

# ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ — 2023

Материалы XIX Международной конференции  
студентов, аспирантов и молодых учёных

Красноярск, 24–29 апреля 2023 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Сибирский федеральный университет

## **ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2023**

Материалы XIX Международной конференции  
студентов, аспирантов и молодых учёных

*Электронное издание*

Красноярск  
СФУ  
2023

УДК 001.891:004(08)  
ББК 72.5я43  
П827

Ответственный за сборник: **Брежнев Руслан Владимирович**

**П827 Проспект Свободный – 2023:** материалы Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / Р. В. Брежнев. (7,2 Мб). – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2023. – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7638-4855-7

В сборнике представлены научные доклады студентов и молодых учёных, принимавших участие в секциях Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета на конференции «Проспект Свободный – 2023». Доклады посвящены различным тематикам в сфере информационных технологий.

Предназначен для студентов различных направлений и специальностей, аспирантов, научных работников и преподавателей.

**УДК 001.891:004(08)**  
**ББК 72.5я43**

© Сибирский федеральный  
университет, 2023

*Электронное учебное издание*

Подготовлено к публикации Издательством  
Библиотечно-издательского комплекса

Подписано в свет 30.08.2023. Заказ № 19 359  
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Библиотечно-издательский комплекс  
Сибирского федерального университета  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а  
Тел.: (391) 206-26-16; <http://rio.sfu-kras.ru>  
E-mail: [publishing\\_house@sfu-kras.ru](mailto:publishing_house@sfu-kras.ru)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»</b> .....	9
<b>Е. А. Голубев, А. Д. Мартыненко, Г. Л. Редкоус, Д. С. Рыжов</b> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В УСТРОЙСТВАХ КОММУТАЦИИ НАГРУЗОК И ЗАЩИТЫ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ.....	9
<b>Д. Ю. Ковалев</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ .....	12
<b>С. А. Которженко</b> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛО- И ВОДОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ .....	15
<b>С. А. Кучеров</b> СОСТАВНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ С НЕСКОЛЬКИМИ ГЛОБАЛЬНЫМИ И ЛОКАЛЬНЫМИ РЕШЕНИЯМИ .....	18
<b>В. С. Марков, А. В. Иванчин</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НЕРАЗРЫВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ: АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ЛОМАННЫХ ЛИНИЙ .....	21
<b>Э. В. Морозов</b> ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ФУНКЦИЙ ПОТЕРЬ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ ЭВОЛЮЦИОННЫМИ АЛГОРИТМАМИ.....	24
<b>М. А. Мутовин</b> ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОМ.....	27
<b>К. Д. Пылова</b> МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ МИНИМАЛЬНОЙ МАССЫ, ВЫПОЛНЕННОЙ НА СЕРИЙНО ВЫПУСКАЕМЫХ КОМПОНЕНТАХ .....	30
<b>Д. А. Самохов</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛИЦЫ .....	33

<b>Д. О. Третьяков</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМА ВЫБОРКИ НАБЛЮДЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ .....	36
<b>Е. И. Шамрай</b> РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-СЕРВИСА ПРОВЕРКИ НАЛИЧИЯ СВОБОДНЫХ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ В РЕСТОРАНАХ .....	39
<b>СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» .....</b>	<b>41</b>
<b>А. А. Капитонов</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОФИЛЬТРАЦИИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПОМОЩЬЮ УПРАВЛЯЕМЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ МЕМБРАН.....	41
<b>Н. С. Корнеев</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭВРИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ О ХОДЕ КОНЯ .....	43
<b>М. С. Максимов</b> АНАЛИЗ МОДЕЛИ ПЛОСКОГО ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИТА И СОЗДАНИЕ ОБРАЗЦОВ НА 3D-ПРИНТЕРАХ.....	46
<b>И. С. Митянин</b> ДАШБОРДЫ УЧЕБНОЙ АНАЛИТИКИ .....	48
<b>О. И. Михненко</b> ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	51
<b>Е. О. Моисеева</b> ЕЩЁ ОДНА ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ВЕРСИЯ МЕТОДА РУНГЕ ДЛЯ КУБИЧЕСКИХ ДИОФАНТОВЫХ УРАВНЕНИЙ .....	54
<b>И. Ф. Носков</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ В EXCEL-ФАЙЛЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ РАННЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ .....	56
<b>М. О. Пономарев</b> АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА ПРИБЫЛИ КОММЕРЧЕСКОЙ КОМПАНИИ.....	59

<b>И. Н. Праскова</b> АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ТАБЛИЧНЫХ ДАННЫХ И СИГНАЛОВ .....	62
<b>А. В. Степанов</b> ВЫБОР ПОДХОДА ДЛЯ ПРОГРАММНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЩИЩЕННОГО ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ .....	65
<b>Н. И. Столярова</b> АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКИХ ДАННЫХ И МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С COVID-19.....	68
<b>В. С. Тутатчиков</b> О ПРИМЕНЕНИИ ГЛОБАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КАДРОВ ФОТОПЛЕНКИ .....	71
<b>Е. А. Халтурин</b> ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ В ВИДЕ ГРАФА И ИХ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА .....	73
<b>СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ЛИНГВИСТИКА» .....</b>	<b>76</b>
<b>А. Е. Визгалов, Е. Г. Казаков</b> СРАВНЕНИЕ ИГРОВОГО СЛЕНГА DOTA2 И THE ELDER SCROLLS ONLINE.....	76
<b>А. А. Визул, Э. А. Узунов</b> СОЦИОЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИГРОВОГО СООБЩЕСТВА .....	79
<b>А. А. Гусев, Д. М. Фурдилов</b> ПРИЧИНЫ НИЗКОГО КАЧЕСТВА ПЕРЕВОДА «АНГЛИЙСКИЙ-РУССКИЙ» В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ .....	82
<b>Н. И. Дронгаль</b> ПРОБЛЕМА ПЕРЕВОДА АББРЕВИАТУР В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ТЕКСТЕ .....	84
<b>К. А. Иванникова</b> КОНЦЕПТ ПРОГРАММИСТ В ЖАНРЕ АНЕКДОТ В АНГЛОКУЛЬТУРЕ .....	87
<b>И. К. Имамутдинов</b> КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ВЛАДЕНИЯ АНГЛИЙСКИМ ЯЗЫКОМ С НАВЫКАМИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ .....	90

<b>Д. А. Патюков</b> ГИПЕРТЕКСТ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ В ЦИФРОВОМ ОБРАЗОВАЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ .....	93
<b>М. Р. Резник, А. Д. Меркушев., П. С. Чепрасова</b> ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ВИЗУАЛЬНЫХ НОВЕЛЛ .....	97
<b>Р. Д. Рыбин</b> СТРАТЕГИЯ ПЕРЕВОДА ТЕРМИНОВ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ .....	100
<b>Н. С. Ставер, А. А. Баранов</b> ВОПРОСЫ МНОГОЗНАЧНОСТИ И СИНОНИМИИ В ПЕРЕВОДЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ.....	103
<b>А. А. Сурихина</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНГЛИЙСКИХ И РУССКИХ ПОСЛОВИЦ .....	105
<b>Т. Д. Федорова</b> ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТЕЙ КАК ПЕРЕВОДЧИКОВ.....	108
<b>А. И. Черепанов</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ (ЭМОДЗИ) В ОНЛАЙН ОБЩЕНИИ .....	111
<b>А. V. Sharova</b> THE USE OF AI FOR STUDENT ASSESSMENT.....	114
<b>А. Б. Эрдынеева, Я. А. Кубюк</b> АНАЛИЗ ПРОГРАММ ДЛЯ ГОЛОСОВОГО ОЗВУЧИВАНИЯ ТЕКСТА.....	116
<b>СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА».....</b>	118
<b>М. М. Байгин</b> КРОССПЛАТФОРМЕННАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ .....	118
<b>А. Д. Белоусов</b> РЕАЛИЗАЦИЯ РЕДАКТОРА КОДА С ПОДСВЕТКОЙ СИНТАКСИСА .....	121

<b>Н. В. Белый</b> НЕЙРОННАЯ ПЕРЕДАЧА СТИЛЯ.....	124
<b>Д. С. Галкина, П. Д. Неустроев</b> ЦИФРОВОЙ ЛЕКТОРИЙ В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ УДАЛЁННОГО ДОСТУПА К ЛАБОРАТОРНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ .....	127
<b>А. В. Данилович</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЗАЩИЩЕННЫХ ПРОТОКОЛОВ ОБМЕНА В СИСТЕМЕ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К ЛАБОРАТОРНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ .....	130
<b>А. В. Зазнобина, Д. В. Лукьянов, И. А. Заболотский</b> Моделирование в MathCAD цифровых устройств .....	133
<b>Н. Ф. Зимин</b> ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЧАСТОТНОГО ПРОТОКОЛА С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ.....	136
<b>Д. А. Калинин</b> ВЫБОР МОДУЛЕЙ СОК ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ С ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ ОТСЧЕТОВ В ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ .....	139
<b>С. А. Картушинский</b> РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА.....	142
<b>Н. В. Коптяев</b> О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ .....	145
<b>А. А. Николаев, Д. С. Станько</b> ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ГЕЙМИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА РЕАБИЛИТАЦИИ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ.....	148
<b>С. А. Панкратов</b> СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ИНЦИДЕНТОВ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО КОМПЛЕКСА.....	151

<b>А. А. Свистунов</b> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ .....	154
<b>Р. А. Стоянов, Р. Г. Чупин, Н. С. Велегжанин, К. А. Тюпкин</b> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АКСЕЛЕРАТОРОМ ДЛЯ БОРТОВОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ.....	157
<b>В. С. Трошин, А. А. Чаругин, А. С. Зинченко</b> РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ АППАРАТНО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНКА С ЧПУ .....	160
<b>А. Д. Шубин</b> ИНТЕРПРЕТАТОР ПОРТАТИВНОГО КОДА WEBASSEMBLY .....	163

## СЕКЦИЯ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

УДК 621.316.57

### ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В УСТРОЙСТВАХ КОММУТАЦИИ НАГРУЗОК И ЗАЩИТЫ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Е. А. Голубев, А. Д. Мартыненко, Г. Л. Редкоус, Д. С. Рыжов\*

Научный руководитель – Ю. В. Краснобаев,  
доктор технических наук, профессор  
*Сибирский федеральный университет*

Аккумуляторные батареи (далее – АБ) играют огромную роль в современном мире, т. к. они позволяют накапливать, хранить и использовать электроэнергию без необходимости подключения к стационарному источнику электропитания. Они широко применяются в различных областях техники, включая широкий спектр электронных устройств, автомобильную промышленность, автономную энергетику и электрические сети. В электрических сетях АБ используются в качестве резервного источника энергии, чтобы обеспечить наличие электроэнергии при отключении основного источника. Они также используются для сбалансирования загрузки электрических сетей и покрытия пиковой нагрузки.

При эксплуатации для сохранения заданного ресурса работы АБ важно обеспечить её защиту от перегрузки по току, короткого замыкания в нагрузке и разряда ниже допустимого значения. Кроме того, актуальной является и задача обеспечения отключения второстепенных нагрузок при разряде АБ до установленного уровня.

Для решения указанных задач разработаны схемы электронных устройств защиты АБ и отключения нагрузок. С использованием среды *MultiSim*, позволяющей разрабатывать электронные схемы и осуществлять моделирование процессов в электронных схемах, проведены исследования процессов в системе электропитания (СЭП), приведённой на рис. 1. В состав этой СЭП входит АБ, блок защиты (БЗ) АБ от короткого замыкания, два блока выключения нагрузки (БВН) и две нагрузки (Н).

Принцип работы СЭП заключается в следующем. В случае, когда ток, потребляемый от АБ, превышает установленный уровень, посредством силового ключа, входящего в состав БЗ, производится отключение обоих БВН и нагрузок. При разряде АБ и снижении её напряжения до заданного уровня посред-

---

\* © Голубев Е. А., Мартыненко А. Д., Редкоус Г. Л., Рыжов Д. С., 2023.

ством силового ключа, входящего в состав БВН2, происходит отключение второстепенной нагрузки Н2. При снижении напряжения на АБ до минимально допустимого уровня посредством силового ключа, входящего в состав БВН1, происходит отключение основной нагрузки Н1.

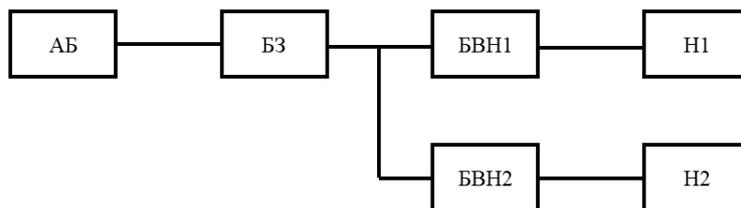


Рис. 1. Структурная схема системы электропитания

Схема модели СЭП, включающей АБ, БЗ и нагрузки, приведена на рис. 2. Схема замещения АБ содержит источник напряжения  $V2$ , генератор сигналов  $XFG2$  и резистор  $R20$ . Силовой ключ БЗ выполнен на транзисторе  $Q3$  с сопутствующими элементами. Пороговое устройство, управляющее транзистором  $Q3$ , выполнено на микросхеме  $U3$  с сопутствующими элементами. Режим перегрузки по току обеспечивается подключением резистора  $R1$  посредством ключа  $S1$ . После подключения резистора  $R1$  происходит значительный рост тока АБ. При этом из-за падения напряжения на резисторе  $R20$  происходит снижение напряжения на нагрузке СЭП – резисторе  $R17$ . Как следствие, напряжение на управляющем входе микросхемы  $U3$  становится ниже порогового значения. Сопротивление силовой цепи микросхемы  $U3$  возрастает до максимального значения, транзистор  $Q3$  закрывается и отключает нагрузку.

После устранения перегрузки по току возможность подключения нагрузки СЭП обеспечивается за счёт ключа  $S3$ . Его кратковременное включение обеспечивает подачу напряжения на нагрузку – резистор  $R17$ . При этом напряжение на управляющем входе микросхемы  $U3$  становится выше порогового значения, что приводит к снижению сопротивления её силовой цепи. Это приводит к отпирианию транзистора  $Q3$  и подключению нагрузки.

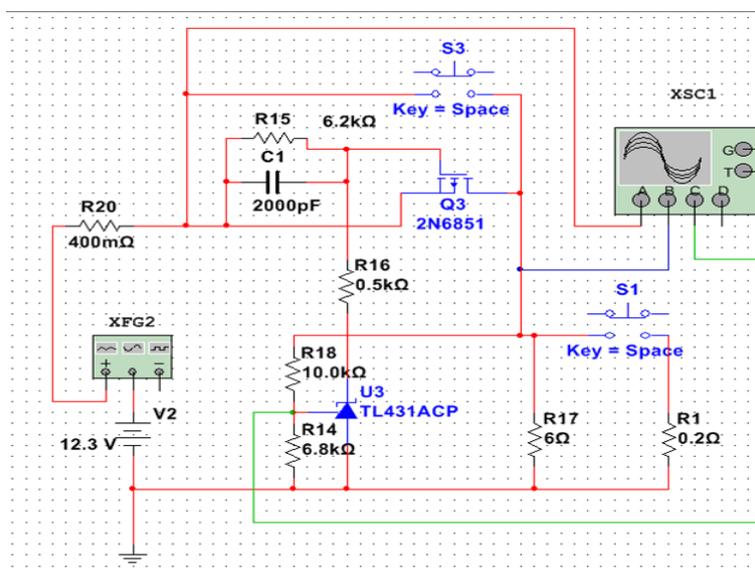


Рис. 2. Схема модели блока защиты АБ

Схема модели СЭП, включающая АБ, два блока выключения нагрузок – БВН1 и БВН2, основную Н1 и вспомогательную нагрузку Н2, приведена на рис. 3, а. Схема замещения АБ содержит источник напряжения  $V2$ , генератор сигналов  $XFG2$  и резистор  $R20$ . В БВН1 и БВН2 силовые ключи, коммутирующие нагрузки, реализованы, соответственно, на транзисторе  $Q3$  и  $Q1$  с сопутствующими элементами. Пороговые устройства, управляющие транзисторами  $Q3$  и  $Q1$ , выполнены, соответственно, на микросхемах  $U3$  и  $U1$  с сопутствующими элементами. Уровень напряжения на АБ, при котором происходит отключение нагрузок, определяется коэффициентом передачи делителей, реализованных в БВН1 на резисторах  $R14$  и  $R18$ , а в БВН2 – на резисторах  $R1$  и  $R5$ . Резисторы  $R6$  и  $R19$  обеспечивают положительную обратную связь по напряжению на АБ, за счёт чего происходит смещение уровней напряжения, при которых происходит коммутация нагрузок.

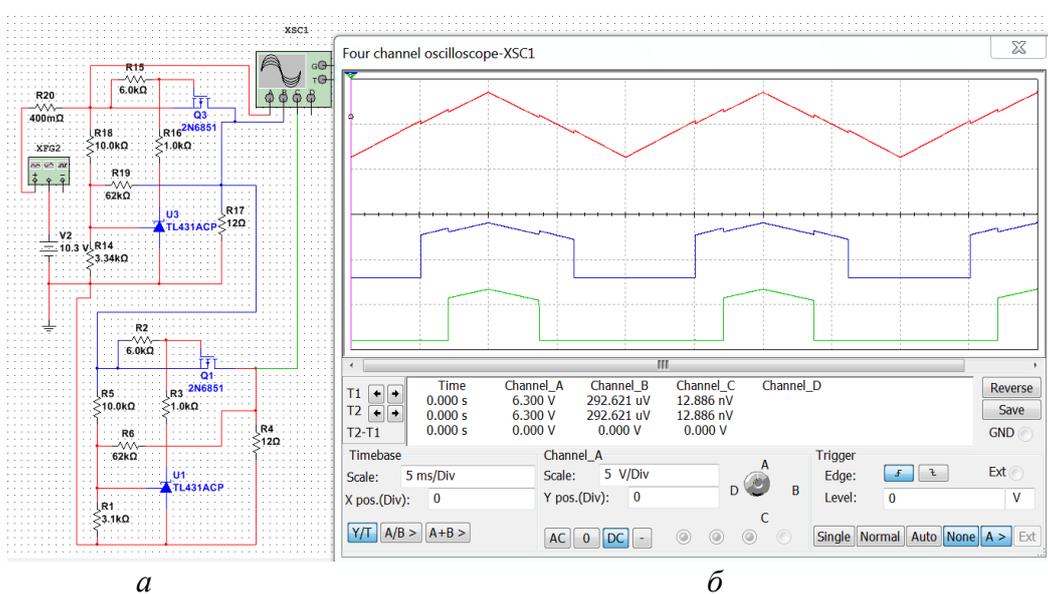


Рис. 3. Схема модели СЭП с блоками выключения нагрузок и временные диаграммы, поясняющие работу СЭП

На рис. 3, б приведены временные диаграммы процессов в модели СЭП. Напряжение на АБ показано красной линией. При этом масштаб составляет 5 В/дел. Колебания напряжения на АБ обеспечиваются генератором сигналов  $XFG2$  и имитируют процессы заряда и разряда АБ. Напряжения на основной Н1 и вспомогательной Н2 нагрузках показаны синей и зелёной линиями соответственно. Масштаб – 10 В/дел. Оси абсцисс смещены вниз на 1,5 и 2,8 деления соответственно.

Исследования процессов, протекающих в СЭП, выполненные с использованием вышеприведённых моделей СЭП, показали полную работоспособность всех разработанных электронных схем, входящих в состав СЭП. При этом за счёт изменения параметров резисторов, образующих делители напряжения, возможна настройка уровней напряжения, при которых происходит отключение нагрузок АБ.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Д. Ю. Ковалев\*

Научный руководитель – А. В. Чубарь,  
кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

Автоматизация газораспределительной станции (далее – ГРС) имеет большую актуальность в настоящее время в связи с рядом факторов.

Во-первых, современные ГРС являются сложными техническими объектами, работающими с высокой степенью автоматизации. Автоматизация ГРС позволяет не только снизить количество человеческих ошибок при работе с оборудованием, но и повысить его эффективность и надёжность.

Во-вторых, автоматизация ГРС способствует повышению безопасности работы станции. Она позволяет оперативно реагировать на возможные аварийные ситуации и предотвращать их развитие, что имеет большое значение для обеспечения безопасности газоснабжения и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

В-третьих, автоматизация ГРС позволяет улучшить мониторинг и управление работой станции. Благодаря системам автоматизации можно получать информацию о работе оборудования и проводить анализ её параметров, что позволяет оптимизировать работу станции и повышать её эффективность.

Целью данной работы является создание автоматизированной системы ГРС, которая позволяет минимизировать человеческое вмешательство в процессы управления, улучшить мониторинг и контроль за процессами газораспределения, увеличить эффективность и надёжность работы станции.

Постановка задач при разработке системы к сводится к следующему:

- разработать и реализовать в среде динамического моделирования технических систем *SimInTech* модель функционирования ГРС;
- разработать и реализовать в среде динамического моделирования технических систем *SimInTech* модуль автоматического управления;
- разработать и реализовать в среде динамического моделирования технических систем *SimInTech* окно оператора.

Модель функционирования ГРС представлена на рис. 1 в виде теплогидравлической схемы *SimInTech*, включающей в себя множество компонентов и подсистем, которые связаны с модулем автоматического управления и окном оператора через базу данных.

---

\* © Ковалев Д. Ю., 2023.

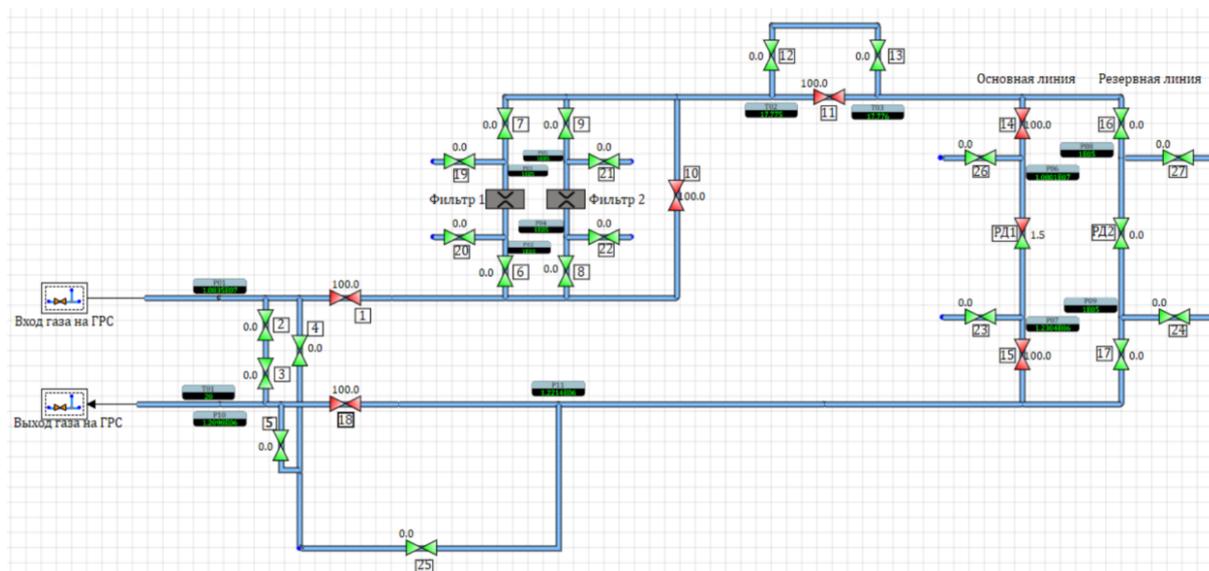


Рис. 1. Теплогидравлическая схема

Модуль автоматического управления представлен в виде схемы модели общего вида, разделён по субмоделям, предназначенным для различных узлов ГРС, и осуществляет управление станции через общую базу данных. Например, управление узлом подогрева газа, который открывается арматурой 12 и 13 на теплогидравлической схеме, представлено на рис. 2.

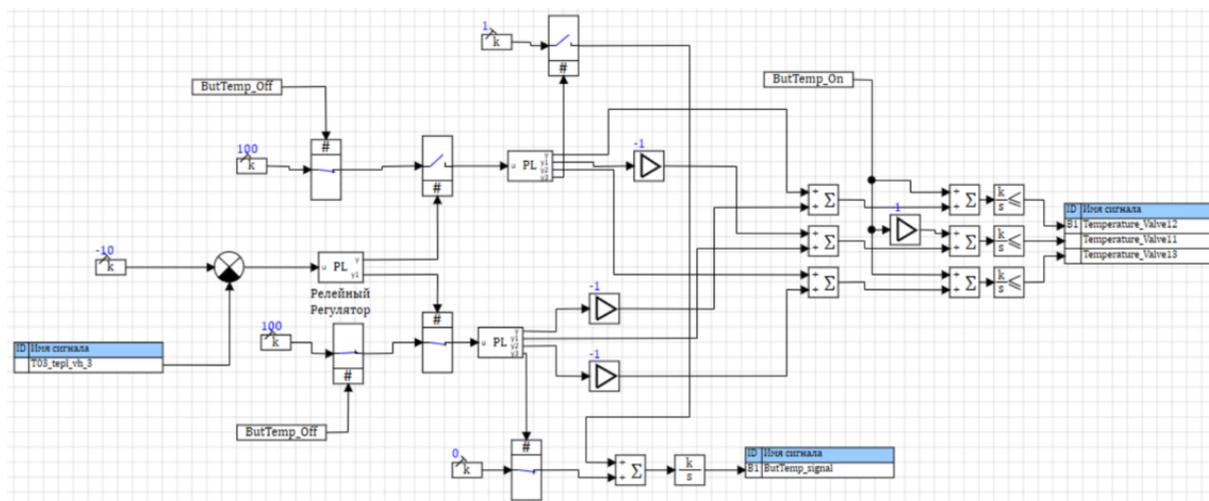


Рис. 2. Субмодель управления узлом подогрева газа

Окно оператора реализовано как окно анимации, разделено на узлы и осуществляет управление ГРС, мониторинг показаний с датчиков и отображение информации об арматуре. Окно представлено на рис. 3.

Предлагаемый проект по автоматизации ГРС используется для моделирования физических процессов на ГРС, автоматического управления узлами, аварийного переключения линий редуцирования, мониторинга показаний с датчиков и отображения информации об арматуре.

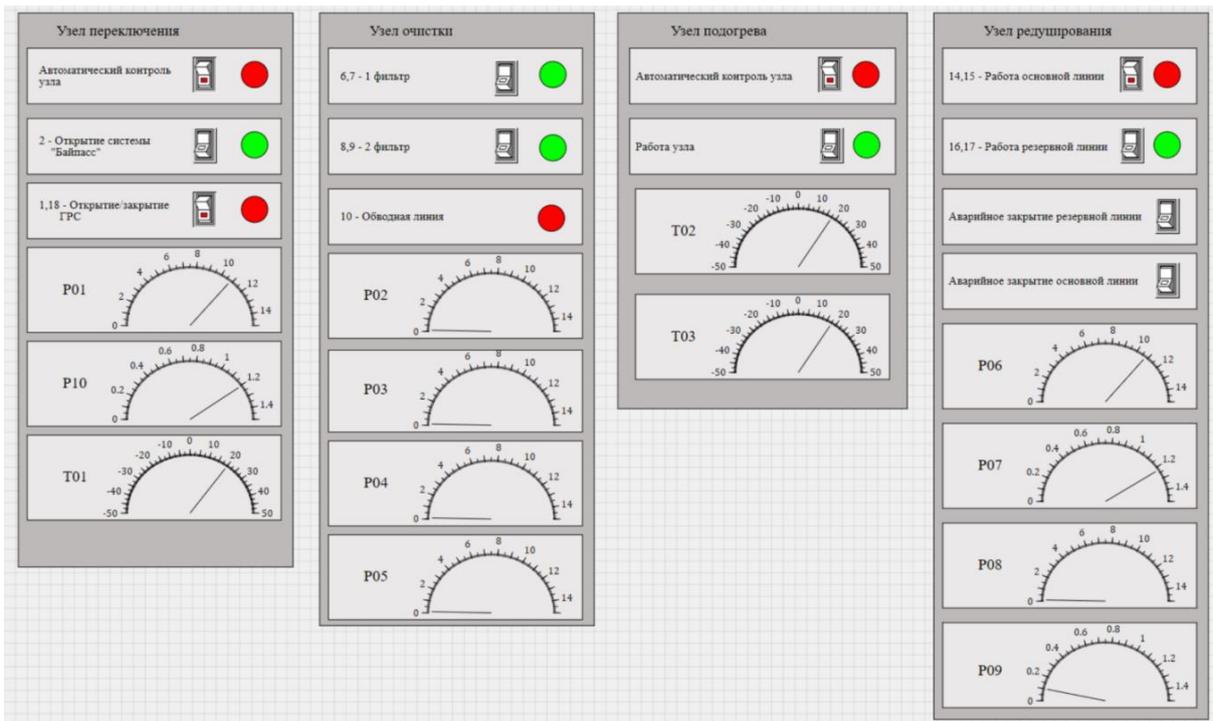


Рис. 3. Окно оператора

### Список литературы

1. Техническая документация ГРС. URL: [zdamsam.ru/a11290.html](http://zdamsam.ru/a11290.html).
2. Википедия: свободная энциклопедия. URL: [ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизация\\_технологических\\_процессов#:~:text=Автоматизация%20технологического%20процесса%20-%20совокупность,технологического%20процесса%20создается%20АСУ%20ТП](http://ru.wikipedia.org/wiki/Автоматизация_технологических_процессов#:~:text=Автоматизация%20технологического%20процесса%20-%20совокупность,технологического%20процесса%20создается%20АСУ%20ТП).
3. Газпром Информаторий: онлайн-энциклопедия. URL: [gazprominfo.ru/articles/gasification/#:~:text=11%2C8%20МПа%20-%20достигаемый%20уровень,уровень%20давления%20в%20жилых%20домах](http://gazprominfo.ru/articles/gasification/#:~:text=11%2C8%20МПа%20-%20достигаемый%20уровень,уровень%20давления%20в%20жилых%20домах).

