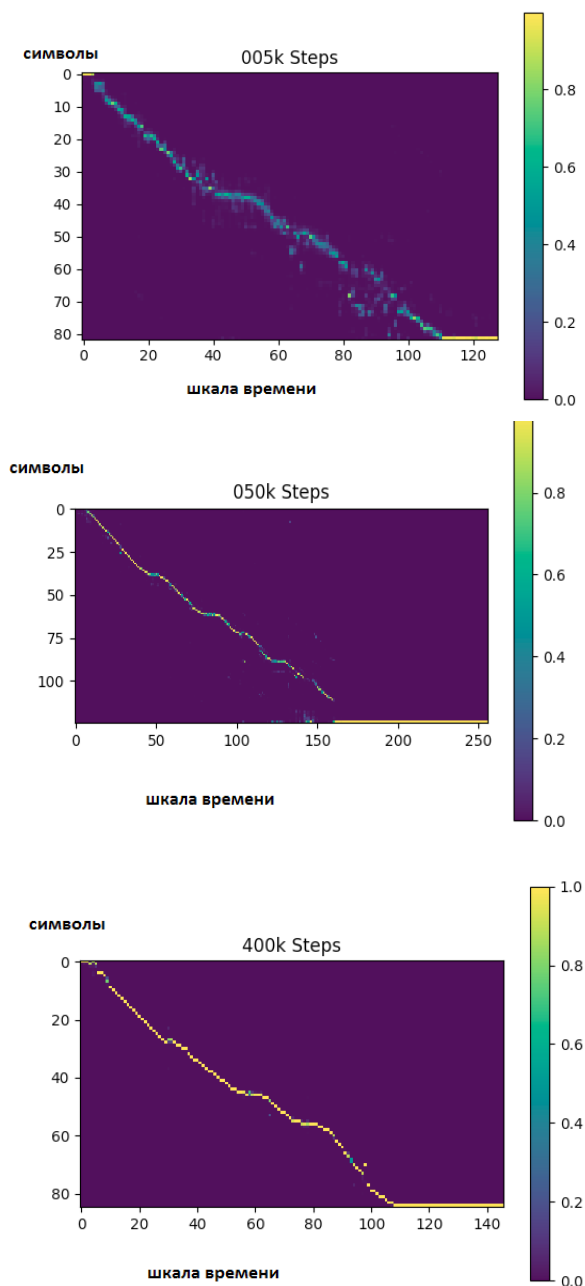


Рис. 4. Динамика обучения матрицы внимания

На рисунке 4 можно проследить динамику улучшения показателей матрицы внимания при обучении нейронной сети (5 тысяч итераций, 50 тысяч итераций, 400 тысяч итераций).

Сеть TextEnc сначала кодирует входное предложение $L = [l_1, \dots, l_N] \in Char^N$, состоящее из N символов, в двух матрицах $K, V \in R^{d \times N}$. С другой стороны, сеть AudioEnc кодирует круп-

номасштабную спектрограмму $S_{(i;S_{1:F,1:T})} \in R^{FT}$ ранее записанной речи, длина которой равна T , в матрицу $Q \in R^{dT}$.

$$(K, V) = \text{TextEnc}(L)$$

$$Q = \text{AudioEnc}(S_{1:F,1:T})$$

Матрица внимания $A \in R^{NT}$, определяемая следующим образом, оценивает, насколько сильно связаны n -й символ l_n и t -й временной интервал $S_{1:F,t}$:

$$A = \text{softmax}_{n\text{-axis}}\left(\frac{K^T Q}{\sqrt{d}}\right)$$

$A_{nt} \sim 1$ подразумевает, что модуль смотрит на n -й символ l_n на временном интервале t , и он будет смотреть на l_n или l_{n+1} или символы вокруг них на последующем временном интервале $t + 1$. Что бы ни случилось, необходимо ожидать, что они будут закодированы в n -м столбце V . Таким образом, начальное число $R \in R^{dT}$, декодированное в последующие кадры: $S_{1:F,2:T+1}$, получают как:

$$R = \text{Att}(Q, K, V) := VA$$

Результат R объединяется с кодированным звуком Q , как $R' = [R, Q]$.

Затем конкатенированная матрица $R' \in R^{2dT}$ декодируется модулем Audio Decoder для синтеза крупномасштабной спектрограммы:

$$Y_{1:F,2:T+1} = \text{AudioDec}(R')$$

На стадии синтеза матрица внимания A иногда может неправильно считывать некоторые символы. Типичными ошибками, которые наблюдаются чаще всего, являются:

- иногда пропускаются несколько символов;
- неоднократно читается одно и то же слово дважды или более.

Чтобы сделать систему более надежной, необходимо эвристическим образом модифицировать матрицу A как «почти диагональную». После этого наблюдается, что устройство иногда начинает смягчать такие ошибки [6].

Выводы. Результат эксперимента по машинному обучению и моделированию системы синтеза чеченской речи оказался успешным, удалось синтезировать речевой сигнал. По нашим предварительным оценкам качество синтезируемой речи среднее. Некоторые слова система еще плохо читает, не всегда правильно озвучиваются долгие и краткие гласные, голос системы – роботизированный, но на данном первоначальном этапе, при использовании минимальной обучающей базы, полученный результат является в большей мере положительным: система синтеза чеченской речи создана, остается улучшить качество.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахманова Э.Р. Машинное обучение: Обзор и применение // Техника и технологии: Пути инновационного развития: сборник научных трудов 8-й Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. Курск, 2019. С. 9-12.
2. Vashkevich, R. Convolutionalneuralnetworkwithsemanticallysignificantactivationsforspeechanalysis // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2018): материалы Международной научно-технической конференции (Минск, 15-17 февраля 2018 года). Минск: БГУИР, 2018. С. 227-230.
3. Израилова Э.С. Моделирование системы синтеза речи на основе глубоких сверточных нейронных сетей // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2018. № 6 – II (86). С. 181-186. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37094528>
4. Климов М.И., Меньшов И.С. Эффективный параллельный расчет задач механики сплошной среды для систем гибридной архитектуры // Научный Вестник МГТУ ГА. М.: МГТУ ГА, 2012. № 194. С. 31-39.
5. Hideyuki Tachibana, Katsuya Uenoyama, Shunsuke Aihara. Efficientlytrainabletext-to-speechsystembasedondeepconvolutionalneuralnetworks with guided attention/ [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/1710.08969.pdf> (дата обращения: 09.08.2019).

FEATURES OF MACHINE LEARNING BY CNN WITHIN THE SPEECH SYNTHESIS

© E. S. Izrailova

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

AS of the Chechen Republic, Grozny, Russia

The article describes the process of modeling a speech synthesis system based on the available acoustic data used for machine learning in order to obtain a model corresponding to the natural characteristics of speech. The characteristic features and architectures of convolutional neural networks CNN, in which the data is implemented as a set of images, local operations are used-convolution, modifying and combining the data of images of the map with each other. Actual methods of machine learning and application of GPU-accelerated library for deep neural networks NVIDIA CUDA are considered. Given information about the preparation of training experimental database, the machine learning process of the system configuration parameters of the neural network, shows the dynamics of improvement of the matrix of attention and the result of learning a deep convolutional network CNN.

Keywords. Speech synthesis system, machine learning, deep convolutional neural network, CNN networks.

REFERENCES

1. Abdrahmanova, Je. R. (2019) 'Mashinnoe obuchenie: Obzor i primeneniye'. *Tehnika i tehnologii: Puti innovacionnogo razvitiya: sbornik nauchnykh trudov 8-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Jugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet [Machine Learning: Overview and Application. Technique and Technology: Ways of Innovative Development: a collection of scientific papers of the 8th International Scientific and Practical Conference. Southwestern State University]. Kursk. Pp. 9-12.
2. Vashkevich, R. (2018) 'Convolution alneural network with semantically significant activations for speech analysis'. *Otkrytye semanticheskie tehnologii proektirovaniya intellektual'nyh sistem = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2018): materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* [Materials of the international scientific and technical conference. Minsk, February 15-17, 2018) Minsk: BSUIR, Pp. 227-230.
3. Izrailova, Je. S. (2018) 'Modelirovaniye sistemy sinteza rechi na osnove glubokih svertochnykh nejronnykh setej' *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN*. [Bulletin of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. № 6 – II (86). Pp. 181-186. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37094528>
4. Klimov, M. I. and Men'shov I. S. (2012) Effektivnyj parallel'nyj raschet zadach mehaniki sploshnoy sredy dlja sistem gibridnoj arhitektury' *Nauchnyj Vestnik MGTU GA – M. MGTU GA*. [Effective parallel calculation of continuum mechanics problems for hybrid architecture systems // Scientific Herald of the Moscow State Technical University GA – M. MSTU GA] № 194. Pp. 31-39.
5. Hideyuki, Tachibana, Katsuya, Uenoyama and Shunsuke, Aihara (2019) Efficiently trainable text-to-speech system based on deep convolutional networks with guided attention. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1710.08969.pdf>

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СОТРУДНИКОВ ВУЗА (НА ПРИМЕРЕ КАФЕДРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФГБОУ ВО ГГНТУ)

© Н.А. Моисеенко, А.А. Албакова

ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

В данной статье рассматривается проблема учета, контроля и удобного хранения сведений о научно-исследовательской деятельности. Важным фактором, обуславливающим необходимость разработки информационной системы, является отсутствие на рынке программного продукта или комплекса, позволяющего использовать его в качестве управления научно-исследовательской деятельностью. В ходе исследования проведены: анализ научно-исследовательской деятельности преподавателей и сотрудников Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова; анализ существующих систем автоматизированного учета данных о научных работах; анализ программного обеспечения, необходимый для разработки информационной системы, а также сравнительный анализ антивирусных программ. В результате исследования разработана информационная система учета и контроля научно-исследовательской деятельности преподавателей и сотрудников вуза, которая предоставит возможность сотрудникам учебного заведения вести учет результатов своей научной деятельности и формировать различные отчеты. Это существенно повысит эффективность научно-исследовательской деятельности вуза и сократит время подготовки и формирования отчетов различных видов.

Ключевые слова: информационная система, научно-исследовательская деятельность, учет, контроль.

В настоящее время задачи планирования, учета, анализа, контроля и управления научно-исследовательской деятельности учебных заведений носят фундаментальный характер, поскольку они позволяют повысить уровень научно-образовательного потенциала университета. Но, как ни странно, учет научной деятельности, как во многих учебных заведениях, так и в Грозненском государственном нефтяном техническом университете имени академика М.Д. Миллионщикова (далее: ГГНТУ), все еще ведется вручную. Однако западный опыт показывает, что переход от бумажного к электронному документообороту неминуем и способствует повышению качества управления научно-исследовательской деятельностью.

В связи с этим разработка информационной системы учета и контроля научно-исследо-

вательской деятельности в вузе является актуальной.

По определению научно-исследовательская деятельность (НИД) является неотъемлемой частью работы преподавателя и сотрудника университета. Она включает в себя:

- классическую научно-исследовательскую работу, включая фундаментальные исследования, прикладные исследования и разработки;

- участие в работе научно-исследовательских групп, научно-практических конференций, симпозиумов, круглых столов, научных семинаров и др.;

- издание монографий, учебников и учебных пособий, подготовка сборников научных трудов, методических указаний и т. п.;

- использование результатов научно-ис-

следовательской работы в учебно-воспитательном процессе;

- организацию выпуска научной литературы (монографий, сборников научных трудов, сборников научно-практических конференций и других изданий) в интересах обеспечения деятельности вуза;
- публикацию статей в различных изданиях;
- стажировки и повышение квалификации;
- присвоение ученой степени и получение ученого звания [1].

Научно-исследовательская работа преподавателей выполняется в соответствии с планом, ежегодно рассматриваемым на заседании кафедр, Ученого совета университета и утвержденным ректором, проректором по научной работе и инновациям университета.

Отчетность о проделанной работе является обязательной, поэтому в конце календарного года кафедры и научные подразделения ВУЗа составляют отчет о НИД, которые сдают в отдел управления по научной и инновационной работе (УНИР) университета на бумажном носителе и в файле формата .doc и .xlsx, где подводятся итоги научно-исследовательской деятельности ВУЗа за прошедший год.

Кроме того, на основании действующего, как в ГГНТУ, так и во многих других учебных заведениях, эффективного контракта каждые полгода преподаватель и сотрудник ВУЗа сдает отчет о проделанной научно-исследовательской работе, с приложенными к нему подтверждающими документами. Каждой работе присваиваются баллы, в зависимости от критерия и показателей эффективного контракта. Полученные сведения проверяются на достоверность специальной комиссией, созданной приказом ректора из числа сотрудников университета. Комиссия имеет право изменить количество баллов работнику в сторону понижения в случае отсутствия подтверждающих документов и (или) несоответствия данных, отраженных в итоговой ведомости. После обработки предоставленных сведений работнику

ВУЗа начисляется выплата за научно-исследовательскую деятельность [2].

На основании полученных от кафедр и других подразделений ВУЗа отчетов о научной деятельности УНИР готовит ежегодный сводный отчет о научной деятельности университета.

Для эффективного анализа научной деятельности было создано большое количество автоматизированных систем учета данных, которые широко используются с развитием интернета и web-технологий обработки данных. К таким системам можно отнести такие крупные веб-сервисы, как Web of Science (часть системы Web of Knowledge), Google Scholar, Scopus, российский портал eLibrary.ru и другие аналогичные системы (рис. 1).

Система «Web of Science», разработанная в Институте научной информации, индексирует ключевые слова и метаданные о публикациях (автор, название, цитаты, место и год публикации), осуществляет поиск похожих публикаций на основе анализа совместных библиографических ссылок, поиска по темам публикаций, а также анализирует найденные публикации. Результаты поиска могут быть сгруппированы по автору, типу документа, дате публикации, организации, теме, названию, языку и стране.

Система позволяет визуализировать сгруппированные данные, что облегчает анализ. Также следует отметить, что названия публикаций на языках, отличных от английского, переводятся на английский, и в дальнейшем не могут быть найдены по запросу на первоначальном языке [5].



Рис. 1. Веб-сервисы для автоматизированного учета данных

«Google Scholar» (Google Академия) – поисковая система, которая позволяет находить научные работы из рецензируемых источников, включая электронные, на всех языках, управляемых системой. С точки зрения реальных показателей цитируемости для русскоязычных авторов, Google Scholar более интересен, чем Web of Science или Scopus, поскольку в нем содержится огромное количество научных журналов на русском языке.

Помимо того, что Google Scholar имеет более простой и удобный интерфейс, он также является бесплатным ресурсом, а значит – доступен с любого компьютера, подключенного к интернету. Затруднение может представлять доступ к полнотекстовым версиям найденных работ, в случае, если они находятся в платном доступе крупнейших онлайн-библиотек [7].

«Scopus» – крупнейшая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных. В базе содержится большое количество публикаций в области естественных, общественных и гуманитарных наук, техники, медицины и искусства. Scopus обрабатывает, обогащает и предоставляет огромное количество данных [6].

eLIBRARY.RU – российская научная электронная библиотека, представляет крупнейшую в России полнотекстовую базу данных научных журналов крупнейших отечественных академических, университетских, отраслевых и коммерческих издателей. Научная электронная библиотека публикует неперiodические издания (монографии, учебные пособия, сборники статей, труды конференций, диссертации и авторефераты диссертаций и др.) на своей платформе и в Российском индексе научного цитирования [4].

Несмотря на небольшие различия, рассмотренные системы являются базами научных статей и в той или иной степени совмещают в себе такие функции, как индексация и поиск научных работ. Среди недостатков этих систем следует отметить отсутствие эффективных средств анализа результатов поиска, что не по-

зволяет использовать рассмотренные сервисы в качестве управления научно-исследовательской деятельностью.

Проблемой, существующей на данный момент, является то, что на рынке нет соответствующего легкого в использовании и настройке программного продукта или комплекса. Для решения данной проблемы предполагается разработать информационную систему для учета и контроля сведений о научных работах и удобного их хранения.

Разрабатываемая информационная система должна иметь простой, понятный и удобный интерфейс пользователя для преподавателей и сотрудников ВУЗа, которые, вполне возможно, не являются профессионалами в области информационных технологий.

В состав информационного обеспечения данной системы должны входить:

- потоки входной информации, к которым относятся сведения о научно-исследовательской деятельности преподавателей и сотрудников ВУЗа;

- потоки выходной информации, к которым можно отнести отчеты о научной работе учебного заведения.

Для ввода и вывода информации используются экранные формы, сканер и принтер.

В качестве программного обеспечения для разработки такой системы выбрана среда SublimeText3, локальный веб-сервер Open Server, языки программирования: HTML, CSS и PHP, а также для построения базы данных – система управления базой данных MySQL, для управления которой необходимо веб-приложение phpMyAdmin.

SublimeText3 является проприетарным текстовым редактором, со многими функциями, такими как быстрая навигация, командная палитра, одновременное редактирование, автосохранение, высокая степень настраиваемости, проверка синтаксиса, возможность поиска по мере набора. Он прост в использовании, имеет минималистичный интерфейс (минимум визуального шума) и кучу плагинов, расширяющих его функционал.

SublimeText поддерживает огромное количество языков программирования и имеет возможность подсветки синтаксиса для C, C++,

C#, CSS, HTML, Java, JavaScript, MATLAB, PHP, Python, SQL и т.д.

Open Server – это портативный локальный веб-сервер, имеющий многофункциональную программу управления и большой выбор подключенных компонентов. Это полноценный профессиональный инструмент, созданный для веб-разработчиков на основе их рекомендаций и пожеланий для разработки, отладки и тестирования веб-проектов, а также для предоставления веб-сервисов в локальных сетях.

Основным языком для создания структуры системы является HTML. Он устанавливает необходимые метаданные, которые содержат информацию о документе, а также информацию, необходимую для поисковых систем. Также создается разметка системы, где и как будет располагаться тот или иной элемент. Все необходимые файлы, содержащие коды других языков, подключаются с помощью этого языка.

Каскадные таблицы стилей CSS, находящиеся в подключаемом файле, используются для придания красивого внешнего вида разрабатываемой системы. Более того, с помощью этого языка определяется положение всех элементов на странице, а также их дизайн.

PHP – скриптовый язык общего назначения, позволяющий вставлять необходимый код в любую часть веб-приложения. Одним из преимуществ данного языка является простота кода и его компактность. Также огромным плюсом PHP, в отличие от других языков, является то, что он выполняется на стороне сервера, а значит от скорости компьютера пользователя или его браузера он не зависит.

MySQL представляет собой одну из самых распространенных сегодня систем управления базами данных в сети Интернет. Основными ее качествами являются надежность, высокая скорость и гибкость. Немаловажной характеристикой системы является ее бесплатность.

Для управления сервером MySQL, как говорилось ранее, необходимо веб-приложение phpMyAdmin. Оно позволяет через браузер осуществлять администрирование сервера MySQL, запускать команды SQL и просматривать содержимое таблиц и баз данных [8].

Техническое обеспечение системы рассма-

тривается со стороны разработчика и пользователя.

Разработчику для создания и обеспечения работоспособности информационной системы понадобятся следующие составляющие:

- персональный компьютер с периферийными устройствами;
- интернет;
- сервер.

К периферийным устройствам относится следующая аппаратура: клавиатура, мышь, сканер, принтер.

Подключение к сети Интернет на момент стадии разработки может не потребоваться, однако после запуска и тестирования системы подключение к интернету необходимо для ее поддержки. Интернет может предоставляться как проводным путем (кабель), так и беспроводным (Wi-fi).

Сервер используется в разработке для хранения файлов, ответа на запросы пользователей и выдачи запрашиваемой информации, обработки и выполнения скриптов, работы с базой данных. Контроль над работой сервера возлагается на системного администратора.

Со стороны пользователя для работы с информационной системой необходим только персональный компьютер с периферийными устройствами и интернет. В отличие от разработчика, пользователю сразу нужен доступ к интернету для пользования системой.

Основные процессы, выполняемые в системе:

- заполнение формы о научно-исследовательской деятельности;
- проверка и обработка данных;
- добавление в базу данных (рис. 2).

Для заполнения формы системы необходимы одни из следующих данных:

1. Учебно-методический материал: публикация учебно-методических пособий, участие в подготовке учебно-методических комплексов дисциплин, участие в разработке новых и обновленных образовательных программ, разработка информационно-коммуникационных материалов и т.д.

2. Научная работа: защита диссертаций, публикация научных монографий, публикация статьи, участие в международных, всероссий-

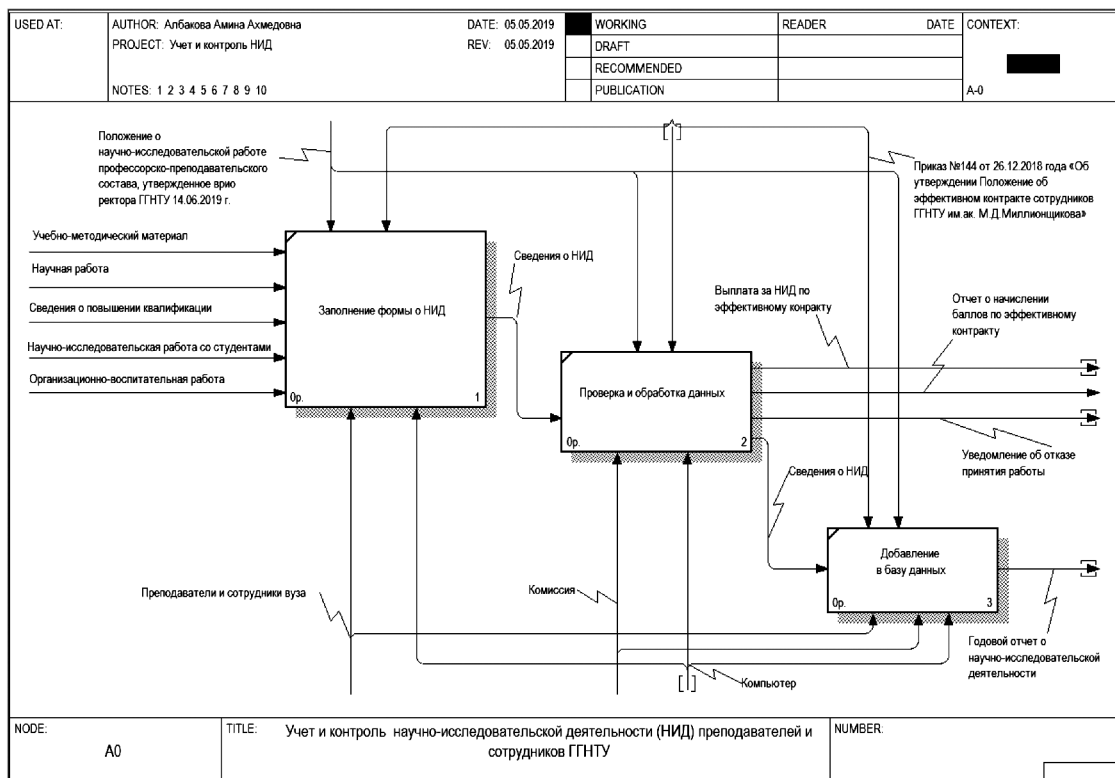


Рис. 2. Схема процессов, выполняемых в системе

ских, региональных и межвузовских научно-методических конференциях, симпозиумах в качестве члена программного/организационного комитета, участие в качестве научного руководителя или ответственного исполнителя в подготовке подачи заявки на грант и т.д.

3. Сведения о повышении квалификации: стажировки, повышение квалификации с получением удостоверения, работа в качестве председателей, экспертов, членов жюри предметных и методических комиссий, коллегий в олимпиадах, конкурсах, форумах различных

уровней и т.д.

4. Научно-исследовательская работа со студентами: руководство молодежным научным и инновационным проектом, руководство студенческой научной работой, подготовка студентов в области научной работы и т.д.