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛО- И ВОДОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ЖИЛОГО ПОМЕЩЕНИЯ

С. А. Которженко\*

Научный руководитель – А. В. Чубарь,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Доля индивидуального жилищного строительства (ИЖС) в общем объёме ввода жилья в стране неуклонно растёт. Аналитики провели опрос, в котором приняли участие более 1,1 тыс. респондентов старше 18 лет, а также проанализировали поисковые запросы жителей. Эксперты выяснили, что в 2022 г. спрос на загородные дома увеличился на 40 %.

В связи с увеличением спроса на проживание в загородных домах выросла потребность в услугах людей, имеющих знания и опыт в сфере строительства. В частности, одной из самых востребованных подобных услуг является установка и настройка системы отопления и водоснабжения дома.

Существует три основных системы отопления: традиционное, воздушное и прямое электрическое [1]. Мы рассмотрим традиционную схему отопления, когда жидкий теплоноситель нагревается в котле, затем, циркулируя по системе трубопроводов и радиаторов, отдаёт тепло отапливаемым помещениям.

Система тепло- и водоснабжения в схематичном виде представлена на рис. 1. Она состоит из нескольких взаимосвязанных между собой составляющих. Скважина с насосом является следствием бурения почвы на определённую глубину. Частью её конструкции является насос, который закачивает протекающую на глубине воду в установленный заранее резервуар. Резервуар для воды представляет собой бак объёмом не менее 500 л. Внутри него имеется датчик уровня воды, подающий сигнал о включении насоса в скважине при низком уровне воды и его выключении при полном заполнении резервуара.

Водонагреватель косвенного нагрева также имеет отдельный датчик уровня воды. С помощью отдельно подключённого насоса он заполняется водой, которую впоследствии нагревает до установленной температуры и поддерживает её. При использовании горячей воды жильцами дома во внутреннем резервуаре водонагревателя происходит смешение воды разных температур, т. к. насос начинает закачивать холодную воду из бака в резервуар с горячей водой внутри водонагревателя сразу после понижения уровня воды в этом резервуаре. Нагрев воды в резервуаре может производиться двумя способами: от электричества или от котла [2].

---

\* © Которженко С. А., 2023.

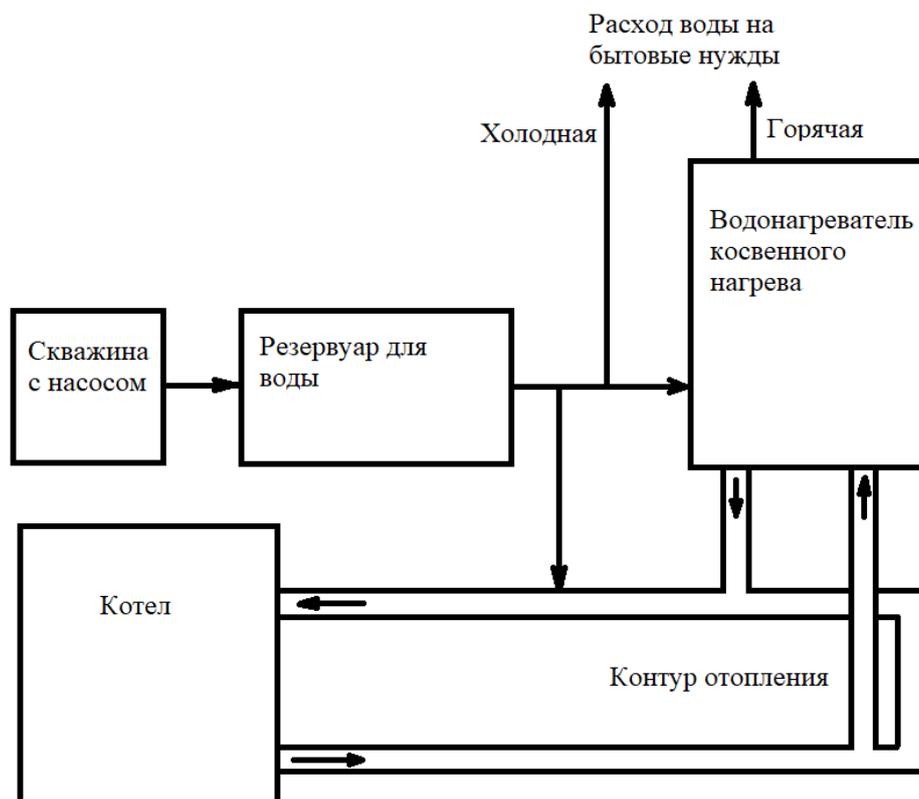


Рис. 1. Схематичная визуализация системы тепло- и водоснабжения ИЖС

Помимо этого, холодная вода из бака заполняет замкнутый контур отопления, состоящий из котла, труб и батарей, после чего добавляется при необходимости. По данному контуру вода начинает циркулировать при помощи отдельного насоса, установленного на входе в котёл. Котёл посредством топлива, зависящего от вида котла, нагревается, тем самым нагревая воду, циркулирующую по трубам через него.

На контроллере котла устанавливается диапазон температур воды, при которых котёл отключается и постепенно остывает или снова начинает работать и нагревать воду. При отключении котла вода не прекращает циркулировать в замкнутом контуре, тем самым остывая со временем [3].

В программе *SimInTech* можно собрать виртуальную модель данной системы. Система будет состоять из нескольких проектов: бака, водонагревателя, котла, их визуализации, а также внешних воздействий на систему. На рис. 2 представлен проект бака, который является одной из составляющих системы.

Подводя итог, стоит сказать, что данная система тепло- и водоснабжения автономного жилого помещения реализована на практике с внутрискважинным насосом *Belamos TF3-60*, баком на 500 л, насосом *Scala 2*, отвечающим за напоры холодной и горячей воды, бойлером косвенного нагрева *Gorenje GBK 80-200 ES* объёмом 200 л, электрическим котлом *Master 25 кВт* и циркуляционным насосом *Wilo star – RS25/7*. Помимо этого, в системе должны присутствовать расширительные баки, водные фильтры и группа безопасности для того, чтобы грязь и примеси из скважины не вызывали заторов в системе, а давление внутри системы не превышало допустимых значений.

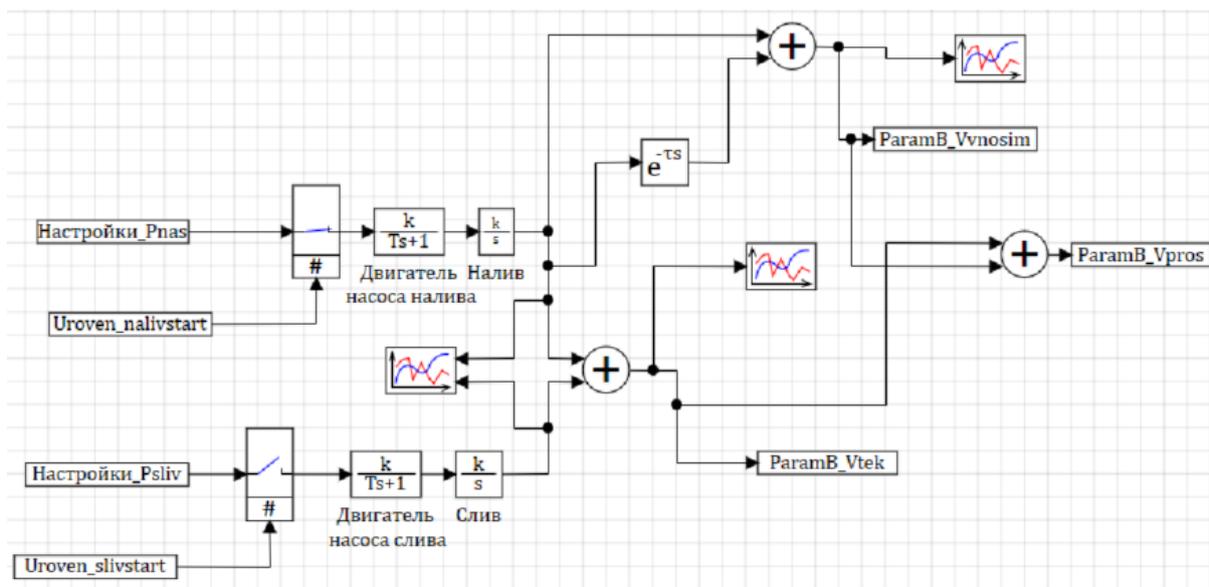


Рис. 2. Реализация виртуальной модели системы, проект бака

### Список литературы

1. Назарова В. И. Энциклопедия строительства / В. И. Назарова // Современные системы отопления. URL: [azbukatepla.by/wp-content/uploads/2018/03/Uchebnik-Sovremennye-sistemy-otopleniya.pdf](http://azbukatepla.by/wp-content/uploads/2018/03/Uchebnik-Sovremennye-sistemy-otopleniya.pdf).
2. Мокеева Я. Бойлер косвенного нагрева: устройство, принцип работы и схемы подключения / Я. Мокеева. URL: [sovet-ingenera.com/otoplenie/vodonagrevatel/bojler-kosvennogo-nagreva.html](http://sovet-ingenera.com/otoplenie/vodonagrevatel/bojler-kosvennogo-nagreva.html).
3. Деев Л. В. Котельные установки и их обслуживание / Л. В. Деев, Н. А. Балахничев. М.: Высшая школа, 1990.

## СОСТАВНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ С НЕСКОЛЬКИМИ ГЛОБАЛЬНЫМИ И ЛОКАЛЬНЫМИ РЕШЕНИЯМИ

С. А. Кучеров\*

*Сибирский федеральный университет*

Множество задач системного анализа и других областей могут быть сформулированы как задачи оптимизации [1]. Эффективное решение данных задач требует проектирования новых и модификации существующих алгоритмов. Процесс проектирования и модификации включает оценку и сравнение результатов работы новых алгоритмических решений с уже существующими за счёт выполнения тестирования на наборах тестовых задач. Определить общую оценку эффективности решения алгоритмом задачи оптимизации можно на распространённых стандартных тестовых функциях, но их количество ограничено [2], а некоторые из свойств [3] не позволяют получить объективные результаты. Поэтому дополнительные исследования новых методов, отражающие их конструктивные особенности, диктуют необходимость создания и применения соответствующих новых сложных тестовых задач, отвечающих определённым требованиям [4].

Один из основных параметров, определяющий сложность тестовой задачи оптимизации, – количество глобальных и локальных решений. Для создания новых тестовых задач с несколькими глобальными и локальными решениями применяется подход объединения нескольких базовых функций в одной.

Рассмотрим несколько способов создания составных тестовых задач. Основа данных подходов и их ключевое отличие – способ объединения базовых функций.

1. Первый подход [5] использует операцию *sum*, которая производит сложение значений всех базовых функций в заданной точке.

2. Второй подход [6] использует операцию *min*, которая производит выбор минимального значения среди всех базовых функций в заданной точке.

Для получения значения составной тестовой задачи  $F$  в заданной точке  $x$  требуется вычислить все базовые функции  $f$  в этой точке, после чего к полученному набору значений применяется операция *sum* или *min* – сумма или минимум являются итоговыми значениями составной тестовой задачи. Схема работы составных тестовых задач на основе первого и второго подходов представлена на рис. 1.

---

\* © Кучеров С. А., 2023

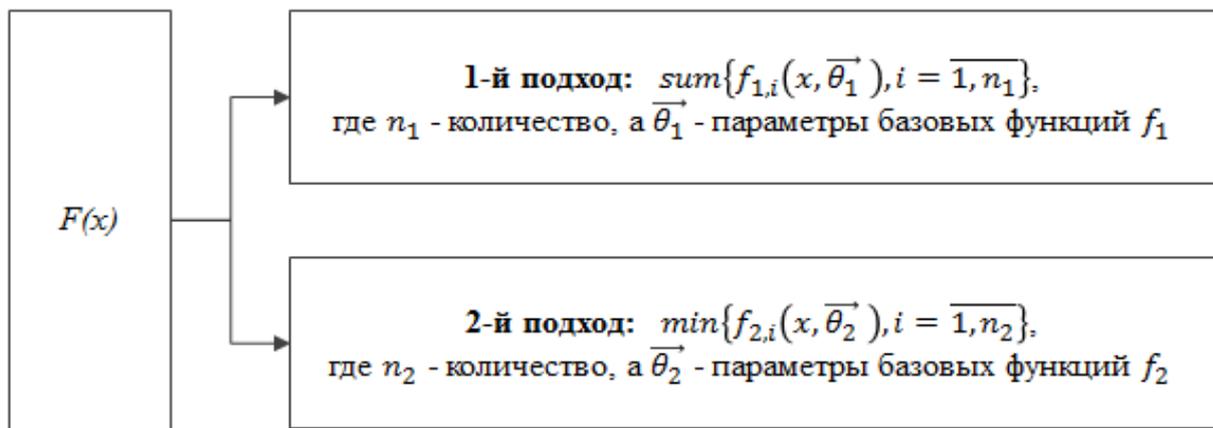


Рис. 1. Схема работы составных тестовых задач

Количество решений в данных составных тестовых задачах определяется количеством базовых функций, размерность которых также определяет и размерность всей задачи.

В первом подходе в качестве базовых функций используются стандартные тестовые функции, а во втором – специальная функция, изменяемая за счёт настраиваемого значения параметра. В обоих подходах в одной составной тестовой задаче могут быть использованы как одинаковые, так и различные базовые функции.

Кроме базовых функций в составных тестовых задачах существуют свои наборы дополнительных параметров. Общими для данных подходов являются два применяемых массива смещений базовых функций относительно начала координат в горизонтальной и вертикальной плоскости. Первый массив определяет расположение решений задачи, а второй – тип решения: глобальное или локальное. Примеры составных двумерных тестовых задач на основе первого и второго подходов представлены на рис. 2.

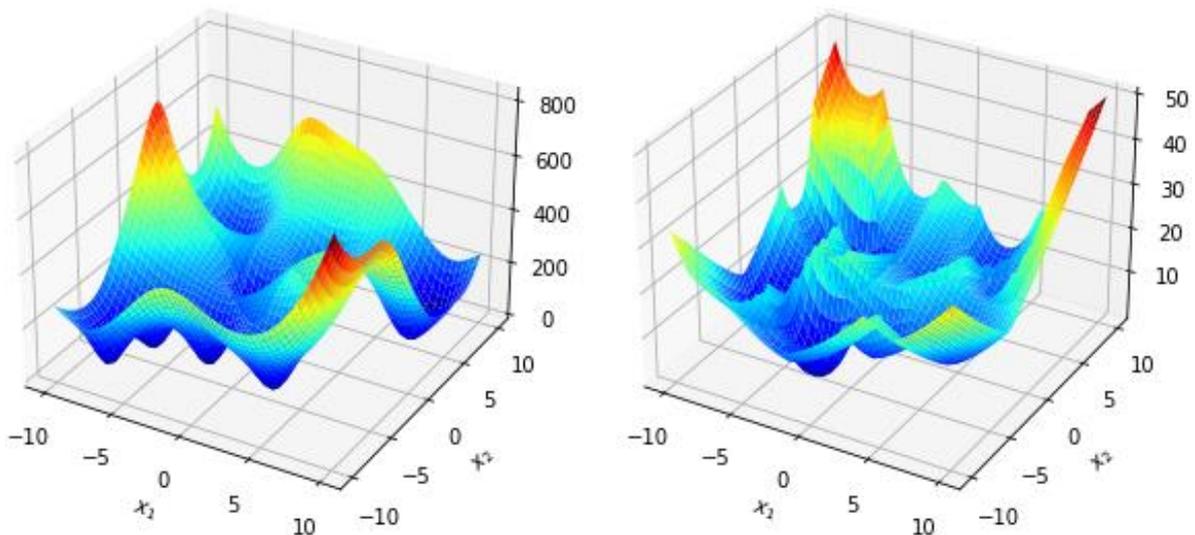


Рис. 2. Примеры составных тестовых задач (первый и второй подходы)

В отличие от стандартных [2], рассматриваемые составные [5; 6] тестовые задачи обладают важными особенностями, которые существенно влияют на объективную оценку эффективности тестируемых алгоритмов.

Во множестве стандартных тестовых задач решения располагаются в фиксированном порядке на одинаковом расстоянии друг от друга, есть симметрия относительно начала координат и глобальная структура – например, параболическая. Задача является простой, т. к. перечисленные свойства могут быть использованы в ходе работы тестируемого алгоритма для выполнения быстрого решения.

В рассматриваемых составных тестовых задачах решения расположены случайно, расстояния между ними различны, отсутствует симметрия и глобальная структура. Результаты, полученные тестируемым алгоритмом для данной задачи, будут объективнее, т. к. в ней отсутствуют несовершенства стандартных задач, под которые может быть подстроен тестируемый алгоритм.

Применение разных базовых функций и случайных значений параметров в составных задачах позволяет генерировать множество новых случайных сложных тестовых задач с заданным количеством известных глобальных и локальных решений. Это также устраняет ещё один недостаток стандартных тестовых наборов – их ограниченное количество.

Таким образом, применение рассмотренных подходов создания составных тестовых задач для объективной оценки и сравнения эффективности алгоритмов оптимизации становится предпочтительным по сравнению со стандартными тестовыми задачами.

### **Список литературы**

1. Talbi E.-G. Machine Learning into Metaheuristics: a Survey and Taxonomy / E.-G. Talbi // ACM Computing Surveys. 2021. No. 54 (6). 32 p.
2. Jamil M. A Literature Survey of Benchmark Functions for Global Optimisation Problems / M. Jamil, X.-S. Yang // International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation. 2013. No. 4 (2). Pp. 150–194.
3. Locatelli M. A Note on the Griewank Test Function / M. Locatelli // Journal of Global Optimization. 2003. No. 25. Pp. 169–174.
4. Ronkkonen J. A Framework for Generating Tunable Test Functions for Multimodal Optimization / J. Ronkkonen, X. Li, V. Kyrki et al. // Soft Computing. 2011. No. 15 (9). Pp. 1689–1706.
5. Liang J. Novel Composition Test Functions for Numerical Global Optimization / J. Liang, P. Suganthan, K. Deb // Proceedings of the 2005 IEEE Congress on Evolutionary Computation. 2005. Pp. 68–75.
6. Рубан А. И. Методы оптимизации: учеб. пособие / А. И. Рубан. 3-е изд. Красноярск: СФУ, 2013. 533 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НЕРАЗРЫВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ: АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ЛОМАННЫХ ЛИНИЙ

В. С. Марков, А. В. Иванчин\*

Научный руководитель – А. В. Хныкин,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

### **Введение**

На сегодняшний день существует множество различных способов получения облака точек, принадлежащих реальной поверхности какого-либо предмета. Для достижения данной цели используются контактные и бесконтактные методы; каждый из них, в свою очередь, делится на подвиды [1]. Точность координат и количество точек в облаке при сканировании большинством методов достаточно велика, чтобы, основываясь на таких данных, решать различные задачи.

Целью данной статьи будет описание процесса решения задачи анализа поверхности, включающей в себя получение сведений о геометрических параметрах и качестве поверхности объекта исследования.

### **1. Принципы**

Первый принцип состоит в том, что сложность алгоритма должна быть сведена к минимуму, чтобы обеспечить его быструю работу в условиях ограниченного времени.

Второй принцип связан с ограничением по времени: необходимо было выбирать минимальный набор точек, который бы репрезентативно характеризовал объект, т. к. на анализ всего облака точек уходит слишком много ресурсов.

Заключающим же принципом при работе над алгоритмом стало требование к его универсальности, а именно то, что перед ним ставились не только задачи по выявлению габаритных размеров, но и более детальное изучение поверхности анодного блока.

### **2. Предварительный анализ**

В результате поиска существующих решений не было найдено такого, которое удовлетворяло бы всем принципам. Большинство найденных из них были направлены на анализ данных для решения другого рода задач [2; 3].

В соответствии со вторым и третьим принципом было решено детально анализировать двумерный срез поверхности, тем самым значительно уменьшая количество используемых при анализе данных, а также сохраняя достаточное количество сведений о рельефе поверхности.

---

\* © Марков В. С., Иванчин А. В., 2023.

### 3. Теоретическое обоснование

Исходя из выбора данных для анализа на языке *Python* был разработан алгоритм, основанный на простой геометрии, в котором анализируется взаимное расположение точек.

В итоге алгоритм анализирует изменение угла, строящегося между тремя контрольными точками, постепенно перемещая данную конструкцию по упорядоченному массиву. Таким образом, если значения угла сначала повышаются, а потом начинают падать, центральную точку можно назвать вершиной угла на ломаной линии поверхности. На рис. 1 представлено схематичное изображение принципа действия алгоритма.

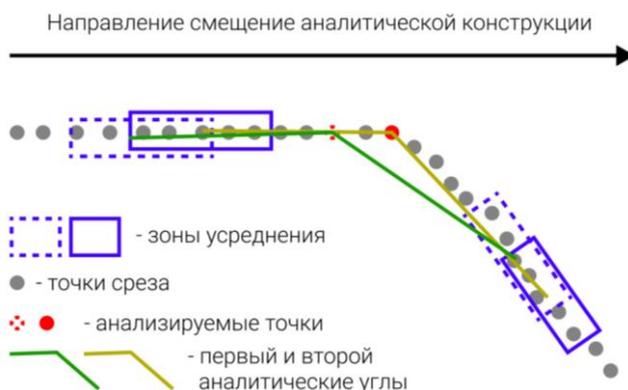


Рис. 1. Графическое представление принципа работы алгоритма

При помощи данного алгоритма можно выявить места, где дефекты поверхности достигают пороговых значений допустимости, локализуя места основных переломов.

### 4. Результаты работы алгоритма

В ходе работы над решением поставленной задачи был реализован описанный алгоритм, а также проведены множественные сканирования различных поверхностей, в т. ч. и искусственно приготовленных в лабораторных условиях.

Далее была добавлена возможность визуализации эталонных плоскостей на срезе, таким образом, получилась следующая картинка (рис. 2). На ней плоскость, которая отклонена от предыдущей более чем на  $40^\circ$ , считалась значимой, по крайним точкам такой строилась эталонная плоскость (она подсвечена чёрным и фиолетовым).

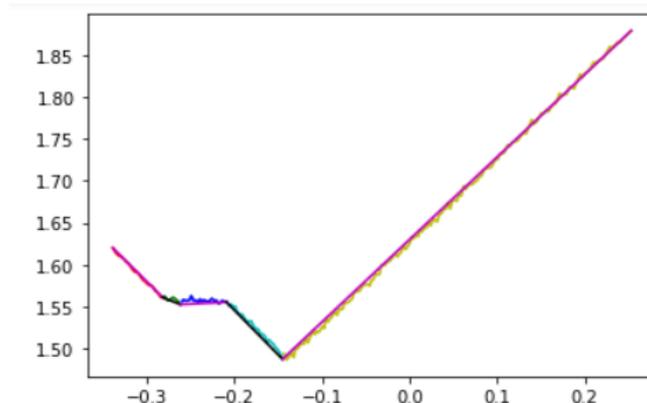


Рис. 2. Отображение выявленных значимых плоскостей

## **Заключение**

Результатом проделанной работы является не только реализация программного комплекса, удовлетворяющего требованиям заказчика, но и создание принципиально нового алгоритма анализа двумерного набора точек для выявления точек перелома и впоследствии автоматического вычисления длин отрезков полученной ломаной. При помощи данного алгоритма можно быстро вычислять положения дефектов поверхности или обрабатывать информацию с целью определения габаритов попавшего в поле зрения сканирующего устройства предмета.

Возможность настройки алгоритма и скорость его выполнения позволяет анализировать разные типы поверхностей предметов различной формы, что делает его широко применимым.

## **Список литературы**

1. Как работает устройство 3D-сканеров? Технологии и принципы сканирования. URL: [robot-ik.ru/obzory/kak-rabotaet-ustroystvo-3d-skanerov-tehnologii-i-printsipy-skanirovaniya](http://robot-ik.ru/obzory/kak-rabotaet-ustroystvo-3d-skanerov-tehnologii-i-printsipy-skanirovaniya).
2. Novel Algorithms for 3D Surface Point Cloud Boundary Detection and Edge Reconstruction. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S2288430017302117](http://sciencedirect.com/science/article/pii/S2288430017302117).
3. Edge and Corner Detection for Unorganized 3D Point Clouds with Application to Robotic Welding. URL: [arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1809/1809.10468.pdf](http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1809/1809.10468.pdf).

## ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ФУНКЦИЙ ПОТЕРЬ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ ЭВОЛЮЦИОННЫМИ АЛГОРИТМАМИ

Э. В. Морозов\*

Научный руководитель – В. В. Становов,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

На сегодняшний день нейросети являются достаточно популярным инструментом решения задач различного типа. Значительное увеличение вычислительной мощности позволило обучать модели всё большей сложности. Однако такие модели могут быть чрезвычайно сложными: в них нет интуитивно взаимодействующих компонентов, и они сложны для восприятия человеком.

Функции потерь являются фундаментальным элементом для процесса обучения, служа основной целью, в соответствии с которой оптимизируются параметры модели. Выбор функции потерь, т. е. способа, которым происходит обучение и обобщение, неявно влияет на процесс оптимизации. Однако в современном машинном обучении большинство практиков полагаются на несколько стандартных функций потерь. Например, в задачах классификации почти исключительно используется функция потерь – перекрёстная энтропия.

Несмотря на то, что в настоящее время существует широкий спектр работ по оптимизации многих аспектов нейронных сетей, динамика обучения по-прежнему обычно задаётся вручную без строгого обоснования. Однако это важно: архитектура, функции потерь и скорость обучения – всё это влияет на конечную функциональность нейронной сети.

В одной из работ Сантьяго Гонзалеса и Ристо Мииккулайнена [3] функция потерь была замещена упрощённым двумерным разложением ряда Тейлора  $k$ -го порядка:

$$f(x, y) = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\Theta_2(y_i - \Theta_1)^2 + \frac{1}{6} \Theta_4(y_i - \Theta_1)^3 + \Theta_5(x_i - \Theta_0)(y_i - \Theta_1) + \frac{1}{2} \Theta_6(x_i - \Theta_0)(y_i - \Theta_1)^2 + \frac{1}{2} \Theta_7(x_i - \Theta_0)^2(y_i - \Theta_1)],$$

где  $x$  – принадлежность одному из классов;  $y$  – предсказанная нейросетью принадлежность к одному из классов;  $\Theta_0$ – $\Theta_7$  – коэффициенты, которые будут находиться в одном индивиде ГА.

Нам необходим метод нулевого порядка, с помощью которого можно решать задачи, заданные алгоритмически, для нахождения коэффициентов, при которых точность модели будет наибольшая. Для работы в этой области подходят эволюционные алгоритмы. Они основаны на принципах естественной эволюции и используют скрещивание, мутацию и селекцию.

---

\* © Морозов Э. В., 2023.

В работе в качестве генетического алгоритма использовалась одна из его разновидностей – дифференциальная эволюция [1] и многокритериальная оптимизация *NSGA-II* [2], которая использует принцип доминирования по Парето и подсчёт близости к соседним точкам в функциональном пространстве.

В реализованном алгоритме вначале инициализируется стартовая популяция со случайными значениями в заданном диапазоне (в данной работе был использован промежуток от  $-10$  до  $10$ ). После чего мы обучаем нейросеть с каждым из индивидов в популяции при помощи функции потерь, основанной на ряде Тейлора. В результате получим точность для каждого индивида на обучающей выборке и на валидационной выборке. Эти значения будут в качестве значений целевых функций генетического алгоритма. Процесс повторяется, пока не закончатся поколения, количество которых было задано вначале как гиперпараметр.

Данный алгоритм был реализован и протестирован на задаче распознавания рукописных цифр *MNIST*. Результаты исследований представлены в табл. 1. Коэффициенты, при использовании которых был получен результат, представлены в табл. 2.

Таблица 1

Результаты тестирования

Задача	Эксперимент	Количество эпох	Точность	Среднеквадратичное отклонение
<i>MNIST</i>	Перекры́стная энтропия	10	98,00	0,13
<i>MNIST</i>	Ряд Тейлора	10	97,64	0,26
<i>CIFAR10</i>	Перекры́стная энтропия	20	76,30	0,785
<i>CIFAR10</i>	Ряд Тейлора	20	76,41	0,858

Таблица 2

Найденные коэффициенты в ряде Тейлора

$\Theta_0$	$\Theta_1$	$\Theta_2$	$\Theta_3$	$\Theta_4$	$\Theta_5$	$\Theta_6$	$\Theta_7$
-1,621	2,877	-5,056	6,344	7,804	4,618	-1,152	1,457

При сравнении использования обученной функции потерь и перекры́стной энтропии были получены графики (рис. 1, 2).

Наблюдаемые значения оптимизированной функции потерь значительно больше, чем при использовании перекры́стной энтропии, однако это не имеет значения, т. к. значение точности сравнимо.

Таким образом, проведённые исследования показали, что реализованный подход способен проводить параметрический синтез эффективных функций потерь. Более того, можно заметить, что при использовании перекры́стной энтропии график потерь после нескольких эпох начинает колебаться, после чего начинает расти, что означает, что модель начинает переобучаться. В то время как на графике модели параметрического синтеза функция потерь продолжает уменьшаться, что означает, что сеть меньше подвержена переобучению. Недо-

статком этого метода являются высокие требования к вычислительным ресурсам. Достоинством является универсальность, т. к. полученную функцию потерь можно использовать на других задачах.

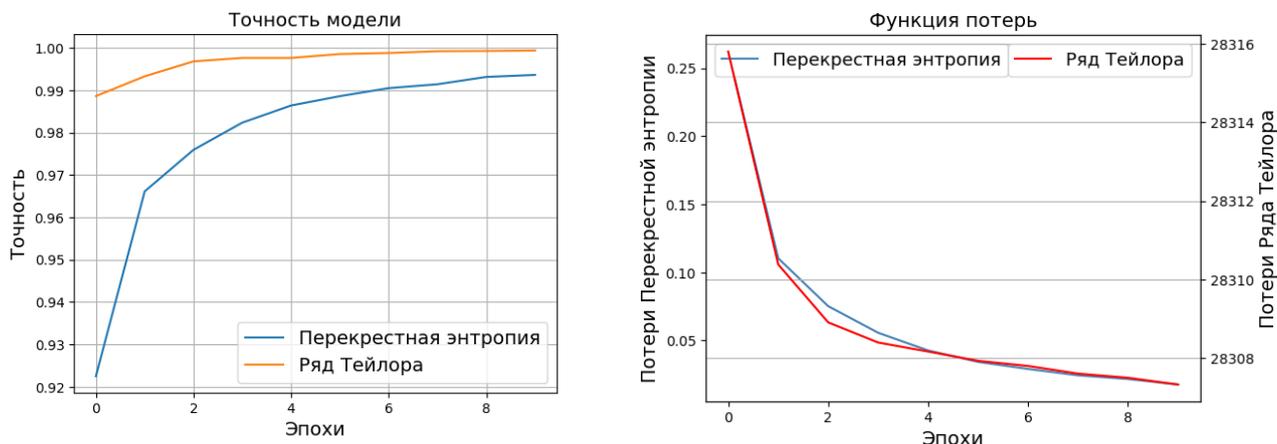


Рис. 1. Результаты работы на обучающей выборке

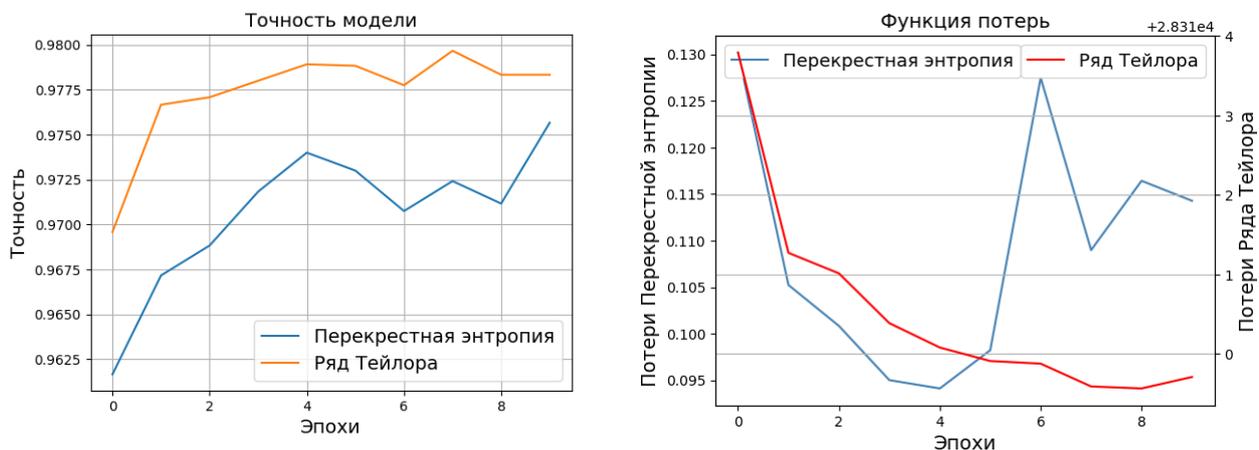


Рис. 2. Результаты работы на валидационной выборке

### Список литературы

1. Storn R. Differential Evolution – a Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces / R. Storn, K. V. Price // Journal of Global Optimization. 1997. No. 11. Pp. 341–359.
2. Deb K. A Fast Elitist Non-dominated Sorting Genetic Algorithm for Multi-objective Optimisation: NSGA-II / K. Deb et al. // Parallel Problem Solving from Nature. 2000.
3. González S. S. Improving Deep Learning through Loss-function Evolution / S. S. González. 2020.

## ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОМ

М. А. Мутовин\*

Научный руководитель – А. В. Чубарь,  
кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

Беспилотное управление наземным транспортом имеет большую актуальность в настоящее время. Автоматическое управление движением поездов под контролем систем обеспечения безопасности позволяет более точно выполнять график движения, увеличивать безопасность и снижать затраты на энергию. Использование централизованной интеллектуальной системы автоматического управления, состоящей из нескольких подсистем, является важной частью цифровизации метрополитенов и городских железных дорог. В настоящее время активно развивается автоматизация железнодорожной инфраструктуры. Электропоезд с автоматическим управлением движением при отсутствии на нём эксплуатационного персонала (степень автоматизации G0A4) обеспечивает безопасность движения и систем диагностики поездного оборудования благодаря интеграции функций систем управления и использованию современных вычислительных средств [1].

Целью данной работы является реализация математической модели цифрового двойника электропоезда в среде моделирования *SimInTech*, а также разработка эффективного алгоритма и графического отображения в трёхмерном пространстве автономного перемещения объекта по заданной траектории, задаваемой человеком-оператором. Цифровой двойник также позволит тестировать всю систему автоматического управления электропоездом при изменении параметров системы или внедрении новых технологий в эту систему без непосредственного использования реальных средств и без угроз для жизни и техники.

Методы и средства достижения поставленной задачи:

- 1) представление математических моделей и алгоритмов управления как совокупность взаимосвязанных структур;
- 2) математическое моделирование процессов на основе типовых функциональных блоков в виде систем дифференциально-алгебраических уравнений;
- 3) 3D-визуализация результатов моделирования и управления.

Конструкция электропоезда включает в себя механическую (кузов, ударно-тяговые приборы (буфер, поглощающий аппарат), вагонная тележка и тормозное оборудование) и электрическую части. Электропоезда получают энергию через различные токоприёмники и перенаправляют их на электрооборудование, которое зависит от рода тока (электропоезда постоянного тока, переменного тока, двухсистемные), отсюда выявляется тяговый двигатель (коллекторный, асинхронный) и наличие или отсутствие электрического торможения.

---

\* © Мутовин М. А., 2023.

Реализация модели в *SimInTech*. Модель на рис. 1 описывает движение материальной точки при заданном ускорении. Источник задаёт ускорение  $a(t)$ . В модели оно выражено в  $\text{м/с}^2$ . Его интегрирование по времени даёт скорость точки, выраженную в  $\text{м/с}$ . В свою очередь, интегрирование скорости по времени позволяет получить величину пройденного пути в  $\text{м}$ .

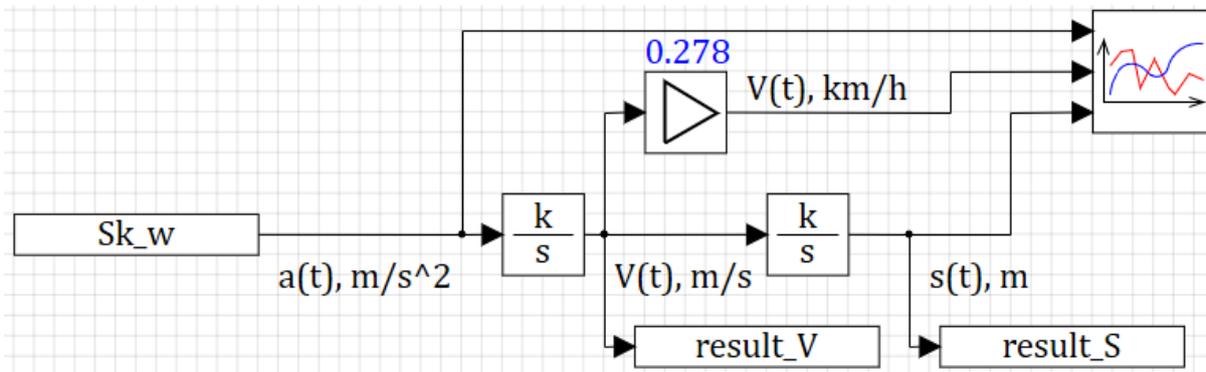


Рис. 1. Модель расчёта уравнения движения и вывода на график

Для разработки полноценного движения электропоезда потребовалось создать три субмодели: система управления, электропривод и объект управления. В результате разработки модели объекта управления были созданы следующие блоки: объект управления, блок нагрузки, схема массы. Разработан блок угла подъёма [2]. Разработана модель электропривода. Регулятор электропривода основан на нечёткой логике. Основные преимущества регулятора на базе нечёткой логики – это простота и наглядность формирования правил управления объектом. Принцип нечёткого регулирования состоит из следующих понятий: много – уменьшай, норма – не трогай, мало – увеличивай [3]. Схема регулятора на базе нечёткой логики представлена на рис. 2.

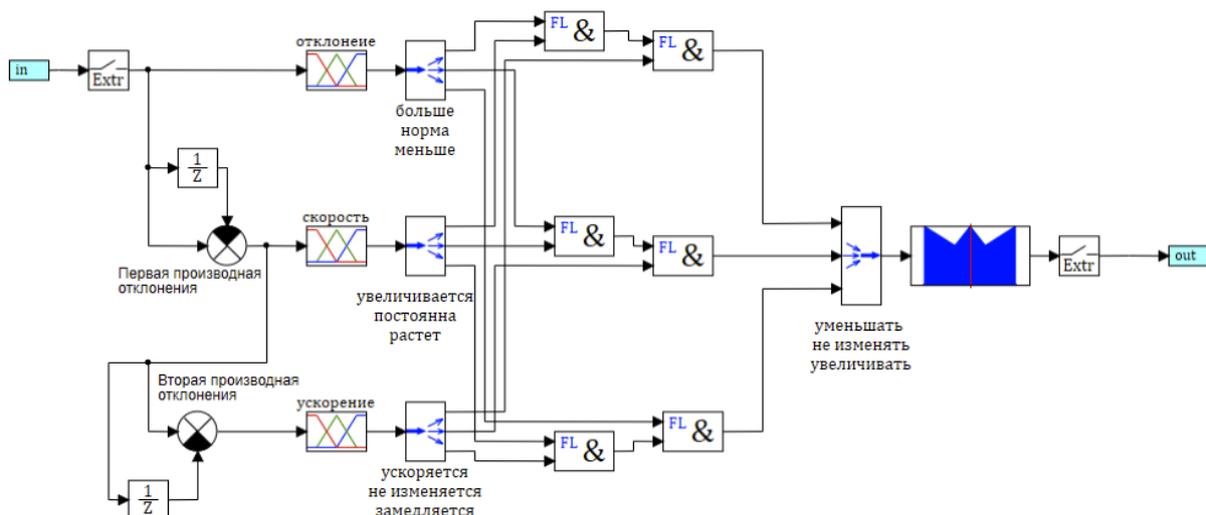


Рис. 2. Схема регулятора на базе нечёткой логики

Визуализация – оптическое изображение, используемое для передачи информации (таблицы, гистограммы, изображения, диаграммы, графики и пр.). Этот метод является наиболее продуктивным и эффективным способом

представления информации. Панель взаимодействия использует индикацию для отображения текущей скорости и пройденного пути. Также она даёт информацию об объёме заполнения вагона и данных маршрута (крутизна наклона). Вид панели взаимодействия представлен на рис. 3.

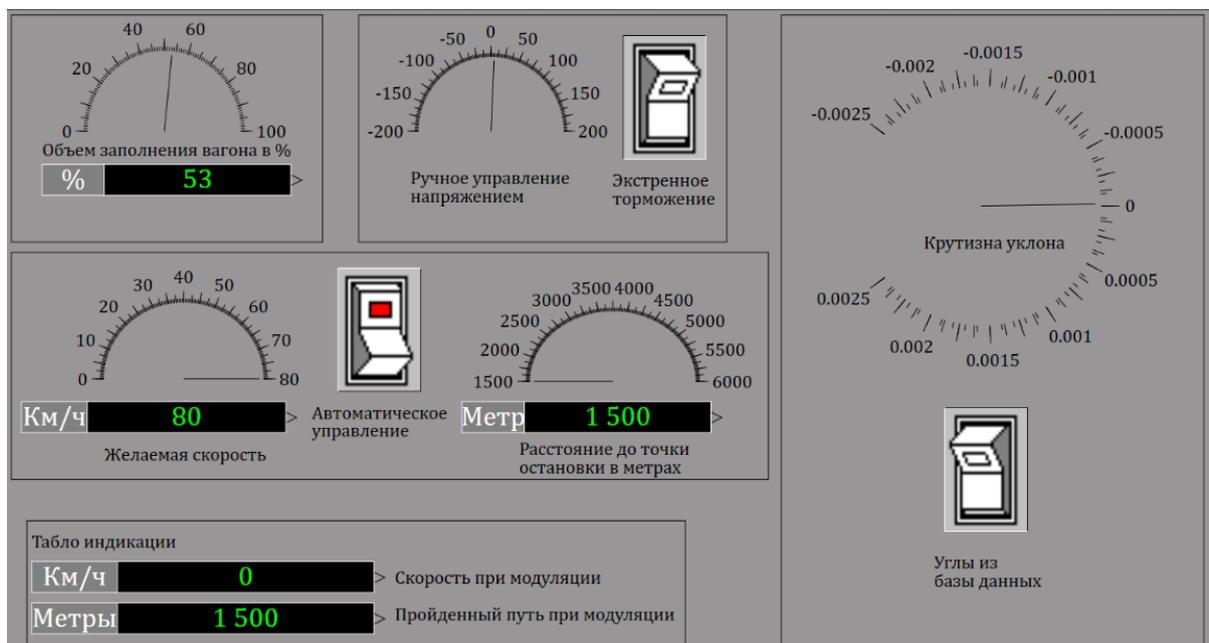


Рис. 3. Панель взаимодействия

Несмотря на то, что данная модель пренебрегает действием многих сил, возникающих во время движения, она позволяет выявить влияние на скорость движения таких факторов, как радиус колёс, наполнение полезной нагрузкой, изменяемый уклон, величина подаваемого на двигатели напряжения. Эта информация может помочь при разработке реальной модели робота, позволяя не прибегать к разработке сразу множества реальных моделей и испытаниям каждой из них.

### Список литературы

1. Никульчиков П. М. История, состояние и перспектива развития систем автоматического управления поездами метрополитена / П. М. Никульчиков // Автоматика на транспорте. 2016. Т. 2. № 3. С. 456–473.
2. Пожаркова И. Н. Моделирование технологического процесса в среде визуального моделирования SimInTech / И. Н. Пожаркова, А. В. Чубарь, И. А. Грищенко и др. // Сибирский пожарно-спасательный вестник: науч.-аналит. журнал. 2018. № 2. С. 29–37.
3. Мызникова В. А. Построение нечётких регуляторов в среде SimInTech / В. А. Мызникова, В. В. Устименко, А. В. Чубарь // Робототехника и искусственный интеллект: матер. X Всеросс. НТК с междунар. участием (Красноярск, 2018). С. 223–228.

**МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ  
ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ МИНИМАЛЬНОЙ МАССЫ,  
ВЫПОЛНЕННОЙ НА СЕРИЙНО ВЫПУСКАЕМЫХ КОМПОНЕНТАХ**

**К. Д. Пылова\***

**Научный руководитель – Ю. В. Краснобаев,  
доктор технических наук, профессор  
Сибирский федеральный университет**

В настоящее время повсеместное использование электронных устройств приводит к необходимости обеспечения их электроэнергией в местах, удалённых от промышленных сетей энергоснабжения. Эта задача решается за счёт использования автономных систем электропитания (далее – СЭП). В таких СЭП в качестве первичного источника энергии всё чаще применяются возобновляемые источники энергии, использующие энергию Солнца, ветра, воды. При проектировании автономных СЭП часто требуется минимизировать массу СЭП, поскольку автономные СЭП используются в удалённых местах и транспортирование компонентов СЭП в такие места затруднительно. В случае если автономная СЭП является мобильной, то задача минимизации массы СЭП становится ещё более актуальной.

Для проектирования СЭП минимальной массы может быть использована методика проектирования СЭП, основанная на использовании понятия присоединённой массы [1]. Эта методика может быть пояснена на примере проектирования СЭП с первичным источником энергии (далее – ПИ) и импульсным стабилизатором напряжения (далее – ИСН), который стабилизирует напряжения на нагрузке. Как правило, ПИ имеет существенно большую массу, чем ИСН, и масса ИСН как бы присоединяется к массе ПИ. При этом в ходе проектирования стремятся обеспечить минимум суммарной массы ПИ и ИСН. Проектируя ИСН с большей массой, можно получить более высокий его КПД за счёт применения большего числа параллельно включённых силовых элементов, увеличения сечения проводов дросселей и т. п. При этом за счёт большего КПД ИСН суммарная масса ПИ и ИСН может оказаться ниже. Проектирование ИСН под конкретные требования ТЗ применяется в случае, когда проектируют дорогостоящие уникальные СЭП, – например, СЭП космических аппаратов. Для автономных СЭП широкого применения более предпочтительно проектирование с использованием серийно выпускаемых компонентов СЭП. Методика проектирования СЭП минимальной массы с использованием серийно выпускаемых компонентов и рассматривается в настоящей работе.

Рассмотрим методику проектирования СЭП минимальной массы применительно к СЭП со структурной схемой, приведённой на рис. 1. В состав СЭП входят: солнечная батарея (СБ), выполняющая функцию ПИ, кабельная сеть

---

\* © Пылова К. Д., 2023.

(КС), через которую СБ подключается к остальным компонентам СЭП, аккумуляторная батарея (АБ), запасующая энергию для питания нагрузки при отсутствии генерации энергии СБ, контроллер (КН), который обеспечивает исключение глубокого разряда и перезаряда АБ, а также, при использовании контроллеров МРРТ-типа, отбор максимально возможной энергии от СБ. В этой СЭП напряжение на нагрузке (Н) не стабилизируется и равно напряжению на АБ.

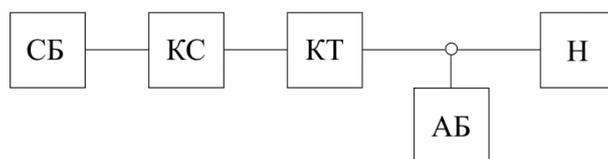


Рис. 1. Структурная схема СЭП

На первом этапе проектирования СЭП минимальной массы, проектировщик, исходя из требований ТЗ, выбирает компоненты, возможные для использования, и сводит их электрические и массовые характеристики в таблицы. Пример фрагмента таблицы для СБ приведён ниже (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики секций СБ (часть строк убрано)

№ секции СБ	Марка/тип секции СБ	Масса секции СБ (кг)	Мощность секции СБ (Вт)	Напряжение холостого хода секции СБ (В)	Напряжение секции СБ при max мощности (В)
1	TopRSolar 40П	4,2	40	18,10	22,32
2	TopRSolar 65П	7,4	65	18,00	21,60
3	DeltaSM 100-12	8,5	100	18,78	22,54

На втором этапе проектирования СЭП выполняются следующие пункты.

1. Производится расчёт необходимой ёмкости АБ по выражению:

$$Q_{AB} \geq (t_p P_H) / (K_{г.р} U_{cp}), \quad (1)$$

где, заданные в ТЗ,  $t_p$  – время разряда АБ;  $P_H$  – мощность нагрузки;  $K_{г.р}$  – коэффициент, учитывающий глубину разряда АБ;  $U_{cp}$  – среднее напряжение на АБ. Из таблицы характеристик АБ выбирается марка АБ, имеющая ёмкость, удовлетворяющую условию (1), и меньшую массу. В случае когда АБ, удовлетворяя условию (1), имеют разные массы и существенно разные КПД зарядоразрядных циклов  $\eta_{ЗРЦ}$ , то следует выбрать несколько АБ, которые при большей массе имеют больший  $\eta_{ЗРЦ}$ . В этом случае следует пункты методики, приведённые ниже, выполнить для каждой марки АБ.

2. Производится расчёт мощности СБ по выражению:

$$P_{СБ} = (P_H + P_{ЗАБ}) / (\eta_{КС} \eta_{КТ} \eta_{ЗРЦ}), \quad (2)$$

где мощность, идущая на заряд АБ, определяется так:  $P_{ЗАБ} = (K_{г.р} U_{cp} Q_{AB}) / t_p$ , где  $t_p$  – время разряда АБ;  $\eta_{КС}$  и  $\eta_{КТ}$  – КПД, соответственно, кабельной сети и контроллера. СБ может состоять из одной секции или  $N$  секций, соединённых

между собой параллельно, последовательно или параллельно-последовательно. При этом количество секций СБ  $i$ -й марки  $N_i$  вычисляется по формуле:

$$N_i \geq K_{3.СБ} P_{СБ} / P_j, \quad (3)$$

где  $P_j$  – мощность секции СБ  $i$ -й марки (округляется до ближайшего большего целого числа).

3. При параллельно-последовательном соединении  $N_i$  секции СБ  $i$ -й марки число  $M_{k,i}$  параллельно соединённых в блок секций СБ вычисляется:

$$M_{k,i} = N_i / L_i, \quad (4)$$

где  $L_i$  – число последовательно включённых секций секции СБ  $i$ -й марки, причём при переборе вариантов  $L_i$  может последовательно принимать значения 1, 2, 3... до  $N_i / 2$ . Из возможных вариантов выбирают те, где  $M_{k,i}$  – целое число.

4. Для всех возможных вариантов марок СБ и количества  $l$  последовательно включённых секций СБ вычисляют напряжение холостого хода  $U_{ХХ.i.l}$  СБ и напряжение СБ при максимальной мощности  $U_{max.i.l}$  путём умножения соответствующих напряжений для СБ  $i$ -й марки, взятых из таблицы, на количества  $l$  последовательно включённых секций СБ.

5. Для каждого варианта СБ вычисляют максимальный ток  $I_{КС}$  КС и сечение жилы кабеля  $S_{ж}$ :

$$I_{КС} = P_H / U_{max.i.j}, \quad S_{ж} = I_{КС} / \mu, \quad (5)$$

где  $\mu$  – выбранная допустимая плотность тока в КС. Исходя из сечения жилы кабеля и максимального напряжения в КС, равного напряжению холостого хода  $U_{ХХ.i.l}$  СБ, из таблицы вариантов марок кабеля выбирают возможные варианты.

6. Из таблицы с данными контроллеров выбирают КТ с допустимым входным напряжением, превышающим  $U_{ХХ.i.l}$  СБ, и для каждого из выбранных КТ проводят расчёт масс СБ и КС, следуя п. 2–6 методики. Для каждого из рассчитанных вариантов определяют массу СЭП, суммируя массы СБ, КС, КТ и АБ.

7. Для нескольких вариантов СЭП с минимальной массой повторно выполняют п. 2–6 методики, используя в выражении (2) точное значение КПД КС, вычисленное по результатам, полученным при выполнении п. 6. После сравнения полученных результатов окончательно выбирается вариант построения СЭП, имеющий минимальную массу.

Для приведённой выше методики разработан алгоритм расчёта СЭП, в котором используются серийно выпускаемые компоненты. Алгоритм имеет вложенные циклы, позволяющие осуществить перебор всех возможных вариантов построения СЭП и после уточнения КПД кабельной сети и проведения повторных расчётов выбрать вариант СЭП, имеющий минимальную массу.

### Список литературы

1. Казанцев Ю. М. Поузловой метод оптимального проектирования преобразующей аппаратуры автономных систем электроснабжения / Ю. М. Казанцев, А. И. Чернышев // Электротехника. 1987. № 10. С. 13–15.

УДК 631.234\*681.5

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛИЦЫ

Д. А. Самохов\*

Научный руководитель – А. В. Чубарь,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

В настоящее время в связи с изменением климатических условий и повышением экологических требований к сельскому хозяйству всё больше внимания уделяется разработке новых технологий для улучшения производства и повышения урожайности. Одной из таких технологий является автоматизированная теплица, которая позволяет создать оптимальные условия для роста и развития растений.

Для измерения уровня влажности и температуры используются датчики, которые устанавливаются на определённой высоте внутри теплицы [1]. Они регулируют работу системы обогрева и кондиционирования воздуха, чтобы поддерживать оптимальную температуру и влажность внутри теплицы.

Для контроля уровня освещённости используются специальные датчики, которые регулируют работу осветительных приборов [2]. Уровень *pH* земли могут измерять специальные датчики, которые автоматически определяют необходимое количество удобрений и минеральных веществ для поддержания оптимального *pH* [3].

Важным компонентом системы является контроллер, который управляет работой всех датчиков и приборов. Он может работать в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Контроллер может быть подключён к интернету, что позволяет управлять системой удалённо с помощью мобильного приложения или веб-интерфейса [4].

Дополнительное оборудование может включать в себя системы увлажнения, вентиляции, орошения и капельного полива. Они работают автоматически в зависимости от текущих параметров в теплице, что позволяет обеспечивать оптимальные условия для роста растений.

Целью данной работы является создание автоматизированной системы теплицы, которая позволяет минимизировать человеческое вмешательство в процессы управления, улучшить мониторинг и контроль за процессами роста, увеличить эффективность и надёжность.

Постановка задач при разработке системы сводится к следующему:

- разработать и реализовать в среде динамического моделирования технических систем *SimInTech* модель функционирования теплицы;
- разработать и реализовать в среде динамического моделирования технических систем *SimInTech* модуль автоматического управления;
- разработать и реализовать в среде динамического моделирования технических систем *SimInTech* панель взаимодействия.

---

\* © Самохов Д. А., 2023.

Модель функционирования теплицы реализована из типовых элементов и блоков *SimInTech*, которые связаны с модулем автоматического управления и окном оператора через базу данных, и представлена на рис. 1.

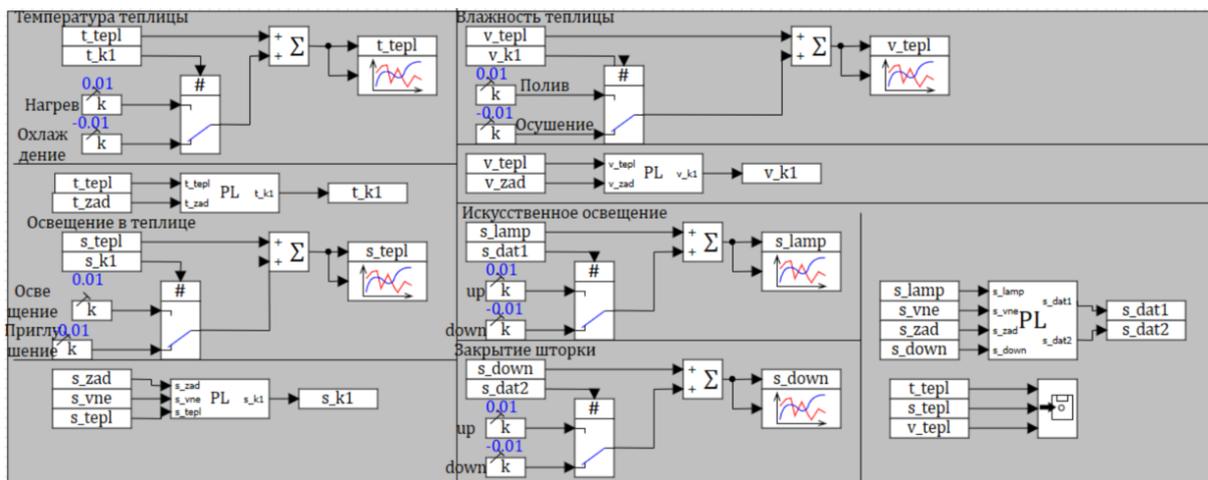


Рис. 1. Схема модели функционирования теплицы

Панель взаимодействия реализована на основе типового блока *SimInTech* «Окно анимации», разделённого на узлы и осуществляющего управление элементами теплицы, мониторинг показаний с датчиков и отображение информации о состоянии внутри теплицы (рис. 2).