5. Организационно-воспитательная работа: руководство студенческим кружком, участие в организации и проведении студенческих (молодежных) и профессиональных мероприятий, награждение грамотой, дипломом, благодарностью ГГНТУ и т.д. [3].



Авторизация

Рис. 3. Форма авторизации пользователя

Для свободного пользования системой в первую очередь необходима авторизация пользователя с уже существующим профилем (рис. 3). Регистрирует сотрудника администратор, но для этого ему необходима следующая

информация: фамилия, имя, отчество, должность, электронная почта, номер телефона. После регистрации администратор передает логин и пароль пользователю, вследствие чего он получает доступ к системе.

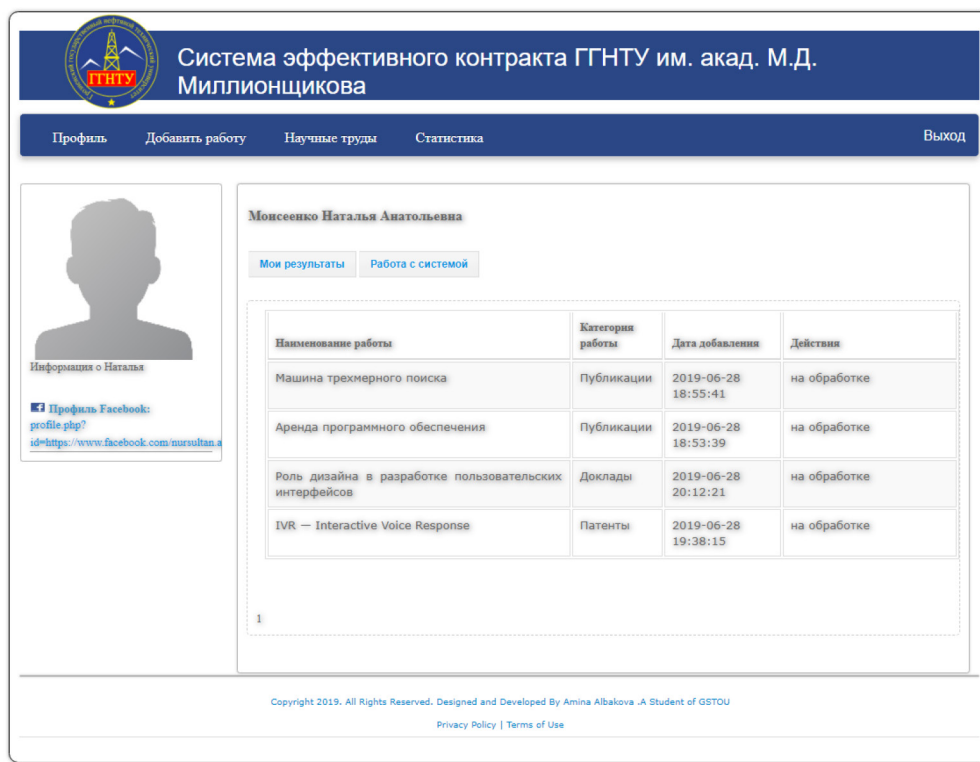


Рис. 4. Вкладка «Профиль/Мои результаты»

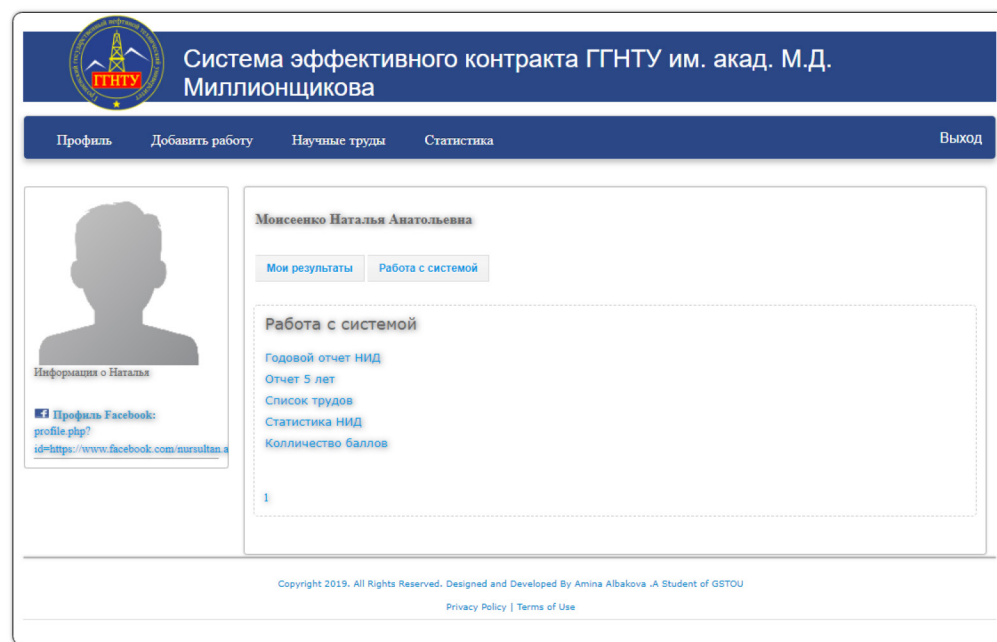


Рис. 5. Вкладка «Профиль/Работа с системой»

Выберите тип результата деятельности для добавления в систему

Учебно-методическая работа

- Руководство дипломной работой
- Публикация видеолекций на сайте ГГНТУ
- Публикация учебного издания
- Участие ВКР во всероссийских конкурсах
- Подготовка к олимпиадам, научным конкурсам
- Новая методика проведения занятий
- Разработка информационно-коммуникационных материалов

Научная работа

- Научное руководство
- Защита диссертации
- Публикация
- Патент
- НИР
- Участие в конференциях
- Научно-исследовательской установки

Повышение квалификации

- Стажировка
- Повышение квалификации
- Работа в качестве председателей, экспертов

Рис. 6. Вкладка «Добавить работу»

Информация о патенте

Авторы

Название доклада

Название конференции

Дата доклада

Аннотация доклада:

Добавить доклад

Рис. 7. Форма на заполнение научно-исследовательской деятельности

После входа в систему пользователь попадает на вкладку «Профиль», где ему предоставляются следующие возможности:

- «Мои результаты» – отслеживание сведений о научно-исследовательской деятельности, отправленных эксперту (комиссии) на проверку и обработку (рис. 4);
- «Работа с системой» – формирование

годового отчета НИД, списка трудов (в формате pdf), анализ статистики НИД, подсчет количества баллов, набранных за научно-исследовательскую деятельность, а также формирование отчета НИД за 5 лет (рис. 5).

На вкладке «Добавить работу» указаны типы результатов деятельности согласно эффективному контракту ГГНТУ (рис. 6). Здесь

пользователь выбирает тип результата, соответствующий своей научно-исследовательской деятельности, и заполняет форму для отправки запроса на добавление работы в базу данных (рис. 7). Однако доступ на заполнение формы открывается только в период сдачи отчета научно-исследовательской деятельности (раз в полгода).

Состояние запроса можно наблюдать на вкладке «Профиль/Мои результаты/Действия» (рис. 4).

При наличии подтверждающего документа запрос принимают и добавляют в общую базу, при отсутствии – на почту пользователя высылается уведомление о причине отказа. Добавленные работы можно наблюдать на вкладке «Научные труды». Количество добавленных работ показано на вкладке «Статистика» (рис. 8).

На сегодняшний день одной из обязательных характеристик любой информационной системы являются средства обеспечения информационной безопасности, т.к. высокая степень автоматизации порождает риск снижения безопасности информации.

Для обеспечения безопасности необходимо задействовать разные средства защиты.

Они представляют собой комплекс, состоящий из совокупности различных устройств, технических систем и приборов, которые могут быть использованы для решения различных задач по предупреждению утечки информации, общей защите и обеспечению безопасности защищаемой информации.

Средства по обеспечению защиты информации, в частности прекращения умышленных действий, в зависимости от способа реализации, делят на следующие группы:

- аппаратные технические средства (к ним относятся устройства различного типа, которые аппаратными средствами решают задачи по защите информации);
- программные средства (программные продукты для идентификации, шифрования информации, контроля доступа, удаления остаточной информации, тестового контроля системы защиты и др.).

Для обеспечения информационной безопасности разработанной системы были выбраны следующие средства защиты:

- Антивирусная защита. Для обеспечения безопасности системы нам необходимо установить на сервер, в котором будет храниться данная система, подходящий антиви-

Статистика	
Дипломных работ	83608
Диссертаций	27489
Докладов на конференциях	233067
Докторов наук	7847
Достижений	16326
Кандидатов наук	27258
Книг	67227
Курсовых работ	26071
Наград	16635
Научных коллективов	622
Научных отчетов	8978
НИР	17124
Патентов	11184
Пользователей	108663
Пользователей из МГУ	22380
Пользователей, новых за последнюю неделю	647
Почетных членств в организациях	497
Преподаваний курсов	160442
Свидетельств о регистрации прав на ПО	1676
Соавторов	438481
Стажировок	12140
Статей	689336
Тезисов докладов	145974
Учебных курсов	85111
Членств в диссертационных советах	7231
Членств в научных обществах	7436
Членств в програмных комитетах	37806
Членств в редколлегиях журналов	8691
Членств в редколлегиях сборников	13740

Рис. 8. Вкладка «Статистика»

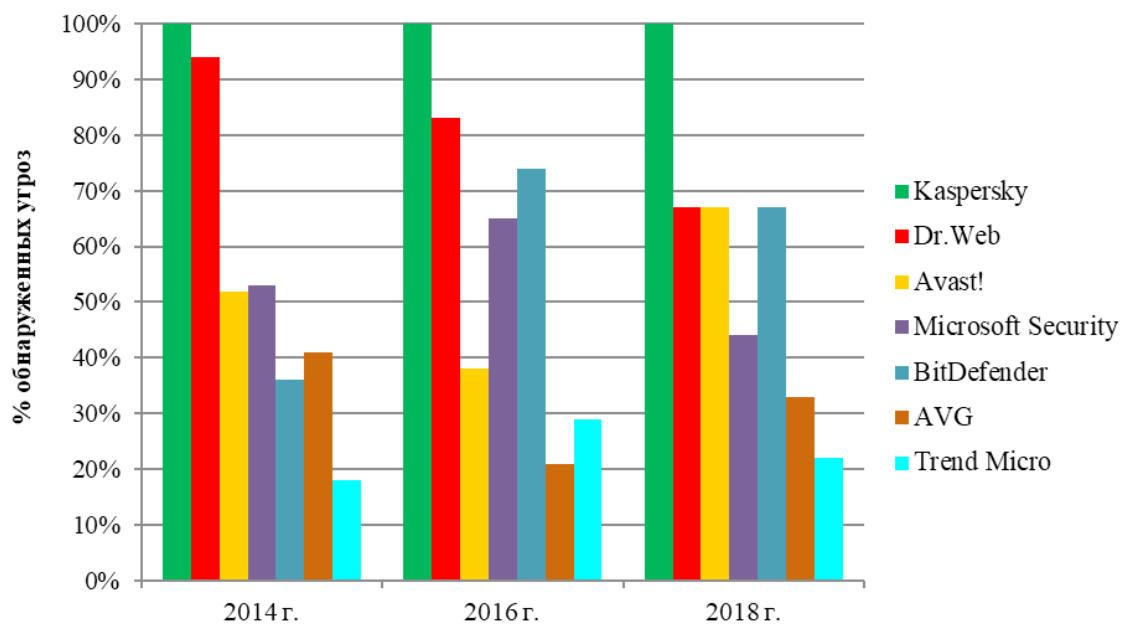


Рис. 9. Сравнительный анализ антивирусных программ

рус, который предотвратил бы непредвиденные угрозы.

На основе сравнения нескольких антивирусов (рис. 9) был выбран антивирус Kaspersky, который помимо высокой эффективности по выявлению вредоносных программ обладает кроссплатформенностью и может использоваться на компьютерах как под управлением Windows, так Mac OS и Linux.

– Авторизация и аутентификация пользователей. При данной мере пользователь должен использовать процедуры входа в систему как средство идентификации в начале работы. При таком подходе для определения личности любого пользователя нужно задавать уникальные логины и пароли, не являющиеся комбинированными данными личных данных пользователя.

В данной информационной системе, как говорилось ранее, разработана и внедрена процедура авторизации, которая определяет, кто из пользователей должен иметь доступ к той или иной информации и возможностям.

Использование таких средств защиты позволило свести к минимуму риск информационной безопасности.

Подводя итоги, отметим, что внедрение разработанной информационной системы позволит:

- повысить эффективность научно-исследовательской деятельности ВУЗа;
- предоставить возможность сотрудникам структурных подразделений вуза вести учет результатов своей научной деятельности;
- существенно улучшить процессы учета и контроля научно-исследовательской деятельности подразделений;
- сократить время подготовки и формирования отчетов различных видов;
- предоставить руководителям отдельных структурных подразделений и организации в целом средства проведения анализа научно-исследовательской деятельности каждого из сотрудников, отдельных подразделений и всей организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Положение о научно-исследовательской работе профессорско-преподавательского состава, утвержденное ректором ГГНТУ 14.06.2019 // Официальный сайт ГГНТУ. URL: http://gstou.ru/files/localnie_akti/pologeniya/pologenie_o_nir_pps.pdf (дата обращения: 26.07.19).

2. Положение об эффективном контракте профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО ГГНТУ имени академика М. Д. Миллионщикова, утвержденное врио ректора ГГНТУ 21.12.2018 г. // Официальный сайт ГГНТУ. URL: http://gstou.ru/files/localnie_akti/pologeniya/pologenie_ob_effect_kontrakte.pdf (дата обращения: 26.07.19).
3. Критерии и показатели эффективного контракта профессорско-преподавательского состава и научных работников высшего образования, педагогических работников среднего профессионального образования и учебно-вспомогательного персонала ФГБОУ ВО ГГНТУ имени акад. М. Д. Миллионщикова. Приложение к положению об эффективном контракте // Официальный сайт ГГНТУ. URL: http://gstou.ru/files/localnie_akti/pologeniya/pril_k_pologenie_ob_effect_kontrakte.pdf (дата обращения: 28.07.19).
4. Научная электронная библиотека – eLIBRARY. RU // Официальный сайт «E-library». URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 25.07.19).
5. ISI Web of Knowledge // Официальный сайт «Web of Science». URL: <http://webofknowledge.com> (дата обращения: 25.07.19).
6. Scopus // Официальный сайт «Scopus». URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (дата обращения: 28.07.19).
7. *Васильева В. М.* Руководство по использованию поисковой системы Google Академия (Google Scholar) // Методическое пособие. URL: http://www.spa.msu.ru/uploads/files/nautchnaja_dejatelnost/GoogleScholar.pdf (дата обращения: 27.07.19).
8. *Ефромеев Н. М.* Основы web-программирования: учебное пособие / Ефромеев Н. М., Ефромеева Е. В. [Электрон. текстовые данные.] Саратов: Вузовское образование, 2019. 128 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/86300.html> (дата обращения: 26.07.19).

**DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM OF ACCOUNTING
FOR AND CONTROL OF RESEARCH ACTIVITIES OF THE FACULTY
AND STAFF OF THE UNIVERSITY
(FOR EXAMPLE, INFORMATION TECHNOLOGIES
DEPARTMENT, FSBEI GGTU)**

© N. A. Moiseenko, A. A. Albakova

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

This article deals with the problem of accounting, control and convenient storage of information about research activities. An important factor that necessitates the development of an information system is the lack of a software product or complex on the market that allows it to be used as a management of research activities. In the course of the study, the analysis of the research activities of teachers and employees of the Grozny state oil technical University named after academician M. D. Millionshchikov was carried out; analysis of existing systems of automated accounting of data on scientific works; analysis of software required for the development of an information system, as well as comparative analysis of anti-virus programs. As a result of the study, an information system of accounting and control of research activities of teachers and staff of the University was developed, which will provide an opportunity for employees of the educational institution to keep records of the results of their research activities and generate various reports. This will significantly increase the efficiency of research activities of the University, and reduce the time of preparation and formation of reports of various types.

Key words: information system, research activity, accounting, control.

REFERENCES

1. Polozhenie o nauchno-issledovatel'skoj rabote professorsko-prepodavatel'skogo sostava, utverzhdennoe rektorom GGNTU 14.06.2019. Oficial'nyj sajt GGNTU [The provision on the research work of the faculty approved by the rector of GSTU 14.06.2019. Official site of GSTOU, available at URL: http://gstou.ru/files/localnie_akti/pologeniya/pologenie_o_nir_pps.pdf]
2. Polozhenie ob jeffektivnom kontrakte professorsko-prepodavatel'skogo sostava FGBOU VO GGNTU imeni akademika M.D. Millionshhikova, utverzhdennoe vrio rektora GGNTU 21.12.2018. Oficial'nyj sajt GGNTU. [The provision on an effective contract of the faculty of the FSBEI HE GSTU the estate of academician M.D. Millionshikov, approved by the interim rector of GSTU 21.12.2018. Official website of GSTU, available at: URL: http://gstou.ru/files/localnie_akti/pologeniya/pologenie_ob_effect_kontrakte.pdf]
3. Kriterii i pokazateli jeffektivnogo kontrakta professorsko-prepodavatel'skogo sostava i nauchnyh rabotnikov vysshego obrazovaniya, pedagogicheskikh rabotnikov srednego professional'nogo obrazovaniya i uchebno-vspomogatel'nogo personala FGBOU VO GGNTU imeni akad. M.D. Millionshhikova. Prilozhenie k polozheniju ob jeffektivnom kontrakte. Oficial'nyj sajt GGNTU [Criteria and indicators of an effective contract for faculty and research workers of higher education, pedagogical workers of secondary vocational education and teaching and auxiliary staff of the acad. M. D. Millionschikova. Appendix to the regulation on an effective contract. Official website of GSTOU, available at: URL: http://gstou.ru/files/localnie_akti/pologeniya/pril_k_pologonie_ob_effect_kontrakte.pdf]
4. Nauchnaja elektronnaja biblioteka – eLIBRARY. RU. Oficial'nyj sajt «Elibrary» [Scientific electronic library – eLIBRARY. RU. Official site “Elibrary”, available at: URL: <https://elibrary.ru>]
5. ISI Web of Knowledge. Official website of “Web of Science”, available at: URL: <http://webofknowledge.com>
6. Scopus. Official website of “Scopus”, available at: URL: <https://www.scopus.com/home.uri>
7. Vasilieva, V.M. Rukovodstvo po ispol'zovaniju poiskovoj sistemy Google Akademija (Google Scholar). Metodicheskoe posobie. [Google Academy Search Guide (Google Scholar). Toolkit, available at: URL: http://www.spa.msu.ru/uploads/files/nautchnaja_dejatelnost/GoogleScholar.pdf]
8. Efromeev, N. M. and Efromeeva E.V. (2019) Osnovy web-programmirovaniya: uchebnoe posobie. Saratov: Vuzovskoe obrazovanie. [The basics of web-programming: a guide book, training manual. Saratov. Higher education, available at: URL: <http://www.iprbookshop.ru/86300.html>], 128 p.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ: НЕОБХОДИМОСТЬ СОВРЕМЕННОСТИ

© Н. А. Моисеенко, И. С. Джабраилов

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

Данная статья посвящена проблеме перехода от традиционных методов и форм к самым современным технологиям, проектированию информационной системы управления организацией. Цель данного исследования заключается в проектировании информационной системы управления организацией. Задачами исследования являются: анализ традиционных форм управления; информационных систем управления; проектирование IDEF модели информационной системы управления организацией. Переход от традиционных методов и форм к современным технологиям является одним из правильных решений. После внедрения назначенные пользователи будут иметь соответствующий доступ к соответствующей информации. Важно отметить, что не все, вводящие данные в ИСУ, обязательно должны быть на уровне управления. Как правило, материалы для ИСУ вводятся неуправляемыми сотрудниками, хотя они редко имеют доступ к отчетам и платформам поддержки принятия решений, предлагаемым этими системами.

Ключевые слова: управление, организация, метод, информационная система.

Управление организацией – это не простая деятельность, она довольно сложна. На функционирование организации влияют как внутренние, так и внешние факторы. Кроме того, существует несколько областей и элементов, которыми необходимо управлять. Иногда функционирование одной области может оказаться в конфликте с функционированием другой области. Бесперебойное функционирование организации зависит от того, как осуществляется управление этими различными областями и элементами. Существуют конкретные методы управления для каждой области и элемента. Существуют и другие методы, которые могут охватывать всю организацию. Если следовать этим методам, это будет способствовать правильному и здоровому функционированию организации. И в столь сложном деле не обойтись без автоматизированных информационных систем [1].

Актуальность данного исследования обусловлена теми факторами, что современный мир является информационным миром, где основой экономики является информационное общество, которое занимается работой над информацией.

Выступает проблема перехода от традиционных методов и форм к современным технологиям, где основную роль играют информационные технологии и системы.

Цель данного исследования заключается в проектировании информационной системы управления организацией.

Задачи исследования:

- анализ традиционных форм управления;
- анализ информационных систем управления;
- проектирование IDEF модели информационной системы управления организацией.

Управление организацией можно условно разделить на две области. Этими областями управления являются управление внутренними элементами организации, которые оказывают влияние на функционирование организации, и управление организационными функциями, когда организация вступает в контакт с внешними учреждениями.

Внутренние организационные элементы управления обычно включают оперативное управление, которое является ключом к существованию организации, финансовое управление для обеспечения финансового здоровья ор-

ганизации, управление людскими ресурсами, которое занимается управлением и развитием сотрудников, управление организационным будущим, которое заботится о будущем организации в контексте быстро меняющихся условий, и управление безопасностью, которое заботится о безопасности сотрудников, защита организационных свойств и внешних потребностей сотрудников [1].

Организационными функциями с участием внешних агентств являются функции продажи и покупки с участием клиентов и поставщиков; соблюдение правил и законов, когда организация вступает в контакт с регулирующими органами и правительством; социальные функции, когда организация вступает в контакт с обществом, средствами массовой информации и местными органами власти; отношения с инвесторами, когда организация должна защищать свое функционирование, чтобы иметь доверие своих инвесторов; и функции построения имиджа, с помощью которых организация не только влияет на свой имидж, но и повышает ценность своего бренда [1].

Информационная система управления (ИСУ) – это совокупность информации, экономико-математических методов и моделей, технических, программных, других технологических средств и специалистов, а также предназначенная для обработки информации и принятия управленческих решений. Классификация информационных систем управления зависит от видов процессов управления, уровня управления, сферы функционирования экономического объекта и его организации, степени автоматизации управления. Информационные системы (ИС) федерального значения решают задачи информационного обслуживания аппарата административного управления и функционируют во всех регионах страны. Территориальные (региональные) ИС предназначены для решения информационных задач управления административно-территориальными объектами, расположенными на конкретной территории [4].

Муниципальные ИС функционируют в органах местного самоуправления для информационного обслуживания специалистов и обеспечения обработки экономических, соци-

альных и хозяйственных прогнозов, местных бюджетов, контроля и регулирования деятельности всех звеньев социально-экономических областей города, административного района и т. д.