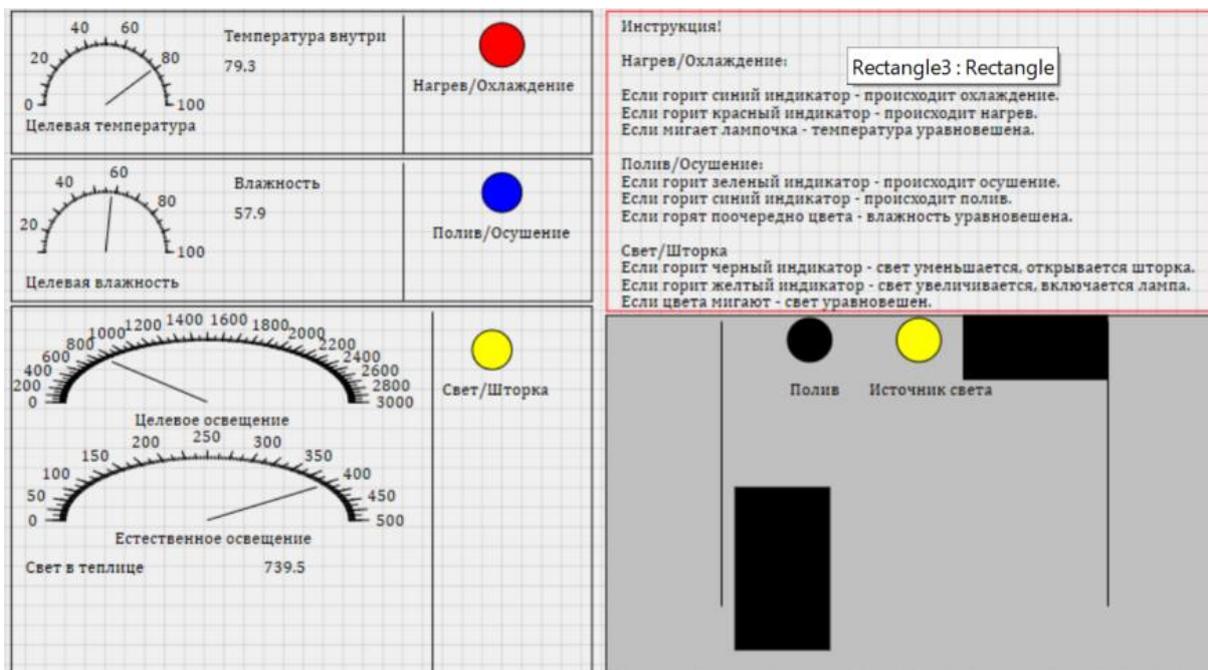


Рис. 2. Панель взаимодействия

Предлагаемый проект по автоматизации теплицы используется для моделирования физических процессов в теплице, автоматического управления элементами контроля температуры, освещённости, влажности, мониторинга показаний с датчиков и отображения информации о внутреннем состоянии среды.

### **Список литературы**

1. Козырев И. А. Системы автоматического управления в теплицах / И. А. Козырев. М.: Колос, 2017.
2. Соколов А. В. Автоматизация тепличного производства / А. В. Соколов. СПб.: Питер, 2018.
3. Карпов В. И. Автоматизация управления теплицами и оранжереями / В. И. Карпов. М.: Лань, 2019.
4. Борисов Е. А. Интернет вещей в тепличном хозяйстве / Е. А. Борисов. М.: Техносфера, 2020.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЁМА ВЫБОРКИ НАБЛЮДЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

Д. О. Третьяков\*

Научный руководитель – Д. И. Ликсонова,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

### Введение

Одной из основных задач идентификации является оценка параметров и функций распределения на основе выборки данных. В регрессионном анализе необходимо оценивать зависимости между переменными, и для этого применяются различные методы, в т. ч. непараметрические.

Одними из ключевых факторов, влияющих на точность непараметрической оценки функции регрессии, являются объём обучающей выборки и наличие помех. В данной работе рассматривается вопрос о том, как объём выборки влияет на точность непараметрической оценки функции регрессии.

### Непараметрическая оценка функции регрессии Надарая – Ватсона

Непараметрическая оценка регрессии Надарая – Ватсона – это метод оценки функции регрессии, который не требует задания параметрической модели и основывается на локальных взвешенных средних. Основная идея метода заключается в том, что значение оценки функции регрессии в точке  $x_0$  вычисляется как взвешенное среднее всех наблюдений  $\{x_i, y_i\}$ , где вес каждого наблюдения зависит от расстояния между  $x_0$  и  $x_i$ , и определяется ядром  $K(x)$  [1]:

$$\hat{f}(x_0) = \frac{\sum_{i=1}^n y_i K\left(\frac{x - x_0}{h}\right)}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_0}{h}\right)}. \quad (1)$$

Непараметрическая оценка функции регрессии (1) обладает рядом преимуществ: простота в использовании, быстрота вычислений, а также работа в условиях недостатка априорной информации. Данный метод относится к методам локальной аппроксимации, т. е. качество получаемых оценок будет зависеть от выборки наблюдений входных и выходных переменных [2].

### Численные эксперименты

Для проверки влияния объёма выборки наблюдений на точность непараметрической оценки функции регрессии были использованы следующие объёмы выборки наблюдений: 300, 500, 1 000 элементов. Параметр размытости ядра  $h$

---

\* © Третьяков Д. О., 2023.

был взят одинаковым для проведения эксперимента – 0,3 (был определён в результате проведения многочисленных экспериментов и показывал наименьшую ошибку прогноза).

Точность оценивания была определена на основе следующей формулы:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{f}(x_0)|}{\sum_{i=1}^n |y_i - \bar{y}|}, \quad (2)$$

где  $y_i$  – наблюдения на объекте;  $\hat{f}(x_0)$  – прогноз выхода объекта;  $\bar{y}$  – среднее значение по выходной компоненте выборки. Исследуемый процесс был задан следующей формулой:  $y = 2 \sin(x)$ .

### Результаты численных экспериментов

В ходе проведения эксперимента по вычислению зависимости объёма выборки от точности непараметрической оценки функции регрессии были получены следующие результаты.

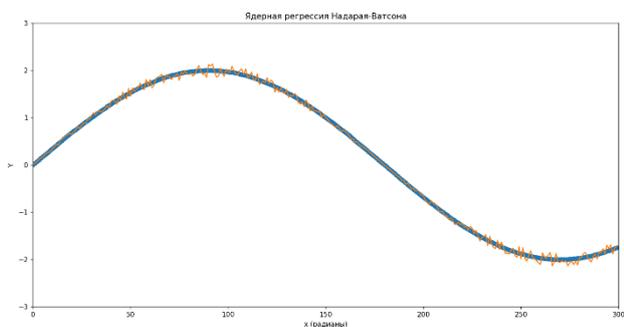


Рис. 1. «Объект без помех + модель»

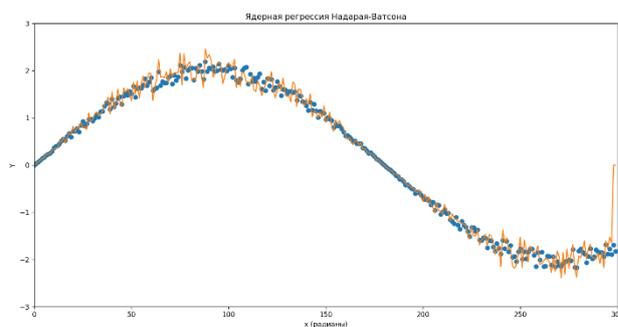


Рис. 2. «Объект с помехами + модель»

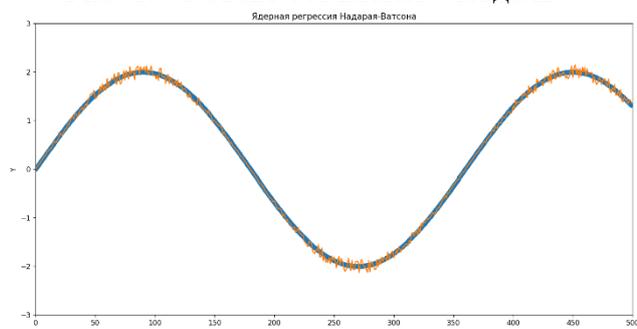


Рис. 3. «Объект без помех + модель»

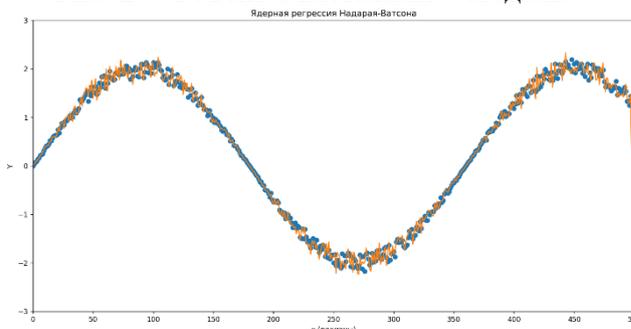


Рис. 4. «Объект с помехами + модель»

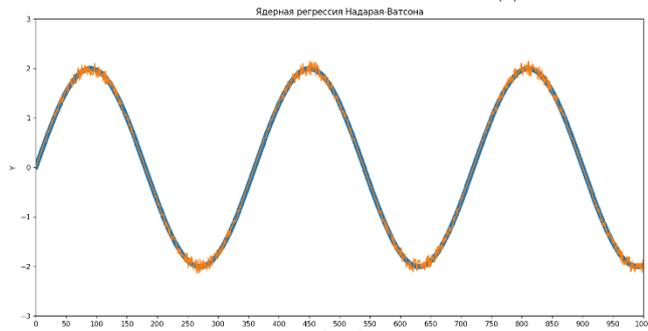


Рис. 5. «Объект без помех + модель»

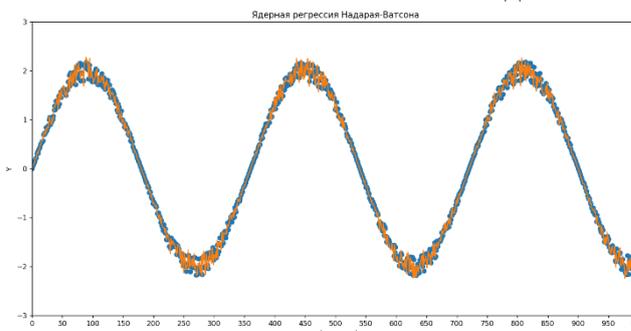


Рис. 6. «Объект с помехами + модель»

В табл. 1 представлены значения точности прогноза в зависимости от объёма обучающей выборки и наличия помех. Помеха взята равной 5 %.

Таблица 1

Сравнение результатов

Объём обучающей выборки	Точность математической модели без помех	Точность математической модели с помехами
300	0,0213	0,0847
500	0,0134	0,0619
1 000	0,0016	0,0351

Анализируя результаты, которые отображены в табл. 1, можно сказать, что при увеличении объёма обучающей выборки значения точности прогноза увеличиваются, а при наличии помехи точность прогноза уменьшается [3].

### Выводы

В процессе исследований было создано несколько математических моделей на основе непараметрического анализа функции регрессии, различающихся по объёму обучающей выборки. В ходе численного эксперимента было установлено, что увеличение количества наблюдений в выборке приводит к повышению точности полученной модели, а также при присутствии помехи точность прогноза уменьшается [4].

### Список литературы

1. Надарая Э. А. Непараметрическое оценивание плотности вероятностей и кривой регрессии / Э. А. Надарая. Тбилиси: Тбилисский университет, 1983. 194 с.
2. Агафонов Е. Д. Математическое моделирование линейных динамических систем / Е. Д. Агафонов, О. В. Шестернева. Красноярск: СФУ, 2011. 94 с.
3. Кошкин Г. М. Непараметрическая идентификация стохастических объектов / Г. М. Кошкин, И. Г. Пивен. Хабаровск: ДВО РАН, 2009. 336 с.
4. Караванов А. В. Исследование влияния вида ядерной функции и коэффициента размытости ядра на точность непараметрической оценки функции регрессии / А. В. Караванов, В. Н. Кириченко, Д. И. Ликсонова // Научно-технический вестник Поволжья. № 5. С. 93–96.

## РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-СЕРВИСА ПРОВЕРКИ НАЛИЧИЯ СВОБОДНЫХ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ В РЕСТОРАНАХ

Е. И. Шамрай\*

Научный руководитель – К. В. Раевич,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Современный мир характеризуется высокой скоростью жизни и постоянными изменениями. Жители крупных городов всё чаще предпочитают использовать различные онлайн-сервисы для решения повседневных задач.

Для упрощения поиска свободных посадочных мест в ресторанах было принято решение разработать онлайн-сервис, который выполняет агрегирование информации по наличию свободных посадочных мест в ресторанах города. Процесс выбора включает в себя предоставление пользователям данных о наличии свободных столиков в ресторанах города в режиме реального времени.

Для получения информации о количестве свободных мест в ресторане пользователю необходимо выполнить ряд действий в онлайн-сервисе:

1) задать фильтры на главной странице сервиса для нахождения заведения, которое он планирует посетить, или же использовать функцию поиска для нахождения конкретного ресторана по карте;

2) перейти на информационную страницу выбранного ресторана, где динамически выполняется обмен данными с внутренними информационными системами ресторана (рис. 1).

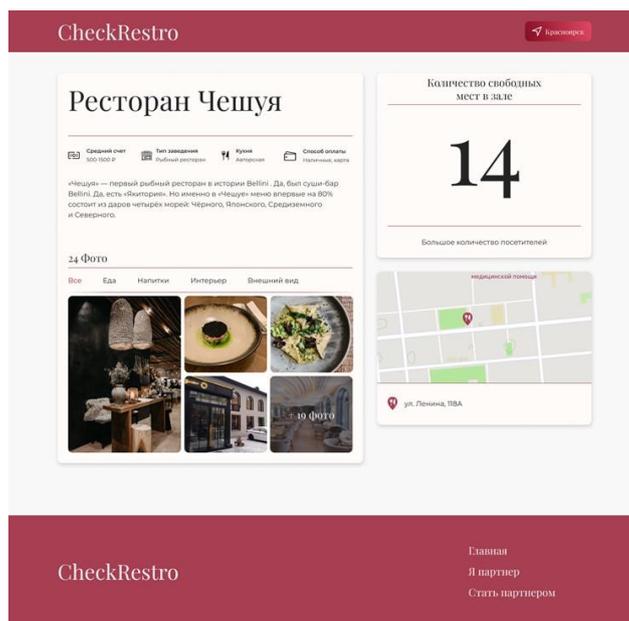


Рис. 1. Интерфейс выбранного пользователем ресторана

\* © Шамрай Е. И., 2023.

Актуализация информации на страницах сервиса о наличии свободных мест в ресторанах выполняется посредством интеграции с автоматизированной системой управления ресторанами (далее – АСУР), в которой реализован процесс бронирования и управления посадочными местами.

Архитектура онлайн-сервиса проверки наличия свободных посадочных мест в ресторанах представлена на рис. 2.

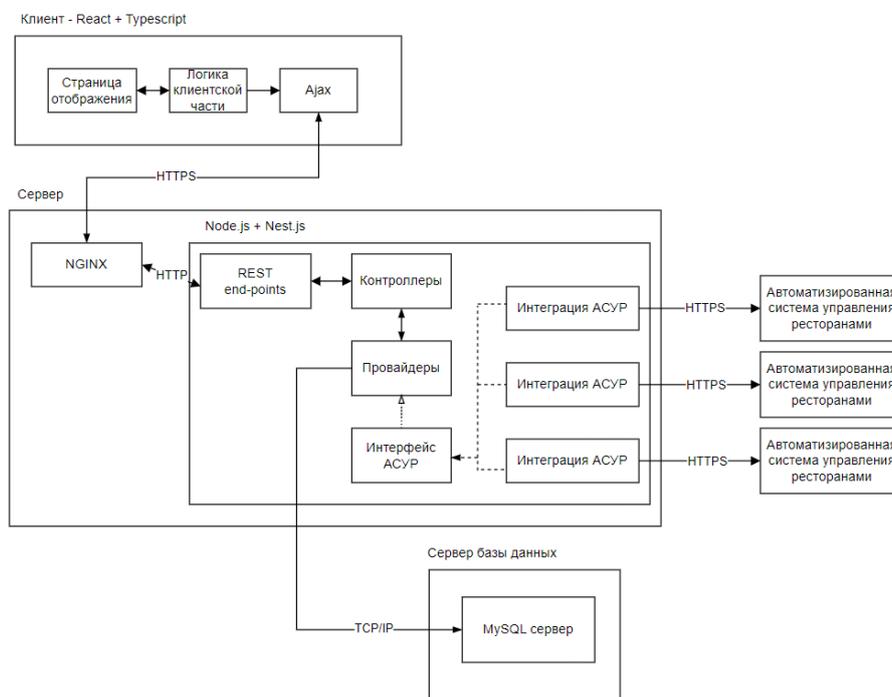


Рис. 2. Архитектура онлайн-сервиса

В архитектуре приложения клиент представляет собой SPA-приложение (*Single Page Application*), в котором можно выделить отдельно отображение страниц, бизнес-логику клиентской части и *Ajax* – инструмент для общения с сервером посредством *HTTPS/HTTP*-запросов. Графическая часть интерфейса на стороне клиента реализована с помощью библиотеки *React*. Серверная часть реализована на *NodeJS* с использованием фреймворка *NestJS* [1]. Он позволяет создавать бизнес-логику, валидировать данные и создавать *API* (*Application Programming Interface*) для обмена данными с клиентом. Для хранения данных используется *MySQL* – свободная реляционная система управления БД [2].

Прокси-сервер *Nginx* обрабатывает входящие от клиента запросы и перенаправляет их в *NodeJS*-приложение. Серверная бизнес-логика находится в сервисах-провайдерах, которые используются контроллерами при обработке *REST*-запросов. Одним из таких провайдеров является интеграция с АСУР. Т. к. существует множество различных АСУР, все провайдеры-интеграции реализованы с одним интерфейсом для более простого их использования в других частях бизнес-логики. АСУР интегрируются с помощью запросов к *REST API*.

### Список литературы

1. Документация NestJS. URL: [nestjs.ru](https://nestjs.ru).
2. Документация MySQL. URL: [ora-cle.com/mysql/what-is-mysql](https://oracled.com/mysql/what-is-mysql).

**СЕКЦИЯ**  
**«ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,**  
**ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

УДК 519.62, 519.682

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**  
**НАНОФИЛЬТРАЦИИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ**  
**С ПОМОЩЬЮ УПРАВЛЯЕМЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ МЕМБРАН**

**А. А. Капитонов<sup>1\*</sup>**

**Научный руководитель – И. И. Рыжков<sup>1,2</sup>,**  
**доктор физико-математических наук, профессор**

**<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет**

**<sup>2</sup>Институт вычислительного моделирования СО РАН**

На сегодняшний день процессы мембранного разделения смесей широко используются в химической, топливно-энергетической, фармацевтической и пищевой отраслях промышленности. Исследование транспорта ионов в нанопорах мембран имеет фундаментальное значение в различных областях науки и техники.

Мембрана представляет собой перегородку, разделяющую две жидкие или газообразные фазы и обеспечивающую селективный перенос компонентов этих фаз под действием движущей силы. В качестве движущей силы может выступать разность давлений, разность концентраций или разность электрических потенциалов между фазами.

В мембранах с электропроводящей поверхностью транспорт ионов можно регулировать путём изменения поверхностного потенциала. Такая мембрана проявляет селективность, механизм которой основан на перекрытии нанопоры двойным электрическим слоем (далее – ДЭС), что препятствует прохождению ионов раствора через мембрану. Толщина ДЭС определяется длиной Дебая, при этом с увеличением отношения длины Дебая к размеру пор селективность мембраны возрастает.

Для описания переноса ионов в проводящих мембранах используются уравнения Навье – Стокса, Нернста – Планка и Пуассона. Если длина Дебая сравнима с радиусом нанопор или меньше его, то используется модель однородного потенциала, при которой распределения потенциала, концентрации ионов и давления внутри нанопоры зависят только от расстояния вдоль поры [1]. Граничные условия для уравнений задаются скачками потенциала Доннана и вызванными им скачками концентрации и осмотического давления. Показа-

---

\* © Капитонов А. А., 2023.

телями эффективности фильтрации являются коэффициенты задержания ионов, определяемые как доли задержанных ионов (1 – идеальная селективность, 0 – селективности нет).

Целью данной работы является математическое моделирование нанофильтрации водных растворов солей на основе модели однородного потенциала, сравнение результатов расчётов с экспериментальными данными и параметрическое исследование модели.

На рис. 1 показано сравнение результатов эксперимента (данные взяты из работы [2]) и расчёта на основе модели.

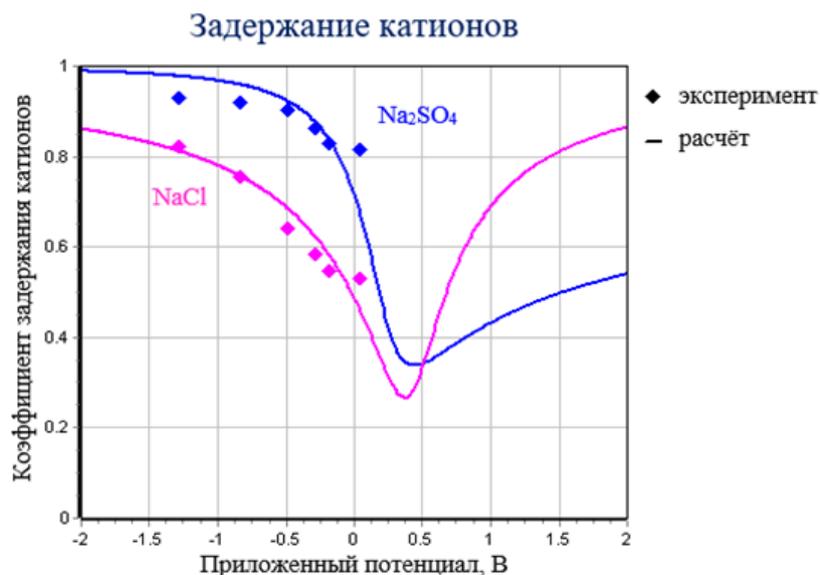


Рис. 1. Зависимость коэффициента задержания катионов от приложенного потенциала для растворов NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

На графике изображена зависимость задержания катионов от приложенного потенциала для растворов NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Видно, что расчёт хорошо согласуется с экспериментом. Рост приложенного потенциала приводит к росту задержания из-за увеличения заряда, который вызывает увеличение концентрации противоионов и уменьшение концентрации коионов внутри нанопор. Задержание при отсутствии потенциала объясняется химическим зарядом и стерическим эффектом. Несимметричность графика вызвана разницей коэффициентов диффузии ионов и разницей зарядов ионов при диссоциации (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

В результате установлено хорошее согласие расчётных данных на основе модели с результатами эксперимента, что подтверждает предсказательную силу модели и позволяет использовать её для практических целей.

### Список литературы

1. Рыжков И. И. Моделирование проводящих нанопористых мембран с переключаемой ионной селективностью / И. И. Рыжков, А. С. Вяткин, Е. В. Михлина // Мембраны и мембранные технологии. 2020. Т. 10. № 1. С. 13–23.
2. Zhang H. Improving Ion Rejection of Conductive Nanofiltration Membrane through Electrically Enhanced Surface Charge Density / H. Zhang et al. // Environmental Science and Technology. 2019. Vol. 53. Pp. 868–877.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭВРИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ О ХОДЕ КОНЯ

Н. С. Корнеев\*

Научный руководитель – П. П. Дьячук,  
кандидат педагогических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

В настоящее время алгоритмы решения задач искусственного интеллекта всё чаще стали применяться в обычной жизни общества. Это системы распознавания видео- и аудиоконтента, системы поддержки принятия решений и экспертные системы, системы машинного обучения, обработки больших данных и мн. др. Масштаб задач растёт, и для хранения данных создаются специализированные облачные хранилища и дата-центры, где располагаются мощные серверы, способные обработать такой объём информации и выдать практические результаты вычислений.

Глобальный рост масштабов вычислений и обработки данных вынуждает программистов искать и применять различные методы оптимизации. Основная цель – это экономия вычислительных ресурсов. Из числа многих известных алгоритмов всегда используются наиболее оптимальные, приводящие к решению задач за минимальное число итераций и, соответственно, минимальное количество времени. Однако не для всех задач существуют оптимальные алгоритмы решения, особенно когда нет достаточного количества и структурированности входных данных или мощностей для обработки полного массива входных данных [1]. В таких случаях приходится использовать специфические представления данных, а также алгоритмы их обработки. Наиболее эффективными считаются те алгоритмы, которые включают в себя элементы эвристического анализа входных данных и, возможно, предварительной обработки входных данных на основе этого анализа для оптимальной обработки более простыми известными алгоритмами.

Целью работы является исследование эффективности применения эвристических правил на примере задачи о ходе коня, а также рассмотрение возможных применений подобных эвристических правил в информационных системах с целью оптимизации алгоритма расчёта и затрат вычислительных ресурсов.

Примером такой оптимизации может служить классическая задача о ходе коня на шахматной доске  $N \times M$  (для  $N > 4$ ,  $M > 4$ ), решённая на основе эвристического правила Варнсдорфа.

Любая позиция на шахматной доске представляет собой взаимно однозначное соответствие между множеством оставшихся на доске фигур и множе-

---

\* © Корнеев Н. С., 2023.

ством занятых ими полей [2]. При обходе доски конь следует на то поле, с которого можно пойти на минимальное число ещё не пройденных полей. Если таких полей несколько, то можно пойти на любое из них.

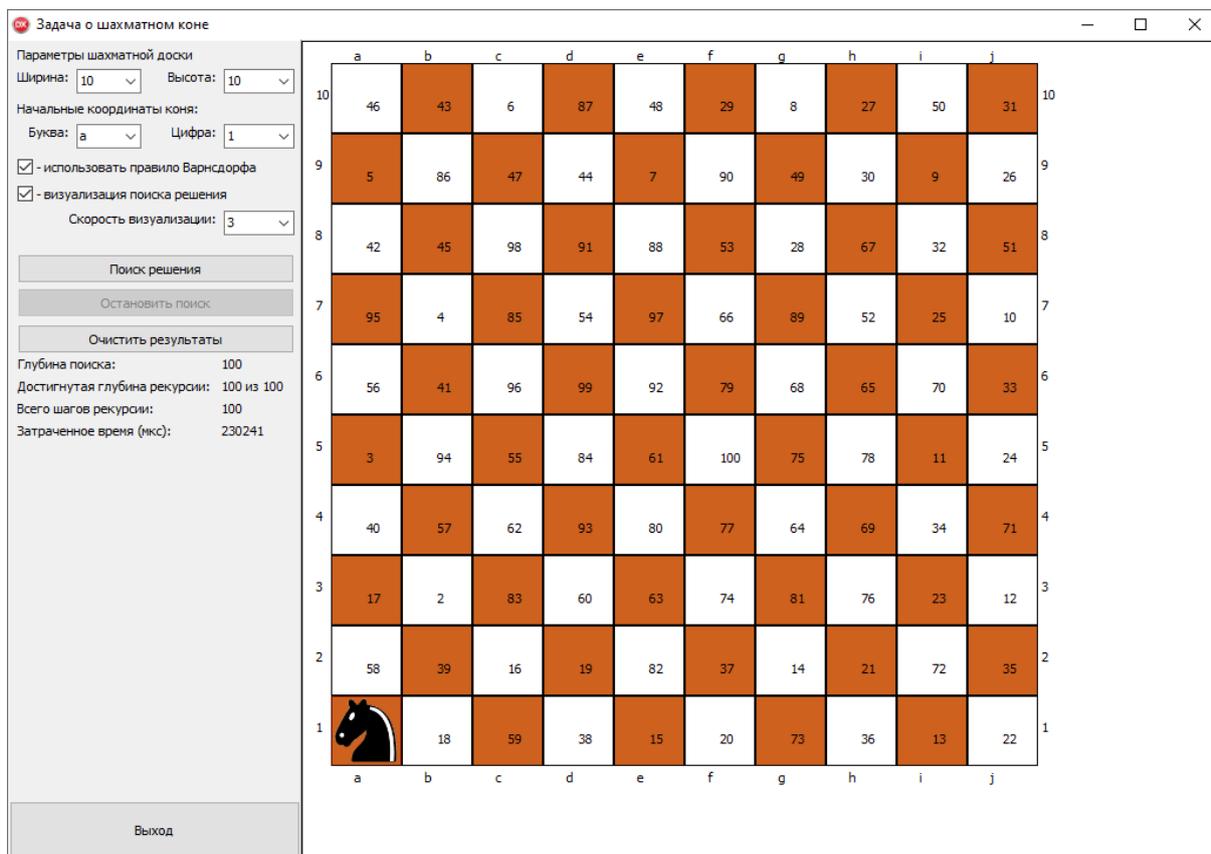


Рис. 1. Программа для визуализации алгоритмов

Таким образом, даже небольшое увеличение сложности задачи (табл. 1-3) уже требует огромного количества ресурсов для её выполнения. При применении эвристических правил заметно сокращение количество итераций, вследствие чего сокращается количество памяти и времени, необходимых для выполнения поставленной задачи. При помощи программы получена визуализация применения различных алгоритмов, а также возможность проанализировать необходимые вычислительные ресурсы для решения поставленной задачи.