По видам процессов управления ИС делятся на: Информационные системы управления технологическими процессами предназначены для автоматизации различных технологических процессов (гибкие технологические процессы, энергетика и т. д.). ИС управления организационно-технологическими процессами представляют собой многоуровневые, иерархические системы, которые сочетают в себе ИС управления технологическими процессами и ИС управления предприятиями. ИС организационного управления, которые предназначены для автоматизации функций управленческого персонала. К этому классу ИС относятся информационные системы управления как промышленными фирмами, так и непромышленными экономическими объектами – предприятиями сферы обслуживания. Основными функциями таких систем являются оперативный контроль и регулирование, оперативный учет и анализ, перспективное и оперативное планирование, бухгалтерский учет, управление сбытом и снабжением и решение других экономических и организационных задач. Интегрированные ИС предназначены для автоматизации всех функций управления фирмой и охватывают весь цикл функционирования экономического объекта: начиная от научно-исследовательских работ, проектирования, изготовления, выпуска и сбыта продукции до анализа эксплуатации изделия. Корпоративные ИС используются для автоматизации всех функций управления фирмой или корпорацией, имеющей территориальную разобщенность между подразделениями, филиалами, отделениями, офисами и т. д. ИС научных исследований обеспечивают решение научно-исследовательских задач на базе экономико-математических методов и моделей. Обучающие ИС используются для подготовки специалистов в системе образования, при переподготовке и повышении квалификации работников различных отраслей экономики. Основной составляющей частью автоматизированной ин-

формационной системы является информационная технология (ИТ), развитие которой тесно связано с развитием и функционированием ИС. Информационная технология (ИТ) – процесс, использующий совокупность методов и средств реализации операций сбора, регистрации, передачи, накопления и обработки информации на базе программно-аппаратного обеспечения для решения управленческих задач экономического объекта. Основная цель автоматизированной информационной технологии – получать посредством переработки первичных данных информацию нового качества, на основе которой вырабатываются оптимальные управленческие решения. Автоматизированные информационные системы для информационной технологии – это основная среда, составляющими элементами которой являются средства и способы для преобразования данных. Способ построения сети зависит от требований управленческого аппарата к оперативности информационного обмена и управления всеми структурными подразделениями фирмы. Повышение запросов к оперативности информации в управлении экономическим объектом привело к созданию сетевых технологий, которые развиваются в соответствии с требованиями современных условий функционирования организации. Выбор стратегии организации автоматизированной информационной технологии определяется следующими факторами:

- областью функционирования предприятия или организации;
- типом предприятия или организации;
- производственно-хозяйственной или иной деятельностью;
- принятой моделью управления организацией или предприятием;
- новыми задачами в управлении;
- существующей информационной инфраструктурой.

Среда, в которой работает организация, меняется со временем. В последнее время она очень быстро изменилась. Нынешние условия глобализации, стремительный технический прогресс и экономическая турбулентность обострили проблемы для управления организацией, поскольку они затронули как внутренние, так и внешние функции управления.

Большое количество методов управления доступно руководству для решения организационных вопросов. Выбор правильных методов, а затем успешное использование выбранных методов помогают руководству принимать правильные решения, что приводит к эффективной и результативной работе организации. Правильные решения, принятые в соответствующее время, не только улучшают процессы, продукты и услуги организации, но и побуждают организацию обеспечивать превосходную производительность и прибыль. Успешное использование таких методов требует понимания сильных и слабых сторон каждой техники, а также способности творчески интегрировать правильные методы, правильным образом, в нужное время. Секрет не в том, чтобы найти одно простое решение, а в том, чтобы узнать, какие методы использовать, как и когда их использовать [1].

В современных условиях менеджерам необходимо понимать применение методов управления и иметь возможность выявлять, выбирать, внедрять и интегрировать оптимальные методы не только для оптимизации деятельности организации, но и для ее улучшения. Выбор правильной техники очень важен для получения желаемых результатов.

Основой для развития организации является использование в работе современных информационных систем управления.

Исследование систем управленческой информации рассматривает людей, процессы и технологии в организационном контексте.

В корпоративной среде конечной целью использования информационной системы управления является увеличение прибыли и повышение производительности.

Хотя информационные системы управления могут использоваться на любом уровне управления, решение о том, какие системы внедрять, как правило, принимает главный сотрудник по информатизации и главный технический сотрудник (технический директор). Эти сотрудники, как правило, отвечают за общую технологическую стратегию организации, включая оценку того, как новая технология может помочь их организации. Они выступают в качестве лиц,

принимающих решения в процессе внедрения новых ИСУ [2].

После принятия решений за техническую реализацию системы отвечают ИТ-директора, в том числе директора ИСУ. Они также отвечают за реализацию политик, влияющих на ИСУ. Кроме того, их роль заключается в обеспечении доступности данных и сетевых услуг, а также безопасности соответствующих данных путем координации деятельности в области ИТ [2].

После внедрения назначенные пользователи будут иметь соответствующий доступ к соответствующей информации. Важно отметить, что не все, вводящие данные в ИСУ, обязательно должны быть на уровне управления. Как правило, материалы для ИСУ вводятся неуправляемыми сотрудниками, хотя они редко имеют доступ к отчетам и платформам поддержки принятия решений, предлагаемым этими системами [3].

Современные системы автоматизации управления предприятием собственно управленческих решений, в отличие от систем автоматизированного управления техническими объектами (автопилот, ракеты с автонаведением на цель и др.) сегодня не принимают и выполнения этих решений автоматически не обеспечивают. Например, запустив автопилот, летчик может выпустить из рук штурвал и в определенной степени отвлечься от управления самолетом, а высота, курс и другие параметры полета будут поддерживаться автоматически в соответствии с заданными значениями, при этом достаточно лишь следить за показаниями определенных приборов, чтобы сохранять контроль за ситуацией. Комплексная система управления предприятием, напротив, представляет собой информационную систему, в которой оперативно накапливаются и обрабатываются данные о текущей финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Эти системы часто так и называются – корпоративная информационная система (КИС). В аналогии с управлением самолетом КИС выполняет роль приборной системы, показания которой в той или иной степени характеризуют параметры «полета» предприятия. Однако возможностей автопилота эти системы не обеспечивают. Ру-

ководителю предприятия все равно приходится постоянно держать в руках штурвал и, ориентируясь по показаниям приборов КИС, обеспечивать продвижение предприятия к намеченной цели.

Используемая выше аналогия позволяет подчеркнуть еще несколько особенностей КИС. КИС должна вести себя так же, как и система управления самолетом, – любое управляющее воздействие летчика (руководителя) должно без искажений и в заданное время поступать на исполнительные механизмы, а состояние этих механизмов и результаты их работы должны отображаться на «приборной доске» КИС. Управляя самолетом, летчик должен быть убежден, что показания приборов отражают ситуацию на текущий момент, а не с опозданием, скажем, на полчаса. В идеале так же должна вести себя и КИС (с учетом того, что масштаб реального времени может измеряться не долями секунды, как у самолета, а, например, месяцами, в зависимости от особенностей бизнеса).

При создании комплексной системы автоматизации управления предприятием должны быть решены следующие основные задачи:

- создание или оптимизация единой системы планирования деятельности предприятия, основанной на учетных процедурах и дополненной эффективным механизмом управления;
- постановка или оптимизация внутренней учетной политики предприятия с детализацией, обеспечивающей управленческий учет и объективный анализ результатов финансово-хозяйственной деятельности;
- поддержка принятия решений на всех уровнях управления на основе совершенствования процессов сбора и обработки различных видов информации.

Частные задачи, решаемые КИС, во многом определяются областью деятельности, структурой и другими особенностями конкретных предприятий.

Перечислим примерный перечень задач, которые должна решать КИС на различных уровнях управления предприятием.

Существует множество типов информационных систем управления. Ниже перечислены

типы информационных систем, используемых для создания отчетов, извлечения данных и оказания помощи в процессе принятия решений руководителями среднего и операционного уровней:

1. Системы поддержки принятия решений (СППР) – это компьютерные программные приложения, используемые средним и высшим руководством для сбора информации из широкого круга источников для поддержки решения проблем и принятия решений. СППР используется в основном для решения полуструктурированных и неструктурированных задач.

2. Исполнительные информационные системы (ИИС) – это инструмент отчетности, который обеспечивает быстрый доступ к сводным отчетам, поступающим со всех уровней компании и отделов, таких как бухгалтерия, людские ресурсы и операции.

3. Системы маркетинговой информации – это системы управленческой информации, разработанные специально для управления маркетинговыми аспектами бизнеса.

4. Учетно-информационные системы являются целенаправленными учетными системами.

5. Для кадровых аспектов используются системы управления человеческими ресурсами.

6. Системы автоматизации делопроизводства (САД) поддерживают связь и производительность на предприятии путем автоматизации рабочего процесса и устранения узких мест. САД может осуществляться на любом и всех уровнях управления.

7. Программное обеспечение планирования ресурсов организации облегчает обмен информацией между всеми бизнес-функциями внутри организации и управление подключениями к внешним заинтересованным сторонам.

8. Локальные базы данных могут быть небольшими, упрощенными инструментами для менеджеров и считаются основной или базовой версией ИСУ [5].

Ниже приведены некоторые из преимуществ, которые могут быть достигнуты с помощью ИСУ:

1. Повышение эффективности работы организации, ценности существующих продук-

тов, стимулирование инноваций и разработка новых продуктов, а также помощь менеджерам принимать более эффективные решения.

2. Компании способны выявить свои сильные и слабые стороны благодаря наличию отчетов о доходах, отчетов о работе сотрудников и т. д. Выявление этих аспектов может помочь компании улучшить свои бизнес-процессы и операции.

3. Дают общую картину компании.

4. Выступают в качестве инструмента коммуникации и планирования.

5. Наличие данных о клиентах и обратной связи может помочь компании привести свои бизнес-процессы в соответствие с потребностями клиентов. Эффективное управление данными о клиентах может помочь компании в проведении прямых маркетинговых и рекламных мероприятий.

6. ИСУ может помочь компании получить конкурентное преимущество.

7. Отчеты ИСУ могут помочь в принятии решений, а также сократить время простоя для активных элементов [4].

Выбор комплекса задач автоматизации. Для примера возьмем организацию, деятельность которой заключается в предоставлении услуг в области информационных технологий. На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма деятельности организации.

Отображение бизнес-процессов лучше оформить согласно методологии IDEFO.

Описание системы с помощью IDEFO называется функциональной моделью. Функциональная модель предназначена для описания существующих бизнес-процессов, в котором используются как естественный, так и графический языки. Для передачи информации о конкретной системе источником графического языка является сама методология IDEFO.

Методология IDEFO предписывает построение иерархической системы диаграмм – единичных описаний фрагментов системы. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимодействия с окружающим миром (контекстная диаграмма), после чего проводится функциональная декомпозиция – система разбивается на подсистемы и каждая подсистема описывается отдельно (диаграммы

декомпозиции). Затем каждая подсистема разбивается на более мелкие, и так далее до достижения нужной степени подробности [6].

Каждая IDEFO-диаграмма содержит блоки и дуги. Блоки изображают функции моделиру-

емой системы. Дуги связывают блоки вместе и отображают взаимодействия и взаимосвязи между ними.

На рисунке 2 представлена диаграмма первого уровня по нотации SADT. Она отражает

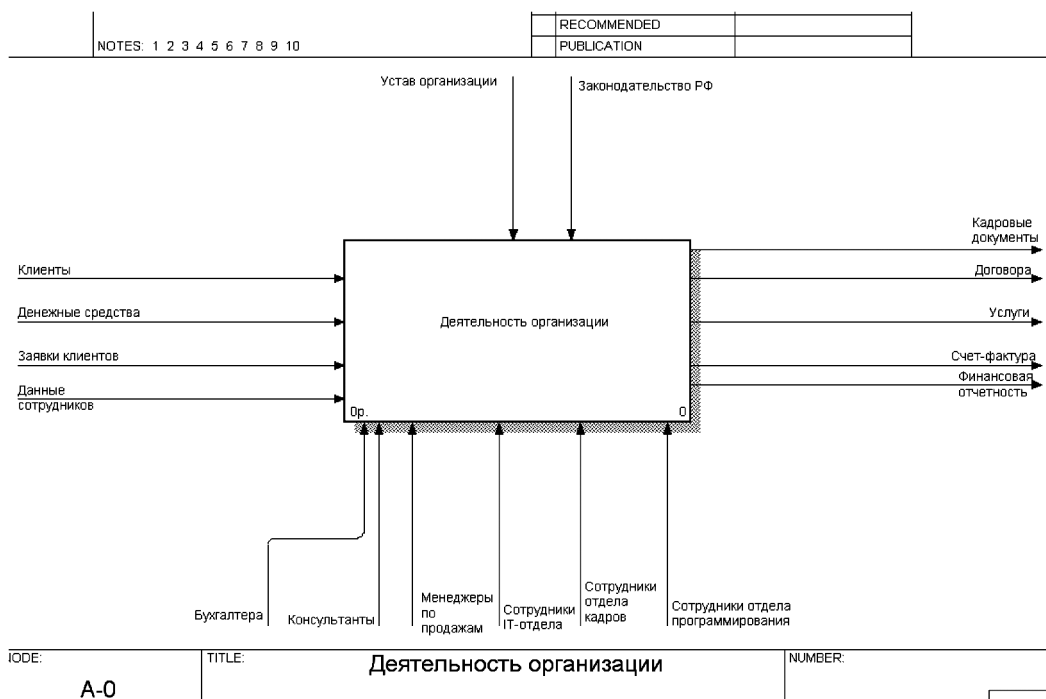


Рис. 1. Контекстная диаграмма деятельности организации

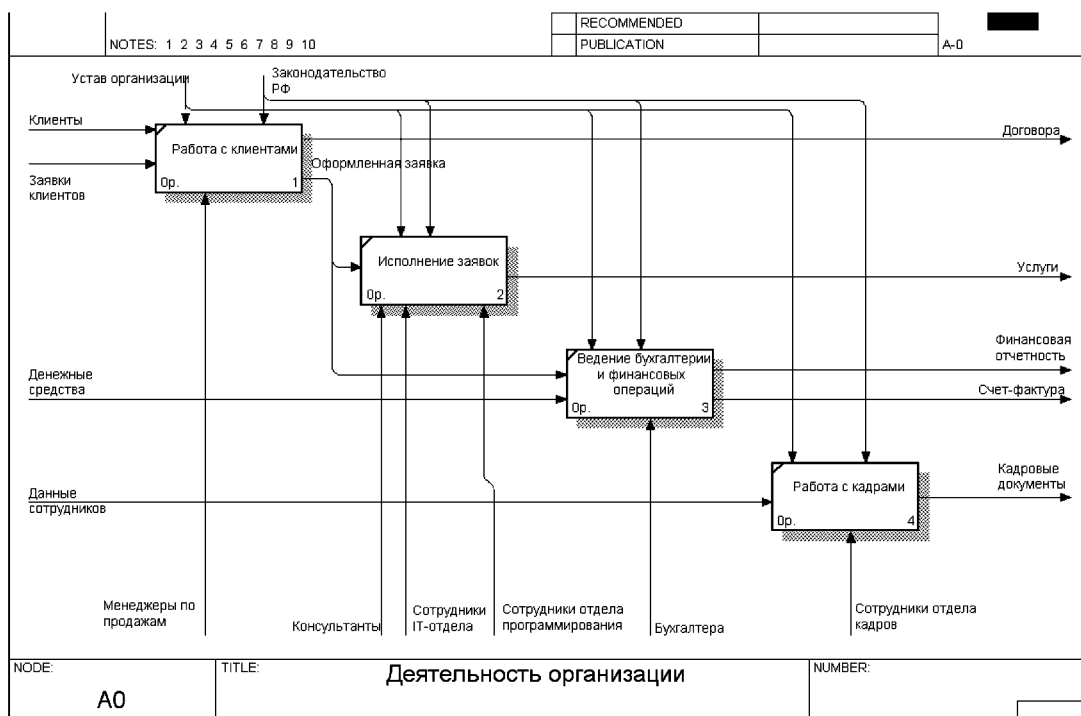


Рис. 2. Деятельность организации

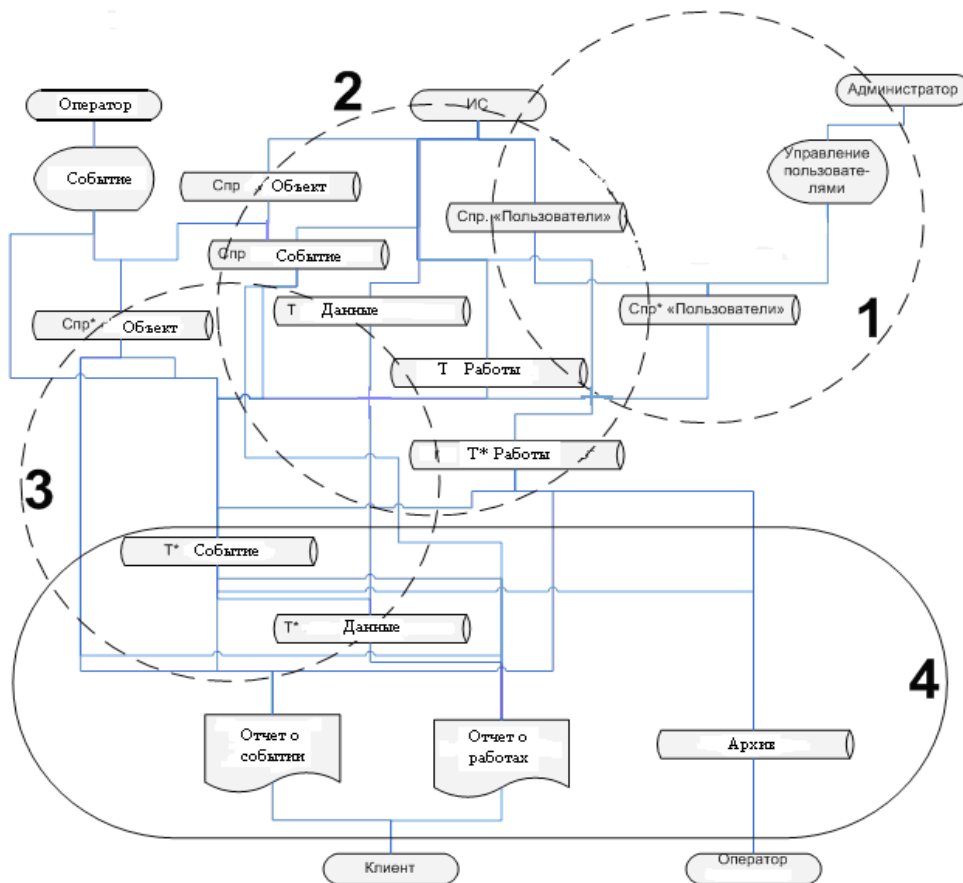


Рис. 3. Информационная модель

общую концепцию деятельности организации и протекающие в ней бизнес-процессы.

Таким образом, можно выделить четыре класса процессов, протекающих в компании:

- работа с клиентами;
- исполнение заказов;
- ведение бухгалтерии и финансовой отчетности;
- работа с кадрами.

Информационная модель информационной системы и её описание.

Информационная система может быть определена с технической точки зрения как набор взаимосвязанных компонентов, которые собирают, обрабатывают, запасают и распределяют информацию, чтобы поддержать принятие решений и управление в организации.

Информационные системы содержат информацию о значительных людях, местах и объектах внутри организации или в окружающей среде.

Основу деятельности любой организации составляют ее деловые процессы или биз-

нес-процессы, которые определяются целями и задачами организации.

Информационная модель комплекса задач служит для отображения взаимосвязи входных, промежуточных, а также результатных информационных потоков, функций предметной области и файлов с условно-постоянной информацией [6].

Ниже на рисунке 3 приведена подробная информационная модель рассматриваемого комплекса задач.

Область 1 отображает процесс конфигурирования ИС в части ввода пользователей ИС.

Область 2 отображает то, что из базы ИС в рамках моделируемой задачи используются три справочника и две таблицы.

Область 3 отображает собственно процесс обработки событий.

Область 4 отображает то, что моделируемая ИС предоставляет на выходе [7].

Выводы. Информационные системы проектируются с использованием метода жизненного цикла разработки систем. Это в значитель-

ной степени является правильным решением. Сначала анализируется текущая ситуация. Затем указываются требования, которые должны воплощать решение. Следующий этап – разработка решения (пока нет программирования). Затем система разрабатывается (программируется) и тестируется. Наконец, система запускается и работает для конечных пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдова Т. Ю., Шелобаев С. И., Арсеньев Ю. Н. Информационные системы и технологии. Экономика. Управление. Бизнес: учебное пособие. Москва: Юнити Дана, 2012.
2. Вдовин В. М. Предметно-ориентированные экономические информационные системы: учебное пособие. М.: Омега Л, 2012.
3. Сатунина А. Е., Сысоева Л. А. Управление проектом корпоративной информационной системы предприятия: учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2009.
4. Исаев Д. В., Кравченко Т. К. Информационные технологии управленческого учета. Учебно-методический комплекс (УМК). М.: ГУ-ВШЭ, 2006. 297 с.
5. Мостовой Е. Л. Автоматизация управления эффективностью бизнеса на основе системы сбалансированных показателей. М.: УМК, 2007.
6. Тебекин А. В., Мантусов В. Б. Управление организацией: теоретико-методологические основы, функциональные задачи, технологии, прикладные аспекты: Монография. М.: РИО Российской таможенной академии, 2016. 312 с.

DESIGNING MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS ORGANIZATION: THE NEED OF TODAY

© N. A. Moiseenko, I. S. Dzhabrailov

GSTOU named after academ. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

This article is devoted to the problem of transition from traditional methods and forms to the most modern technologies, design of information management system of the organization. The purpose of this study is to design an information management system of the organization. The objectives of the study are: – analysis of traditional forms of management; information management systems; design IDEF model of information management system. The transition from traditional methods and forms to modern technologies is one of the right solutions. Once implemented, designated users will have appropriate access to the relevant information. It is important to note that not all data entry into the IMS must necessarily be at the management level. Typically, materials for IMS are introduced by unmanaged staff, although they rarely have access to the reports and decision support platforms offered by these systems.

Key words: Management, organization, method, information system

REFERENCES

1. Davydova, T. Ju., Shelobaev, S. I. and Arsen'ev, Ju. N. (2012) Informacionnye sistemy i tehnologii. Jekonomika. Upravlenie. Biznes: uchebnoe posobie. Juniti Dana [Information systems and technologies. Economy. Control. Business: study guide. Unity Dana], Moscow.
2. Vdovin, V. M. (2012) Predmetno-orientirovannye jekonomicheskie informacionnye sistemy: uchebnoe posobie [Subject – oriented economic information systems: study guide]. M.: Omega L.
3. Satunina, A. E. and Sysoeva, L. A. (2009) Upravlenie proektom korporativnoj informacionnoj sistemy predprijatija: uchebnoe posobie. Finansy i statistika. [Project management of a corporate information system of an enterprise: study guide. Finance and Statistics].
4. Isaev, D. V. and Kravchenko, T. K. (2006) Informacionnye tehnologii upravlencheskogo ucheta. Uchebno-metodicheskij kompleks (UMK) [Information technology of management accounting. Educational-methodical complex (EMC)]. M.: NRU-HSE. 297 p.
5. Mostovoj, E. L. (2007) Avtomatizacija upravljenja jeffektivnost'ju biznesa na osnove sistemy sbalansirovannyh pokazatelej. UMK. [Automation of business performance management based on a balanced scorecard. EMC]. M.
6. Tebekin, A. V. and Mantusov, V. B. (2016) Upravlenie organizaciej: teoretiko-metodologicheskie osnovy, funkcional'nye zadachi, tehnologii, prikladnye aspekty: Monografija. M.: RIO Rossijskoj tamozhennoj akademii [Organization management: theoretical and methodological foundations, functional tasks, technologies, applied aspects. Monograph M.: PH of the Russian Customs Academy]. 312 p.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ

© А. С. Нурадинов, Н. С. Уздиева, Э. М. Балатханова, А. Н. Тепсаев
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

Проведен теоретический анализ процессов формирования литых заготовок при непрерывной разливке стали. На базе проведенного анализа разработана математическая модель для изучения термо-силовых процессов, происходящих в кристаллизаторе и зоне вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Методом математического моделирования определены параметры теплообмена и затвердевания исследуемых заготовок вдоль ее технологической оси. В качестве переменного параметра при формировании заготовок рассмотрена интенсивность теплоотвода в зоне вторичного охлаждения. Установлено, что математическое моделирование достаточно адекватно воспроизводит процессы формирования реальной непрерывнолитой заготовки, что позволяет рекомендовать предложенную модель для проведения исследований и оптимизации условий теплообмена в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ.

Ключевые слова: МНЛЗ, заготовка, теплообмен, затвердевание, математическое моделирование.

Качество заготовок непрерывного литья в значительной мере определяется не только конструкцией кристаллизатора, но и температурой разливаемой стали, а неравномерный теплоотвод от затвердевающей заготовки вызывает неодинаковое распределение температур в твердой корочке и различные деформационные напряжения металла по высоте и поперечному сечению заготовки. Это приводит к развитию многочисленных поверхностных и внутренних дефектов, снижающих механические свойства литого металла, и сокращению срока службы металлоизделий из них.

Многие авторы связывают появление трещин в непрерывнолитой заготовке с ее напряженно-деформированным состоянием. В связи с этим для дальнейшего повышения качества непрерывнолитых заготовок необходимо изучать механизмы, влияющие на процесс затвердевания, а также проанализировать напряженное состояние заготовки. Решение этих проблем определяется, прежде всего, условиями теплоотвода и другими свойствами материала кристаллизатора и гидродинамическими процессами, происходящими ниже уровня мениска жидкой стали.

Наибольший интерес с точки зрения причин образования трещин представляют главные параметры, влияющие на их возникновение, – прочность, деформационная способность и скорость деформации металла при температурах затвердевания стали [1]. Необходимо, чтобы вследствие усадки стали, температурных напряжений и ферростатического давления суммарные напряжения, деформационная способность и скорость деформации не превышали их критических значений, при которых наступает разрыв металла [2].

Деформация металла весьма существенно влияет на допустимые напряжения в затвердевшей стали. В результате обработки экспериментальных данных предложены формулы для определения допустимого предела прочности в зависимости от температуры поверхности заготовки и температуры плавления заданной марки стали [3]:

$$\sigma_{кр.} = \sigma_m \cdot \exp^{\beta \cdot (1 - T_{пл.}/T_{нов.})}, \quad (1)$$

где σ_m – напряжение вблизи температуры солидуса стали, равное по экспериментальным данным 7,5-8,0 МПа; $T_{пл.}$ – температура плав-

ления стали; $T_{нов.}$ – температура поверхности непрерывного слитка; β – экспериментальный коэффициент, равный 6,88.

При температуре, близкой к солидусу, значение допустимой деформации может быть определено по эмпирической формуле;

$$\varepsilon_{кр.} \approx 2,0 \cdot \tau^{-0,55}, \quad (2)$$

где τ – продолжительность затвердевания корочки.

Таким образом, склонность к образованию трещин зависит от соотношения деформационной способности и прочностных свойств затвердевающей стали.

Трещины всегда возникают в том случае, если прочность металла σ , относительная деформация ε и скорость деформации определенного участка затвердевшего металла выше допусаемых для конкретной марки стали.

В области моделирования термонапряжений и термдеформаций в настоящее время не существует единого подхода. Так, в работе [4] рассматривается упругое приближение, в [5, 6] решается упруго-пластическая задача, в [7-9] используются модели вязкоупругого поведения материала. В настоящее время наиболее широко используются два основных подхода к расчету термонапряжений в непрерывнолитом слитке, основанные на моделях упругопластического и вязкоупругого поведений металла.

При построении математической модели для расчета термических напряжений и деформаций мы учитывали, что формирование напряженного состояния происходит в условиях изменения толщины корки затвердевшего металла во времени, сложного характера теплообмена и т.д., т.е. в условиях сложного нагружения. Расчет напряжений и деформаций при наличии вязких и пластических эффектов требует в этом случае учета истории нагружения. Последнее достаточно полно можно осуществить только в рамках теории течения [10], в соответствии с которой процесс разбивался на последовательные этапы и задача решалась

в приращениях напряжений и деформаций для поэтапного изменения нагружения.

В рассматриваемом случае затвердевшую часть слитка можно рассматривать как неограниченную вдоль координат x и z пластину переменной во времени толщины h , определяемой текущим положением изотермы солидуса ($T_{сол.}$), которое находится из решения тепловой задачи (ось x направлена вдоль пластины, ось z – по высоте, ось y – поперек в направлении действия градиента температур).

Пренебрегая внешними механическими нагрузками по сравнению с термическими и учитывая, что температура пластины зависит лишь от координаты x в соответствии с [10] для любого n -го этапа нагружения, запишем:

$$\Delta\sigma_y^n(x) = \Delta\sigma_z^n(x); \quad (3)$$

$$\Delta\sigma_x^n = \Delta\sigma_{xy}^n = \Delta\sigma_{xz}^n = \Delta\sigma_{yz}^n = 0. \quad (4)$$

Тогда уравнения равновесия при условиях (3) и (4) выполняются тождественно, а уравнения совместности деформаций приобретают форму:

$$\frac{\partial^2 \Delta\varepsilon_y^n}{\partial x^2} = 0, \frac{\partial^2 \Delta\varepsilon_z^n}{\partial x^2} = 0. \quad (5)$$

Соотношения, связывающие полные приращения деформаций, а также их упругие $\Delta\varepsilon^l$, пластические $\Delta\varepsilon^p$, вязкие $\Delta\varepsilon^c$ и термические $\Delta\varepsilon^T$ компоненты с приращениями напряжений, имеют вид [11] (индекс n для сокращения записи опускаем):

$$\left. \begin{aligned} \Delta\varepsilon_x &= \Delta\varepsilon_x^l + \Delta\varepsilon_x^p + \Delta\varepsilon_x^c + \Delta\varepsilon^T \\ \Delta\varepsilon_z &= \Delta\varepsilon_y = \Delta\varepsilon_y^l + \Delta\varepsilon_y^p + \Delta\varepsilon_y^c + \Delta\varepsilon^T \end{aligned} \right\}; \quad (6)$$

$$\Delta\varepsilon_x^l = -\frac{2\nu}{E} \Delta\sigma_y + 2 \left(\frac{\nu\sigma_y}{E^2} \frac{dE}{dT} - \frac{\nu\sigma_y}{E} \frac{d\nu}{dT} \right) \Delta T;$$

$$\Delta\varepsilon_y^l = \frac{1-\nu}{E} \Delta\sigma_y - \left(\frac{(1-\nu)\sigma_y}{E^2} \frac{dE}{dT} - \frac{\sigma_y}{E} \frac{d\nu}{dT} \right) \Delta T$$

$$\Delta\varepsilon_x^p = (F_\sigma(\sigma_i, T) \Delta\sigma_y + F_T(\sigma_i, T) \Delta T) S_x;$$

$$\Delta\varepsilon_x^c = \nu_x \Delta\tau; \Delta\varepsilon_y^c = \nu_y \Delta\tau;$$

$$\Delta\varepsilon^T = \alpha_T(T) \Delta T; F_\sigma = \frac{3}{2\sigma_i} \left(\frac{1}{E_k} - \frac{1}{E} \right); F_T = \frac{3}{2\sigma_i} \left(\beta + \frac{\sigma_i}{E} \frac{dE}{dT} \right);$$

$$\sigma_i = \sqrt{(\sigma_y^2 + \sigma_z^2)/2}; S_x = -\frac{2}{3}\sigma_y; \frac{\sigma_y}{3}.$$

Касательный модуль E_k и коэффициент температурной податливости β зависят от температуры и интенсивности напряжений σ_i [11] и вычисляются по эмпирическим диаграммам растяжения $\sigma - \varepsilon$. Согласно теории ползучести Максвелла скорости ползучести в нашем случае имеют вид:

$$v_x = \frac{S_x}{2G\tau_p}; v_y = \frac{S_y}{2G\tau_p}, \quad (7)$$

и теории Нортона:

$$v_x = \frac{3}{2}B(T)\sigma_i^{m(T)-1}S_x; v_y = \frac{3}{2}B(T)\sigma_i^{m(T)-1}. \quad (8)$$

Учитывая то, что время релаксации для стали в интересующем нас диапазоне является функцией температуры [9] $\tau_p(T) = 9 \cdot 10^8 \exp(-0,01147T)$, то можно аппроксимировать зависимости $B(T)$ и $m(T)$ в виде $m=5$, $\log B=0,0117(T-273) - 21,69$. Решение задачи на каждом шаге осуществляется по методике [12]. Таким образом,

$$\Delta\varepsilon_z = \Delta\varepsilon_y = \varepsilon_0 + \chi_0 x. \quad (9)$$

Неопределенные константы ε_0 и χ_0 находятся из условий отсутствия внешних механических усилий и моментов:

$$\int_0^h \Delta\sigma_y dx = 0; \int_0^h x \Delta\sigma_y dx = 0. \quad (10)$$

При этом в (10) используются значения $\Delta\sigma_y$, найденные подстановкой (9) в (6):

$$\Delta\sigma_y = \frac{\varepsilon_0 + \chi_0 x - \Delta\varepsilon^T - \Delta\varepsilon^c + \left(\frac{\sigma_y(1-\nu)dE}{E^2} - \frac{\sigma_y dv}{E dT} - F_T S_y \right) \Delta T}{\left(\frac{1-\nu}{E} + \frac{\sigma_y^2 F \sigma}{E} \right)}. \quad (11)$$

После подстановки (11) в (10) интегралы можно взять численно. В результате на каждом шаге нагружения из (10) получаем систему линейных алгебраических уравнений, решая которую находим ε_0 и χ_0 и далее по формуле (11) $\Delta\sigma_y$. Просуммировав полученное изменение напряжений на предыдущих шагах нагружения, определяем полное напряжение на n -м этапе нагружения ($\sigma_y = \sigma_y + \Delta\sigma_y$), после чего переходим к следующему шагу.

Устойчивость решения при учете вязких эффектов $\Delta\varepsilon^c \neq 0$ обеспечивается выбором временных шагов Δt меньше характерных времен релаксации напряжений в наиболее горячих зонах слитка. Достаточно точное и устойчивое решение упругопластической задачи ($\Delta\varepsilon^c = 0$) получается при выполнении для каждой точки по толщине слитка условия $\Delta T \leq 10K$.

Проверка адекватности математического моделирования проводилась путем сопоставления модельного процесса затвердевания непрерывнолитой заготовки с аналогичными параметрами, полученными в результате натуральных замеров, проведенных на МНЛЗ в кислородно-конвертерном цехе комбината МК «Азовсталь».

Контроль температуры поверхности отливаемой заготовки в зоне вторичного охлаждения (ЗВО) МНЛЗ при дальнейшем его охлаждении проводили при разливке стали 09Г2С в слябы сечением 300x1840 мм. Замер осуществляли пирометром полного излучения высокой чувствительности (на базе ТЭРА-50) для измерения температуры твердых тел в пределах 100-1200°C, с показателем визирования 1:2 [13].

Сталь из 350-тонного ковша поступала в промежуточный ковш емкостью 15 т, а из него – в два кристаллизатора длиной 1,1 м. Поддерживающее устройство зоны вторичного охлаждения – роликового типа, водяное вторичное охлаждение – форсуночного типа. Заготовку отливали с рабочей скоростью около 0,6 м/мин при температуре металла в промежуточном ковше

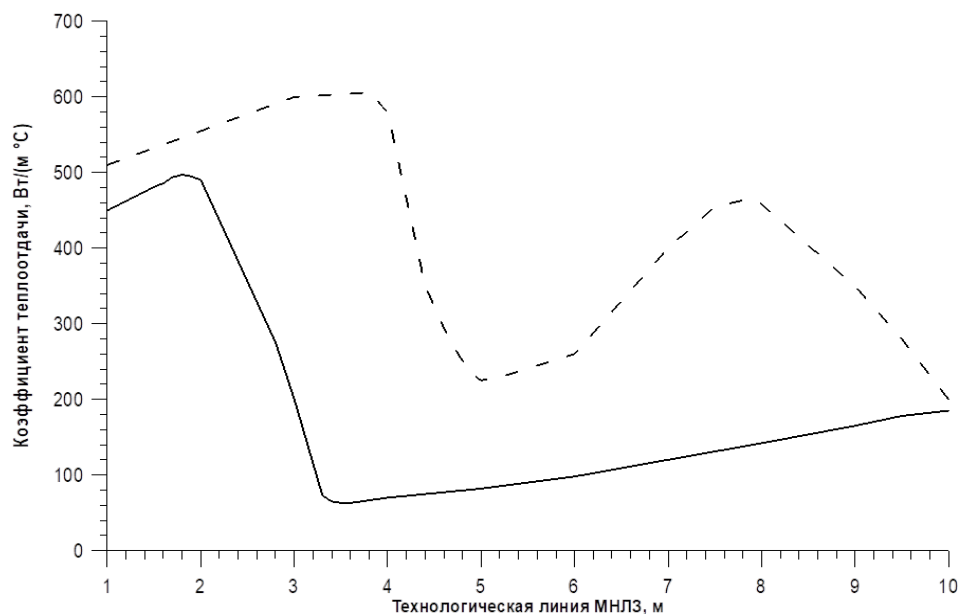


Рис. 1. Изменение коэффициента теплоотдачи непрерывнолитого слитка в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ: — по большому радиусу; - - по малому радиусу

1530-1550°С. Зона вторичного охлаждения была разбита на 9 зон. Расход воды регулировался как по секциям, так и по граням заготовки.

Интенсивность теплоотвода по зонам охлаждения в производственных условиях изменяли вдоль технологической линии МНЛЗ в соответствии с рис. 1. Эти данные были положены в основу при моделировании процесса формирования непрерывнолитой заготовки.

На рисунке 2 показано изменение температуры поверхности непрерывнолитой заготовки по центру широкой грани вдоль технологиче-

ской линии МНЛЗ, полученные в результате математического моделирования. На этом же рисунке приведены данные термометрирования, полученные в производственных условиях.

Сопоставляя расчетные значения температур с прямыми замерами и косвенным показателем глубины жидкой металлической ванны, можно сделать вывод о том, что математическое моделирование достаточно адекватно представляет процессы формирования непрерывнолитой заготовки, а также рекомендовать предложенную модель для проведения исследова-

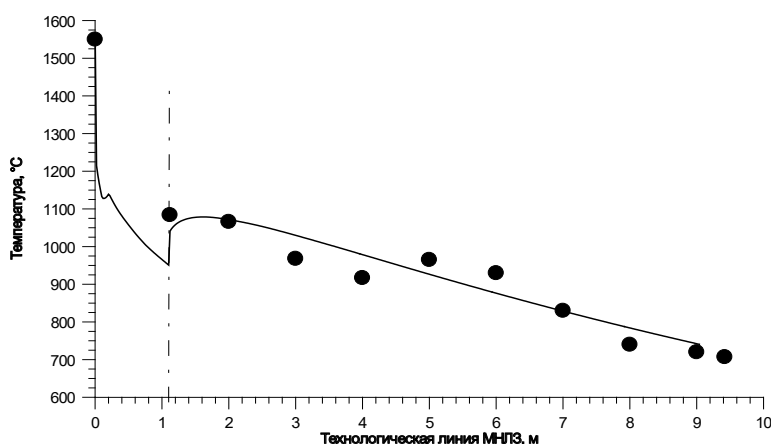


Рис. 2. Изменение температуры поверхности заготовки вдоль технологической линии МНЛЗ: — вычислительный эксперимент; --- натурные замеры температур

Таблица 1

T, °C	600	800	1000	1200	1400	1500	1530
E, Па	$1,8 \times 10^{10}$	$1,4 \times 10^{10}$	1×10^{10}	$6,3 \times 10^{10}$	$2,1 \times 10^{10}$	9×10^{10}	7×10^{10}
μ	$8,0 \times 10^{-1}$	$3,2 \times 10^{-1}$	$3,4 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	$3,8 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^{-1}$	$5,0 \times 10^{-1}$
σ_B , Па	$6,7 \times 10^7$	$5,3 \times 10^7$	$1,43 \times 10^7$	$1,41 \times 10^7$	$9,3 \times 10^6$	9×10^5	7×10^5
σ_T , Па	$5,6 \times 10^7$	4×10^7	$1,06 \times 10^7$	9×10^6	$4,08 \times 10^6$	8×10^5	1×10^5
δ	$1,7 \times 10^{-1}$	$3,4 \times 10^{-1}$	$5,0 \times 10^{-1}$	1,2	$8,3 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$
α , 1/град	$1,6 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-5}$
C, кДж/кг·°C	$5,8 \times 10^{-1}$	$6,72 \times 10^{-1}$	$6,93 \times 10^{-1}$	$6,93 \times 10^{-1}$	$7,14 \times 10^{-1}$	$8,4 \times 10^{-1}$	$8,4 \times 10^{-1}$
ρ , кг/м ³	$7,8 \times 10^3$	$7,75 \times 10^3$	$7,7 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$7,4 \times 10^3$	$7,1 \times 10^3$	$6,9 \times 10^3$
λ , Вт/(м·°C)	$2,7 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$	$1,61 \times 10^3$	$1,79 \times 10^3$	$1,68 \times 10^3$	$1,54 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$

дований и оптимизации условий теплообмена в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ.

Объектом исследования при изучении влияния интенсивности теплоотвода в зоне вторичного охлаждения на параметры затвердевания непрерывнолитой заготовки также был выбран сляб из стали 09Г2 сечением 300x1840 мм, разливаемый в кристаллизатор высотой 1,10 м со скоростью 0,6 м/мин. Теплофизические характеристики стали 09Г2 представлены в таблице 1, схема расчетной области показана на рис. 3.

Теплофизические характеристики стали 09Г2 в зависимости от температуры [14-17].

В качестве режима охлаждения боковой поверхности, как в кристаллизаторе, так и в

зоне вторичного охлаждения, было выбрано изменение интенсивности теплоотвода, соответствующее технологическим условиям получения непрерывнолитой заготовки на МК «Азовсталь» (рис. 1). При проведении вычислительного эксперимента в области ЗВО изменяли интенсивность теплоотвода в два раза меньше и в два раза больше относительно базового варианта.

Организация теплоотвода, соответствующая базовому варианту, согласно рис. 4, приводит к тому, что глубина жидкой металлической ванны составляет 5,68 м, а установившаяся твердая корка со 100% твердой фазы наблюдается на глубине 9,04 м. Таким образом, протяженность двухфазной зоны составляет 3,36 м. При выходе из кристаллизатора толщина затвердевшего металла вдоль обеих граней слитка почти одинакова и составляет 3,0-3,5 см. На уровне конца жидкометаллической ванны толщина твердой корки составляет вдоль широкой грани около 8,5 см, а вдоль узкой – 9,5 см. Ниже 9 метров от зеркала металлической ванны температура металла ниже солидуса.

Кривые, представленные на рис 5, позволяют оценить изменение твердой корки вдоль узкой и широкой грани. Вдоль узкой грани (рис. 5, кр. 1) наблюдаем монотонное увеличение затвердевающего металла, кривая нарастания корки имеет вогнутый характер. Вдоль широкой грани (рис. 5, кр. 2) наблюдаем большую скорость затвердевания в зоне затвердевания, после выхода из кристаллизатора скорость

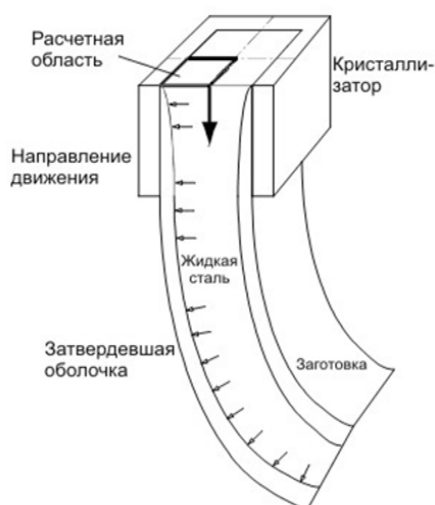


Рис. 3. Схема расчетной области исследуемой заготовки

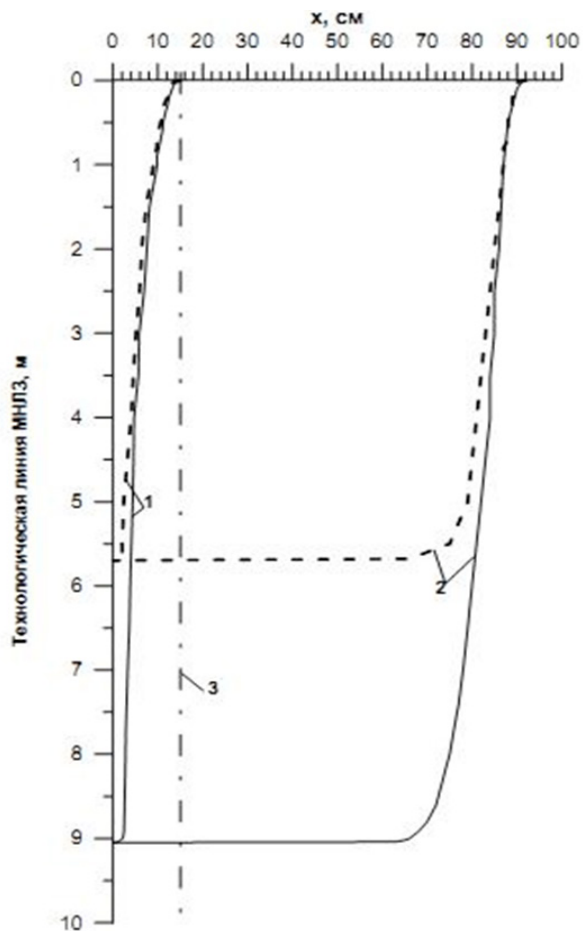


Рис. 4. Положение изотерм солидус (—) и ликвидус (---) по узкой (1) и широкой (2) граням вдоль технологической линии МНЛЗ при затвердевании исследуемой заготовки (3 – размер узкой грани)

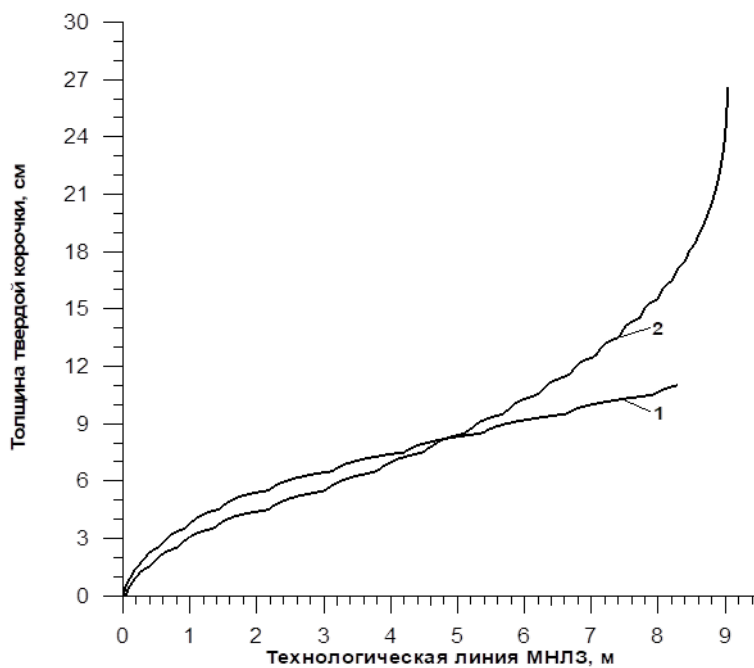


Рис. 5. Изменение толщины твердой корочки по узкой (1) и широкой (2) граням исследуемой заготовки вдоль технологической линии МНЛЗ

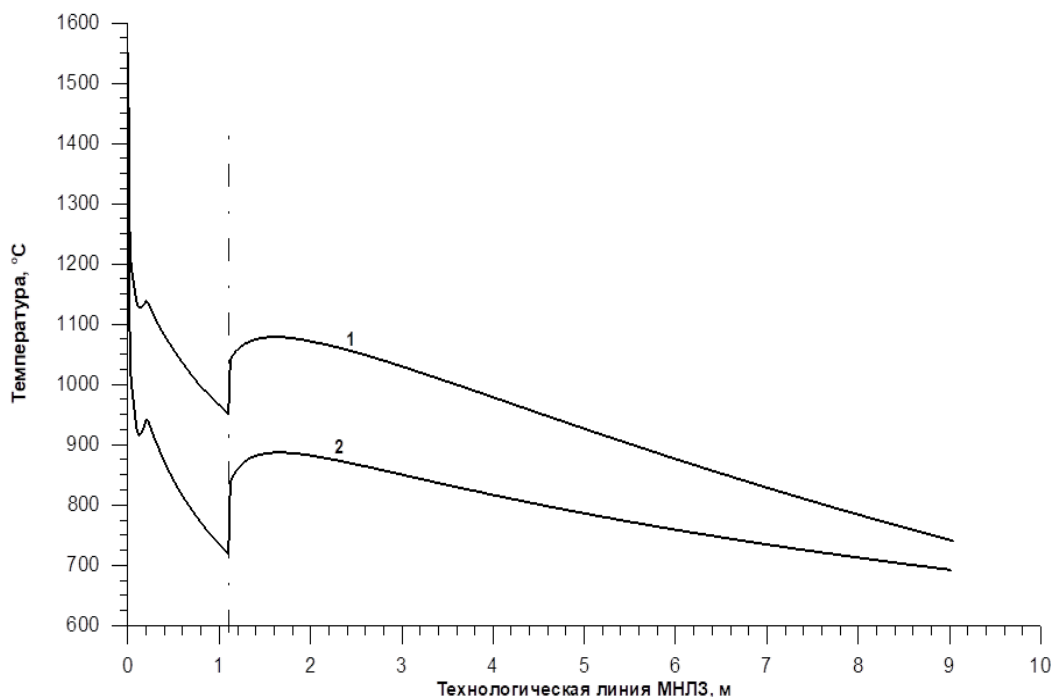


Рис. 6. Изменение температуры поверхности по центру узкой (1) и широкой (2) граней исследуемой заготовки вдоль технологической линии МНЛЗ

затвердевания падает, а кривая затвердевания имеет выпуклый характер.