Таблица 1

Сравнение скорости выполнения и количества итераций алгоритмов поиска в ширину и эвристического подхода к решению задачи для доски 5×5

Показатель	Поиск в глубину	Правило Варнсдорфа
Глубина поиска	25	25
Количество итераций	41	25
Время, мкс	166 020	104 360

Таблица 2

Сравнение скорости выполнения и количества итераций алгоритмов поиска в ширину и эвристического подхода к решению задачи для доски 6×6

Показатель	Поиск в глубину	Правило Варнсдорфа
Глубина поиска	36	36
Количество итераций	5422	36
Время, мкс	8 665 816	129 999

Таблица 3

Сравнение скорости выполнения и количества итераций алгоритмов поиска в ширину и эвристического подхода к решению задачи для доски 10×10

Показатель	Поиск в глубину	Правило Варнсдорфа
Глубина поиска	100	100
Количество итераций	>1 000 000	100
Время, мкс	>1 000 000 000	230 241

### Список литературы

1. Хаггард Г. Дискретная математика для программистов / Г. Хаггард, Д. Шлипф. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. 627 с.
2. Пономарев В. Ф. Дискретная математика для инженеров: учеб. пособие / В. Ф. Пономарев. М.: Горячая линия – Телеком, 2009. 320 с.

## АНАЛИЗ МОДЕЛИ ПЛОСКОГО ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИТА И СОЗДАНИЕ ОБРАЗЦОВ НА 3D-ПРИНТЕРАХ

М. С. Максимов\*

Научный руководитель – Н. А. Федорова,  
доктор физико-математических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Композиционные материалы являются одними из наиболее актуальных материалов в современной индустрии. Они используются во многих областях, включая авиацию, автомобильную промышленность, судостроение, строительство и мн. др.

Композиты имеют высокую прочность при низком весе, что делает их идеальными для использования в авиации и космической промышленности, где каждый грамм имеет значение. Они также обладают хорошей устойчивостью к коррозии и агрессивным средам, что делает их подходящими для использования в морской промышленности и нефтегазовой отрасли.

Кроме того, композиты легко формуруются в различные формы и размеры, что позволяет создавать сложные конструкции и детали с высокой точностью. Это делает их незаменимыми в автомобильной промышленности и строительстве.

В целом композиционные материалы представляют собой высокотехнологичные материалы, которые обеспечивают лучшую производительность и долговечность в широком спектре применений.

Целью работы является создание эффективных по прочности, весу, экономическим затратам армированных плоских конструкций.

Математическое моделирование волокнистого композита вдоль семейств криволинейных траекторий выполняется на основе структурной модели из работ [1; 2].

В настоящей работе рассмотрено армирование вдоль криволинейных траекторий в полярной системе координат на примере спирали Архимеда. Проведены натурные эксперименты на 3D-принтере с использованием программных продуктов *Kompas3D* и *Cura* (рис. 1–3).

В работе сформулированы первоначальные рекомендации по технологии создания образцов армированного композита на 3D-принтерах.

---

\* © Максимов М. С., 2023.

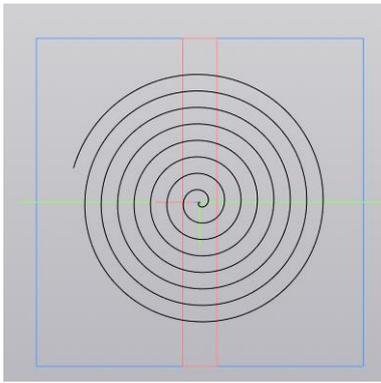


Рис. 1. Компьютерная модель армирующего волокна

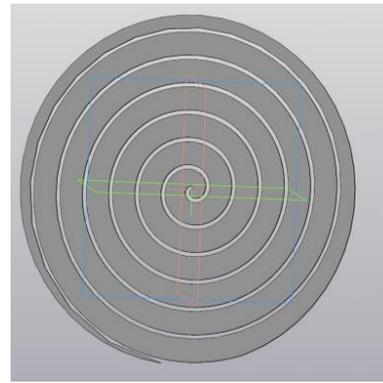


Рис. 2. Компьютерная модель матрицы композита



Рис. 3. Образец волокнистого композита из *PETG*-пластика и стальной нити

### Список литературы

1. Федорова Н. А. Математическое моделирование плоских конструкций из армированных волокнистых материалов: автореф. дисс. д-ра физ.-мат. наук: 01.02.04 / Н. А. Федорова. Новосибирск, 2017.
2. Федорова Н. А. Математическое моделирование плоских конструкций из армированных волокнистых материалов: моногр. / Н. А. Федорова, Ю. В. Немировский. Красноярск: СФУ, 2010. 136 с.

## ДАШБОРДЫ УЧЕБНОЙ АНАЛИТИКИ

И. С. Митянин\*

Научный руководитель – Т. А. Кустицкая,  
кандидат физико-математических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

Переход от традиционного обучения к онлайн- или смешанному обучению приводит к развитию систем электронного обучения и к появлению большого количества данных, обработкой, оценкой и интерпретацией которых и занимается анализ образовательных данных (далее – АОД).

АОД – это направление исследований, связанное с применением методов интеллектуального анализа данных, машинного обучения и статистики к анализу информации, производимой образовательными учреждениями. АОД разрабатывает и совершенствует методы обработки образовательных данных. В англоязычной литературе встречаются следующие термины: *Educational Data Mining (EDM*, «интеллектуальный анализ образовательных данных») и *Learning Analytics (LA*, «учебная аналитика»). Хотя эти направления различаются используемыми методами, у них одинаковый объект исследования (образовательные данные) и одна и та же конечная цель – улучшение качества обучения [1]. Ряд специалистов видят различие между двумя направлениями в том, что *EDM* сосредоточен на автоматизации выявления закономерностей в образовательных данных, тогда как *LA* больше нацелена на измерение, сбор, анализ и представление данных об учащих и их окружении с целью понимания и оптимизации обучения и среды, в которой оно происходит [2]. Данные учащихся анализируются на предмет ключевых показателей эффективности, отражающих модели поведения учащихся, которые затем визуализируются [3].

Целью данной работы является создание дашбордов учебной аналитики – инструментов, позволяющих анализировать и визуализировать данные об учебном процессе и успеваемости студентов. Процесс построения дашборда включает в себя процедуру сбора и обработки данных о ходе обучения, прогнозирование успешности обучения по данным цифрового следа студента.

Для построения дашборда используются данные из курсов системы электронного обучения «еКурсы». Данные собираются для девяти групп из четырёх дисциплин. Однако для построения дашбордов используется только данные из пяти групп, охватывающих те же четыре дисциплины. Построение дашборда осуществляется с помощью онлайн-инструмента для преобразования данных в настраиваемые информативные отчёты и информационные панели *Looker Studio*. Для построения графиков для дашборда в учёт берутся такие показатели, как: «активные» клики, «пассивные» клики, количество набранных баллов

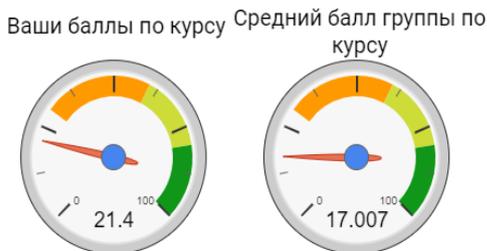
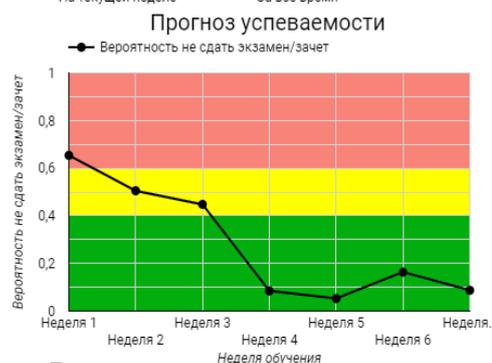
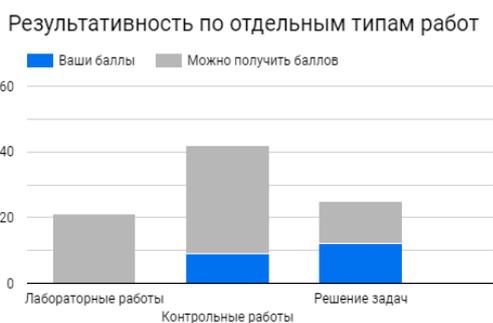
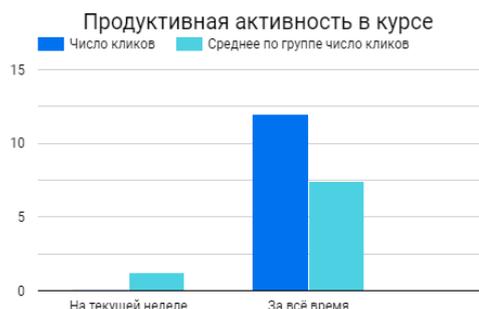
---

\* © Митянин И. С., 2023.

за элементы курса и общие баллы за курс. Дашборды строятся двух типов: первый – показывающий показатели студента и средние показатели по группе, и второй – показывающий показатели только студента. Данные для дашборда собираются с помощью языка программирования *R* с использованием библиотеки *rvest*, а предобработка осуществлена с помощью языка программирования *Python*, она представляет собой отбор «активных» и «пассивных» действий в курсе, а также оценку по курсу. Прогноз успешности обучения по дисциплине осуществляется по алгоритмам: случайного леса, логистической регрессии с *L1*-регуляризацией, градиентного бустинга и по ансамблю-усреднению случайного леса и градиентного бустинга или ансамблю-усреднению всех трёх алгоритмов за тесты и контрольные работы, а также активная работа и посещаемость практических занятий.

На дашборде отображаются следующие диаграммы:

- 1) общая активность в курсе на текущей неделе («пассивные» клики);
- 2) продуктивная активность в курсе («активные» клики);
- 3) результативность по отдельным типам работ;
- 4) баллы по курсу;
- 5) прогноз успеваемости.



Текущая вероятность, что вы не сдадите зачет/экзамен равна: 0,087  
 В 2021-2022 точность прогноза на той же неделе обучения составляла: 0,791  
 Если график находится в красной полосе, то вы попали в опасную зону- велика вероятность, что вы не сдадите экзамен/зачет. Вам стоит обратить внимание на выполнение текущих заданий!  
 Если график находится в зеленой зоне, то на данный момент все хорошо. Так держать!

Рис. 1. Дашборд учебной аналитики

В данной работе был построен дашборд, позволяющий студентам анализировать данные и принимать индивидуальные решения по улучшению своей успеваемости. В дальнейшем будет проведён сравнительный анализ показателей активности и успешности тех студентов, которым предоставлялись дашборды, и тех, кому не предоставлялись.

### **Список литературы**

1. Кустицкая Т. А. Развитие учебной аналитики в России / Т. А. Кустицкая, М. В. Носков // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. 2021. С. 273–278.

2. Siemens G. Special Issue on Learning and Knowledge Analytics / G. Siemens, D. Gašević // Educational Technology & Society. 2012. Vol. 15. No. 3. Pp. 1–163.

3. Baker R. S. Stupid Tutoring Systems, Intelligent Humans / R. S. Baker // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2016. No. 26 (2). Pp. 600–614.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

О. И. Михненко<sup>\*</sup>

Научный руководитель – Н. А. Богульская,  
кандидат физико-математических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

В традиционной электроэнергетике основной акцент в сфере системной надёжности электроэнергетических систем (далее – ЭЭС) делался на манёвренность генерирующего оборудования большой мощности и достаточные запасы пропускной способности межсистемных и внутрисистемных магистральных электропередач. Характер изменения нагрузки во времени был достаточно предсказуем и определялся типами потребителей. В таких условиях можно было достаточно эффективно планировать требуемые свойства.

В современных условиях, когда идёт массовое строительство малых электростанций на возобновляемых источниках энергии, набирает темп установка накопителей электроэнергии, происходит видоизменение электроустановок, требуется пересмотр традиционных положений в области системной надёжности. Мелкие коммунально-бытовые потребители не вовлечены в оперативно-диспетчерское управление, и маловероятна перспектива их вовлечения в будущем. Отсутствует диалог между потребителями и энергокомпаниями.

Поэтому традиционный подход, где гибкость ЭЭС обеспечивалась на уровне резервов крупной генерации и магистральных электрических сетей при общей пассивности распределительных сетей, не позволит обеспечить системную надёжность энергосистем будущего.

Активное продвижение цифровых технологий в энергетике требует пересмотра принципов построения энергетических систем, а также концепции управления их развитием. Функционирование энергетических систем принципиально невозможно без эффективных систем управления, реализуемых с использованием передовых информационно-коммуникационных технологий [1]. Совместное функционирование нескольких типов энергетических систем в виде единой интегрированной энергетической системы предоставляет новые функциональные возможности для повышения эффективности, надёжности и качества энергоснабжения [2; 3]. Применение цифровых технологий в интегрированных энергетических системах обеспечивает сбор, передачу, обработку и получение информации по всем составляющим компонентам системы относительно всех аспектов интеграции.

---

<sup>\*</sup> © Михненко О. И., 2023.

Цифровизация интегрированных энергетических систем выполняется в следующих двух направлениях:

1) применение цифровых технологий для отдельных подсистем с целью их управления;

2) применение цифровых технологий для технических и технологических решений по интеграции с целью обеспечения координации подсистем и выполнения общесистемных целевых установок.

Внедрение цифровых технологий в интегрированные энергетические системы способствует организации гибкого, скоординированного управления развитием таких систем.

Задача оценивания состояния заключается в получении такого установившегося режима, который был бы наиболее близок к имеющимся измерениям. При выполнении статического оценивания состояния используется информация о взаимосвязях физических величин, определяющих режим работы электрической сети в конкретный момент времени, однако имеется ещё информация об изменении этих величин во времени. С развитием измерительной и компьютерной техники точность и синхронность этой информации всё увеличивается. Поэтому оправданным становится применение алгоритмов динамического оценивания состояния, использующих данную информацию.

Классически задача динамического оценивания состояния решается с использованием различных модификаций фильтра Калмана.

Современной особенностью оценивания состояния для крупной энергосистемы является то, что данные поступают в расчётную подсистему с достаточно большой периодичностью. Для целей автоматического оптимального управления, когда не рассматриваются задачи противоаварийного управления, 30-минутный период получения данных и расчёта оценивания состояния может быть вполне достаточным.

Применение классических методов динамического оценивания состояния на 30-минутных срезах данных оказалось не эффективным. Изменение нагрузки показывало хаотический характер.

В результате применения фильтра Калмана с линейной или усредняющей методом скользящего среднего моделью получается режим с большей ошибкой, чем при статическом оценивании состояния.

Для исследования поведения системы в окрестности произвольной траектории используются показатели Ляпунова, которые характеризуют степень растяжения и сжатия в фазовом пространстве движения системы (изменения её параметров) вдоль устойчивых и неустойчивых направлений.

Для получения адекватного прогноза в модельной функции необходимо использовать более сложные модели, чем линейные или скользящего среднего, которые часто применяются в фильтре Калмана. Применение динамического оценивания состояния с использованием фильтра Калмана ограничено медленным изменением параметров режима и горизонтом прогнозирования до 1 мин. Таким образом, область применения динамического оценивания состояния ограничена автоматическим управлением энергоустановками и микросетями, в т. ч. с целью противоаварийного управления [4].

В нашей стране основателем школы оценивания состояния (далее – ОС) ЭЭС является профессор А. З. Гамм. В одной из первых работ профессора Гамма [5] задача ОС рассматривалась как задача нелинейного программирования. В этой же работе были предложены способы расчёта доверительных интервалов полученных оценок.

Задачу ОС ЭЭС можно в общем случае сформулировать следующим образом. Задан вектор  $n$  измеренных переменных режима, диагональная матрица  $R$  дисперсий измерений. Необходимо определить оценки значений параметров режима, включающие вектор  $n$  измеряемых параметров и  $m$  неизменяемых параметров. Искомое решение состоит в поиске таких расчётных значений (оценок) измеряемых параметров режима, которые наиболее близки к измеренным значениям  $y$  в смысле некоторого критерия, в качестве которого чаще всего используется сумма взвешенных квадратов отклонений оценок от измерений.

С учётом ограничений задача ОС превращается в задачу нелинейного программирования, т. е. в задачу поиска минимума функции многих переменных при ограничениях на эти переменные в виде равенств и неравенств.

Некоторые разработчики методов ОС утверждают, что необходимость учёта ограничений в форме неравенств при решении задачи ОС не очевидна. Вместе с тем, информация об ограничениях и их учёт при решении задачи ОС являются чрезвычайно полезными: они позволяют априори выявить самые грубые ошибки в измерениях. Поэтому их учёт позволяет повысить качество оценок и получить решение, корректно отражающее физическое состояние ЭЭС.

### **Список литературы**

1. Правила оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, утверждённые Постановлением Правительства РФ № 854 от 27.12.2004 (в ред. Постановления Правительства РФ № 1496 от 08.12.2018).

2. Исаев Е. В. Алгоритм оценки статической устойчивости и выбора управляющих воздействий по условию обеспечения статической устойчивости в послеаварийном режиме / Е. В. Исаев, П. Я. Кац, А. А. Лисицын и др. // Известия НТЦ Единой энергетической системы. 2013. № 68. С. 48–56.

3. Аржанников С. Г. Алгоритмическое обеспечение ПТК ЦСПА ОЭС Сибири и перспективы его развития / С. Г. Аржанников, А. С. Вторушин, О. В. Захаркин // Известия НТЦ Единой энергетической системы. 2013. № 68. С. 91–98.

4. Гамм А. З. Оценка текущего состояния электроэнергетической системы как задача нелинейного программирования / А. З. Гамм // Электричество. 1972. № 9. С. 12–18.

5. Гамм А. З. Оценивание состояния в электроэнергетике / А. З. Гамм, Л. Н. Герасимов, Ю. А. Гришин и др.; под ред. Ю. Н. Руденко. М.: Наука, 1983. 320 с.

## ЕЩЁ ОДНА ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ВЕРСИЯ МЕТОДА РУНГЕ ДЛЯ КУБИЧЕСКИХ ДИОФАНТОВЫХ УРАВНЕНИЙ

Е. О. Моисеева\*

Научный руководитель – Н. Н. Осипов,  
доктор физико-математических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Впервые т. н. элементарная версия метода Рунге для решения кубических диофантовых уравнений с двумя неизвестными была представлена в научно-популярной статье [1] (см. также [2]). После существенной переработки в статье [3] был предложен алгоритм решения кубических диофантовых уравнений, удовлетворяющих условию Рунге, впоследствии реализованный в системе компьютерной алгебры *Maple*.

Цель работы – предложить ещё один элементарный подход к решению диофантовых уравнений из указанного класса.

Для кубических диофантовых уравнений условие Рунге состоит в том, что старшая однородная часть уравнения должна разлагаться на взаимно простые множители с целыми коэффициентами. Любое такое уравнение линейным преобразованием можно привести к виду

$$x(ax^2 + cy^2) + Ay^2 + (Bx + C)y + A_1x^2 + B_1x + C_1 = 0, \quad (1)$$

где  $c \neq 0$ . Перепишем уравнение (1) в виде

$$ax^3 + A_1x^2B_1x + C_1 + y(cxy + Ay + Bx + C) = 0$$

и поставим следующую задачу.

**Задача.** Найти все пары  $(x, y)$  целых чисел, для которых

$$ax^3 + A_1x^2B_1x + C_1 \equiv 0 \pmod{cxy + Ay + Bx + C}.$$

Далее будем считать, что  $a \neq 0$ , а многочлен  $cxy + Ay + Bx + C$  является неразложимым (иначе задача тривиализуется). Покажем, как можно решить задачу в частном случае при  $c = 1, A = B = 0, C \neq 0$ .

Если число  $ax^3 + A_1x^2 + B_1x + C_1$  делится на  $xy + C$ , то число  $C_1y - C(ax^2 + A_1x + B_1) = y(ax^3 + A_1x^2 + B_1x + C_1) - (ax^2 + A_1x + B_1)(xy + C)$  также делится на  $xy + C$ . Пусть

$$C_1y - C(ax^2 + A_1x + B_1) = k(xy + C) \quad (2)$$

для некоторого целого  $k$ . Рассмотрим случай, когда значения неизвестных  $k$  и  $y$  велики, т. е.

---

\* © Моисеева Е. О., 2023.

$$|k| > M_1, \quad |y| > M_2, \quad (3)$$

где  $M_i$  – некоторые положительные константы. Решим уравнение (2) как квадратное относительно  $x$ . Его дискриминант

$$D = (ky + A_1C)^2 - 4aC(Ck - C_1y + CB_1)$$

должен быть точным квадратом.

**Лемма.** Пусть  $\alpha, \beta, \gamma$  и  $l_1, l_2$  – неотрицательные константы, при этом  $l_1l_2 = \alpha\beta + \gamma$ . Если  $|k| > \beta + l_1$  и  $|y| > \alpha + l_2$ , то  $\alpha|k| + \beta|y| + \gamma < |k||y|$ .

**Доказательство.** Неравенство  $\alpha|k| + \beta|y| + \gamma < |k||y|$  равносильно неравенству

$$(|k| - \beta)(|y| - \alpha) > \alpha\beta + \gamma.$$

Последнее верно, поскольку  $(|k| - \beta)(|y| - \alpha) > l_1l_2 = \alpha\beta + \gamma$ .

Если в лемме взять  $l_1 = l_2 = \sqrt{\alpha\beta + \gamma}$ , то величина  $l_1 + l_2$  будет минимальной.

**Теорема.** Пусть  $\alpha = 2|aC^2|$ ,  $\beta = 2|aCC_1|$ ,  $\gamma = 2|aC^2B_1| + |A_1C| + 1/2$ . Положим

$$M_1 = \beta + \sqrt{\alpha\beta + \gamma}, \quad M_2 = \alpha + \sqrt{\alpha\beta + \gamma}.$$

Если имеют место ограничения (3) и число  $D$  является точным квадратом, то

$$Ck - C_1y + CB_1 = 0. \quad (4)$$

**Доказательство.** Предположим, что равенство (4) не выполняется. Тогда имеют место неравенства

$$0 < |4aC(Ck - C_1y + CB_1)| < 2|ky + A_1C| - 1,$$

что можно установить с помощью леммы. Но в таком случае число  $D$  не может быть точным квадратом.

Таким образом, при выполнении ограничения (3) должно выполняться и равенство (4). Пар  $(k, y)$  целых чисел, удовлетворяющих (4), существует бесконечно много, и они могут быть найдены с помощью алгоритма Евклида. После того как эти пары будут найдены, останется решить уравнение (2) в случае  $|k| \leq M_1$  и в случае  $|y| \leq M_2$ . Обе эти подзадачи решаются алгоритмически.

### Список литературы

1. Осипов Н. Н. Элементарная версия метода Рунге для кубических уравнений / Н. Н. Осипов // Математика в школе. 2012. № 1. С. 64–69.
2. Осипов Н. Н. Метод Рунге для уравнений 4-й степени: элементарный подход / Н. Н. Осипов // Математическое просвещение. Сер. 3. № 19. М.: МЦНМО, 2015. С. 178–198.
3. Osipov N. N. An Algorithmic Implementation of Runge's Method for Cubic Diophantine Equations / N. N. Osipov, V. V. Gulnova // Журнал СФУ. Сер.: Математика и физика. 2018. Т. 11. № 2. С. 137–147.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ В EXCEL-ФАЙЛЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ РАННЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ

И. Ф. Носков\*

Научный руководитель – И. М. Федотова,  
кандидат физико-математических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

В наше время полным ходом идёт разработка программного обеспечения для институтов по анализу успеваемости студентов посредством электронных курсов и прогнозированию их оценок. Для этого необходимо проводить расчёты определённых величин. В основном для этого используются средства *Microsoft Office*, а точнее инструмент для работы с таблицами *Excel*. Рассмотрим задачу написания программы на языке программирования *Python* для автоматизации данных расчётов.

Лучше всего для данной задачи подходит модуль *openpyxl*, позволяющий редактировать таблицы *Excel* с помощью *Python* [1]. Все основные функции программы будут так или иначе использовать инструментарий, предоставленный этим модулем.

Каждую неделю в институте снимаются такие данные, как текущая успеваемость студента, количество эффективных входов студента, его активность и посещаемость аудиторных занятий. Эти данные переводятся в относительное значение (относительно максимального значения текущей накопленной успеваемости в группе на текущую неделю и т. д.) и рассчитываются относительные значения текущей успеваемости, активности студентов, эффективности входов и затем показатель успешности обучения.

На основании этого рассчитывается успешность обучения студента по дисциплине, вероятности сдачи (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и математическое ожидание. По математическому ожиданию делается прогноз попадания студента в «зелёную» (всё успешно, так держать), «жёлтую» (для успешной сдачи экзамена (зачёта) необходимо активизироваться) или «красную» (вы находитесь в группе риска) зону.

Для обучения модели был проведён эксперимент. По результатам эксперимента получены статистические данные. Для оценки модели необходимо провести расчёты точности прогнозирования на каждой неделе обучения. Пример статистических данных приведён на рис. 1, эти данные получают на вход и уже с ними начинает работать программа.

---

\* © Носков И. Ф., 2023.



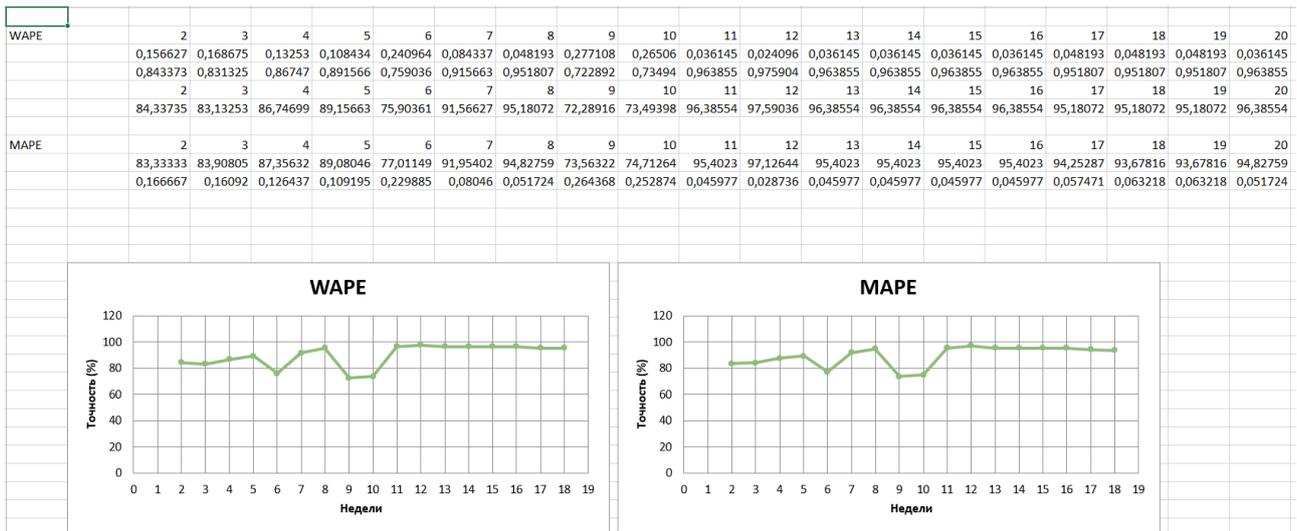


Рис. 3. Графики, построенные по недельным данным

Особенностью программы, результаты выполнения которой были приведены выше, является гибкость к входным данным: она может принимать информацию о любом количестве недель и студентов. Причём добавление информации и перерасчёт данных по каким-либо причинам также не будут являться проблемами для неё.

В заключение стоит сказать, что пока автоматизация задачи сбора информации о студентах и получения необходимых данных находится в процессе разработки. Однако уже существуют прототипы программ, облегчающих работу с однородными данными путём автоматизации вычислений в электронных таблицах.

### Список литературы

1. Инструкция по модулю openpyxl языка Python // Docs Python3. URL: [docs-python.ru/packages/modul-openpyxl](https://docs-python.ru/packages/modul-openpyxl).

## АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА ПРИБЫЛИ КОММЕРЧЕСКОЙ КОМПАНИИ

М. О. Пономарев\*

Научный руководитель – Р. В. Есин,  
кандидат педагогических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

Настоящие дни в России ознаменованы серьёзными изменениями в сфере предпринимательства. Пока одни компании занимают освободившиеся ниши, другие оправляются после кризиса пандемии и возвращаются в стадию роста. Владельцы бизнеса используют различные способы повышения рентабельности и эффективности, многие из которых основаны на планировании и прогнозировании.

Экономическое развитие коммерческих предприятий может быть спрогнозировано путём построения математических моделей. Одним из инструментов предсказания финансовых временных рядов является семейство математических моделей *ARIMA* [1].

Целью настоящей работы является прогнозирование развития коммерческой организации. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать банковские выписки реально существующей компании, построить математическую модель и осуществить прогнозирование одного из финансовых показателей.

Для решения поставленной задачи необходимо провести предварительную обработку данных, получить временной ряд, привести его к стационарному виду и построить математическую модель.

Стационарность временного ряда – это свойство ряда, при котором его статистические характеристики, такие как среднее значение и дисперсия, не меняются со временем. Приведение ряда к стационарному виду необходимо для построения хорошо интерпретируемых математических моделей, которые предполагают постоянство статистических характеристик.

Исходные данные представляли собой таблицу формата *Excel*, содержащую более 20 тыс. записей о финансовых операциях с 2018 г. по настоящее время. Список полей таблицы содержал такие значения, как «Дата операции», «Категория движения денежных средств», а также набор множества счетов, каждый из которых хранил информацию об операции в своей валюте. После визуального анализа документа была осуществлена предварительная обработка данных.