Находясь в кристаллизаторе, температура поверхности падает от температуры заливки до 950 °C (рис. 6). После выхода заготовки из водоохлаждаемого кристаллизатора интенсивность теплоотвода падает, что приводит к повышению температуры в пристеночной области на расстоянии 1 м от кристаллизатора до 1100 °C. Тепло, которое поступает от перегретого ядра, не может быть полностью отведено теплоносителями зоны вторичного охлаждения. И этот факт обуславливает локальное повышение температуры в пристеночной области.

Необходимо отметить, что существенных изменений в скоростях охлаждения у фронта затвердевания не наблюдается. Стабилизацию процесса охлаждения и монотонное снижение температуры поверхности наблюдаем на расстоянии 2 метров от мениска. В дальнейшем по технологической линии МНЛЗ наблюдаем монотонное снижение температуры наружной поверхности заготовки.

Аналогичный характер изменения температур наблюдаем и вдоль широкой грани

заготовки. Разница состоит в том, что после выхода из кристаллизатора температура в центре широкой грани составляет 730 °C, а на расстоянии 1-1,2 м от кристаллизатора достигает 970 °C. По мере удаления от мениска разница температур по центру широкой и узкой грани сокращается и на расстоянии 9 м не превышает 740 °C.

Снижение интенсивности теплоотвода в ЗВО в два раза относительно базового варианта (рис. 7, а) приводит к увеличению глубины жидкого металла до 5,8 м, а 100%-ное затвердевание металла происходит на расстоянии 10,2 м. Толщина затвердевшего металла после выхода из кристаллизатора составляет 4,8 см, что на 25% больше относительно базового варианта на этом горизонте. После выхода из кристаллизатора температура поверхности вдоль узкой и широкой грани соответственно равна 960 и 1090 °C (рис. 8, кр. 1). В начале ЗВО наблюдаем повышение соответствующих температур до 1030 и 1190 °C. Такой значительный разогрев может привести к снижению прочностных показателей затвердевшего металла. Высокая температура сохраняется на расстоянии более 1,1 метра от кристаллизато-

ра. Таким образом, видно, что рассмотренный режим охлаждения ухудшает условия формирования заготовки.

Увеличение интенсивности теплоотвода в ЗВО по сравнению с базовым вариантом (рис. 7, б) приводит к незначительному уменьшению глубины жидкой металлической ванны, а 100%-ное затвердевание металла имеем на глубине ниже 8,5 м. После выхода из кристаллизатора температура наружной поверхности достигает 740 °С и 850 °С соответственно вдоль широкой и узкой граней (рис. 8, кр. 2). Повышение температуры наблюдаем на протяжении 0,5-0,8 м под кристаллизатором и она

достигает значений 840 °С и 950 °С соответственно.

Проведенный анализ показал, что вариация интенсивности режима охлаждения в ЗВО является действенным параметром, с помощью которого можно существенно влиять на теплофизические параметры формирования непрерывнолитой заготовки.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

– снижение интенсивности теплоотвода в ЗВО приводит к увеличению объема перегретого металла, глубины жидкометаллической лунки, снижению объема затвердевшего ме-

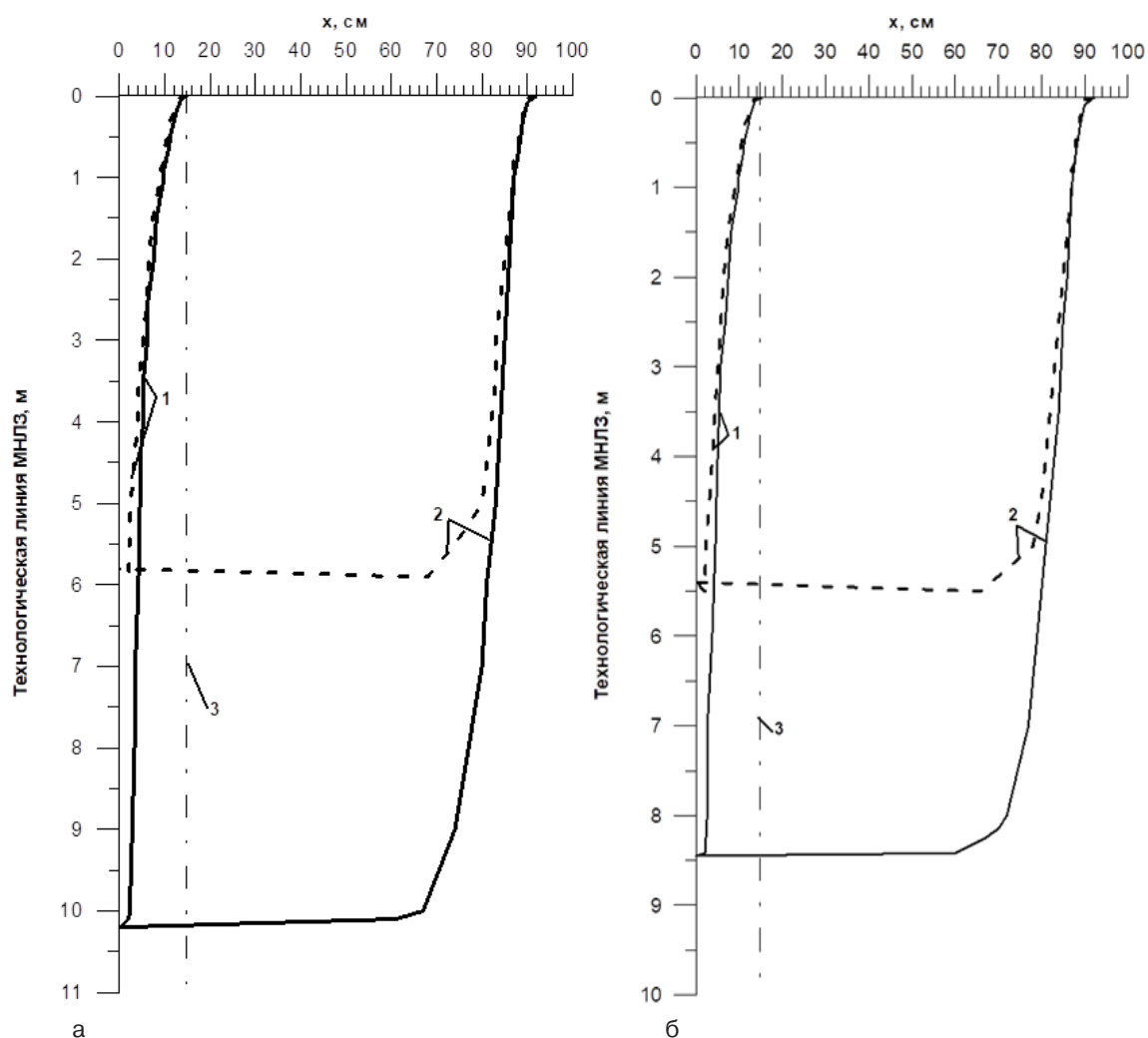


Рис. 7. Положение изотерм солидус (—) и ликвидус (---) по узкой (1) и широкой (2) граням вдоль технологической линии МНЛЗ при затвердевании исследуемой заготовки (3 – размер узкой грани).

Интенсивность охлаждения в ЗВО в два раза меньше (а) и в два раза больше (б) относительно базового варианта

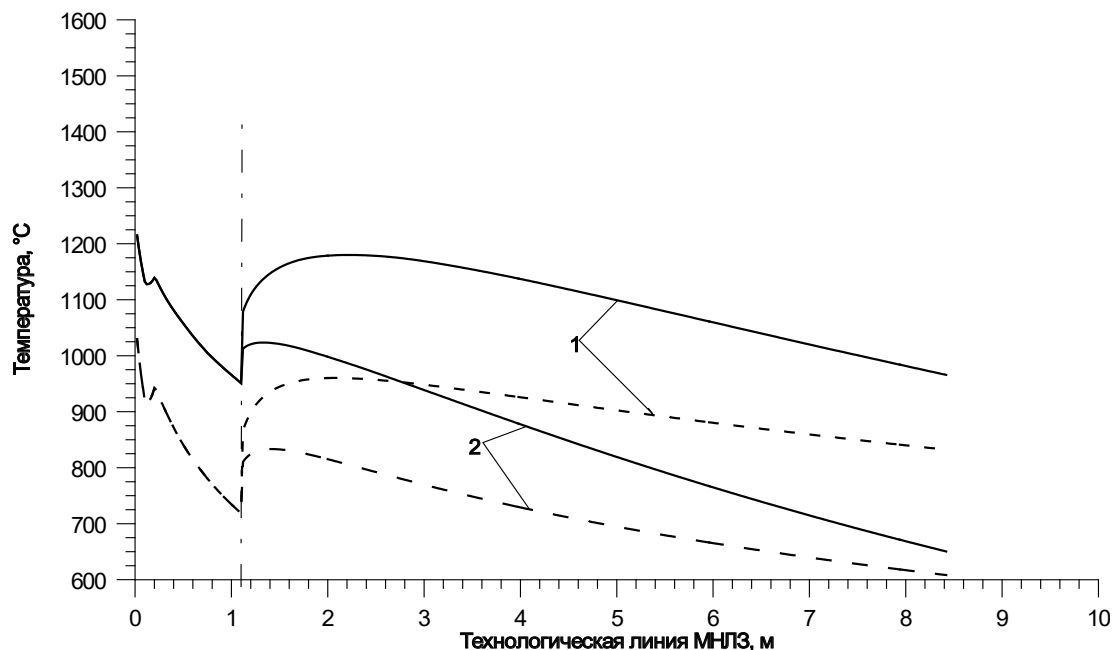


Рис. 8. Изменение температуры поверхности по центру широкой (—) и узкой (----) граней исследуемой заготовки при интенсивности теплоотвода в ЗВО в два раза меньше (1) и в два раза больше (2) относительно базового варианта по технологической линии МНЛЗ

талла; наблюдается определенное повышение температуры в зоне изменения интенсивности теплоотвода;

– увеличение интенсивности теплоотвода в ЗВО относительно базового варианта не оказывает существенного влияния на положение изотерм затвердевания, наблюдается локальное снижение температуры поверхности в зоне воздействия. Это связано с тем, что толщина сформировавшейся корки, которая соответ-

ствует базовому варианту, является лимитирующим звеном при теплоотводе от внутренних объемов перегретого металла, и изменение внешнего теплоотвода не влияет на скорость затвердевания вдоль линии вытягивания.

*Результаты работы получены в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки РФ № 11.3613.2017/4.6

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов В. А., Эльдарханов А. С. Технологии современной металлургии. М.: Новые технологии, 2004. 784 с.
2. Еланский Г. Н. Разливка и кристаллизация стали. М: МГВМИ, 2010. 192 с.
3. Hiebler H., Zirngast J., Bernhard Ch. Innercrack formation in continuous casting: stress or strain criterion? 77-th Steelmaking conference proceedings, Chicago Meeting. Vol. 77, 1994. P. 405-412.
4. Никитенко Н. И., Сновидя Н. Р., Евтеев Д. П., Соколов Л. А. // Теплофизика и теплотехника. Киев, 1973. Вып. 30. С. 43-47.
5. Пальмов В. А. О напряжениях, возникающих при затвердевании материалов // Изв. АН СССР. МТТ. 1967. №4. С. 80-85.
6. Цаплин А. Н., Самойлович Ю. А. Анализ термопластических напряжений при кристаллизации непрерывного слитка прямоугольного сечения // Непрерывное литье стали. М., 1973. Вып. 3. С. 59-65.
7. Поздняк А. А. // Изв. АН Латв. ССР. Сер. Физ. и техн. наук. 1978. №5. С. 78-83.

8. *Мурадян Л. М., Нерсисян Г. Г., Аветисян Г. А. и др.* Напряженно-деформированное состояние корки слитка в кристаллизаторе при равномерном охлаждении // Инженерные проблемы строительной механики. Ереван, 1985. С. 63-71.
9. *Самойлович Ю. А., Кабаков З. К.* Учет эффекта релаксации при определении термических напряжений в отливке, затвердевшей в интервале температур // Горение, теплообмен и нагрев металла. М., 1973. Вып. 24. С. 100-117.
10. *Шевченко Ю. Н.* Термопластичность при переменных нагружениях. Киев: Наукова думка, 1970. 288 с.
11. Термопрочность деталей машин / Под ред *И. А. Биргера и Б. Ф. Шорра*. М.: Машиностроение, 1975. 455 с.
12. *Коваленко А. Д.* Термоупругость. Киев: Вища школа, 1975. 216 с.
13. *Носоченко О. В., Емельянов В. В., Лебедев В. И. и др.* Новая конструкция телескопа радиационного пирометра // Черная металлургия. №146 (992). 1982. С. 57-58.
14. *Гуляев А. П.* Металловедение. М.: Металлургия, 1977. 623 с.
15. *Матросов Ю. И., Филимонов В. Н. и др.* // Изв. АН СССР. Металлы. 1980. №5. С. 99-106.
16. *Журавлев В. А., Китаев Е. М.* Теплофизика формирования непрерывного слитка. М.: Металлургия, 1974. 216 с.
17. *Ефимов В. А.* Разливка и кристаллизация стали. М.: Металлургия, 1976. 552 с.

MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESSES OF THE FORMATION OF CAST UNITS IN THE CONTINUOUS CASTING OF STEEL

© A. S. Nuradinov, N. S. Uzdieva, E. M. Balatkhanova, A. N. Tepsaev
GSTOU named after acad. M. D. Milliozhchikov, Grozny, Russia

A theoretical analysis of the formation of castings in the continuous casting of steel. Based on the analysis, a mathematical model has been developed for the study of thermo-force processes occurring in the mold and the secondary cooling zone of a continuous casting machine (CCM). The parameters of heat transfer and solidification of the studied blanks along its technological axis are determined by the method of mathematical modeling. The intensity of the heat sink in the secondary cooling zone is considered as a variable parameter in the formation of blanks. It is established that mathematical modeling adequately reproduces the processes of formation of a real continuous-cast billet, which allows us to recommend the proposed model for research and optimization of heat exchange conditions in the zone of secondary cooling of continuous casting machines.

Keywords: CCM, billet, heat transfer, solidification, mathematical modeling.

REFERENCES

1. Efimov, V. A. and Eldarkhanov A. S. (2004) 'Tehnologii sovremennoj metallurgii'. M.: Novye tehnologii [Technologies of modern metallurgy. M.: New technologies], 784 p.
2. Elanskiy, G. N. (2010) Razlivka i kristallizacija stali. [Casting and crystallization of steel]. M: MSEMI. 192 p.

3. Hiebler H., Zirngast, J. and Bernhard, Ch. (1994) Inner crack formation in continuous casting: stress or strain criterion? *77-th Steelmaking conference proceedings*. Chicago Meeting. Vol. 77. Pp. 405-412.
4. Nikitenko N. I., Snovida N. R., Evteev D. P. and Sokolov L. A. (1973) *Teplofizika i teplotehnika*. [Thermophysics and heat engineering]. Kiev, Issue. 30. Pp. 43-47.
5. Palmov V. A. (1967) 'O naprjazhenijah, vznikajushhijh pri zatverdevanii materialov' *Izv. AN SSSR. MTT* [On the stresses that occur during the hardening of materials. News of the Academy of Sciences of the USSR. MTT. №4. Pp. 80-85.
6. Tsaplin A. N. and Samoilovich Y. A. (1973) 'Analiz termoplasticheskijh naprjazhenij pri kristallizacii nepreryvnogo slitka prjamougol'nogo sechenija' *Nepřeryvnoe lit'e stali*. [Analysis of thermoplastic stresses during solidification of a rectangular continuous ingot. Continuous casting of steel]. M.. Issue 3. Pp. 59-65.
7. Pozdnyak A. A. (1978) *Izv. AN Latv. SSR. Ser. Fiz. i tehn. Nauk'* [News of AN of the Latvian SSR. Ser. Phys. and Tech. Sciences]. №5. Pp. 78-83.
8. Muradyan L. M., Nersesyan G. G. and Avetisyan G. A. (1985) Naprjazhenno-deformirovanoe sostojanie korki slitka v kristallizatore pri ravnomernom ohlazhdenii. *Inzhenernye problemy stroitel'noj mehaniki* [The stress-strain state of an ingot peel in a crystallizer with uniform cooling // Engineering problems of structural mechanics]. Yerevan, Pp. 63-71.
9. Samoilovich Y. A. and Kabakov Z. K. (1973) 'Uchet jeffekta relaksacii pri opredelenii termicheskijh naprjazhenij v otlivke, zatverdevshej v intervale temperatur' *Gorenie, teploobmen i nagrev metalla* [Accounting for the effect of relaxation in determining thermal stresses in castings hardened in the temperature range. Combustion, heat transfer and metal heating]. M., Issue 24. Pp. 100-117.
10. Shevchenko Y. N. (1970) Termoplastichnost' pri peremennyh nagruzhenijah [Thermoplasticity at variable loads]. Kiev: Naukova Dumka. 288 p.
11. Termoprochnost' detalej mashin (1975) in I. A. Birger and B. F. Shorra (ed.) [Thermal strength of machine parts. Mechanical Engineering]. M.: Mashinostroenie. 455 p.
12. Kovalenko A. D. (1975) Termouprugost [Thermoelasticity]. Kiev: High School. 1975. 216 p.
13. Nosochenko O. V., Emelyanov V. V. and Lebedev V. I. (1982) 'Novaja konstrukcija teleskopa radiacionnogo pirometra. *Chernaja metallurgija* [New design of a radiation pyrometer telescope. Ferrous metallurgy], No. 14b (992). Pp. 57-58.
14. Gulyaev A. P. (1977) 'Metalovedenie'. *Metallurgija*. [Metal science]. M.: Metallurgy. 623 p.
15. Matrosov Y. I., Filimonov V. N. et al. (1980) *News of Academy of Sciences of the USSR. Metals*. №5. Pp. 99-106
16. Zhuravlev, V. A. and Kitaev E. M. (1974) 'Teplofizika formirovanija nepreryvnogo slitka' *Metallurgija*. [Thermal physics of the formation of a continuous ingot]. M.: Metallurgy. 216 p.
17. Efimov, V. A. (1976) 'Razlivka i kristallizacija stali' *Metallurgija*. [Casting and crystallization of steel]. M.: Metallurgy. 552 p.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СИНХРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ИЕРАРХИИ SDH

© Л. К. Хаджиева, М. Л. Сатуева

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

Ввиду быстрого прогресса в современных технологиях и огромной потребности в увеличении пропускной способности для использования современных средств требуется более сложная топология сети для обеспечения лучшего качества обслуживания (QoS). Эти требования, в свою очередь, предполагают высокую точность проектирования и совершенство метода синхронизации. Целью данного исследования является решение способа преодоления вышеуказанной проблемы путем реализации сети синхронной цифровой иерархии (SDH) для обеспечения и измерения QoS. Для каждого поставщика услуг это непростая задача – удовлетворить спрос клиента. Сеть SDH развивалась, поскольку сеть PDH не поддерживает такие функции, как мультиплексирование более высокого порядка, обеспечивая лучшее качество обслуживания (QoS), топологии сети, отличные от линейных, и сложность с добавлением мультиплексирования с отбрасыванием и т. д. SDH может поддерживать QoS лучше, чем PDH. Конфигурация SDH выполняется для реализации, а проблемы проектирования анализируются для будущего решения. Измерение QoS выполняется для измерения производительности сети.

Ключевые слова: технология SDH, транспортные сети, административные сети, цифровая иерархия.

Технология синхронной цифровой иерархии (Synchronous Digital Hierarchy, SDH) позволяет создавать надежные транспортные сети и гибко формировать цифровые каналы в широком диапазоне скоростей от нескольких мегабит до десятков гигабит в секунду. Основная область ее применения – первичные сети операторов связи. Первичные сети предназначены для создания коммутируемой инфраструктуры, с помощью которой можно достаточно быстро и гибко организовать постоянный канал с двухточечной топологией между двумя пользовательскими устройствами, подключенными к такой сети. В первичных сетях применяется техника коммутации каналов. На основе каналов, образованных первичными сетями, работают наложенные компьютерные или телефонные сети. Каналы, предоставляемые первичными сетями своим пользователям, отличаются высокой пропускной способностью – обычно от 2 Мбит/с до 10 Гбит/с. SDH (Synchronous Digital Hierarchy) – синхронная цифровая иерархия – технология передачи высокоскоростных данных на большие расстояния с использованием в качестве физической

среды проводных, оптических и радиолиний связи. Данная технология пришла на смену PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), которая обладала существенным недостатком: сложностью выделения из высокоскоростных потоков низкоскоростных трибутарных каналов. Причина заключается в том, что потоки более высокого уровня в PDH получаются путем последовательного мультиплексирования. Соответственно, для выделения потока необходимо развертывать весь поток, т. е. проводить операцию демуплексирования. При этом придется устанавливать дорогостоящее оборудование в каждом пункте, где необходима такая процедура, что значительно увеличивает стоимость строительства и эксплуатации высокоскоростных линий PDH. Технология SDH призвана решить эту проблему. Скорости для SDH уже не ограничиваются 500 Мбит/сек, как это было в PDH [1].

Процедура контейнирования нагрузки

Вся информация в системе SDH передается в контейнерах. Контейнер представляет со-

бой структурированные данные, передаваемые в системе. Если система PDH генерирует трафик, который нужно передать по системе SDH, то данные PDH, так и SDH, сначала структурируются в контейнеры, а затем к контейнеру добавляется заголовок и указатели, в результате образуется синхронный транспортный модуль STM-1. По сети контейнеры STM-1 передаются в системе SDH разных уровней (STM-n), но во всех случаях расформированный STM-1 может только складываться с другим транспортным модулем, то есть имеет место мультиплексирование транспортных модулей.