На первом этапе было произведено агрегирование столбцов, содержащих суммы операций по значению их валюты, таким образом из 27 полей было получено четыре столбца: суммы операций в рублях, долларах, евро и фунтах.

---

\* © Пономарев М. О., 2023.

На втором этапе была составлена таблица средних курсов вышеуказанных валют по месяцам и произведен второй этап агрегирования: теперь все значения были приведены к рублевой валюте и просуммированы.

Далее требовалось провести агрегирование данных по месяцам с целью получения набора значений, равноудалённых друг от друга во времени. Это было необходимо для корректности будущей модели.

На последнем этапе предварительной обработки все статьи движения денежных средств были разделены на две группы: доходы и расходы. Таким образом, появилась возможность исследовать имеющиеся данные как два самостоятельных ряда (рис. 1).



Рис. 1. График доходов и расходов

После проведения предварительной обработки данных был получен временной ряд доходов для прогнозирования. Однако перед построением математической модели необходимо было также проверить ряд на стационарность, и в случае нарушения условий стационарности привести ряд к стационарному виду.

Визуальный анализ графика исходного ряда позволил определить очевидную неоднородность дисперсии, поэтому в первую очередь к ряду было применено преобразование Бокса – Кокса [2]. После данного преобразования временной ряд успешно прошёл тест на гомоскедастичность. Проверка на гомоскедастичность проводилась с использованием следующих критериев: тест Уайта [3], тест Бройша – Пагана [4] и тест Голдфелда – Куандта [5]. Нулевая гипотеза о гомоскедастичности данных была принята на уровне значимости, равном 5 %.

Для проверки ряда на стационарность был использован тест Дики – Фуллера [6]. После каждой неудачной итерации (в случае если ряд не проходил проверку на стационарность) применялось дифференцирование ряда. Такой подход называется методологией Бокса – Дженкинса [7]. В результате проведённого исследования было получено следующее: необходимая для приведения ряда к стационарному виду степень сезонного дифференцирования, т. е. дифференцирования с лагом 12, равняется единице. Полученное значение является *D*-коэффициентом, необходимым в дальнейшем для идентификации модели *SARIMA* (*p, d, q*) (*P, D, Q, S*). Всего в данной модификации модели присутствует семь коэффициентов. Коэффициент *d* равняется нулю, т. к. дифференцирование

с лагом 1 не проводилось. Коэффициент  $S$  равен 12, т. к. сезонность наблюдаемого ряда составляет 12 месяцев.

Для определения оставшихся коэффициентов требуется построить автокорреляционную функцию, а также частную автокорреляционную функцию.

Исследование графиков АКФ и ЧАКФ позволило определить значения недостающих коэффициентов:  $P = 1, p = 2, q = 1, Q = 1$ . Определение значений коэффициентов осуществляется путём определения максимального значимого лага. Параметр  $p$  определяется как максимальный несезонный лаг, в отличие от параметра  $P$ , который определяется как сезонный, т. е. кратный параметру  $S$ .

На следующем этапе происходит обучение модели и подбор наилучших её параметров. Одним из способов оценки качества модели является информационный критерий Акаике, однако при выборе наилучшей модели следует учитывать и другие критерии.

После того как будет найдена наилучшая модель, требуется оценить её адекватность, затем планируется построить прогноз на один-два месяца вперёд, оценить его качество и представить результат прогноза руководителю организации. Согласно информационному критерию Акаике, наилучшей модели  $SARIMA(2, 0, 0)(0, 1, 1, 12)$  удовлетворяет следующее уравнение:

$$\Delta^{12}y_t = 0.9536 \cdot y_{t-1} - 0.4378 \cdot y_{t-2} - 0.9988 \cdot \epsilon_{t-12} + \epsilon_t.$$

### Список литературы

1. Hyndman R. J. 8.9 Seasonal ARIMA Models / R. J. Hyndman, G. Athanasopoulos // *Forecasting: Principles and Practice*. Texts. Retrieved. 2015. Vol. 19.
2. Box G. E. P. An Analysis of Transformations / G. E. P. Box, D. R. Cox // *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*. 1964. Vol. 26. No. 2. Pp. 211–243.
3. White H. A Heteroskedasticity-consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity / H. White // *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 1980. Pp. 817–838.
4. Breusch T. S. A Simple Test for Heteroskedasticity and Random Coefficient Variation / T. S. Breusch, A. R. Pagan // *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 1979. Pp. 1287–1294.
5. Goldfeld S. M. Some Tests for Homoskedasticity / S. M. Goldfeld, R. E. Quandt // *Journal of the American Statistical Association*. 1965. Vol. 60. No. 310. Pp. 539–547.
6. Dickey D. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root / D. A. Dickey, W. A. Fuller // *Journal of the American Statistical Association*. 1979. Vol. 74. No. 366a. Pp. 427–431.
7. Box G. E. P. *Time Series Analysis: Forecasting and Control* Holden-day San Francisco / G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. Reinsel // *Time Series Analysis: Forecasting and Control* Holden Day. 1970.

## АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ТАБЛИЧНЫХ ДАННЫХ И СИГНАЛОВ

И. Н. Праскова\*

Научный руководитель – С. В. Кириллова,  
кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

Статистический анализ лабораторных показателей и спектральный анализ медицинских сигналов являются важными инструментами в различных предметных областях медицины, в частности в неврологии при решении диагностических задач, обусловленных такими заболеваниями, как эпилепсия. С помощью построения математических моделей на табличных данных и соответствующих сигналов электроэнцефалограмм (ЭЭГ) можно изучать связь между различными факторами и определять состояние пациента и прогнозировать результаты лечения.

Целью данной работы является разработка методики анализ медицинских данных, связанных с эпилепсией, для повышения точности диагностики и эффективности лечебных процедур. В нашей работе проводилась обработка табличных медицинских данных для оценки корреляции фармакорезистентности и биохимических показателей (*miR*), а также обработка и анализ паттернов электроэнцефалограмм (ЭЭГ) на основе алгоритмов вейвлет-преобразования [1].

В рамках исследований А. В. Медиевским (кафедра эпилепсии КрасГМУ) была представлена база данных и постановка соответствующей задачи. Формирование БД проводилось за период 2021–2022 гг. на базе кафедры эпилепсии КрасГМУ. БД содержит общую информацию о заболевании пациентов, диагноз, виды приступов и их частота, а также исследования крови на показатель *miRNA*. Для корреляционного анализа была сформирована расчётная БД. Пример расчёта коэффициентов корреляции представлен на рис. 1.

	корреляция
miR- 134 (1)	-0,15149621
miR-106b (1)	0,097771772
miR-451 (1)	-0,36252286
miR- 134 (2)	-0,14721493
miR-106b (2)	-0,05106854
miR-122 (1)	-0,30092034
miR-132 (1)	-0,03805827
miR-155 (1)	-0,29606634
miR-206 (1)	-0,22049554

Рис. 1. Расчёт корреляции фармакорезистентности и биохимических показателей крови (*miR*)

\* Праскова И. Н., 2023.

По результатам исследования (совместно с А. В. Медиевским) наблюдается пониженная экспрессия микроРНК-106b и микроРНК-134 у пациентов с мВЭ в сравнении с контрольной группой вне зависимости от клинических особенностей. Таким образом, микроРНК-134 и -106b могут рассматриваться как биомаркеры мезиальной ВЭ.

Также в работе при тесном сотрудничестве с А. В. Медиевским показана возможность применения вейвлетных характеристик паттернов ЭЭГ для выявления и анализа эпилептических разрядов [2]. Для анализа была использован набор паттернов ЭЭГ из базы данных, размещённой на сайте [3] В частности, была использована запись *chb02\_01.edf* (*Channel 1: FP1-F7*). Исходный файл был конвертирован в *chb02\_01.dat*. Частота дискретизации сигнала – 256 отсчётов в секунду. Продолжительность записи составляет 1 ч, но для вейвлет-обработки были выбраны первые 10 с. Для вейвлет-разложения применялся вейвлет Добеши *db4*. Из имеющейся ЭЭГ был выбран фрагмент длиной 2 560 отсчётов (рис. 1).

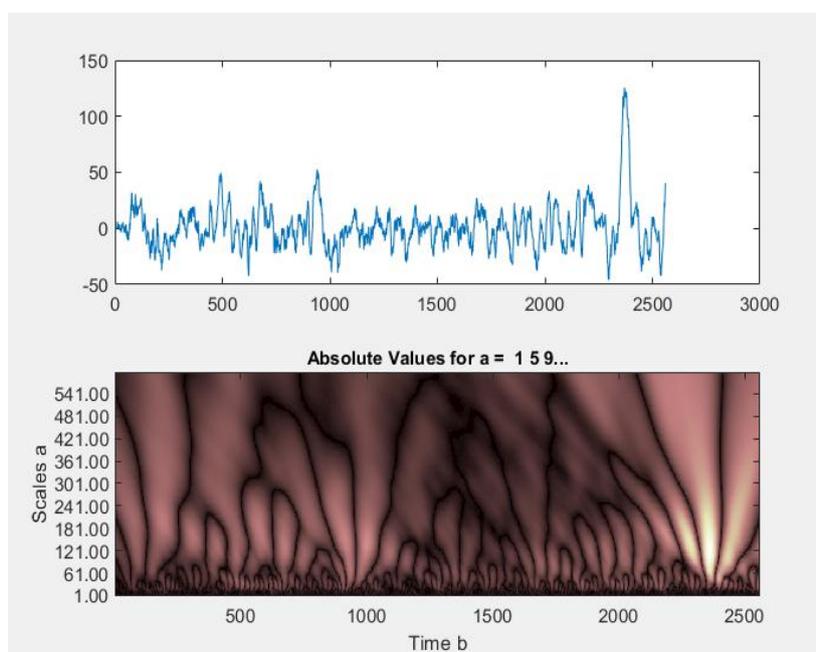


Рис. 1. Пример сигнала ЭЭГ и его вейвлет-диаграмма

Для количественного анализа результатов использовались статистические характеристики и энергетический спектр. Рассмотрены статистические характеристики как вейвлет-коэффициентов, так и элементов сигнала, соответствующих этим коэффициентам. Найдено среднее квадратичное отклонение полученных вейвлет-коэффициентов  $cD_1$ ,  $cD_2$ ,  $cD_3$  и компонент сигнала  $ScD_1$ ,  $ScD_2$ ,  $ScD_3$ .

Второй естественный способ получения количественных характеристик сигналов  $cD_1$ ,  $cD_2$ ,  $cD_3$  и  $ScD_1$ ,  $ScD_2$ ,  $ScD_3$  состоит в том, чтобы исследовать энергетический спектр их преобразований Фурье. Правильнее использовать не вейвлет-коэффициенты, а компоненты сигналов  $ScD_1$ ,  $ScD_2$ ,  $ScD_3$ . Как и ожидалось, энергетические спектры компонент сигналов на разных частотах достаточно хорошо локализованы (рис. 2).

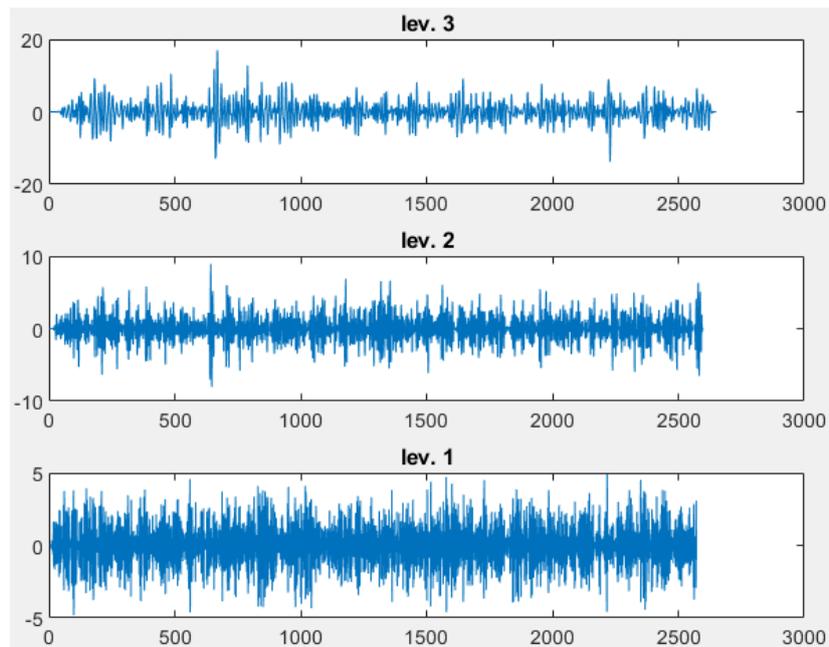


Рис. 2. Восстановление сигнала по детализирующим коэффициентам ( $ScD_3$ ,  $ScD_2$ ,  $ScD_1$ )

Показано, что в основе механизма изменений динамической сложности паттернов ЭЭГ при возникновении эпилептических разрядов лежит увеличение вклада слабых флуктуаций последовательных значений ЭЭГ, приводящее к возрастанию степени их коррелированности и значительному повышению энергии вейвлетного спектра в определённый период. Предложена расчётная схема моделирования и визуализации медицинских сигналов ЭЭГ в вычислительной среде системы *MatLab*.

### Список литературы

1. Блаттер К. Вейвлет-анализ. Основы теории / К. Блаттер. М.: Техносфера, 2006. 280 с.
2. Габова А. В. Метод вейвлет-преобразования в неврологии: анализ частотно-временных характеристик типичных и атипичных разрядов неконвульсивной эпилепсии / А. В. Габова, Г. Д. Кузнецова, В. В. Гнездицкий и др. // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2009. Т. 3. № 4. С. 39–44.
3. Database a Collection of EEG Recording. URL: [physionet.org/content/chbmit/1.0.0](http://physionet.org/content/chbmit/1.0.0).

## ВЫБОР ПОДХОДА ДЛЯ ПРОГРАММНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАЩИЩЁННОГО ОБЛАЧНОГО ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ

А. В. Степанов\*

Научный руководитель – В. И. Вайнштейн,  
кандидат физико-математических наук, заведующий КИБ  
*Сибирский федеральный университет*

В современном мире наблюдается неуклонный рост хранимой информации. Люди хранят на своих персональных компьютерах фотографии, видеозаписи и прочие необходимые им данные, крупные же организации хранят на своих серверах данные о сотрудниках и прочие документы и материалы, необходимые для выполнения ими их функций. Однако набирает популярность тенденция к хранению всей необходимой информации как пользователями, так и организациями с использованием интернета на накопителях данных, физически расположенных на достаточном удалении от конечного пользователя и иногда принадлежащих сторонним компаниям. Использование таких накопителей данных для конечного потребителя бывает как бесплатным, так и за деньги. Такие физически удалённые от пользователя хранилища данных известны ещё, как облачные хранилища данных.

Помимо простого хранения своих данных в облачном хранилище конечные потребители такой услуги также заинтересованы и в защищённости своих данных в нем. В незащищенном облачном хранилище данных конфиденциальность, целостность, а также доступность данных могут быть нарушены, поэтому для хранения данных также используется подвид облачных хранилищ данных – защищённые облачные хранилища данных.

Защита данных в таких хранилищах в основном заключается в применении шифрования к загружаемым данным для защиты их конфиденциальности и в резервировании данных пользователей для сохранения их целостности, для обеспечения доступности пользовательских данных, как правило, используются методы и средства не входящие непосредственно в программную реализацию защищённых облачных хранилищ данных, поэтому в данной работе они рассмотрены не будут.

На текущий момент существует большое количество различных подходов к реализации защищённых облачных хранилищ данных, различаются они в зависимости от варианта предоставления услуг конечному потребителю, от внутреннего устройства хранилища, от представленного в них функционала и от используемых в них алгоритмов шифрования.

В зависимости от варианта предоставления услуг конечному потребителю защищённые облачные хранилища данных можно разделить на две категории:

---

\* Степанов А. В., 2023.

на те, которые конечному потребителю потребуется самостоятельно развернуть на своей готовой инфраструктуре, включающей в себя накопители данных, и на те, которые можно использовать, как готовый сервис, например, посредством мобильного или же десктопного приложения. Вторым вариантом также известен, как *SaaS*-подход к предоставлению услуг [1]. В зависимости от внутреннего устройства хранилища можно поделить на централизованные и децентрализованные, а также на хранилища с шифрованием как на стороне сервера, так и на стороне клиента. В зависимости от представленного в хранилище функционала в нем может как иметься возможность, например, разделять доступ к загруженным файлам с другими пользователями и совершать аудио-/видеозвонки, так и не быть таковой. В зависимости от используемых алгоритмов шифрования можно поделить хранилища на хранилища с симметричным шифрованием, асимметричным и гомоморфным.

Исходя из рассмотренных ранее подходов к организации защищённых облачных хранилищ данных можно составить следующие их вариации.

По способу организации:

- с шифрованием на стороне сервера:

- а) централизованное защищённое облачное хранилище данных:

- 1) с применением метода совместного использования ключей для безопасной дедупликации [2];

- 2) с применением симметричного шифрования [3];

- 3) с применением асимметричного шифрования [4];

- с шифрованием на стороне клиента:

- а) централизованное защищённое облачное хранилище данных:

- 1) с применением гомоморфного шифрования [5];

- 2) с применением симметричного шифрования [3];

- 3) с применением асимметричного шифрования [4];

- б) децентрализованное защищённое облачное хранилище данных:

- 1) с использованием протокола передачи данных *P2P* и фиксации транзакций с помощью технологии *Blockchain* [6];

- 2) с применением гомоморфного шифрования [5];

- 3) с применением симметричного шифрования [3];

- 4) с применением асимметричного шифрования [4];

Подход по предоставлению услуг *SaaS* является наиболее удобным для пользователей согласно отчёту «2020 *SaaS Trends Report*» компании *Blissfully*. В нём говорится, что во время опроса, проведённого в 2019 г., 68 % организаций сообщили, что на текущий момент времени их рабочие процессы сильно, либо полностью зависят от данного подхода, и около 23 % опрошенных организаций сказали, что рабочие процессы внутри них полностью выстроены с использованием данного подхода [1].

Таким образом, в работе предлагается в качестве подхода для программной реализации защищённого облачного хранилища данных выбрать децентрализованное защищённое облачное хранилище данных с использованием протокола передачи данных *P2P* и фиксации транзакций с помощью технологии

*Blockchain*, шифрование данных внутри которого будет производиться с использованием отечественного симметричного алгоритма шифрования «Кузнечик», описанного в ГОСТ Р 34.12–2015 [3], также в защищённом облачном хранилище будет присутствовать возможность разделять доступ к загруженным пользователем файлам с использованием асимметричного алгоритма шифрования *RSA*. Защиту пользовательских данных в защищённом облачном хранилище от нарушения целостности рекомендуется осуществлять за счёт их дубликации, коэффициент которой следует выбрать равный не менее чем 2. Организуемое по описанному в данной работе подходу защищённое облачное хранилище данных рекомендуется предоставлять конечному потребителю согласно *SaaS* как готовый сервис.

### **Список литературы**

1. Cloud Security Report. URL: [cdn2.hubspot.net/hubfs/2093754/eBooks/2020%20SaaS%20Trends%20Report.pdf](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2093754/eBooks/2020%20SaaS%20Trends%20Report.pdf).
2. Wang L. A Key-sharing Based Secure Deduplication Scheme in Cloud Storage / L. Wang, B. Wang, W. Song et al. // Information Sciences. 2019. Vol. 504. Pp. 48–60.
3. ГОСТ Р 34.12–2015. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры / введ. 01.01.2016. М.: Стандартинформ, 2015. 20 с.
4. Hussain M. Securing Cloud Data using RSA Algorithm / M. Hussain // International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT. 2018. Vol. 6. Pp. 96–101.
5. Ogburn M. Homomorphic Encryption / M. Ogburn, C. Turner, P. Dahal // Procedia Computer Science. 2013. Vol. 20. Pp. 502–509.
6. Li J. Block-secure: Blockchain Based Scheme for Secure P2P Cloud Storage / J. Li, J. Wu, L. Chen // Information Sciences. 2018. Vol. 465. Pp. 219–231.

## АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКИХ ДАННЫХ И МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С COVID-19

Н. И. Столярова<sup>1\*</sup>

Научные руководители – К. В. Симонов<sup>1,2</sup>,  
доктор технических наук, профессор;

А. С. Кенц<sup>3</sup>, врач-рентгенолог

<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет

<sup>2</sup>Институт вычислительного моделирования СО РАН

<sup>3</sup>ФСНКЦ ФМБА России (г. Красноярск)

Анализ клинических данных и КТ изображений лёгких являются важными инструментами для изучения COVID-19. Они помогают в диагностике, оценке тяжести заболевания и выборе наиболее эффективного плана лечения. Кроме того, они могут помочь улучшить методы диагностики и лечения других инфекционных заболеваний в будущем. В нашей работе проводился комплексный анализ базы данных пациентов с коронавирусной инфекцией для поиска корреляции между лабораторными исследованиями и показателями компьютерной томографии (КТ) грудной клетки. Также выполнялась обработка и текстурный анализ КТ изображений легких с помощью вычислительной методики, основанной на шпиралет-преобразовании и цветовом кодировании [1].

Идеей обработки медицинских КТ- и МРТ-изображений является концепция радиомики (*radiomics*) [2]. Это подход к анализу медицинских изображений, который позволяет извлекать и анализировать большое количество количественных характеристик (признаков) из радиологических изображений. Эти признаки могут включать параметры формы, текстуры, плотности и распределения интенсивности пикселей, а также геометрические характеристики локализованных областей интереса на изображении.

База данных в рамках исследований предоставлена А. С. Кенц, врачом-рентгенологом ФСНКЦ ФМБА России (г. Красноярск). Формирование базы данных проводилось за период 2020–2022 гг. на базе ФСНКЦ ФМБА России в г. Красноярске и определялась пациентами с подтверждённым диагнозом COVID-19. В базу данных включены основные клинические данные, КТ снимки лёгких пациентов с разным временным интервалом проведения и лабораторные показатели. Анализ экспериментальных данных проводился по лабораторным показателям, которые могут информировать о течении воспалительного процесса у пациентов. К таким показателям относятся: скорость оседания эритроцитов (СОЭ), лейкоциты (ЛЕЙК), С-реактивный белок (СРБ) и интерлейкин 6 (ИЛ-6).

---

\* © Столярова Н. И., 2023.

Расчётная база данных была разделена на две группы: первая – пациенты, выписанные из стационара (55 чел.); вторая – пациенты с летальным исходом (40 чел.). Результаты корреляционного анализа для первой группы приведены в табл. 1, для второй – в табл. 2.

Таблица 1

Оценки коэффициента корреляции для первой группы

	При поступлении	2–4 день	5–9 день	10–13 день	>13 дней	
КТ	0,25	0,3	0,5	0,4	0,25	Коэффициент корреляции
СОЭ	0,175572519	0,142493639	0,010178117	0,076335878	0,015267176	-0,517842386
ЛЕЙК	0,022261799	0,054615613	0,18403087	0,119323241	0,080142476	0,930247817
СРБ	0,276016904	0,184715619	0,180489523	0,002113048	0,000792393	-0,06212227
ИЛ-6	0,330049261	0,552545156	0,83426	0,997536946	0,170566502	0,849123931

Таблица 2

Оценки коэффициента корреляции для второй группы

	При поступлении	2–4 день	5–9 день	10–13 день	>13 дней	
КТ	0,3	0,5	0,75	0,8	0,75	Коэффициент корреляции
СОЭ	0,320610687	0,226	0,106870229	0,190839695	0,178912214	-0,87224679
ЛЕЙК	0,042742654	0,054	0,06856634	0,134461264	0,126057435	0,811410085
СРБ	0,168779715	0,224	0,29318542	0,407554147	0,382082013	0,923974939
ИЛ-6	0,032777094	0,155	0,307881773	0,335110837	0,31416641	0,999645916

Предлагаемая методика для обработки и анализа КТ изображений лёгких состоит из нескольких этапов. На первом этапе выполняется предварительная обработка, которая включает в себя шумоподавление и повышение яркости и контрастности. На втором этапе выполняется сегментация и обнаружение границ объектов интереса с помощью метода Оцу и оператора Кенни. Третий этап включает в себя цветовое кодирование изображений выделенных объектов интереса с помощью шпирлет-преобразования. На рис. 1 представлена обобщённая блок-схема методики обработки и анализа КТ изображений с COVID-19.



Рис. 1. Обобщённая блок-схема методики обработки и анализа КТ изображений

На рис. 2 и 3 приведены результаты применения данной методики для КТ изображений лёгких с патологиями, ассоциированными с *COVID-19*.

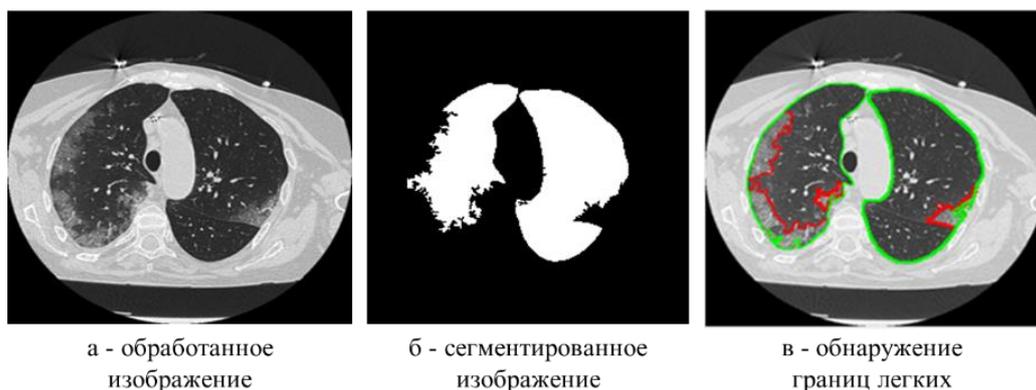


Рис. 2. Пример сегментации и обнаружения границ на КТ снимке: в – границы лёгких (зелёный цвет), выделенные патологии (красный цвет)

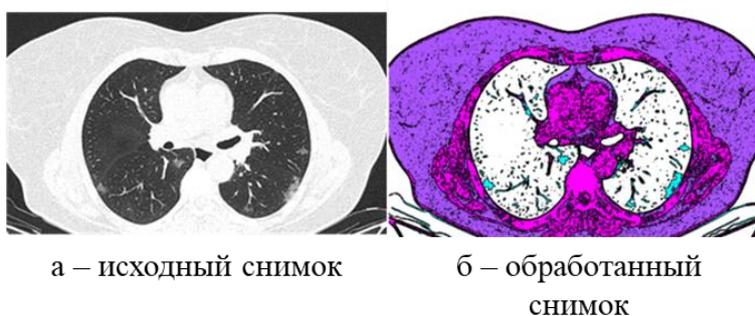


Рис. 3. Пример обработки снимков КТ изображений лёгких с патологиями, ассоциированными с *COVID-19* с помощью шпирлет-преобразования и цветового кодирования: б – показаны выделенные области патологий (бирюзовый цвет)

Таким образом, проведён анализ изменчивости значений показателей пациентов в динамике, разделённых по группам в зависимости от исхода заболевания. Выявлены некоторые особенности и закономерности для первой и второй групп. Выполнены предварительные экспериментальные исследования для классификации патологий лёгких в рамках изучения проявлений *COVID-19* на КТ изображениях с помощью методики шпирлет-преобразования и цветового кодирования.

### Список литературы

1. Zotin A. Methods of Lungs' CT Images Processing as Part of Radiomics / A. Zotin, Y. Hamad, K. Simonov et al. // Proceedings of the 12<sup>th</sup> KES Virtual Conference Centre on Intelligent Decision Technologies (KES-IDT) (Croatia, 2020). Vol. 193. Pp. 243–252.
2. Lambin P. Radiomics: Extracting more Information from Medical Images using Advanced Feature Analysis / P. Lambin, E. Rios-Velazquez, R. Leijenaar et al. // European Journal of Cancer. 2012. Vol. 48 (4). Pp. 441–446.

## О ПРИМЕНЕНИИ ГЛОБАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КАДРОВ ФОТОПЛЁНКИ

В. С. Тутатчиков\*

Научный руководитель – А. А. Кытманов,  
доктор физико-математических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

В цифровой обработке изображений применяются методы глобальной фильтрации изображений в частотной области [1]. В этом случае изображение задается как функция яркости  $f(x, y)$  его пикселей с координатами  $x$  и  $y$ . Вычисляют двумерное преобразование Фурье этой функции для перехода в частотную область, применяют функцию фильтр, которая обнуляет высокие (отвечают за резкие переходы яркости на изображении) или низкие (отвечают за насыщенность цвета) частоты. Затем выполняется обратное преобразование Фурье для получения уже обработанного изображения.

Рассмотрим результат глобальной фильтрации изображений на примере снимка со столетней киноплёнки (рис. 1). На рис. 2 показан результат низкочастотной фильтрации: контуры становятся размытыми, изображение – сглаженным.



Рис. 1. Снимок столетней киноплёнки



Рис. 2. Результат применения ФНЧГ с параметром 200

Результат применения фильтра высоких частот Гаусса [1] с параметром  $D_0 = 1$  представлен на рис. 3. В данном случае контуры изображения становятся резкими, а само изображение темнее. При увеличении параметра до 2 оттенки изображения становятся темнее, но при этом сохраняют свой изначальный цвет

\* © Тутатчиков В. С., 2023

(рис. 4). На изображении остаются видны формы объектов и существенно возрастает искажение цвета [2].