Понятие виртуального контейнера. Еще одно важное понятие, непосредственно связанное с общим пониманием технологии SDH, – это понятие виртуального контейнера VC. В результате добавления к контейнеру трактовочного (маршрутного) заголовка получается виртуальный контейнер. Виртуальные контейнеры находятся в идеологической и технологической связи с контейнерами, так что контейнеру C-12 соответствует виртуальный контейнер VC-12 (передача потока E1), C-3 – VC-3 (передача потока E3), C-4 – контейнер VC-4 (передача потока STM-1) [4].

Метод мультиплексирования

Поскольку низкоскоростные сигналы PDH мультиплексируются в структуру фрейма высокоскоростных сигналов SDH посредством метода побайтового мультиплексирования, их расположение во фрейме высокоскоростного сигнала фиксировано и определено или, скажем, предсказуемо. Поэтому низкоскоростной сигнал SDH, например 155 Мбит/с (STM-1), может быть напрямую добавлен или выделен из высокоскоростного сигнала, например 2.5 Гбит/с (STM-16). Это упрощает процесс мультиплексирования и демultipлексирования сигнала и делает SDH иерархию особенно подходящей для высокоскоростных волоконно-оптических систем передачи, обладающих большой производительностью.

Поскольку принят метод синхронного мультиплексирования и гибкого отображения структуры, низкоскоростные сигналы PDH (например 2 Мбит/с) также могут быть мультиплексированы в сигнал SDH (STM-N). Их

расположение во фрейме STM-N также предсказуемо. Поэтому низкоскоростной трибутарный сигнал (вплоть до сигнала DS-0, то есть одного тайм-слота PDH, 64 kbps) может быть напрямую добавлен или извлечен из сигнала STM-N. Заметьте, что это не одно и то же с вышеописанным процессом добавления/выделения низкоскоростного сигнала SDH в/из высокоскоростного сигнала SDH. Здесь это относится к прямому добавлению/выделению низкоскоростного трибутарного сигнала, такого как 2 Мбит/с, 34 Мбит/с и 140 Мбит/с в/из сигнала SDH. Это устраняет необходимость использования большого количества оборудования мультиплексирования / демultipлексирования (взаимосвязанного), повышает надежность и уменьшает вероятность ухудшения качества сигнала, снижает стоимость, потребление мощности и сложность оборудования. Добавление/выделение услуг в дальнейшем упрощается [3].

Анализ сравнения SDH с PDH

Первой цифровой технологией передачи была технология плезиохронной цифровой иерархии (PDH-Plesiochronous Digital Hierarchy). В технологии PDH используется импульсно-кодовая модуляция ИКМ (PCM-Pulse Code Modulation) и временное разделение каналов (TDM-Time Domain Multiplexing). Системы PDH были первоначально разработаны для медных кабелей (витая пара и коаксиальные кабели). Однако для оборудования PDH были разработаны и волоконно-оптические интерфейсы.

Недостатком сетей PDH является невозможность непосредственного выделения данных низкоскоростного канала из данных высокоскоростного сигнала, если каналы работают на несмежных уровнях иерархии скоростей. Например, нельзя выделить данные канала E1 из данных канала E3 – необходимо последовательно демultipлексировать канал E3 на каналы E2, канал E2 на каналы E1, а затем на отдельные телефонные каналы.

В 90-е годы XX века широкое распространение получило новое поколение цифровой иерархии – синхронная цифровая иерархия (SDH-Synchronous Digital Hierarchy). Технологи-

гия SDH является более гибкой по сравнению с PDH. Она изначально разрабатывалась для волоконно-оптической связи. Уровни иерархии SDH приведены в табл. 1.3.

Технология SDH позволяет вводить и выводить сигналы на любом уровне иерархии. Можно даже ввести и вывести сигнал со скоростью 2 Мбит/с. В технологии PDH это невозможно, так как там иерархия выстраивается уровень за уровнем.

Наиболее важными компонентами сети SDH являются:

- Оконечные мультиплексоры (TM-Terminal Multiplexer), которые используются для объединения более низкоскоростных сигналов в высокоскоростные сигналы уровня STM-N (N= 1, 4, 16 или 64) или для выделения низкочастотных сигналов.

- Мультиплексоры ввода-вывода (ADM-Add-Drop Multiplexer), которые используются для добавления низкоскоростного сигнала к сигналу уровня STM-N или выделения низкоскоростного сигнала из сигнала уровня STM-N.

- Регенераторы (R-Repeater), которые используются для усиления и восстановления цифрового сигнала с целью увеличения дальности передачи.

- Цифровые кросс-коммутаторы (DXC-Digital Cross Connects), которые используются для создания на цифровом уровне соединений между сигналами STM-N.

Наиболее важные особенности технологии SDH:

- повышение гибкости механизма мультиплексирования, возможность непосредственной вставки низкоскоростных потоков в высокоскоростной поток и выделения низкоскоростных потоков из высокоскоростного потока,

- обеспечение асинхронности низкоскоростного потока относительно высокоскоростного,

- совместимость со всеми уровнями технологии PDH и с технологией ATM,

- высокие скорости передачи до 10 Гбит/с с перспективой увеличения скорости передачи до 40 Гбит/с,

- волоконно-оптические интерфейсы,

- надежное резервирование и эффективное управление сетью.

Технология SDH широко используется в магистральных и зонавых сетях. В США технология, основанная на синхронной цифровой иерархии, называется SONET.

Достоинства SDH. Упрощение сети: один мультиплексор ввода/вывода заменяет цепочку мультиплексоров PDH;

Надежность и самовосстанавливаемость сети. Надежность обеспечивается использованием ВОК (волоконно-оптического кабеля);

Самовосстанавливаемость – архитектура и гибкое управление сетями позволяют использовать защищенный режим работы, допускающий 2 альтернативных пути распространения сигнала, а также обход поврежденного узла сети;

Гибкость управления сетью – наличие большого числа широкополосных каналов управления и компьютерная иерархия в системе управления; автоматическое дистанционное управление сетью из одного центра;

Выделение полосы пропускания по требованию (возможно переключение на другой широкополосный канал);

Прозрачность для передачи любого трафика – использование виртуальных контейнеров, инкапсулирующих трафик технологий ATM (асинхронный режим передачи), ISDN и др.;

Универсальность применения – технология может использоваться для создания как глобальных, так и локальных сетей;

Простота наращивания мощностей (используется универсальная стойка, на которой крепятся функциональные блоки (карты), легко заменяемые на большую скорость передачи).

Недостатки SDH. Жесткие требования к идентичности схем мультиплексирования при объединенном STM-N;

При формировании STM-1 из E1 уменьшается информационная емкость, SDH нельзя синхронизировать с АТС.

Технология синхронной цифровой иерархии первоначально была разработана компанией Bellcore под названием «синхронные оптические сети» (Synchronous Optical NETs, SONET) и, по сути, является развитием тех-

нологии PDH. Быстрое развитие телекоммуникационных технологий привело к необходимости расширения иерархии скоростей PDH и максимального использования всех возможностей, которые предоставляла новая среда – волоконно-оптические линии связи. Одновременно с расширением линейки скоростей нужно было освободиться от выявленных за время эксплуатации этих сетей недостатков PDH, прежде всего от принципиальной невозможности выделения отдельного низкоскоростного потока из высокоскоростного без полного демультиплексирования последнего. Сам термин «плезиохронный» говорит о причине такого явления – отсутствии полной синхронности потоков данных при объединении низкоскоростных каналов в более скоростные. Кроме этого, в технологии PDH не были предусмотрены встроенные средства обеспечения отказоустойчивости и управления сетью. Была создана технология, способная передавать трафик всех существующих цифровых каналов уровня PDH по высокоскоростной магистральной сети на базе волоконно-оптических кабелей и обеспечить иерархию скоростей, продолжающую иерархию технологии PDH до скорости в несколько Гб. В результате длительной работы удалось создать стандарт на синхронную цифровую иерархию (Synchronous Digital Hierarchy, SDH) [3].

Обеспечение безопасности передачи данных в SDH

Любая сеть должна иметь определенные стандарты и правила безопасности для защиты от несанкционированного доступа к конфиденциальным пользовательским данным и обеспечения бесперебойной связи для критически важных служб во время чрезвычайных ситуаций. Это одна из наиболее важных задач, стоящих перед операторами мобильных сетей. Благодаря широкому использованию смартфонов на рынке мобильной связи все больше и больше функций передаются сторонним приложениям, часто предоставляемым независимыми разработчиками. Ошибки и недостатки в коде такой программы могут привести к появлению уязвимостей, которые угрожают не только правильной работе приложений, но и в неко-

торых случаях работе аппаратного обеспечения мобильного устройства. Описанные выше технологии не имеют достаточных средств защиты от атак, направленных на получение конфиденциальной информации. У каждого из них есть ряд недостатков, которые позволяют злоумышленнику, даже если не высококвалифицированному, получить персональные данные владельца мобильного устройства. Технические решения, представленные на рынке в настоящее время, не позволяют гарантировать себя от таких атак.

Решение проблемы может заключаться в разработке дополнительных средств защиты информации, а также в отказе от использования некоторых особо уязвимых технологий. Современные технологии позволяют использовать различные системы для защиты сетей от взлома и других атак. Развитие технологий и человеческих потребностей в сфере услуг связи привело к стандартизации этих средств [5].

Перечисленные здесь один за другим – это элементы стандартизации, связанные с безопасностью в сетях, основанных на технологии SDH: Появление стандартов синхронной цифровой иерархии передачи данных (SDH) в 1988 году ознаменовало собой новый этап развития транспортных сетей. Технология SDH широко используется для организации надежной передачи данных. SDH была разработана для того, чтобы получить стандартный протокол для взаимодействия провайдеров – поставщиков сетевых услуг; унифицировать американские, европейские и японские цифровые системы; обеспечить мультиплексирование цифровых сигналов на гигабитных скоростях; обеспечить поддержку функций эксплуатации и технического обслуживания OA&M (operation, administration and maintenance – функционирование, администрирование и техническое обслуживание).

Системы синхронной передачи не только преодолели ограничения систем-предшественниц (PDH), но и снизили накладные расходы на передачу информации. Ряд уникальных достоинств – доступ к низкоскоростным каналам без полного демультиплексирования всего потока, высокая отказоустойчивость, развитые

средства мониторинга и управления, гибкое управление постоянными абонентскими соединениями, обусловили ее высокий темп развития, ставший основой первичных сетей нового поколения.

Стек протоколов SDH состоит из протоколов трех основных уровней (рис. 5.9):

- уровень соединения контролирует доставку данных между двумя конечными пользователями сети;

- уровень управления передачей данных поддерживает физическую целостность сети, поддерживает операции административного контроля, осуществляет различные операции реконfigurирования в случае отказа какого-либо элемента сети и др.;

- физический уровень, названный в стандарте фотонным (photonic), имеет дело с кодированием бит информации с помощью модуляции света.

На сегодняшний день технология SDH считается не только перспективной, но и достаточно апробированной технологией для создания транспортных сетей. Технология SDH обладает рядом важных достоинств с пользовательской, эксплуатационной и инвестиционной точек зрения:

- умеренная структурная сложность, снижающая затраты на монтаж, эксплуатацию и развитие сети, в том числе подключение новых узлов;

- широкий диапазон возможных скоростей – от 155,520 Мбит/с (STM-1) до 2,488 Гбит/с (STM-16) и выше;

- возможность интеграции с каналами PDH, поскольку цифровые каналы PDH являются входными каналами для сетей SDH;

- высокая надежность системы благодаря централизованному мониторингу и управлению, а также возможности использования резервных каналов;

- высокая степень управляемости системы благодаря полностью программному управлению;

- возможность динамического предоставления услуг – каналы для абонентов могут создаваться и настраиваться динамически, без внесения изменений в инфраструктуру системы;

- высокий уровень стандартизации технологии, что облегчает интеграцию и расширение системы, дает возможность применения оборудования различных производителей;

- высокая степень распространения стандарта в мировой практике.

Стандарт SDH обладает достаточной степенью зрелости, что делает его надежным для инвестиций [6].

В дополнение к перечисленным достоинствам необходимо отметить развитие магистральных телекоммуникаций российских операторов связи на основе SDH, что предоставляет дополнительные возможности для привлекательных интеграционных решений. Перечисленные достоинства делают решения, основанные на технологии SDH, рациональными с точки зрения инвестиций. В настоящее время она может считаться базовой для построения современных транспортных сетей, как для корпоративных сетей различного масштаба, так и для сетей связи общего пользования.

Выводы. Сети SDH заняли прочное положение в телекоммуникационном мире. Сегодня они составляют фундамент практически всех крупных сетей – региональных, национальных и международных. Это положение еще более укрепилось в результате появления технологии спектрального мультиплексирования DWDM, поскольку сети SDH могут легко интегрироваться с этим новым типом оптических магистралей с поддержкой очень высоких скоростей в сотни гигабит в секунду. В магистральных сетях с ядром DWDM сети SDH будут играть роль сети доступа, т.е. выполнять те же функции, которые сети PDH играют по отношению к SDH.

В настоящий момент развитие сетей SDH в практике российской связи переходит от этапа экспериментального внедрения к этапу широкого внедрения и эксплуатации, что повышает интерес к процессам измерения на цифровой сети SDH. До сих пор операторы эксплуатировали такие сети, построенные на базе оборудования одного производителя, и с сравнительно несложной топологией. Однако начинается процесс расширения цифровых сетей SDH, усложнения их топологии и превращения в гетерогенные. В ближайшее время

может возникнуть необходимость в документах по методологии измерений, однако уже сегодня общие положения такой методологии ясны, и они с успехом будут применяться для повышения эффективности и надежности работы сетей SDH.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бакланова И.Г.* SDH-NGSDH: практический взгляд на развитие транспортных сетей. М.: Метротек, 2006. 736 с. ил. (Системы эксплуатации связи) ISBN 5-902733-02-2 ISBN 5-902733-02-2
2. *Бакланов И.Г.* Технологии измерений первичной сети. Часть 1. Системы E1, PDH, SDH. М.: Эко-Трендз, 2000. 142 с. ISBN: 5-88405-019-4
3. *Гольдштейн Б.С.* Сигнализация в сетях связи. М.: Радио и связь, 1997. 423 с.: ил. ISBN 5-256-01381-5
4. *Хаджиева Л.К., Маева А.Н.* Эффективность и надежность узла связи // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Молодежь, наука, инновации. 2019. С. 209-216.
5. *Слепов Н.Н.* Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM). 2-е изд., исправ. М.: Радио и связь, 2003. 468 с.
6. *Хмелев К.Ф.* Основы SDH. 2003. 584 с.

ANALYSIS OF THE USE OF TECHNOLOGY SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY SDH

© L. K. Khadzhieva, M. L. Satueva

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

Due to rapid advances in modern technology and the huge need for increased bandwidth, the use of modern facilities requires a more complex network topology to provide better quality of service (QoS). These requirements, in turn, imply high accuracy of design and perfection of synchronization methods. The aim of this study is to solve a way to overcome the above problem by implementing a synchronous digital hierarchy (SDH) network to provide and measure QoS. For each service provider, it is not an easy task to meet customer demand. The SDH network has evolved because the PDH network does not support features such as higher order multiplexing, providing better quality of service (QoS), network topologies other than linear, and complexity with the addition of drop multiplexing, etc. SDH can support QoS better than PDH. The configuration is performed for the SDH implementation as problems of design analyses for future decisions. The QoS measurement is performed to measure network performance.

Key words: SDH technology, transport networks, administrative networks, digital hierarchy.

REFERENCES

1. Baklanova, I. G. (2006) SDH-NGSDH: prakticheskiy vzgljad na razvitie transportnyh setej. [SDH-NGSDH: a practical look at the development of transport networks]. М.: Metrotek, 736 p. il. – (Sistemy jekspluatacii svjazi) ISBN 5-902733-02-2 ISBN 5-902733-02-2

2. Baklanov, I. G. (2000) Tehnologii izmerenij pervichnoj seti. Chast' 1. Sistemy E1, PDH, SDH [Primary Network Measurement Technologies. Part 1. Systems E1, PDH, SDH M]. M.: Eco-Trends. 142 p. ISBN: 5-88405-019-4
3. Goldstein, B. S. (1997) Signalizacija v setjah svjazi [Alarm in communication networks. M.: Radio and communications], 423 p.: il. ISBN 5-256-01381-5
4. Khadzhieva, L. K. and Maaeva, A. N. (2019) 'Effektivnost' i nadezhnost' uzla svjazi'. *Materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. Molodezh', nauka, innovacii* [Efficiency and reliability of the communication center. Materials of the II All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists. Youth, science, innovation], pp. 209-216.
5. Slepov, N. N. (2003) Sovremennye tehnologii cifrovyh optovolokonnyh setej svjazi. (ATM, PDH, SDH, SONET i WDM) 2-e izd., isprav. M.: Radio i svjaz' [Modern technologies of digital fiber-optic communication networks (ATM, PDH, SDH, SONET and WDM). 2nd ed., cor. M.: Radio and communications]. 468 p.
6. Khmelev, K. F. (2003) Osnovy SDH [The basics of SDH]. 584 p.

ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАФИКА, ОБСЛУЖИВАЕМОГО СЕТЬЮ NGN

© И. В. Хасамбиев¹, Х. М. Гакаева¹, М. А. Хажмурадов², С. И. Прохорец²

¹ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

²Национальный Научный Центр «Харьковский Физико-технический институт»,
г. Харьков, Украина

Современному периоду развития телекоммуникаций соответствует все возрастающее увеличение спроса на инфокоммуникационные услуги. То есть на услуги связи, предполагающие автоматизированную обработку, хранение или предоставление по запросу информации с использованием средств вычислительной техники, как на входящем, так и на исходящем конце соединения.

Телекоммуникационные сети должны передавать многокомпонентную информацию (речь, данные, видео, аудио) с необходимой синхронизацией этих компонент в реальном времени [1] и гарантированными параметрами качества обслуживания. Одновременная эксплуатация нескольких сетей (передачи данных, передачи голоса, передачи видео) не выгодна с экономической точки зрения.

Сегодня желательно иметь не уплотненную «цифрой» телефонную проводку, и тем более не целый комплекс кабелей или проводов с набором радиотерминалов, а некую новую единую мультисервисную сеть, которая позволит получать все услуги с помощью универсального телекоммуникационного терминала.

С помощью интеграции различных сетей образовывается единая сетевая инфраструктура на базе IP, которая обеспечивает предоставление услуг ATM/FR, Internet, IP-VPN и Ethernet. Такой инфраструктурой является NGN.

Ключевые слова: сеть, тип трафика, качество обслуживания.

Сеть следующего поколения «(Next Generation Network, NGN) – это сеть на базе пакетов, которая способна предоставлять службы/услуги электросвязи и предоставлять возможность использовать несколько широкополосных транспортных технологий, обеспечивающих качество обслуживания, и в которой функции, относящиеся к службам, независимы от нижележащих технологий, относящихся к транспортировке. Она позволяет свободный доступ для пользователей, по их выбору, к сетям и к конкурирующим поставщикам служб и/или к службам/услугам. Она поддерживает обобщенную подвижность, которая будет давать возможность постоянного и повсеместного обеспечения служб для пользователей» [2]. NGN реализует принцип глобальной доступности услуги – 4Any – Any Service – Anywhere-Anytime – или любая услуга в любом месте любым способом в любое время.

На настоящем этапе согласно идеологии IPCC (International Packet Communication Consortium) NGN представляет собой набор различных сетей с обеспечением их взаимодействия. Разумеется, при согласовании различных сетей различных форматов возникают определенные сложности, которые отражаются на качестве обслуживания.

Прежде всего следует отметить, что обзор исследований по теме включает два направления: инфраструктура NGN и качество обслуживания.

Обзору технологии NGN посвящены работы многих современных ученых. В трудах Б.С. Гольдштейна и А.Б. Гольдштейна, Н.А. Соколова, А. Атцика, В.В. Арцишевского раскрываются вопросы перехода к сетям следующего поколения, мобильной конвергенции, описываются истоки и подводная часть данной технологии. А.А. Зарубин, А.В. Пин-

чук, Б.С. Гольдштейн уделяли внимание инженерным аспектам COPM в сетях NGN. А.Б. Гольдштейн и А. Атцик анализировали две конкурирующие концепции NGN: IPCC и TISPAN. Кроме того, Б.С. Гольдштейн и А.Б. Гольдштейн выпустили книги, освещающие и дополняющие NGN технологии – MPLS, Softswitch, Call-центры, протокол SIP. Практическому применению технологии NGN посвящены публикации А. Титова, М. Глинникова, А. Антоняна, Е. Скуратовской, И. Бакланова, В.В. Макарова, Л.З. Гильченок и других.

Свои архитектурные NGN-решения уже разработали такие лидеры телекоммуникационного рынка, как Cisco Systems, Alcatel, Ericsson, Huawei Technologies, Lucent Technologies, Nortel, Siemens, а также Iskratel, Net Centrex, Stromtelecom, Verso Technologies, Access Networks и другие. Российские производители – Tario. Net, НТЦ «Протей», ФГУП ЛОНИИС.

Вопросы обеспечения качества обслуживания, которые базируются на теории телетрафика, раскрываются в трудах как российских ученых (Г.П. Башарин, Б.С. Лившиц, В.И. Нейман, С.Н. Степанов, А.Д. Харкевич, М.А. Шнепс-Шнеппе, Г.Г. Яновский), так и зарубежных (В. Иверсена, Л. Клейнрока, П. Кюна). Некоторые аспекты обеспечения качества обслуживания анализируются в трудах Ю.М. Корнышева, В.К. Стеклова, Л.Н. Беркман, В.В. Крылова.

К вопросам качества обслуживания для всех услуг, поддерживаемых сетью NGN, обращались такие авторы, как М. Кульгин, Е.А. Кучерявый, П. Фергюсон, Г. Хастон. Регулирование разнородных потоков трафика рассматривали следующие авторы: Я. Ванг, С. Патек, Г. Ванг, Е. Либхерр, а также А.А. Станкевич. Исследованиям параметров различных трафиков посвящены работы В. Болотина, Д. Кумыс-Райеса, Д. Хеймана, Х. Элгебали. Некоторые выкладки касательно качества обслуживания в NGN были сделаны Н.А. Соколовым и Р. Стивенс-Строхман.

Проделанные данными учеными исследования и полученные ими результаты применимы для определения характеристик качества обслуживания в NGN. Однако необходимо так-

же учитывать специфику архитектуры и функционирования устройств сети следующего поколения. По этой причине необходимо комплексное исследование параметров качества обслуживания, расчет вероятностно-временных характеристик NGN. Несмотря на обилие материалов по разрозненным темам (качество обслуживания и сети NGN), данные вопросы остаются открытыми и требуют детальной проработки.

Научная новизна

Как уже отмечалось, обилие материалов по обеим темам сопровождается недостатком интегральных исследований. Научная новизна данной магистерской работы заключается в следующем:

- анализ и выявление методов обеспечения качества обслуживания, присущих сетям NGN;
- учет специфики архитектуры NGN при исследовании параметров качества обслуживания;
- расчет вероятностно-временных характеристик NGN;
- анализ протоколов, используемых сетями следующего поколения, при помощи аппарата СМО;
- выявление интегральных зависимостей «сеть» – «тип трафика» – «качество обслуживания».

Актуальность данной работы

Актуальность данной работы вытекает из необходимости определить наилучшее соотношение между качеством обслуживания и возможностями сети NGN, согласовать требования потребителя и производителя инфокоммуникационных услуг.