Рис. 3. Результат применения ФВЧГ с параметром 1



Рис. 4. Результат применения ФВЧГ с параметром 2

Следующим шагом можно взять в качестве основы результат низкочастотной фильтрации (рис. 2) и наложить на него с 50 % прозрачности результат высокочастотной фильтрации (рис. 3). В результате получим изображение (рис. 5) более высокого качества по сравнению с оригиналом.



Рис. 5. Результат фильтрации

В работе приведены примеры глобальной высокочастотной фильтрации для обработки снимка со столетней киноплёнки.

### **Список литературы**

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. М.: Техносфера, 2012. 1104 с.
2. Амелина В. Ю. Методы предварительной фильтрации изображения / В. Ю. Амелина, Е. С. Исаева // Молодой учёный. 2017. № 20. С. 179–182.

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ В ВИДЕ ГРАФА И ИХ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Е. А. Халтурин\*

Научные руководители – А. А. Кытманов,  
доктор физико-математических наук, доцент;  
Т. В. Зыкова, кандидат физико-математических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Было разработано программное обеспечение (ПО), обрабатывающее данные учебного плана (далее – УП) вуза ИКИТ СФУ, экспортированные из информационной системы Лаборатории ММИС [1].

По завершении работы ПО выводило соответствующий УП граф (рис. 1), представленный в виде списка рёбер. Полученный граф может быть как ориентированным (с направлением от вершины с большим весом к меньшей), так и неориентированным. Вершины выражали собой дисциплины из УП, весом вершины являлась величина, пропорциональная количеству зачётных единиц (ЗЕ) данной дисциплины к суммарному количеству ЗЕ УП [2]. Рёбра графа выражали собой связь между дисциплинами, полученную в результате совпадения компетенций, указанных в соединённых дисциплинах. Вес ребра определялся как среднеарифметическое значение веса тех вершин, которые были соединены данным ребром. Если для пары дисциплин происходило совпадение по нескольким компетенциям, вес ребра умножался на величину мощности подмножества пересечения множеств компетенций этих дисциплин.

Разработанное ПО позволяет вывести по завершении работы также и альтернативный вариант графа (рис. 2), в котором в качестве вершин указываются дисциплины с привязкой к семестру, в котором они проходятся по УП. По итогу, отличие в альтернативном графе в том, что одной дисциплине будет соответствовать несколько вершин, но с указанием разных семестров. В альтернативном графе ребрами соединены вершины, у которых указан один и тот же семестр и есть пересечение множеств соответствующих этим дисциплинам компетенций. Также рёбрами соединены вершины, у которых название дисциплин совпадает, а семестры отличаются на единицу.

---

\* © Халтурин Е. А., 2023.



Для того чтобы граф был более наглядным и удобным для дальнейшего анализа экспертом, были устранены аномальные ситуации. К аномальной ситуации можно отнести вершину, имеющую в своём множестве компетенций все доступные компетенции, из чего следует, что данная вершина будет соединена со всеми остальными. Если данную ситуацию не устранить, то такие метрические показатели графа, как количество компонент слабой связанности, максимальный поток и диаметр графа, не будут нести в себе смысловую нагрузку. Отметим, что при альтернативном построении графа не возникает аномальных ситуаций.

ПО позволяет определить количество компонент связанности, максимальный поток, диаметр каждой компоненты связанности, процентное соотношение ЗЕ предметов по принадлежности к различным индексам компетенций (УК, ПК и ОПК) в общем и по каждому году обучения по отдельности.

Полученные метрики применяются в дальнейшем для экспертного анализа. На данный момент, имеющихся метрик недостаточно, чтобы можно было произвести оценку УП программным способом, не задействуя при этом эксперта.

Дальнейшая модификация ПО заключается в добавлении функции генерации УП по указанным критериям пользователя [3], а также оценка УП при помощи алгоритмов нейронных сетей на основе выборки УП с предварительным указанием эксперта его качества.

### **Список литературы**

1. Михайлов А. Б. Разработка шаблона программ практик в комплексах лаборатории ММИС и перспективы технологии Data Mining / А. Б. Михайлов, К. А. Михайлов, С. С. Ямова // Технологическое развитие: тенденции, проблемы и перспективы, 2020. С. 56–59.

2. Зыкова Т. В. Применение силового алгоритма визуализации графов для анализа учебных планов образовательных программ высшего образования / Т. В. Зыкова, А. А. Кытманов, М. В. Носков и др. // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2023. Т. 19. № 1. URL: [sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/882](http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/882).

3. Наумова С. В. Модели и методы автоматизированного синтеза учебных планов высшего образования: дисс. / С. В. Наумова. Саратов, 2005.

## СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ЛИНГВИСТИКА»

УДК 81'33

### СРАВНЕНИЕ ИГРОВОГО СЛЕНГА DOTA2 И THE ELDER SCROLLS ONLINE

А. Е. Визгалов, Е. Г. Казаков\*

Научный руководитель – А. С. Даниленко,  
старший преподаватель  
Сибирский федеральный университет

Сленг (англ. *slang*) – это сокращённые, искажённые или переосмысленные слова, которые используются в группе людей с общими интересами, опытом и ценностями, чтобы быстро и эффективно передать информацию и выразить свои мысли.

В игровой индустрии очень важно знание сленга для передачи быстрой и точной информации напарникам по команде. Зачем же нам английский язык? Всё очень просто, многие игроки из разных стран общаются на английском языке. Именно поэтому знание сленга на английском языке становится необходимостью для комфортной игры в многопользовательских онлайн-играх, например, в *Dota 2* и *The Elder Scrolls Online*. Также изучение сленга может быть полезно не только для игроков, но и для тех, кто изучает английский язык и интересуется гейминг-культурой.

Целью данного доклада является предоставление информации о сленге в *Dota 2* и *The Elder Scrolls Online*, а также обучение участников сленгу для более эффективной командной игры.

Для реализации данного исследования были выбраны две популярнейшие игры, пиковый онлайн которых в день достигает 1 млн игроков, проанализированы официальные ресурсы игр и опыт игроков с многолетним стажем.

*Dota 2* представляет собой многопользовательскую игру в жанре *MOBA* («многопользовательская онлайн-боевая арена»), в которой сражаются две команды по пять игроков.

*The Elder Scrolls Online (TESO)* – это многопользовательская онлайн-игра в жанре *MMORPG* («массовая многопользовательская ролевая онлайн-игра»), действие которой происходит в мире *The Elder Scrolls*.

В сленгах этих игр можно выделить несколько общих типов выражений.

1. Общие выражения, используемые в любой онлайн-игре.

*BG (Boring game/Bad game)* – скучная/плохая игра (обычно говорится в конце игры).

---

\* © Визгалов А. Е., Казаков Е. Г., 2023.

*GG (Good game)* – хорошая игра (обычно говорится после игры либо обозначает насмешку над вражеской командой).

*GJ (Good job)* – хорошая работа.

*GL (Good luck)* – пожелание удачи.

*Abuse (Абуз)* – использование (абюзить) дисбаланса или недоработок игры в личных целях, также вид троллинга с использованием игровой механики.

*TY (Thank You)* – выражение благодарности

2. Выражения, связанные с механикой игры.

*Ultimate (Ульта)* – способность героя с самым долгим временем перезарядки и наибольшим влиянием на игру.

*Stun (Стан)* – способность, которая оглушает противника на короткое время.

*AoE* – способность, которая воздействует на область.

*TP (Teleportation, ТП, Телепорт)* – телепортация – способ перемещения по карте мира.

*Bash (баш)* – удар с эффектом оглушения на короткое время.

*Range (Ренж)* – дистанция, обычно применение дальней атаки героя.

3. Выражения, связанные с конкретными героями игры и их классами или стратегиями игры.

*Gank (Ганк)* – *Go around ANd Kill*. Объединение нескольких героев для быстрого и неожиданного убийства одного или нескольких героев.

*Push (Пуш)* – тактика, при которой команда старается быстро пробиться к вражеской базе, используя свою силу в численном преимуществе или путём использования мощных умений и предметов.

*Farm (Фарм)* – процесс сбора ресурсов для улучшения своего героя.

Рассмотрим некоторые уникальные термины для каждой игры.

Сленг в *Dota 2*.

*Rune (Руна)* – объект появляется в определённых местах на карте и в зависимости от типа, даёт либо золото, либо какой-то временный эффект, зависящий от руны.

*Mider (Мидер)* – игрок с центральной линии с преимуществом в золоте и опыте.

*Carry (Кери)* – игрок, нуждающийся в хорошем фарме и фрагах, обычно слаб в начале игры, но под конец становится сильным, хоть и не всегда. Стоит на лёгкой линии.

*SS (CC)* – означает, что ваш союзник, который стоит на линии потерял своего оппонента, вражеского героя, из виду.

*Easy lane (изи лайн)* – лёгкая линия, на которой легче играть.

*Hard lane (хард лайн)* – сложная линия, на которой несколько сложнее играть.

Сленг в *TESO*.

*Aggro (агро)* – механика, в которой монстр или *NPC* (непись) нападает на игрока, который привлёк его внимание.

*Alt* (альт) – альтернативный персонаж, созданный игроком для игры наряду с основным персонажем.

*DD* (дд) – *Damage Dealer* – персонаж, который специализируется на нанесении урона противникам.

*Healer* (Хилер) – персонаж, который специализируется на восстановлении здоровья членов группы.

*Kite* (кайт) – тактика ухода от мобов, при этом продолжая наносить им урон.

*Mount* (Маунт) – животное, на котором персонаж может передвигаться быстрее.

*Raid* (Рейд) – большая группа игроков, которые собираются вместе, чтобы сражаться с особенно сильными монстрами.

*Skyshards* (Скайшарды) – это небесные осколки, которые могут быть собраны игроком и использованы для получения очков навыков.

В ходе исследования было выяснено, что сленг в *Dota2* богаче, чем в *TESO*. Дота насчитывает около 160 сленговых слов, тогда как *TESO* – около 110. Были разобраны следующие группы сленговых слов: относящиеся к механике игры, героям, общие выражения. Несмотря на то, что есть некоторые общие выражения, большинство сленговых слов уникальны для каждой игры и требуют от игроков изучения и понимания их значений и использования в конкретной игре.

### **Список литературы**

1. Значение слова «сленг» // Картаслов.ру. 2009. URL: [kartaslov.ru/значение-слова/сленг](http://kartaslov.ru/значение-слова/сленг).
2. Форум // Dota 2. 2010. URL: [dota2.com/home](http://dota2.com/home).
3. Форум // Elderscrollsonline. 2015. URL: [elderscrollsonline.com/ru/home](http://elderscrollsonline.com/ru/home).

## СОЦИОЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИГРОВОГО СООБЩЕСТВА

А. А. Визул, Э. А. Узунов\*

Научный руководитель – Н. П. Думлер,  
кандидат педагогических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Игры стали неотъемлемой частью нашей жизни, и с каждым годом количество игроков только увеличивается. Однако вместе с этим возрастает и количество конфликтов, и применение неформальной лексики внутри игровых сообществ. Игровые сообщества являются некими микрокосмами, где существуют свои языковые нормы, стереотипы и представления. Они влияют на общение игроков внутри сообщества и определяют, какие слова и выражения считаются приемлемыми или неприемлемыми.

Целью данной работы является исследование социолингвистических аспектов игрового сообщества.

Для достижения вышеуказанной цели были выделены следующие задачи:

- 1) описать языковые нормы, стереотипы и представления, влияющие на общение внутри игрового сообщества;
- 2) рассмотреть различные языковые практики в игровых сообществах: сленг, аббревиатуры, эмоциональные выражения;
- 3) выяснить, как языковые нормы и стереотипы могут влиять на взаимодействие между игроками;
- 4) предложить возможные решения для улучшения языковой инклюзивности в игровых сообществах.

В игровых сообществах существуют свои языковые нормы, которые могут отличаться от традиционных. Например, во многих играх употребление нецензурной лексики может быть распространенной практикой, в то время как в других играх такое поведение может считаться неприемлемым.

В некоторых сообществах геймеров употребление расистских и сексистских выражений может считаться обычной нормой, что может привести к дискриминации игрового сообщества и негативному опыту для игроков, которые не соответствуют этим стереотипам [1].

Игроки могут использовать определенные лексические единицы и термины, чтобы выразить свою принадлежность к определенной группе или сообществу, что может привести к созданию стереотипов и негативных представлений о других игроках [2].

В игровых сообществах существуют различные языковые практики, которые могут отличаться от традиционных языковых норм. Например, игроки часто используют сленг и аббревиатуры, чтобы быстрее и эффективнее общаться-

---

\* © Визул А. А., Узунов Э. А., 2023.

ся в игре. Они также могут использовать эмоциональные выражения, чтобы выразить свои чувства во время игры [1].

Одним из примеров языковых практик является употребление сленга. Слова и фразы, которые используются в играх, могут быть непонятными для тех, кто не играет в эту игру. Например, в игре *World of Warcraft* игроки могут использовать слова *aggro* (агрессия) и *pull* (привлечение внимания монстра), чтобы общаться о том, как привлечь внимание монстра к себе или другому игроку.

Ещё одним примером языковых практик в игровых сообществах являются аббревиатуры. Игроки могут использовать аббревиатуры для обозначения различных игровых терминов. Например, в игре *League of Legends* игроки могут использовать аббревиатуру *ADC* (*Attack Damage Carry*), чтобы обозначить роль игрока, который наносит большой урон противникам.

Кроме того, часто используются эмоциональные выражения для того, чтобы выразить свои чувства во время игры. Например, игроки могут использовать смайлики или эмоции, чтобы показать, что они рады или разочарованы.

В игровых сообществах языковые нормы и стереотипы могут значительно влиять на взаимодействие между игроками. Например, использование определённых слов и фраз может создавать чувство принадлежности к определённой группе игроков и отделить их от других. Также использование неприемлемых выражений или оскорбительных слов может вызвать конфликты и разногласия между игроками.

Например, в игре *Dota2* существует стереотип, что игроки из России являются агрессивными и неумелыми. Этот стереотип может привести к тому, что другие игроки будут избегать коммуникации с российскими игроками, даже если они играют хорошо. Более того, использование русского языка в чате может вызывать негативную реакцию у других игроков, которые не понимают этот язык.

Стоит упомянуть использование гендерных стереотипов в игровых сообществах [3]. В некоторых играх женские персонажи представлены в легкомысленных образах, что влияет на формирование у игроков своеобразного отношения к женскому полу и общение с ними внутри сообщества. Это может привести к тому, что женская часть игроков будет ощущать дискриминацию и неудобство, принимая участие в таких играх.

Для улучшения языковой инклюзивности в игровых сообществах можно предложить следующие решения.

1. Обучение игроков основам этики и толерантности. Многие игроки не понимают, какие слова и выражения могут оскорбить других игроков. Обучение основам этики и толерантности может помочь им осознать свои действия и избегать использования неприемлемых выражений.

2. Создание правил поведения в игровых сообществах [3]. Многие игры имеют правила поведения, которые запрещают использование оскорбительных слов и выражений. Однако эти правила не всегда соблюдаются. Создание более

жёстких правил и их активное применение может помочь уменьшить количество конфликтов и неформальной лексики между игроками.

3. Поддержка разнообразия в играх. Разнообразие персонажей и игровых элементов может помочь снизить стереотипы и дискриминацию в игровых сообществах. Например, добавление персонажей разных рас, полов и культур может помочь игрокам лучше понимать друг друга и уменьшить количество конфликтов.

Таким образом, данное исследование показало, что языковые нормы, стереотипы и представления в игровых сообществах могут значительно влиять на общение между игроками. Они могут создавать чувство принадлежности к определённой группе или сообществу, но также могут вызывать конфликты и дискриминацию внутри группы. Для улучшения языковой инклюзивности в игровых сообществах игрокам необходимо изучать и применять определённые языковые практики, а также стараться использовать в общении более приемлемые слова и выражения. Кроме того, важно обучать игроков языковой инклюзивности и бороться с распространением негативных стереотипов и представлений.

### **Список литературы**

1. Nowak K. L. Linguistic Norms and Practices in Online Gaming Communities / K. L. Nowak, T. J. Holt // *The Routledge Handbook of Language and Digital Communication*. 2017. Pp. 292–305.

2. Alotaibi S. Language Use and Social Identity in Multiplayer Gaming / S. Alotaibi, P. McIlvenny // *Journal of Pragmatics*. 2019. Vol. 139. Pp. 1–14.

3. Nakamura L. Where are the Limits of Critique on Gaming Culture? Gender, Performativity, and "Toxic" Gamer Culture / L. Nakamura // *Journal of Gaming & Virtual Worlds*. 2015. Vol. 7 (2). Pp. 109–124.

**ПРИЧИНЫ НИЗКОГО КАЧЕСТВА ПЕРЕВОДА  
«АНГЛИЙСКИЙ – РУССКИЙ» В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ**

**А. А. Гусев, Д. М. Фурдилов\***

**Научный руководитель – А. А. Романовская,  
старший преподаватель  
Сибирский федеральный университет**

В современном обществе образование, бизнес и коммуникация взаимосвязаны и сопряжены со знанием и практическим владением иностранными языками. Например, в сфере информационных технологий развито сотрудничество с зарубежными компаниями, передовые технологии и инновации приходят из англоговорящих стран. Поэтому для повышения эффективности специалисты данной сферы должны владеть навыками коммуникации и перевода. Но каково качество этого навыка?

За ответом на данный вопрос я обратился к преподавателям Института космических и информационных технологий (ИКиТ) и МАОУ «Гимназия № 1» г. Сосновоборска, где учился. Преподаватели гимназии отмечают отсутствие связи многих учебных пособий с реалиями иностранного языка, недостаток технических средств к аудированию и недостаточное количество часов для устной практики при высокой численности обучаемых подгрупп. При поступлении в вуз количество часов сокращается, также педагоги отмечают проблему неравнозначных знаний внутри группы и бедность словарного запаса по нескольким причинам. Можно предположить, что возможными причинами низкого качества перевода являются следующие.

1. Для английского языка характерен фиксированный порядок слов и связь не через падежные окончания, как в русском, а посредством предлогов. Это разные технологии общения и разная ментальность. Переводчик же должен не только понять смысл верно, но и подобрать подходящую интерпретацию на русском языке. Это комплексная задача, требующая особых навыков за рамками как средней школы, так и неязыкового вуза.

2. Русский язык обладает большим словарным запасом (словарь Даля содержит около 200 тыс. слов и 30 тыс. поговорок), поэтому при переводе «английский – русский» мы склонны использовать более сложные термины.

3. Несогласованность стилей. Например, при скудной практике и незнании реалий англоязычной ментальности попытка перевести текст разговорного жанра или техническую статью на литературный русский приведет к неудачному результату.

---

\* © Гусев А. А., Фурдилов Д. М., 2023.

4. Недостаток словарного запаса вследствие отказа от чтения и изучения родного языка. В этом случае проявляется склонность использовать простые конструкции и слова.

Низкое качество перевода на русский язык характерно и для студентов ИКиТ. Многие не могут перевести сказанное и прочитанное, даже если они понимают смысл. Является ли причиной некачественное изучение иностранного и родного языка во время учёбы в школе? Мною проведён дистанционный опрос среди обучающихся 11 классов и 1 курса университета (общая численность – 60 чел.), направленный на выявление мотивации, удовлетворённость обучением и уровень знаний.

Большинство респондентов считает, что их программы подходят для качественного освоения английского языка, однако с заданием на перевод предложений, как с русского на английский, так и с английского на русский, справились около 25 % от всех опрошенных. Примерно такой же процент не доволен качеством образования и отмечает следующие недостатки:

- 1) повтор лексики из года в год в рамках школьных языковых практик;
- 2) отсутствие устной практики;
- 3) малое количество времени на изучение языка в вузе (2 акад. ч в неделю).

Также выявлено, что перевод на русский язык даётся гораздо сложнее, учащимся сложно подбирать правильные слова и согласовывать их между собой. В свою очередь перевод на английский язык был выполнен более корректно, но однотипно (что объясняется использованием сервисов онлайн-перевода).

Исходя из выявленных особенностей и недостатков, предположу, что для повышения качества перевода на русский язык и приобретения навыков успешной коммуникации необходимо добавить часы и актуальные материалы, соответствующие реалиям англоязычных стран. Стоит создавать равнозначные по знаниям группы. Нужно ввести практику именно перевода, причём узконаправленного (например, технического), когда требуется не просто переводить с английского, чтобы можно было уловить смысл, а и соблюдать стиль, владеть навыками, приемами, соответствующей лексикой. Это поможет развить понимание логики и структуры не только иностранного языка, а ещё и родного, и создаст мотивацию для совершенствования.

### **Список литературы**

1. Бархударов Л. С. Язык и перевод (Вопросы общей и частной теории перевода) / Л. С. Бархударов. М.: Международные отношения, 1975.

2. Ручин К. В. Проблема выбора между машинным и человеческим переводом / К. В. Ручин // Проспект Свободный: матер. XVIII МК студентов, аспирантов и молодых учёных. Красноярск: СФУ, 2022. С. 39–41.

3. Пилюгина К. С. Ошибки при переводе и их влияние на качество перевода / К. С. Пилюгина // КиберЛенинка: науч. эл. библиотека. URL: [cyberleninka.ru/article/n/oshibki-pri-perevode-i-ih-vliyanie-na-kachestvo-perevoda/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/oshibki-pri-perevode-i-ih-vliyanie-na-kachestvo-perevoda/viewer).

## ПРОБЛЕМА ПЕРЕВОДА АББРЕВИАТУР В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ТЕКСТЕ

Н. И. Дронгаль\*

Научный руководитель – Т. Н. Ямских,  
кандидат педагогических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

Перевод – это вид деятельности, в ходе которой человек интерпретирует смысл текста с одного языка на другой. Однако это не только замена слов и предложений. Переводчику нужно воспроизвести именно тот смысл, который имел в виду автор оригинального текста, а различные особенности в лексике иностранного языка создают некоторые трудности. К таким особенностям можно отнести и аббревиатуры, набирающие всё большую популярность в современном мире. Чтобы не перегружать предложения громоздкими выражениями, авторы преобразуют их в языковые единицы, состоящие из сокращения слов или слияния начальных букв словосочетания.

В научно-техническом тексте часто используются различные определения, и иногда эти термины представляют собой аббревиатуру, именно поэтому она является особенностью такого жанра. В нём широко используются технические языки и сокращения, поэтому он обычно нацелен на конкретную аудиторию, а не на общую. В качестве примера можно привести статью об алгоритмах в области технологии распознавания лиц, заметка о новых компьютерных чипах, исследование о будущем искусственного интеллекта. Для практического исследования была выбрана статья Оксфордского университета о разработке цифровых вмешательств.

Цель работы – рассмотреть, как популярные программы машинного перевода справляются с аббревиатурами в научно-техническом тексте.

Для этого решались две основные задачи. Первая заключалась в изучении статистики использования онлайн-переводчиков, на основе чего были отобраны пять самых популярных. Эти сервисы представлены как одни из лучших школой *Skyeng*, редакцией *zoom.cnews*, а также отмечены как самые используемые по версии *coba.tools*.

Вторая задача заключалась в анализе работы сервисов *Google Translate*, Яндекс.Переводчик, *DeepL*, *Reverso*, *Bing Translator* и разработке практических рекомендаций для их пользователей.

---

\* © Дронгаль Н. И., 2023.



Рис. 1. Статистика использования онлайн-переводчиков на 2023 г.

*Google Translate* и *Яндекс.Переводчик* – популярные платформы, которые поддерживают голосовой ввод, подсказывают альтернативные варианты перевода слов и словосочетаний. *DeepL* – один из самых точных онлайн-переводчиков на базе искусственного интеллекта. Одна из самых ярких уникальных его характеристик – это глоссарий. С помощью этой функции вы сможете настроить правила перевода конкретных слов. *Reverso* – это переводчик с большим количеством дополнительных функций. Он не только помогает переводить текст и документы, это ещё и грамматический справочник, словарь, сервис для подбора синонимов и система-корректор. *Bing MS* – это сервис для перевода текста и отдельных слов от всемирно известной корпорации *Microsoft*.

Чтобы узнать, какой из вышеперечисленных онлайн-переводчиков лучше справляется с аббревиатурами, были отобраны аббревиатуры из статьи о разработке цифровых вмешательств, указанной выше. Результаты внесены в таблицу, на основе которой был построен следующий график (рис. 2).

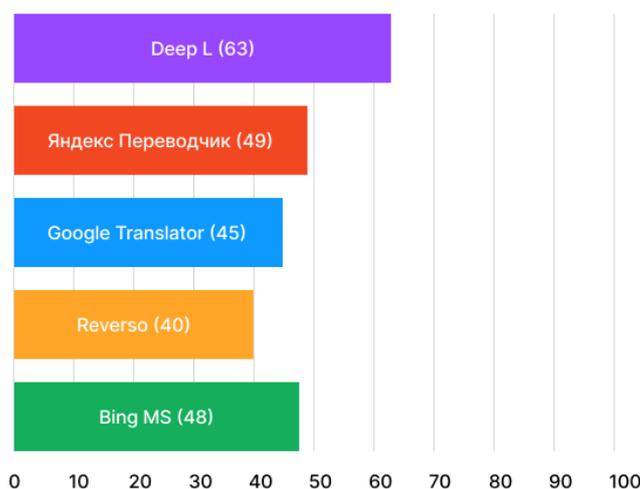


Рис. 2. Количество корректно переведённых аббревиатур

Проведя исследование, можно сделать вывод, что с такой проблемой перевода лучше справляется сервис *DeepL*. Основным преимуществом является возможность предоставить помимо публицистических текстов более-менее корректный перевод научно-технической литературы.

Это позволяет рекомендовать использование сервиса школьникам, студентам, специалистам различного профиля при работе с иностранной литературой научно-технического жанра.

### Список литературы

1. Гредина И. В. Перевод в научно-технической деятельности / И. В. Гредина. 2010. С. 5–10.
2. Галкина Е. Н. Перевод аббревиатур и акронимов на русский язык / Е. Н. Галкина // Россия и Запад: диалог культур. М., 2005. С. 17–28.
3. Борисов В. В. Аббревиация и акронимия. Военные и научно-технические сокращения в иностранных языках / В. В. Борисов; под ред. А. Д. Швейцера. М., 2004. С. 132–135.
4. Пумпянский А. Л. Введение в практику перевода научной и технической литературы по английскому языку / А. Л. Пумпянский. М., 2004. С. 132–135.

## КОНЦЕПТ «ПРОГРАММИСТ» В ЖАНРЕ АНЕКДОТА В АНГЛОКУЛЬТУРЕ

К. А. Иванникова\*

Научный руководитель – А. В. Шарова,  
старший преподаватель  
Сибирский федеральный университет

Ключевыми исследованиями в лингвистике на сегодняшний день являются исследования концептов. Это позволяет посмотреть с разных сторон на логику происхождения языка, связь лингвистики с психологией, взаимовлияние языкознания и философии. Несмотря на актуальность и популярность исследований в данной области, само понятие «концепт» имеет различные интерпретации. В данной работе под термином «концепт» «понимается весь тот “пучок” представлений, понятий, знаний, ассоциаций, переживаний, который сопровождает само слово» [1]. В англокультуре концепт «программист» часто изображается с помощью юмора и сатиры в форме шуток и анекдотов. Эти анекдоты часто высмеивают стереотипный образ программистов как социально неуклюжих, замкнутых личностей, которые проводят всё своё время за компьютером.

Цель данной работы – определение признаков концепта «программист» в рамках анализа комического жанра на материале английских анекдотов.

В англокультуре подобная зарисовка называется *joke*, *funny story* («шутка», «забавная история»).

Тематика анекдотов может быть разнообразна. Они обладают своей уникальной структурой и имеют узнаваемых героев. Типичные действующие лица анекдотов являются знаменитыми карикатурами национальной культуры.

В работе используются анекдоты, на основе отраженных в них стереотипов о профессии. В рассмотренных нами анекдотах, для обозначения вида деятельности часто используется слово программист или же конкретная сфера работы, например:

*Why do Python programmers have low self-esteem?*

*They're constantly comparing their self to other* [3].

Обычно в таких анекдотах программисты контактируют с людьми не из области *IT* или же с другими программистами, которые работают в иной сфере информационных технологий. В анекдотах про программистов фигурируют различные сферы деятельности: *python developer*, *hacker*, *software engineer* и др. Хотя большая часть использует наиболее общий термин «программист».

Зачастую шутки про программистов основываются на том, что они имеют иную логику и знания, мыслят компьютерными категориями. Например, встре-

---

\* © Иванникова К. А., Шарова А. В., 2023.

чаются анекдоты про то, что программисты ведут отчёт с 0, а не с 1, как привыкли люди других профессий.

*Programmer: "Honey, you're my number one..."*

*Wife: "Oh, really!?! Well, who's your number zero!?" [3].*

Также большинство анекдотов имеют терминологию, которая понятна только людям из данной профессии. Это означает, что авторы данных анекдотов обладают знаниями из сферы ИТ и таким образом показывают представление программистов о самих себе и своих коллегах.