Объектом исследования являются различные типы трафика, передающиеся по сетям связи.

Предметом исследования – параметры качества обслуживания, характерные для различных видов трафика.

Целью публикации является исследование особенностей обеспечения качества обслуживания различных типов трафика, реализуемых сетью NGN.

Постановка задачи

В работе ставятся следующие задачи:

- определить концепцию построения сетей NGN, требования к архитектуре и взаимодействие составных частей сетевой архитектуры;
- исследовать требования к параметрам качества обслуживания, которые выдвигают различные виды трафика;
- проанализировать механизмы обеспечения качества обслуживания в сетях NGN;
- проанализировать сеть в зависимости от закона времени распределения обслуживания, а также характеристики каналов с интеграцией голоса и данных;
- определить факторы, влияющие на качество доставки и обработки различных типов трафика в сети NGN.

Концепция построения и особенности NGN

Мультисервисная сеть следующего поколения – то, чем заняты во всем мире мысли специалистов в области телекоммуникации. Обычная телефонная связь, сотовая связь, огромные ресурсы сети Интернет, IP-телефония, кабельное телевидение (домашнее видео по запросу) – всё это должно быть объединено в единую архитектуру (рис. 1) [3].

Таким образом, сеть NGN должна обеспечивать неограниченный набор услуг, предоставлять гибкие возможности по их управлению, персонализации и созданию новых видов сервиса за счет унификации сетевых решений. Последнее предполагает реализацию универсальной транспортной сети с распределенной коммутацией, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и интеграцию с традиционными сетями связи [4].

В основе NGN лежит пакетная сеть передачи данных. Инновационная сущность технологии NGN заключается даже не в том, что она обеспечивает более гибкую, скоростную и эффективную среду передачи, а в том, что она не привязана к концепции канала и обеспечивает полносвязность сети или VPN (виртуальной частной сети) клиента. Данные любого типа (голос, видео, информация системы охранно-пожарной сигнализации и т. п.) доставляют-

ся туда, куда нужно, и тогда, когда нужно. Это достигается за счет физического и логического отделения передачи и маршрутизации пакетов, а также оборудования передачи (каналов, маршрутизаторов, коммутаторов, шлюзов) от устройств и логики управления вызовами и услугами.

Используемая в сети логика поддерживает все типы услуг в сети с коммутацией пакетов, начиная от базовой телефонной связи и заканчивая передачей данных, изображений, мультимедийной информации, широкополосными приложениями и приложениями управления. Все информационные ресурсы становятся общедоступными по любой среде, по которой эти ресурсы могут быть доставлены, независимо от того, где находится человек.

Указанные особенности отличают сети NGN от обычных телефонных и IP-сетей, наиболее широко распространенных в мире телекоммуникаций. Сети NGN, будучи результатом слияния обычных телефонных сетей и сети Интернет, объединяют в себе их лучшие черты:

- адаптируемость для передачи трафика любого вида, что можно сравнить с адаптируемостью сети Интернет в противоположность отсутствию гибкости передаче данных в ТфОП;
- гарантированное качество голосовой связи и критически важных приложений передачи данных, что отвечает надежности ТфОП в противоположность негарантированному качеству связи в сети Интернет;
- низкая стоимость передачи в расчете на единицу объема информации приближается к стоимости передачи данных в сети Интернет, а не ТфОП [5].

Механизмы обеспечения QoS

Основными механизмами обеспечения QoS (Quality of Service) являются:

1. Пакетная передача данных.
2. NGN как сеть с коммутацией пакетов отвечает модели системы с ожиданием (ТфОП соответствует модели системы с потерей вызовов). Заявка, поступившая в момент занятости всех каналов, не покинет систему, а будет поставлена в очередь. Время освобождения си-

Вариант модели сети на базе NGN

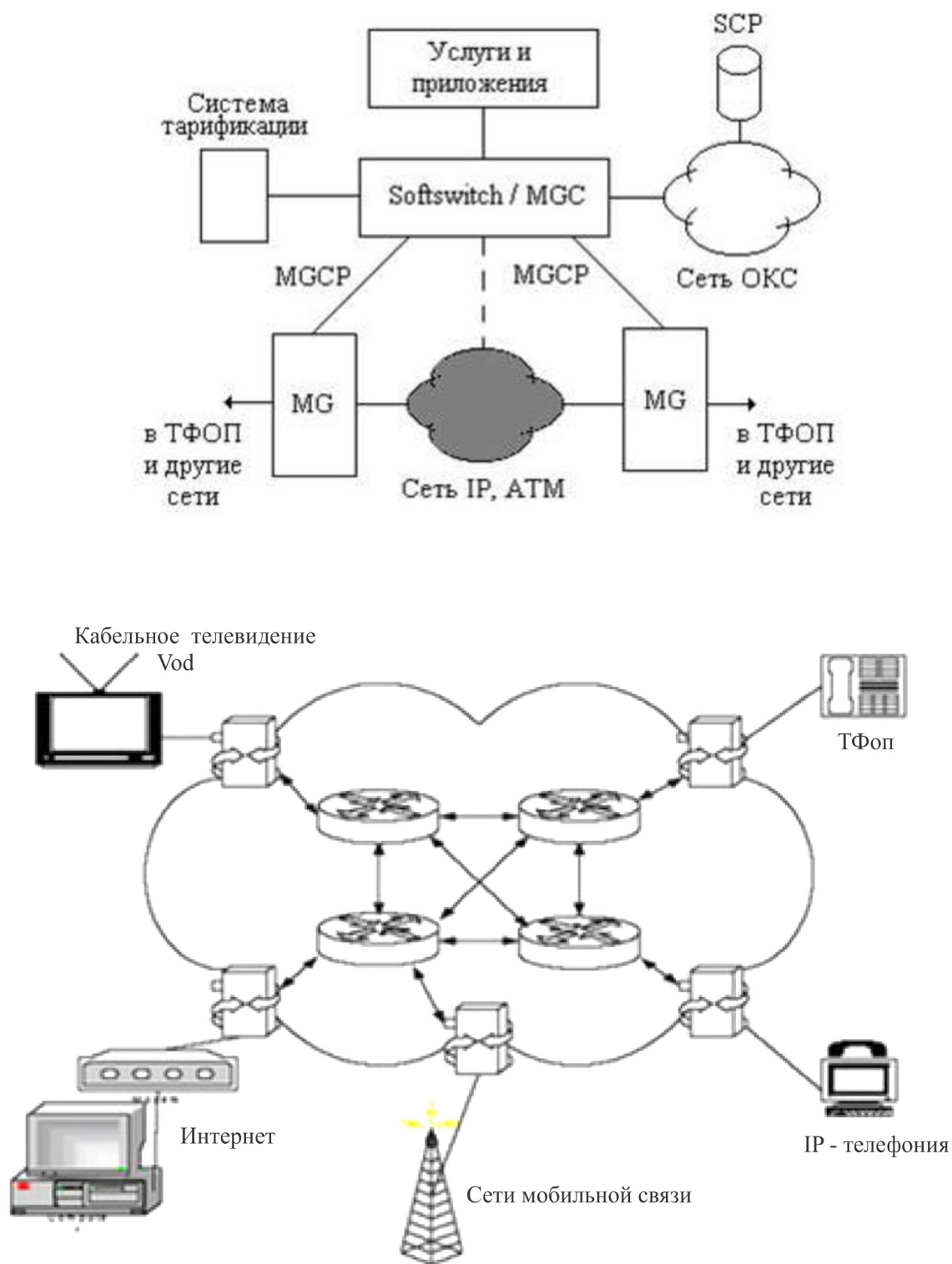


Рис. 1. Мультисервисная сеть нового поколения

стемы для начала обработки заявки из очереди меньше, нежели время, требуемое на перезапрос услуги. Кроме того, пакетизированный голос расходует полосу пропускания гораздо экономнее – при молчании абонентов информация не передается.

3. Наличие «временного запаса».

4. Измерения, проведенные специалистами Международного союза электросвязи (МСЭ) и Европейского института телекоммуникационных стандартов, показали, что к снижению качества телефонной связи приводит задержка $T_{кр}$ свыше 150 мс. Обозначим время доставки информации в сети от узла А к узлу Б – T_0 . Тогда временной запас ($T_з$) – это разница между критическим временем доставки информации к абоненту и реальным временем прохождения пакетов через сеть:

$$T_з = T_{кр} - T_0 \quad (1)$$

5. Временной запас $T_з$, который в традиционных сетях связи пренебрегается, в NGN оперативно предоставляется другим приложениям, что в целом благотворно сказывается на параметрах QoS [6].

6. Физическое и логическое отделение передачи и маршрутизации пакетов от устройств и логики управления услугами.

7. Данное архитектурное решение позволяет использовать единый программный интеллект обработки вызовов для сетей разных типов (традиционных, пакетных, гибридных) с разными форматами речевых пакетов и с разным физическим транспортом [7], а также повышает степень управляемости процессами и параметрами QoS в сети следующего поколения.

8. Применение граничных контроллеров сессий SBC (Session Border Controller).

Данное устройство изначально ориентировано на большое количество услуг реального времени (видео, мультимедиа, Instant Messaging), реализуемых в IP-сети, и задействовано для отслеживания показателей качества обслуживания в NGN. Трафику, пропускаемому через SBC, обеспечивается управление качеством обслуживания, безопасностью, полосой пропускания. Для взаимодействия сетей необходимо одновременное использова-

ние обоих видов оборудования – Softswitch и SBC [5].

9. Использование технологии многопротокольной коммутации по меткам MPLS (Multiprotocol Label Switching).

10. Технология MPLS ориентирована на оптимизацию процесса маршрутизации трафика таким образом, чтобы обеспечить максимально выгодное сочетание всех механизмов QoS, задействованных в сети. Процесс маршрутизации заменяется процессом коммутации, который осуществляется на основе меток. Существенное повышение качества работы (аудио- и видеоинформация передается коммутаторами MPLS с точностью, сравнимой с результатами работы по прямому соединению) достигается за указание в метке пропускной способности, которая должна быть зарезервирована.

Функция MPLS Fast Reroute, оперативно реагирующая (не более чем за 50 мс) на обрывы связи и перенаправляющая информационные потоки на неповрежденные участки сети, делает NGN более надежной, чем сети SDH [6].

Определение характеристик качества обслуживания

В рамках данной магистерской работы было проведено исследование пакетной сети с установлением и без установления соединения. Необходимо отметить, что ТфОП, сеть с коммутацией каналов, является эталонной при оценке качества передачи речи в других сетях. Для того чтобы улучшить качество обслуживания, появились технологи, эмулирующие коммутацию каналов в сети с коммутацией пакетов. Протокол TCP стека IP и протоколы SIP, H. 323, Megaco/H. 248, MGCP, которые управляют аудио- и видеоконференциями и обеспечивают взаимодействие между устройствами NGN-сетей, являются протоколами, ориентированными на установление соединения.

Проведенный анализ различных исследований позволяет сделать вывод, что одним из важных параметров качества обслуживания для сетей с коммутацией пакетов является нормированное время отклика сети [7].

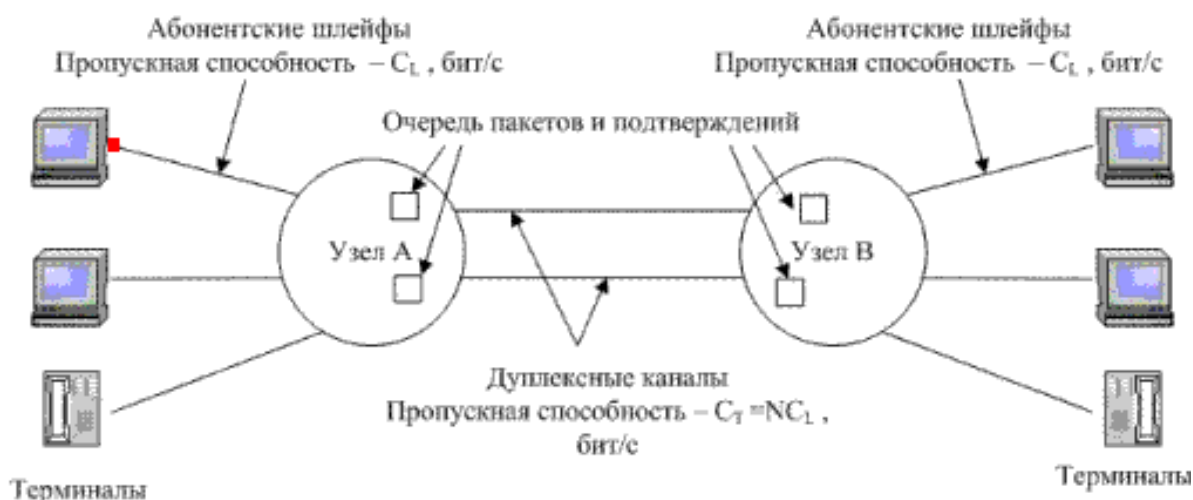


Рис. 2. Модель сети с коммутацией пакетов без установления соединения

Для исследования и анализа нормированного времени отклика сети необходимо решить следующие задачи:

- построить модель сети с коммутацией пакетов;
- исследовать нормированное время ответа для сетей с установлением и без установления соединения и различными способами передачи подтверждений;
- исследовать зависимость нормированного времени ответа от соотношения между длиной служебного и информационного полей пакета.

Сеть без установления соединения

На рис. 2 приведен фрагмент сети. Обозначим интенсивность потока во входном узле λ , пропускную способность дуплексного канала между узлами $C_T = N C_L$, где величина C_L определяет максимальную скорость доступа к узлу. Возможны два сценария передачи подтверждений:

1. Подтверждения передаются в отдельных пакетах;
2. Подтверждения передаются в специальных полях информационных пакетов обратного направления.

Количество повторов равно 100, длительность одного составляет 7,2 с.

Поставим задачу найти среднее время отклика T_D от узла к узлу, как функцию нагрузки в сети, длины служебных и информационных

пакетов и интенсивности передачи сообщений.

В первом случае время отклика сети будет состоять из времени задержки в очереди информационного потока узла А, времени задержки в очереди потока подтверждений узла В, среднего времени передачи информационного пакета (учитывая заголовок) и времени передачи пакетов подтверждений (2).

Во втором случае время отклика сети уменьшится на время ожидания, в очереди время передачи потока подтверждений (ввиду отсутствия такового) (3):

$$T_D = t_m + 2t_h + 2W \quad (2)$$

$$T_D = t_m + t_h + W \quad (3)$$

где t_m – средняя продолжительность передачи информационных полей пакетов;

t_h – продолжительность передачи служебных полей пакетов и пакетов потока подтверждений;

W – среднее значение ожидания пакета, который в системе типа M/G/1 определяется по формуле Полячека-Хінчина (11) и зависит от второго момента распределения времени обслуживания (10).

Для исследования времени отклика сети от отношения длины управляющего пакета к длине информационного введем коэффициент k (4) и нормируем полученное время задержки в сети на время передачи данных по абонентской линии (5):

$$k = \frac{t_h}{t_m} = \frac{L_i}{m_c} \quad (4)$$

$$T_M = t_m * N \quad (5)$$

Для случая использования отдельного потока подтверждений нормированное время отклика будет иметь вид (6), тогда как при передаче подтверждений в полях пакетов обратного направления с учетом (4) и (5) (3) будет иметь вид (7):

$$T_D/T_M = \frac{1}{N} \left(1 + 2k + \frac{\rho_M(1+k+k^2)}{1-\rho_M(1+2k)} \right) \quad (6)$$

$$T_D/T_M = \frac{1}{N} \left(1 + k + \frac{\rho_M \left(1 + k + \frac{1}{2}k^2 \right)}{1 - \rho_M(1+k)} \right) \quad (7)$$

Рассмотрим ситуацию, когда отношение объема служебной информации к полезной составляет 0,1 (рис. 3). Именно такое соотношение между сигнальными и информационными полями имеют ячейки АТМ (5 байт – 48 байт). В технологии Ethernet/802.3 коэффициент k (при полной укомплектации кадра) будет даже меньше (21 байт – 1496)

Предельный коэффициент полезного использования канала для каждой системы (8), (9) может быть найден из условия существования (6) и (7):

– для системы с передачей потока подтверждений

$$\rho_{M_{max}} = \frac{1}{(1+2k)} \quad (8)$$

при $k=0.1$, $\rho_M=0.83$

– для системы с передачей подтверждений в полях пакетов обратного направления:

$$\rho_{M_{max}} = \frac{1}{(1+k)} \quad (9)$$

при $k=0.1$, $\rho_M=0.91$

Сеть с установлением соединения

Эта сеть строится по модели М/М/Н. Так же как и в сети без установления соединения возможны два случая:

3. Служебная информация, необходимая для установления соединения, передается по тому же каналу, что и данные;

4. служебная информация передается по отдельному каналу.

В общем случае время установления соединения узла А с узлом В T_C (от момента передачи сообщения запроса к моменту приема сообщения о начале передачи) состоит из посылки вызова узлом А – T_{SR} , временами ожидания освобождения канала – W , сообщением узла В о получении посылки вызова – T_R , посылки узлом У сообщение о готовности к соединению – T_{SR} , и ответа узла А о получении сообщения – T_S . Считая, что каждое сигнальное сообщение имеет одинаковую длину, получим (10):

$$T_C = 4T_S + W \quad (10)$$

где T_S – время передачи сигнальных сообщений,

W – время ожидания обслуживания, которое определяется с учетом второй формулы Эрланга и формулы Литтла.

Следует учесть, что время ожидания обслуживания для системы с передачей служебной информации по отдельному каналу будет меньше, чем для системы с передачей служебной и полезной нагрузки по одному каналу за счет отсутствия ожидания освобождения канала от сигнальных сообщений. Применяя описанную выше методику, найдем нормированное время отклика как:

– для модели с передачей служебной и полезной информации по одному каналу (11)

$$T_C/T_M = 4k + \frac{(8k+1)*C(N,A)}{N(1-\rho_M(1+8k))} \quad (11)$$

– для модели с передачей служебной информации по отдельному каналу (12)

$$T_C/T_M = 4k + \frac{C(N,A)}{N(1-\rho_M)} \quad (12)$$

Как и в предыдущем случае, рассмотрим ситуации, когда отношение объема служебной информации к полезной составляет 0,1 (рис. 4).

Предельный коэффициент полезного использования канала для каждой системы мо-

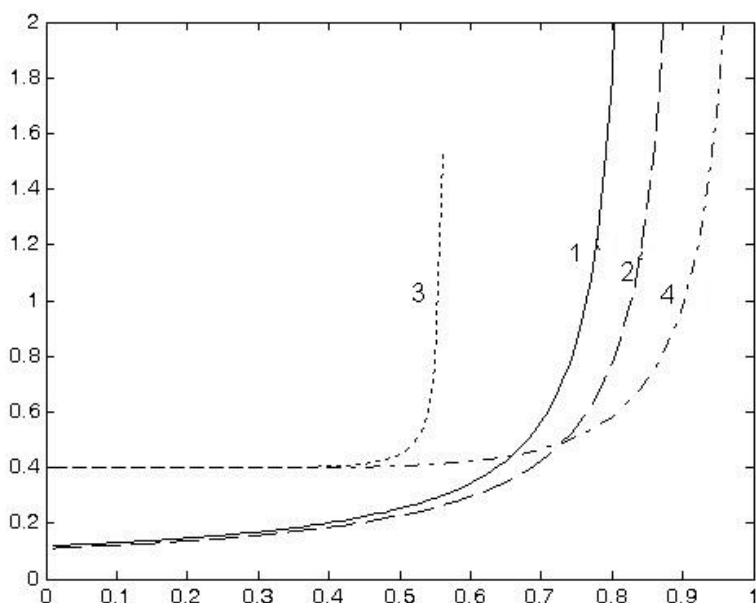


Рис. 3. Нормированное время отклика пакетной сети при $k=0,1$:

жет быть найден из условия существования (11) и (12):

– в первом случае

$$\rho_{M_{\max}} = \frac{1}{(1+8k)} \quad (13)$$

при $k=0,1$, $\rho_M=0,56$

– во втором случае:

$\rho_M=0,999$ при любом k .

Зависимости приведены на рисунке 3.

1 – подтверждения в модели без установления соединения передаются отдельным потоком;

2 – подтверждения в модели без установления соединения передаются в специальных полях информационных пакетов обратного направления;

3 – служебная информация, необходимая для установления соединения, передается по тому же каналу, что и данные;

4 – служебная информация, необходимая для установления соединения, передается по отдельному каналу.

Несмотря на то, что система с установлением соединения имеет чуть худшие параметры, чем система без установления соедине-

ния, в первой увеличение коэффициента полезного использования канала (то есть увеличение нагрузки на канал) не увеличивает время отклика, что делает эту систему приоритетной для передачи мультимедийной информации в сетях NGN.

Выводы. Увеличение нагрузки сначала медленно, а потом быстро увеличивает время отклика сети. Граничное значение коэффициента эффективного использования канала определяется отношением длин служебного и информационного пакетов, причем чем это отношение меньше, тем эффективнее используется канал.

Характер кривой, которая отвечает сети с установлением соединения, показывает, что при увеличении нагрузки время отклика сети не увеличивается. Поэтому именно такая сеть способна удовлетворить требования мультимедийного трафика к задержке.

Таким образом, сеть NGN обеспечивает высокое качество передачи всех типов трафика, оптимизируя его распространение в реальном времени и учитывая резервирование полосы пропускания, пропускную способность и текущую нагрузку каналов, приоритизацию трафика.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Махровский О. В.* Технологии мультисервисных сетей связи: учебное пособие. Санкт-Петербург: ГОУВПО, 2009. 121 с.
2. *Антонян А., Скуратовская Е.* Построение сетей NGN // «CONNECT». № 7. 2006.
3. *Соколов Н. А.* Качество обслуживания трафика речи в сети NGN // Connect Мир святы. 2006. № 7. С. 13-15.
4. *Гольдштейн А. Б., Соколов Н. А.* Подводная часть айсберга по имени NGN (часть 2) // Технологии и средства связи. 2006. № 3. С. 3-18.
5. *Гольшико А.* Кирпичики Вселенной NGN // Connect! Мир святы. 2006. № 4. С. 5-7.
6. *Крылов В. В., Самохвалова С. С.* Теория телетрафика и ее приложения. СПб.: Бхв-петербург, 2005. 288 с.
7. *Корнышев Ю. Н.* Теория телетрафика. М.: Радио и связь, 1996. 272 с.

THE ASSESSMENT OF THE LIMITING PARAMETERS OF TRAFFIC SERVED BY THE NGN NETWORK

© I. V. Khasanbiev¹, H. M. Gakaev¹

¹GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

M. A. Khazhmuradov², S. I. Prokhorets²

²NSC "Kharkiv Institute of Physics and technology", Kharkiv, Ukraine

The increasing demand for information and communication services corresponds to the modern period of telecommunications development. That is, for communication services involving automated processing, storage or provision of information on request using computer technology, both at the incoming and outgoing end of the connection.

Telecommunication networks must transmit multicomponent information (speech, data, video, audio) with the necessary synchronization of these components in real time [1] and guaranteed quality of service parameters. Simultaneous operation of several networks (data, voice, video) is not profitable from an economic point of view.

Today, it is desirable not to have a "digit" sealed telephone wiring and especially not a whole set of cables or wires with a set of radio terminals, but a new single multi-service network that will allow you to receive all services using a universal telecommunication terminal.

With the integration of different networks formed a single network infrastructure based on IP, which provides services ATM/FR, Internet, IP-VPN and Ethernet. This infrastructure is NGN.

Keywords: Network, type of traffic, quality of service.

REFERENCES

1. Mahrovskij, O. V. (2009) Tehnologii mul'tiservisnyh setej svjazi: uchebnoe posobie. Sankt-Peterburg: GOUVPO [Technologies of multiservice communication networks: study guide, St. Petersburg: SEEHPE]. 121 p.
2. Antonjan, A. and Skuratovskaja, E. (2006) 'Postroenie setej NGN'. [Networking NGN] "CONNECT", №7.
3. Sokolov, N. A. (2006) 'Kachestvo obsluzhivaniya trafika rechi v seti NGN' [Quality of voice traffic service in the NGN network]. *Connect Mir svjati*, №7. Pp. 13-15.
4. Gol'dsh'tejn, A. B. and Sokolov, N. A. (2006) 'Podvodnaja chast' ajsberga po imeni NGN (chast' 2) '. *Tehnologii i sredstvasvjazi* [Underwater part of an iceberg named NGN (part 2). Technologies and means of communication]. №3. Pp. 3-18.
5. Golyshko, A. (2006) 'Kirpichiki Vselennoj NGN' [Bricks of the Universe NGN]. *Connect Mir svjati*. №4. Pp. 5-7.
6. Krylov, V. V. and Samohvalova, S. S. (2005) Teorija teletrafika i ee prilozhenija [The theory of teletraffic and its applications]. Spb.: Bhv-peterburg, 288 p.
7. Kornyshev, Ju. N. (1996) Teorija teletrafika. M.: Radio i svjaz' [Theory of teletraffic. M.: Radio and communications]. 272 p.

МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ОБУЧАЮЩИХСЯ В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

© И. М. Шабазов, Д. Д. Маилова

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

В статье раскрывается тема применения современных интерактивных средств и технологий в процессе обучения иностранному языку в неязыковом вузе. Изучение английского языка с использованием мобильных приложений актуально на сегодняшний день, так как смартфон является неотъемлемой частью жизни любого современного человека. В статье рассмотрена подборка наиболее популярных веб-сайтов и онлайн-сервисов для изучения иностранного языка, с помощью которых пользователи могут найти интересующие их материалы в нужной им удобной форме, некоторые из которых были проанализированы: Lingualeo.com; Duolingo.com; British Council Learn English Kids; British Council Learn English Teens; British Council Learn English. Также кроме сайтов была предложена подборка мобильных приложений для изучения иностранного языка, часть из которых аналогично сайтам была проанализирована: Easy Ten, Memrise, Upmind, ELSA; TEDtalks; Italki; HelloTalk.

Ключевые слова: мобильные приложения, мобильное обучение, английский язык.

Мобильные телефоны и другие цифровые устройства стали неотъемлемой частью жизни каждого человека в 21 веке. Для учащихся, которые родились и выросли в информационном обществе, использование современных технологий является совершенно естественной частью жизни. В настоящий момент в мире насчитывается около 1,5 миллиарда мобильных телефонов, это в три раза больше, чем традиционных компьютеров.

Понятие «мобильное обучение иностранному языку» встречается при анализе научных работ в сфере интеграции инфокоммуникационных (Б. Дендев, Г. Дуденев и В. А. Куклев) и мобильных технологий в преподавании языков (Н. Г. Бондаренко, К. В. Капранчиков, Б. Б. Ярмхов, Дж. Тракслер и А. Н. Авраменко) [1].

Мобильное обучение иностранным языкам – это интерактивная технология обучения, контроль и взаимодействие субъектов образовательного процесса. Мобильное обучение основано на совместном применении мобильных устройств и мобильных приложений для обучения, с помощью которых пользователь в любом месте и в любое время сможет развивать речевые и языковые навыки, а также

формировать социальные, компенсаторные и учебно-познавательные компетенции, для достижения цели свободного использования иностранного языка в качестве средства общения [2].

В настоящее время существует большое количество приложений, реализующих идеи обучения английскому языку с использованием технических средств на платформе мобильных устройств. Многие из них предназначены для формирования всех навыков, однако большая часть приложений рассчитана на развитие только одного вида речевой деятельности: грамматики или лексики. Наиболее известными мобильными приложениями являются:

Ling uaLeo

Основным достоинством данного сервера является большая коллекция материалов на английском языке: видео, аудио, книги. Тем самым ученик может сам выбирать то, что ему интересно, и то, в какой форме преподносится информация. Если он выбирает видео, то к нему будут приложены субтитры для полного понимания реплик. К аудио найдется текст песни или книги. Во всех материалах есть возможность выбрать непонятное сло-

во, ознакомиться с его переводом и занести в свой словарь для дальнейшего заучивания. На этой платформе можно найти ресурсы из разнообразных источников: TED talks, StudyUK: Discover You, British Council – Learn English. На вкладке «Тренировка» студент может закреплять слова, выбранные в процессе изучения того или иного материала. Доступны следующие типы работ: слово-перевод, перевод-слово, савана, аудирование, конструктор слов, словарные карточки, конструктор фраз. Имеются также более продвинутые задания, например повторение, лео-спринт, кроссворд, аудиовызов, но они доступны только для пользователей, которые заплатили определенные деньги для получения привилегированного статуса. Остальные же задания доступны с минимальными ограничениями: количество слов или определенный уровень [3].

На вкладке «Грамматика» студент может ознакомиться с некоторыми основными грамматическими правилами. На начальном уровне: PresentSimple, PastSimple, FutureSimple, Numerals. На среднем уровне: Present Continuous, Past Continuous, Future Continuous, Present Perfect, Present Perfect Continuous, Past Perfect, Past Perfect Continuous, Future in the Past, To be going to. На продвинутом уровне: Passive Voice – Present Simple, Passive Voice – Past Simple, Passive Voice – Future Simple, Passive Voice – Present Perfect, Participles, Modal Verbs (Can/Could), Infinitive and Gerund. Имеются также еще несколько грамматических форм для изучения, но они доступны только для привилегированных пользователей. Данный сайт является хорошим способом заинтересовать учеников изучать английский язык. Здесь пользователь может найти то, что ему действительно нравится, и изучать английский с удовольствием [4, 5].

Один из секретов успеха этого приложения для изучения английского языка – игровая форма обучения. Ваш собственный симпатяга-львенок жаждет фрикаделек, получить которые можно только при прохождении уроков.

Еще одно безусловное преимущество платформы LinguaLeo – наличие огромного количества медиа-материалов (фильмы, книги, песни, музыкальные и образовательные видео-

ролики и т. д.), с которыми вы можете работать в процессе обучения.

Duolingo

Полностью бесплатные приложения для изучения английского, да еще и без постоянной надоедливой рекламы, – редкость. Именно таким является Duolingo. Процесс обучения проходит в игровой форме. Как и в предыдущем приложении, у вас есть питомец (на этот раз сова), которого нужно кормить. Веб-сайт и одноименное мобильное приложение направлено на заучивание лексико-грамматического материала с помощью типовых заданий, повторяющих лексические единицы и речевые образцы. Пользователю предлагается ознакомиться с материалом тематических уроков, которые условно можно разделить на две большие группы: грамматика (множественное число существительных, склонение местоимений, глаголы в форме настоящего времени, вопросы, союзы, предлоги, числа, глаголы в форме прошедшего времени, инфинитивы, относительные местоимения, глаголы в форме будущего времени, фразы будущего времени) и лексика (еда, животные, одежда, цвета, даты и время, семья, профессии, места, предметы, люди, поездки, учеба, абстракции, природа, спорт, искусство, общение, медицина, политика, наука, бизнес, события). Посредством заучивания лексико-грамматического материала запоминаются базовые лексические единицы языка, входящие в вокабуляр обучающегося, и основные речевые шаблоны, составляющие базу для формирования речевых умений. Вы проходите уровень за уровнем, постепенно повышая их сложность и зарабатывая трофеи, а чтобы процесс не казался таким простым, теряете жизни за неправильные ответы [8, 10].

Приложения для изучения лексики иностранного языка

Среди них можно выделить следующие: Memrise, EasyTen, Upmind, ELSA. Основной отличительной чертой данных мобильных приложений является возможность изучения языка от уровня Elementary до уровня Advanced. В качестве основного метода для запоминания новых слов создатели приложения предлагают

создание визуальных ассоциаций. Благодаря яркому дизайну обучение будет интересно как взрослым, так и детям.

Easyten

Приложение для тех, у кого мало времени, но есть большое желание освоить английский язык. Каждый день сервис подбирает 10 новых иностранных слов, которые пользователю нужно будет выучить, закрепив знание несложными тренировками. Уже к концу месяца по задумке разработчиков словарный запас пополнится минимум 300 новыми словами.

У Easyten удобный интерфейс. Пользователь выбирает язык, который хочет изучать, интересные тематики, а затем приложение ежедневно предлагает по 10 карточек с новыми словами. Количество слов в день можно настроить – их может быть от 1 до 20.

Кроме того, на каждой карточке пользователь может прослушать правильное произношение слова, зачитанное носителем языка, а также просмотреть пример его использования в предложении, взятый прямо из социальной сети Twitter.

Если пользователь почувствует, что запомнил все слова, то может проверить свои знания тестом, в котором получит очки за каждый правильный ответ.

Приложение также запоминает и учитывает пользовательские ошибки в тестах, давая потом возможность повторить и запомнить особенно трудные слова.

Memrise

Memrise – это онлайн-сервис и мобильное приложение для заучивания иностранных слов. Сервис основан на научной методике, позволяющей изучать до 44 слов в час. Главное «оружие» приложения – мемы. Они позволяют гораздо лучше запоминать материал, а различные игровые режимы тренируют разные аспекты памяти: визуальное изучение, повторение и закрепление, быстрое вспоминание и т. д.

Memrise помогает запоминать слова и фразы, используя интервальные повторения. Слова озвучены, для многих записано видео их произношения разными людьми на улице. Есть отличные готовые списки слов и фраз для разного уровня и на разные темы.

Сервис предлагает пройти курсы:

- созданные самой командой Memrise,
- пользовательские, добавленные другими юзерами,
- собственного сочинения.

При желании вы можете сделать курс и сами по нему заниматься.

Также в приложении доступны тысячи видео- и аудиозаписей носителей языка, разные тесты, аудирование и т. д. Курсы можно скачивать и изучать их офлайн.

Memrise поможет заложить фундамент для дальнейшего изучения языка в виде базового набора слов, но также пригодится для знакомства с редкими фразами или идиомами. Помимо языков можно выучить важные даты из истории, названия городов, стран, цветов, животных и много другое.

Uprmind

Разработчиками данного приложения являются создатели Easyten. К словам добавлены анимированные изображения. Изображения добавляются автоматически, поэтому они не всегда совпадают с правильными словами.

Приложение Uprmind предназначено для тех, кто хочет изучать иностранные языки, но не готов к регулярному прохождению уроков и выполнению однообразных типовых занятий, пояснили в Easyten. Сервис представляет собой ленту, аналогичную соцсетям, в которой пользователь изучает слова при помощи картинок, GIF, реальных примеров из Twitter и мини-игр. Если новое слово встретилось один раз, и вы больше его не используете, оно быстро забывается. Чтобы слова из краткосрочной памяти перевести в долгосрочную, пригодятся приложения и веб-сервисы для отработки словарного запаса.

ELSA

Первое, чему учат всех начинающих, – правильному английскому произношению. ELSA расшифровывается как English Language Speech Assistant. Это интерактивное языковое приложение помогает поставить правильное английское произношение.

В самом начале обучения ELSA спросит, какой у пользователя его родной язык, чтобы перестроить программу под соответствующий акцент. Затем попросит прочесть вслух несколько простых слов и фраз, чтобы понять

особенности личного произношения пользователя.

После этого ELSA начинает обучать правильно произносить отдельные звуки и слоги, которые у пользователя недостаточно хорошо получаются.

Программа была разработана специалистами в области коммуникации и развития речи.

Приложения для изучения грамматики английского языка являются самыми востребованными среди учащихся

1. English Grammar in Use. Важной чертой данного приложения является то, что оно хранит всю статистическую информацию. Оно может быть полезно преподавателям, так как программа самостоятельно выделяет допущенные учеником ошибки, учителю достаточно только посмотреть на мобильное устройство и понять, с какими трудностями столкнулся ученик.

2. British Council – Learn English Grammar. Приложение предлагает два вида работы: «Practice» и «Test». В практической части учащийся выбирает нужную тему и выполняет упражнения. После чего программа разрабатывает тест, пройдя который пользователь сможет увидеть допущенные им ошибки.

3. Practice English Grammar. В данном приложении содержится более 500 вопросов, которые разделены на 16 различных тем. Главной особенностью программы является то, что она предлагает возможность подготовиться к ряду международных экзаменов: TOEFL, IELTS, FCE, CAE [7].

Следующее приложение является мобильной версией веб-сайта, который, в свою очередь, является отчетом ежегодных конференций, которые проводятся как в США, где было создано мероприятие, так и по всему миру в качестве филиалов. Это TEDtalks. TED (аббревиатура от англ. Technology Entertainment Design – Технологии, развлечения, дизайн) – частный некоммерческий фонд в США, известный прежде всего своими ежегодными конференциями, которые проводятся с 1984 года в Монтерее (Калифорния, США). С 2009 года проходит в Лонг-Бич (Калифорния, США) [11, 12].

Миссия интеллектуальной конференции состоит в распространении уникальных идей («ideasworthspreading»), избранные лекции доступны на веб-сайте конференции. Темы лекций разнообразны: наука, искусство, дизайн, политика, культура, бизнес, глобальные проблемы, технологии и развлечения. В список выступающих попали такие известные личности, как бывший президент США Билл Клинтон, Нобелевские лауреаты Джеймс Уотсон, Мюррей Гелл-Манн, а также основатель Википедии Джимми Уэйлс. В приложении также доступны некоторые выступления. Все видео разделены на темы, для того чтобы пользователям было легко найти видео по интересующей его теме. Доступны видео- и аудиоматериалы, которые можно не только добавить в пользовательские списки для просмотра в будущем, но и сохранить в память телефона, чтобы всегда иметь доступ к избранным выступлениям. Многие выступления имеют субтитры на многих языках, поэтому посмотреть их могут не только пользователи с высоким уровнем знания английского языка (так как темы, затрагиваемые на конференции, далеки от повседневных), но и с базовым уровнем, которые интересуются английским и интересными прогрессивными мнениями профессионалов из разных сфер жизнедеятельности. На сайте можно также найти тексты выступлений для более детального изучения [4, 9].

Два следующих приложения сходны по своей природе.

Italki и HelloTalk – это, по сути, чаты, где пользователи могут искать собеседников для общения на иностранном языке на интересующие их темы.

Italki – приложение довольно-таки простое. Пользователь регистрируется и указывает языки, которые он знает и учит. Здесь можно читать и комментировать статьи таких же пользователей. В основном обучающиеся пишут заметки на изучаемом языке или вопросы, касающиеся той или иной проблемы в изучении языка. Носителем языка предлагается помочь учащимся. За определенную плату можно нанять персонального педагога по языку из другой страны, который будет проводить занятия в соответствии с расписанием, которое вы

оговариваете заранее. Также приложение имеет полную версию в виде веб-сайта.

Hello Talk – это приложение наподобие социальной сети. Здесь люди могут не только находить людей по изучаемым и родным языкам, возрасту или стране проживания, но и смотреть записи на страничках пользователей. Также имеется что-то в роде ленты. Например, если вы изучаете английский язык, то в ленте новостей «по умолчанию» вам будут показываться записи тех, у кого английский родной язык. Также можно настроить ленту так, чтобы вам показывались записи тех, кто так же, как Вы, изучает английский язык. У себя в профиле Вам предлагается указать Ваш уровень владения языком, дать краткое описание Ваших увлечений. В приложении также можно узнать перевод слов и их произношение, не выходя из приложения. Однако количество слов ограничено для тех, кто не заплатил за премиум статус. Также в разговоре с человеком и в комментариях к его записям можно исправлять ошибки. Приложение не имеет версию в виде веб-сайта [6].

Для всех перечисленных приложений главной характерной особенностью является курс на индивидуализацию, взятый разработчиками обучения.

Вместе с тем потенциал расширения возможностей обучения английскому языку заключается не только в продолжении уже существующих идей на мобильной платформе, разработке мобильных приложений для обучения английскому языку, но и в реализации принципиально новых моделей обучения, возможных с использованием мобильных устройств. В своей основе эти модели могут быть связаны с расширением среды обучения иностранному языку, что описывается как с позиций расширения возможностей коммуникативного взаимодействия с носителями языка, так и с позиций построения новых способов расширения словарного запаса, изучения новых слов.

Изучение отечественной и зарубежной литературы по данному вопросу позволило сделать вывод о том, что использование веб-сайтов и мобильных приложений дает возможность ученикам получать информацию в удобном и интересном для них формате и иметь доступ к

образовательному ресурсу в свободное время, что способствует повышению качества обучения.

Подводя итоги, можем констатировать, на сегодняшний день существует огромное количество мобильных приложений и различных программ, для того чтобы изучать иностранный язык, основное направление которых – это формирование и развитие лексических и фонетических навыков английского языка. Широкий ассортимент приложений для обучения языка, существующий на рынке программного обеспечения, позволяет пользователям выбирать приложения, которые будут соответствовать индивидуальным потребностям и уровню языковой подготовки обучающегося. Практическое применение мобильных приложений несет в себе огромный потенциал, повышающий мотивацию, активность и интерес к предмету изучения, приложения позволяют индивидуализировать процесс обучения, устранить психологический барьер использования иностранного языка в качестве средства общения. Помимо этого, пользование интерактивными технологиями способствует развитию иноязычных компетенций и интенсификации самостоятельной работы обучающихся. Можно сказать, что мобильные приложения дают огромные возможности повышения эффективности самообучения, так как позволяют создавать максимально дружелюбную к пользователю среду, не отталкивающую его от обучения, позволяющую мгновенно переключаться между теоретическим материалом и практикой, доступную не только дома или в учебном классе, а в любом месте, где возможно пользоваться мобильными устройствами.

В завершение нашей работы мы хотели бы обозначить перспективные линии дальнейшего исследования по проблемам МО, обучающихся английскому языку. Во-первых, необходимо более детальное изучение именно психологических аспектов готовности всех участников образовательного процесса к применению МО. Возможно, стоит побеседовать с родителями. Во-вторых, имеет смысл проанализировать зарубежный опыт, во многом предшествующий отечественной практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Варшавская С. В.* Использование мобильных справочных приложений для оптимизации процесса обучения английскому языку / С. В. Варшавская // Новые технологии в обучении иностранным языкам: Материалы научно-практической конференции. Омск: Омский гос. ун-т им. Ф. М. Достоевского, 2015. С. 97-103.
2. *Самохина Н. В.* Использование мобильных технологий при обучении английскому языку: развитие традиций и поиск новых методических моделей // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 6-3. С. 591-595.
3. *Авраменко А. П., Шевченко В. Н.* Мобильные приложения как инструмент геймификации языкового образования // *Вестник МГОУ. Серия: Педагогика*. 2017. № 4. С. 64-71.
4. *Акай О. М., Завгородняя Г. С., Царевская И. В.* Роль интернет-технологий в современной концепции обучения иностранному языку // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5.

Интернет-ресурсы:

5. British Council Learn English [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://learnenglish.britishcouncil.org>. BritishCouncilLearnEnglish. (Дата обращения: 07.08.2019).
6. Duolingo [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.duolingo.com>. Duolingo. (Дата обращения: 07.08.2019).
7. Italki [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.italki.com>. Italki. (Дата обращения: 07.08.2019).
8. Lingualeo [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lingualeo.com>. Lingualeo. (Дата обращения: 07.08.2019).
9. Memrise [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.memrise.com>. Memrise. (Дата обращения: 07.08.2019).
10. TED [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ted.com>. TED. (Дата обращения: 07.08.2019).
11. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34208> (дата обращения: 08.08.2019).
12. *Колесников В. В., Крылов А. С.* Использование мобильных приложений для повышения эффективности обучения информационным технологиям // *Молодой ученый*. 2017. № 21. С. 11-13. URL <https://moluch.ru/archive/155/43744/> (Дата обращения: 08.08.2019).

MOBILE APPLICATIONS AS A MEANS OF STUDYING ENGLISH LANGUAGE STUDENTS IN A NON-LANGUAGE UNIVERSITY

© I. M. Shabazov, D. D. Maigova

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The article describes the use of modern interactive tools and technologies in the process of teaching a foreign language in a non-linguistic university. Learning English using mobile applications is relevant today, since a smartphone is an integral part of the life of any modern person. The article considers a selection of the most popular websites and online services for learning a foreign language, with the help of which users can find the materials they are interested in in the convenient form they need, some of which were analyzed: Lingualeo.com; Duolingo.com; British Council Learn English Kids; British Council Learn English Teens; British Council Learn English. Besides sites, a selection of mobile applications for learning a foreign language was offered, some of which were analyzed similarly to sites: EasyTen, Memrise, Upmind, ELSA; TED talks; Italki; HelloTalk.

Key words: Mobile applications, mobile learning, English.

REFERENCES

1. Varshavskaja, S. V. (2015) 'Ispol'zovanie mobil'nyh spravocnyh prilozhenij dlja optimizacii processa obuchenija anglijskomu jazyku'. *Novye tehnologii v obuchenii inostrannym jazykam: Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii* [The use of mobile reference applications to optimize the process of teaching English. New technologies in teaching foreign languages: Materials of a scientific and practical conference]. Omsk: Omsk state university named after F.M. Dostoevsky. Pp. 97-103.
 2. Samohina, N. V. (2014) 'Ispol'zovanie mobil'nyh tehnologij pri obuchenii anglijskomu jazyku: razvitie tradicij i poisk novyh metodicheskikh modelej'. *Fundamental'nye issledovanija* [The use of mobile technologies in teaching English: the development of traditions and the search for new methodological models. Fundamental Research]. №6-3. Pp. 591-595.
 3. Avramenko, A. P. and Shevchenko, V. N. 'Mobil'nye prilozhenija kak instrument gejmifikacii jazykovogo obrazovanie' [Mobile applications as a tool for gamification of language education]. *Vestnik of MGOU. Series: Pedagogy*. №4. Pp. 64-71.
 4. Akaj, O. M., Zavgorodnjaja, G. S. and Carevskaja, I. V. (2015) 'Rol' internet-tehnologij v sovremennoj koncepcii obuchenija inostrannomu jazyku'. *Sovremennye problem nauki i obrazovanija* [The role of Internet technologies in the modern concept of teaching a foreign language. Modern problems of science and education]. №5.
- Internet resources:
5. British Council Learn English [Electronic Resource]. Available at: <http://learnenglish.britishcouncil.org>. British Council Learn English.
 6. Duolingo [Electronic resource]. Available at: <https://www.duolingo.com>. Duolingo.
 7. Italki [Electronic resource]. Available at: <https://www.italki.com>. Italki.
 8. Lingualeo [Electronic resource]. Available at: <https://lingualeo.com>. Lingualeo.
 9. Memrise [Electronic resource]. Available at: <https://www.memrise.com>. Memrise.
 10. TED [Electronic resource]. Available at: <https://www.ted.com>. TED.
 11. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34208>
 12. Kolesnikov, V. V. and Krylov A. S. (2017) 'Ispol'zovanie mobil'nyh prilozhenij dlja povyshenija jeffektivnosti obuchenija informacionnym tehnologijam' *Molodoj uchenyj* [The use of mobile applications to increase the effectiveness of teaching information technology. Young scientist]. №21. Pp. 11-13, available at: URL <https://moluch.ru/archive/155/43744>

ВЕСТНИК ГГНТУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

2019. Том XV. № 2 (16)

Редактор – *Таймасханова З.Р.*
Корректор, дизайн и верстка – *Маслов Е.Н.*
Технический секретарь – *Алаудинова А.И.*

Подписано в печать 16.09.2019
Выход в свет 25.09.2019
Формат 60x84/8. Печать офсетная
Усл. печ. л. 10,4. Тираж 150 экз. Заказ № 83

Свободная цена

ИПЦ ИП Цопанова А.Ю.
362002, г. Владикавказ, пер. Павловский, 3