*If an Indian programmer has no bread and his computations don't even give #NAN that's double trouble [3].*

Ещё одной особенностью, встречающейся в анекдотах, являются профессиональные атрибуты, которые используют программисты. Чаще всего это компьютер, но также встречается программное обеспечение.

*Today I made my first money as a Programmer.*

*I sold my laptop [3].*

Раскрыть образ программиста в анекдотах помогает описание его внешних характеристик. Но это приводит к укреплению в сознании людей стереотипного образа. Так, часто упоминается то, что программисты носят очки, они постоянно имеют красные глаза из-за долгой работы за компьютером или у них слабая физическая форма.

*What have the programmer said after getting his new glasses?*

*Damn, it's good to C# [3].*

Также некоторые анекдоты про программистов высмеивают их черты характера. Например, программисты скрупулёзно относятся к деталям, часто тратя часы на отладку своего кода для устранения ошибок, или программисты одержимы эффективностью и оптимизацией даже в повседневной жизни. Или анекдоты про программистов, которые не способны найти общий язык с людьми, могут создавать стереотип программиста как человека, который не умеет общаться или имеет социальные проблемы.

*A programmer got stuck in the shower because...*

*The instructions on the shampoo bottle said –*

*"Lather, Rinse, Repeat" [3].*

Помимо этого, в анекдотах программистов часто изображают как высокомерных людей, которые надменно смотрят на обычных пользователей компьютера. Из-за чего возникает недопонимание между программистами и людьми, не связанными с миром компьютеров.

*I get annoyed when people say that us programmers have a superiority complex.*

*It's not a complex, you idiots [3].*

По результатам анализа текстов анекдотов на английском языке концепт «программист» можно представить таким образом: программист – человек,

- 1) занимающийся определенным видом деятельности;
- 2) обладающий специфичными знаниями;
- 3) имеющий профессиональные принадлежности;
- 4) имеющий узнаваемые особенности внешности;

5) обладающий какими-либо качествами.

Таким образом, проанализировав некоторые примеры из комического жанра, мы можем прийти к выводу о том, что концепт «программист» в англо-культуре культуры часто ассоциируется с интеллектом, техническими знаниями и необычным чувством юмора. Но анекдоты про программистов могут создавать определённые ожидания и представления об этой профессии у людей, которые не имеют непосредственного опыта работы с программистами.

### **Список литературы**

1. Залялова Р. Р. Лингвокогнитивный аспект профессиональных анекдотов / Р. Р. Залялова. URL: [cyberleninka.ru/article/n/lingvokognitivnyy-aspekt-professionalnyh-anekdotov](http://cyberleninka.ru/article/n/lingvokognitivnyy-aspekt-professionalnyh-anekdotov).

2. UPJOKE. Programmer Jokes. URL: [up-joke.com/programmer-jokes](http://up-joke.com/programmer-jokes).

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ВЛАДЕНИЯ АНГЛИЙСКИМ ЯЗЫКОМ С НАВЫКАМИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

И. К. Имамутдинов\*

Научный руководитель – А. С. Даниленко,  
старший преподаватель  
Сибирский федеральный университет

В современном стремительно меняющемся мире ИТ-индустрия является одним из самых быстрорастущих секторов, и это область, работа в которой требует постоянного обучения и развития. Одним из важнейших навыков для ИТ-специалистов является умение эффективно общаться. Поскольку английский язык является наиболее часто используемым языком в ИТ-индустрии, для ИТ-специалистов крайне важно хорошо владеть английским языком.

Для корреляционного анализа уровня английского языка с навыками программирования мы провели опрос среди студентов Института космических и информационных технологий. В опросе приняли участие 111 чел., и состоял он из следующих вопросов.

1. Как вы оцениваете свой уровень английского языка? Сводка по вопросу представлена на рис. 1.

2. Согласно таблице, какой уровень программирования вы бы себе присвоили? Уровень английского языка определялся на основе личных ощущений опрашиваемых по следующим критериям:

- *Beginner* – начальный уровень (понимание простых слов и фраз);
- *A1. Elementary* – элементарный уровень (понимание и использование простых слов и фраз);
- *A2. Pre-Intermediate* – слабый средний уровень (умение общаться на английском языке на базовом уровне);
- *B1. Intermediate* – средний уровень (умение общаться на английском языке);
- *B2. Upper-Intermediate* – сильный средний уровень (уверенное владение английским языком для устного и письменного общения);
- *C1. Advanced* – продвинутый уровень (уверенное владение языком для академических целей и работы).

Навыки программирования опрашиваемые определяли согласно табл. 1. Сводка по вопросу представлена на рис. 2.

---

\* © Имамутдинов И. К., 2023.

## Как вы оцениваете свой уровень английского языка?

111 ответов



Рис. 1. Как вы оцениваете свой уровень английского языка?

Таблица 1

## Какой уровень программирования вы бы себе присвоили?

	Уровень 0	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
Структуры данных	Не знает разницу между массивом и связным списком	Может объяснить суть и использовать массивы, связанные списки, ассоциативные массивы	Может рассказать как реализуются хэш-таблицы, обрабатываются столкновения в них, знает очереди приоритетов и способы их реализации	Знает сложные структуры данных, такие как бинаминальную и фиббоначиевую кучу, B-дерево, AVL дерево, красно-чёрное дерево, префиксное дерево, расширяющиеся дерево, список с пропусками
Алгоритмы	Не может найти среднее арифметическое в массиве	Знает основные сортировки	Знает такие понятия, как: дерево, объектный граф, может понять разницу в уровнях этой таблицы	Хорошее знание алгоритмов графа, динамического программирования
Устройство программирования	Не знает что такое компилятор, линковщик, интерпретатор	Базовое понимание компиляторов, линкеров, интерпретаторов. Знает понятия: ассемблерный код, виртуальная память, своп. Знает как работает железо	Понимает разницу в режиме ядра и режиме пользователя, понимает многопоточность, виды синхронизаций и как они реализованы. В состоянии прочитать ассемблерный код, знает как работает сеть, понимание сокетов и сетевых протоколов	Понимает работу CPU, памяти, кэша, прерываний, машинного кода, сборки мусора, компиляторов, линкеров, JIT-компиляторов, кучи, стека, адресацию памяти
Код	Код без ветвления, использует только Ctrl+C/Ctrl+V для повторения кода	Может разбить программу на несколько функций	Может написать используемые несколько раз функции/объекты	Правильно использует различные типы структур и алгоритмов
Организация кода в одном файле	Код не структурирован	Методы логически сгруппированы	Код разделен на регионы, хорошо прокомментирован	У файла есть лицензия в заголовке, файл выглядит красиво, код хорошо прокомментирован

Согласно таблице, которая находится выше, какой уровень программирования вы бы себе присвоили?

111 ответов

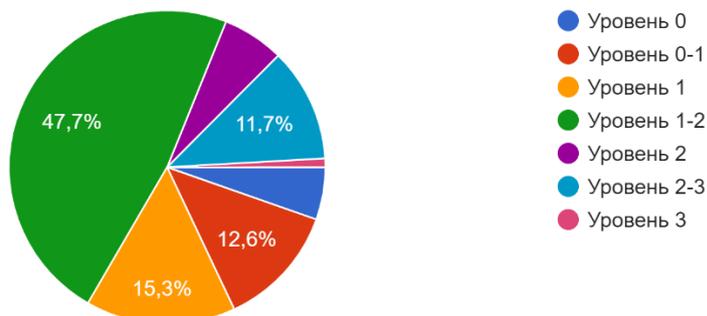


Рис. 2. Согласно таблице, которая находится выше, какой уровень программирования вы бы себе присвоили?

Проанализировав ответы, мы сделали вывод, что корреляция уровня английского языка с уровнем программирования есть, однако она не ярко выражена. Например, люди, которые обладают уровнем английского языка *B1* и выше, имели ответы, более приближённые к среднему результату, т. е. к уровню 2, однако респонденты, обладающие уровнем ниже *B1*, имели различные ответы как уровня 0, так и уровня 2–3.

По результатам опроса можно сделать вывод, что уровень английского языка действительно влияет на уровень программирования, однако быть хорошим программистом можно без английского языка. Но всё же не стоит забывать, что 61 % всех сайтов в интернете – на английском языке, и только 5,5 % – на русском.

### Список литературы

1. Общевропейские компетенции владения иностранным языком // Википедия: свободная энциклопедия. URL: [ru.wikipedia.org/wiki/Общевропейские\\_компетенции\\_владения\\_иностранным\\_языком](http://ru.wikipedia.org/wiki/Общевропейские_компетенции_владения_иностранным_языком).

2. Programmer Competency Matrix. URL: [sij-injoseph.com/programmer-competency-matrix](http://sij-injoseph.com/programmer-competency-matrix).

## ГИПЕРТЕКСТ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ В ЦИФРОВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Д. А. Патюков\*

Научный руководитель – Н. Н. Слепченко,  
старший преподаватель  
*Сибирский федеральный университет*

В цифровом образовательном пространстве основным методом передачи информации стали гипертекстовые документы. Гипертекст – очень обобщённое определение. В целом это определённая структура данных, объединяющая текстовые страницы в общую сеть. Таким образом, гипертекст может соединять как один документ, так и пересылать на другие источники, находящиеся в интернете. В литературе гипертекстом могут называться ссылки на другие страницы книги.

Развитие компьютеров привело к появлению огромных гипертекстовых систем. Они значительно упростили понимание текста, т. к. на замену линейной структуре пришла гибкая иерархически систематизированная среда, связанная ссылками. При правильно выстроенной иерархии пользователь ресурса может сам определять, какую часть ему изучать и может легко вернуться к основному содержанию, даже если он спустился глубоко по иерархии. Таким образом, использование гипертекста позволяет логически разделить части текста, так, чтобы каждый отдельный участок текста отвечал за свой логически обобщённый участок информации. Это позволяет более точно определить связь между некоторыми терминами и понятиями, чем в бумажном варианте учебника, однако, читатель будет вынужден сам строить свой текст, перепрыгивая по ссылкам с одного логически изолированного участка на другой. Поэтому количество материала для каждого читателя нельзя определить однозначно, т. к. его количество будет зависеть от личных предпочтений человека. Также не будет чёткого плана текста из-за того, что разные участки текста можно будет прочитать в любом порядке.

Основа гипертекста – гиперссылки. Гиперссылка – это ссылка, заключённая в некий текст или в графическое отображение, содержащая адрес на другой участок текста, находящийся либо на этом же ресурсе, либо на другом. На сегодняшний день реализация гиперссылок безгранична. Они могут быть заключены в любой объект документа, она может быть анимирована или создана со звуковым сопровождением. Это делает гипертекст многогранным явлением, в котором мы можем настраивать каждую мелочь. Такая гибкость позволяет управлять вниманием читателей в пределах наших документов и улучшать восприятие текста.

---

\* © Патюков Д. А., 2023.

Ввод удалённого обучения способствовал созданию электронных курсов в сфере образования. Современный ресурс электронных курсов предполагает использование гипертекстов. Цель данного исследования – проанализировать ЭИОК Иностранный язык для студентов СФУ ИКИТ, размещённый на платформе *moodle*, на предмет использования гиперссылок.

Курс представлен тремя типами гиперссылок: текстовые, видео- и аудио-. Текстовые гиперссылки делятся на локальные и глобальные. Их распределение представлено в табл. 1. Конкретизируя по урокам и домашним работам, становится видно, что в уроках отношение текстовых гиперссылок к графическим намного больше, чем в домашних работах, что представлено в табл. 2. Это объясняется тем, что в уроках необходимо объяснить больше материала, чем можно поместить в один документ, поэтому целесообразнее ссылаться на другой ресурс или на свои локальные источники.

Таблица 1

Распределение гиперссылок по *Unit*

<i>Unit</i>	Текстовые (локальные)	Текстовые (глобальные)	Видео	Аудио	Текст/ графика	Всего
1	10	1	2	3	2,20	16
2	53	1	2	3	10,80	59
3	9	14	1	4	4,60	28
4	34	1	2	6	4,38	43
5	42	8	4	4	6,25	58
6	12	1	7	1	1,63	21
7	10	1	4	1	2,20	16
8	57	9	2	5	9,43	73

Таблица 2

Количество гиперссылок для уроков и домашних работ

Уроки / домашние работы	Текстовые (локальные)	Текстовые (глобальные)	Видео	Аудио	Текст/ графика
<i>Lesson(s)</i>	171	31	13	16	6,97
<i>Homework(s)</i>	56	5	11	11	2,77

Если рассматривать данное отношение по каждому разделу курса, то никакой закономерности обнаружено не было, т. к. отношение текстовых гиперссылок к графическим очень сильно зависят от темы раздела. Например, в *Unit 2* и *Unit 8* представлены темы высшего образования в РФ и за рубежом, а также история и будущее компьютеров. Из-за специфичности этих тем в некоторых уроках используется наибольшее количество текстовых ссылок на локальный глоссарий для объяснения новых слов.

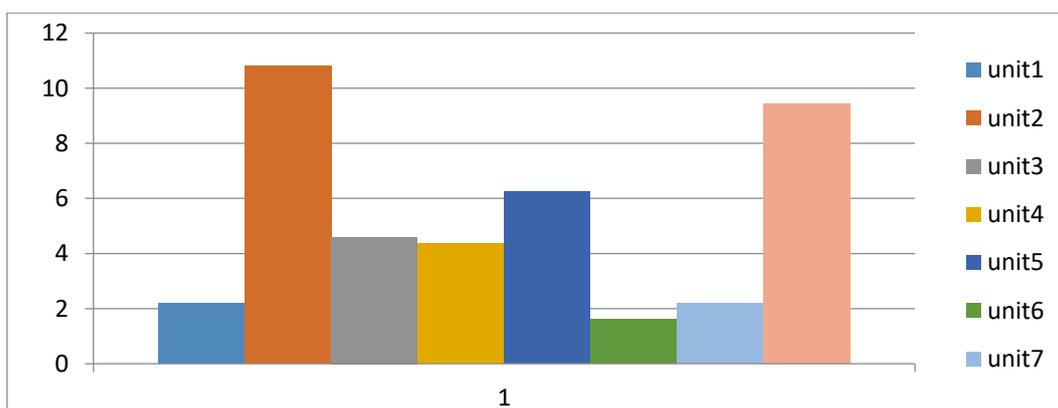


Рис. 1. Гистограмма отношения текстовых гиперссылок к графическим

Исходя из графика количества гиперссылок на весь курс видно, что в классной работе их количество намного больше, чем в домашних работах, т. е. ситуация аналогична информации из табл. 2. Поэтому интерпретация графика аналогична.

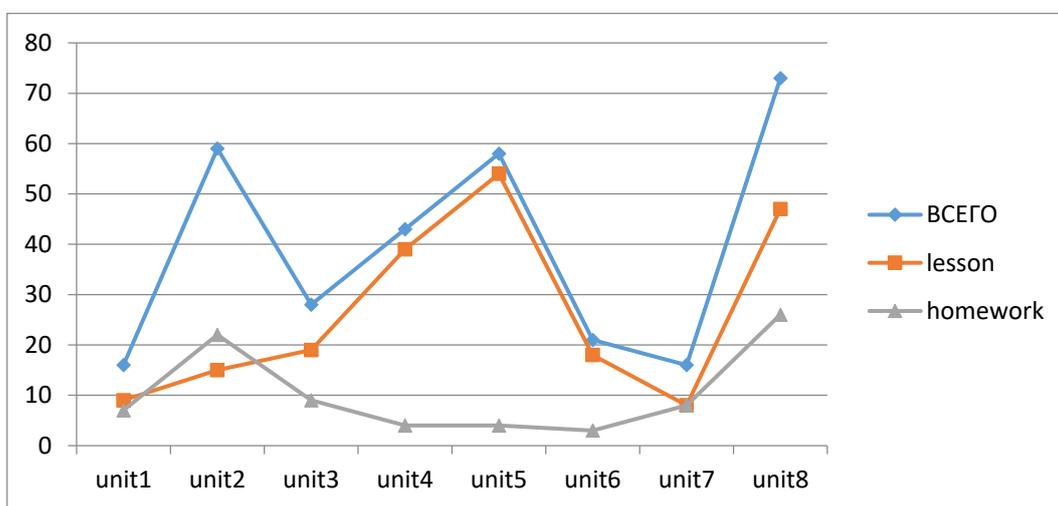


Рис. 2. График количества гиперссылок на весь курс

При сравнении графика и гистограммы оказывается, что они коррелируют друг с другом. Разделы с самым большим числом гиперссылок оказываются самыми перенасыщенными текстовыми гиперссылками.

Основным средством обучения в цифровом образовательном пространстве стали гипертекстовые документы. Такой формат позволяет структурировать знания, которые хочет передать автор. Основным инструментом систематизации документа являются гиперссылки. Их правильное использование не только упорядочивает документ, но и добавляет новые возможности для автора. Например, вставка видео- или аудиоряда. С помощью этого автор способен концентрировать внимание читателя на нужных моментах. Исследование курса английского языка ИКИТ СФУ показало, что в нём преобладают текстовые гиперссылки. Такое можно объяснить спецификой курса, т. е. при прохождении новой темы читатель сталкивается с большим количеством новых слов. Поэтому в таких разделах присутствуют в больших количествах текстовые гиперссылки на локальный глоссарий или другие источники.

### **Список литературы**

1. Иностранный язык (в рамках унифицированной рабочей программы – ч. 1). URL: [e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=9385](http://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=9385).
2. Иностранный язык (в рамках унифицированной рабочей программы – ч. 2). URL: [e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=8237](http://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=8237).
3. Иностранный язык (в рамках унифицированной рабочей программы – ч. 3). URL: [e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=3059](http://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=3059).
4. Иностранный язык (в рамках унифицированной рабочей программы – ч. 4). URL: [e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=7817](http://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=7817).
5. Купер И. Р. Гипертекст как средство коммуникации / И. Р. Купер. URL: [cyberleninka.ru/article/n/gipertekst-kak-sposob-kommuni-katsii/viewer](http://cyberleninka.ru/article/n/gipertekst-kak-sposob-kommuni-katsii/viewer).
6. Степанова А. А. Особенности речевого воздействия в гипертексте (на материале англоязычных электронных газет) / А. А. Степанова. URL: [cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rechevogo-vozdeystviya-v-gipertekste-na-materiale-angloyazychnyh-elektronnyh-gazet/viewer](http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rechevogo-vozdeystviya-v-gipertekste-na-materiale-angloyazychnyh-elektronnyh-gazet/viewer).
7. Прошина А. В. Особенности гипертекста / А. В. Прошина, М. В. Емелина. URL: [cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-giperteksta/viewer](http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-giperteksta/viewer).
8. Лутовинова О. В. Гипертекст: понятие, основные характеристики, возможные подходы к лингвистическому анализу / О. В. Лутовинова. URL: [cyberleninka.ru/article/n/gipertekst-ponyatie-osnovnye-harakteristiki-vozmozhnye-podhody-k-lingvisticheskomu-analizu/viewer](http://cyberleninka.ru/article/n/gipertekst-ponyatie-osnovnye-harakteristiki-vozmozhnye-podhody-k-lingvisticheskomu-analizu/viewer).

## ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ВИЗУАЛЬНЫХ НОВЕЛЛ

М. Р. Резник, А. Д. Меркушев, П. С. Чепрасова\*

Научный руководитель – Т. Н. Ямских,  
кандидат педагогических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

В последнее время текстовые квесты и их аналоги становятся всё более распространёнными и занимают всё новые ниши. Если недавно это было забавой разработчиков в небольших играх, то теперь на основе данных принципов создаются визуальные новеллы в качестве полноценных проектов и аналогов книг, и даже некоторые крупные игровые компании используют текстовые квесты для контакта с аудиторией и привлечения игроков.

Целью работы ставим рассмотреть особенности визуальных новелл, выявить важные аспекты разработки текста, задачи:

- 1) выявить отличия визуальных новелл от книжной литературы;
- 2) выявить некоторые проблемные области разработки и реализации текста и пути их устранения.

Визуальная новелла – жанр компьютерных игр, подвид текстового квеста, в котором зрителю демонстрируется история при помощи вывода на экран текста, статичных (либо анимированных) изображений, а также звукового и/или музыкального сопровождения [6].

Несмотря на то, что литературные жанры изучаются на протяжении многих лет, текстовые квесты являются довольно молодым направлением. Первый проект подобного типа датируется 1975 г. и представляет собой компьютерную игру, где в основе игрового процесса лежит перемещение по локации и взаимодействие с объектами [5]. Главным отличием текстовых квестов от книг является возможность читателя и игрока взаимодействовать с историей и принимать некоторые решения, способные повлиять на исход повествования. Это открывает большие возможности для погружения игрока в историю, однако приносит такие сложности как прописывание нескольких версий истории, поднимает вопрос недостаточность опций выбора, требует побочных активностей для обеспечения отдыха игрока от монотонного чтения [6].

Учитывая относительно низкую стоимость производства, с 1975 по 2023 гг. вышло множество визуальных новелл, однако, как и в случае с книгами, известности добиваются единицы [5]. Самыми распространёнными проблемами являются сюжетная однообразность и низкая степень вовлечённости игрока. И если первая проблема является общей для всех произведений в принципе, степень погружения игрока в события новеллы имеет огромное значение. В отличие от других видов игр, основным способом подачи материала в новелле яв-

---

\* © Резник М. Р., Меркушев А. Д., Чепрасова П. С., 2023.

ляется текст, а визуальная и аудиальная информация выполняют вспомогательную функцию.

В качестве примера рассмотрим визуальную новеллу «Зайчик» [4]. На момент написания статьи она содержит три главы, четвёртая готовится к выпуску. Выполнена в жанре хоррор (ужастик). Важным аспектом «пугающих» игр является степень погружённости игрока в происходящие на экране события. Необходимый эффект достигается, если уровень погружения достаточно высок, игрок сопереживает героям и ассоциирует себя с ними. В противном случае, история выглядит либо нестрашно, либо даже нелепо. Погружение в новелле «Зайчик» достигается несколькими путями. Во-первых, место и время действия: глухая сибирская деревня 90-х гг., является образом, который легко ассоциируется либо с детством игрока, либо с историями его родителей, что дополняется центральным героем и образом его семьи и их непростой жизни, а также семейными проблемами и взаимоотношениями. Во-вторых, известные (особенно для аудитории стран постсоветского пространства) отсылки на знаменитых личностей, бренды, события, шутки. Третьим аспектом погружения является атмосфера, переходящая от покоя к кульминации через нагнетание и обратно, обеспечивается по мере взаимодействия игрока с окружением, дополняется звуковым и визуальным сопровождением. Стоит отметить внезапные и пугающие галлюцинации героя. Наличие у протагониста психических расстройств – хороший приём, позволяющий постоянно держать зрителя в напряжении, подобное используется, например, в произведении Н. В. Гоголя «Записки сумасшедшего» [3]. Четвёртым аспектом является возможность выбора линий поведения героя и их последствия. Очень интересный приём, символизирующий важности принимаемых решений и их последствия показан в сцене первой драки с Семёном, одним из центральных действующих лиц, где при выборе слабой линии игрок лишается возможности выбора, что символизирует потерю воли и свободы [4]. Из этого следует, что в отличие от читателя книги, у игрока появляется возможность влиять на происходящие события, что увеличивает степень вовлечённости. Если игрок ощущает ответственность за сделанный выбор, это усиливает эффект погружения.

Что касается проблемы отдыха в процессе чтения, для этой цели созданы мини-игры, которые также могут быть использованы как дополнительный элемент погружения, способ сбросить или нарастить напряжение, добавлять большее число опций взаимодействия. Например, нагнетание атмосферы для игрока может происходить посредством перемещения персонажа по внушающей страх локации, при этом набор действий, выполняемых игроком, обычно минимален. Такой метод позволяет гораздо более эффективно раскрыть текущее состояние местности, героя, окружения, чем текст, делает акцент на эмоциональной составляющей текущей сцены. Правда, такой метод больше свойственен для игр-квестов, где игрок значительно чаще и больше взаимодействует с окружением, чем в новеллах. Хороший пример такой игры – *Fran Bow*, также выполнена в жанре хоррор, и главная героиня страдает психическими заболеваниями [8]. В визуальных новеллах чаще встречаются мини-игры, где необходимо нажи-

мать на экран/кнопки в заданном ритме, используются проверки реакции, построение конструкций, слов, предложений из отдельных элементов и пр. Также могут быть использованы и реально существующие игры и их аналоги – например, настольные (шашки, карты, шахматы), электронные («Змейка», *Space Shooter*, «Тетрис») [7]. Всё это позволяет создать особую атмосферу, способную как отсылаться к детским годам, так и к популярным и известным брендам, а также позволяет отвлечься от чтения и сменить вид деятельности.

Таким образом, визуальные новеллы не только проявляют себя как отдельный жанр текстовых произведений, но и за счёт современных технологических инструментов позволяют гораздо эффективнее передавать смысловую и эмоциональную нагрузку произведений, обеспечивают простор мысли игрока за счёт возможности принятия ключевых решений.

### **Список литературы**

1. Cavallaro D. *Anime and the Visual Novel: Narrative Structure, Design and Play at the Crossroads of Animation and Computer Games* / D. Cavallaro. McFarland & Company, 2010.
2. Abel J. *Drawing Words and Writing Pictures* / J. Abel, M. Madden. 1<sup>st</sup> ed. 2008.
3. Гоголь Н. В. *Записки сумасшедшего* / Н. В. Гоголь. М.: АСТ, 2008.
4. Зайчик: оф. сайт разработчиков новеллы. URL: [bunny-horror.tumblr.com](http://bunny-horror.tumblr.com).
5. Архив художественной интерактивной литературы. URL: [ifarchive.org](http://ifarchive.org).
6. Анализ инструментов визуальной новеллы. URL: [dtf.ru/gamedev/648514-analiz-instrumentov-vizualnoy-novelly](http://dtf.ru/gamedev/648514-analiz-instrumentov-vizualnoy-novelly).
7. Сайт-сборник старых игр. URL: [old-games.ru](http://old-games.ru).
8. Killmonday Games: оф. сайт. URL: [killmondaygames.com](http://killmondaygames.com).

## СТРАТЕГИЯ ПЕРЕВОДА ТЕРМИНОВ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ

Р. Д. Рыбин\*

Научный руководитель – Н. В. Николаева,  
старший преподаватель  
*Сибирский федеральный университет*

Основная проблема, с которой сталкиваются переводчики, – это адаптация терминов под свой язык. Переведённый термин должен хорошо звучать, вызывать нужные ассоциации, а также не допускать тавтологий.

Цель данной работы заключается в исследовании трудностей перевода терминов с английского языка на русский, а также способов решения этих трудностей.

Для достижения данной цели были определены следующие задачи:

- 1) рассмотреть различные виды терминов;
- 2) определить основные стратегии и способы перевода терминов с английского языка на русский.

Прежде чем переходить к рассмотрению различных аспектов перевода терминов, необходимо определить, что же такое перевод и стратегия перевода.

Перевод – это деятельность по интерпретации смысла текста на одном языке (исходном языке) и созданию эквивалентного ему текста на другом языке (переводящем языке). Цель перевода – установление отношений эквивалентности между исходным и переводящим текстом, в результате чего оба текста несут в себе одинаковые смыслы исходя из культурных и узуальных особенностей языков, на которых они создаются [2].

Стратегия перевода – это программа осуществления переводческой деятельности, формирующаяся на основе общего подхода переводчика к выполнению перевода в условиях определённой коммуникативной ситуации двуязычной коммуникации. Такая программа определяется специфическими особенностями данной ситуации и целью перевода, а также в свою очередь, определяет характер профессионального поведения переводчика в рамках данной коммуникативной ситуации [5].

Термин – слово или словосочетание, являющееся названием строго определённого понятия какой-нибудь области науки, техники, искусств и т. п. Термины служат специализирующими, точными обозначениями, характерными для данной сферы предметов, явлений, их свойств и взаимодействий [3].

Термины подчиняются словообразовательным, грамматическим и фонетическим нормам языка, образуются путём терминологизации слов общеупотребительной лексики, заимствования или калькирования терминологических элементов.

---

\* © Рыбин Р. Д., 2023.

Согласно статье Г. Г. Хакимовой [7] начало терминологической деятельности в качестве самостоятельного научного направления началось в 1931 г. и связано с публикацией первой концептуальной статьи Д. С. Лотте по проблемам унификации и стандартизации технической терминологии «Очередные задачи научно-технической терминологии», на которую ссылается автор.

Существуют различные классификации терминов: по содержанию (термины наблюдения и теоретические термины, термины по области знания или деятельности, термины по логической категории того понятия, которое обозначается термином), лингвистическая классификация (однозначные, многозначные), по формальной структуре (непроизводные, производные, сложные, аббревиатуры).

Выделяют несколько способов перевода терминов.

1. Дословный перевод (калькирование) – перевод по частям слова или словосочетания с последующим объединением частей. Пример: *In the last decade there has been a proliferation of research on misinformation*. – «В последнее десятилетие наблюдается рост исследований в области дезинформации» [1].

2. Транскрипция – передача английского слова на русский язык путём воспроизведения с помощью русских букв его фонемного состава.

3. Транслитерация – передача английского слова на русский язык путём воспроизведения его графической формы с помощью алфавита русского языка. Пример: *consensus* – «консенсус».

4. Экспликация (описательный перевод) – передача значения слова при помощи его описания, объяснения. Пример: *misbehaviors* – «неправильное поведение».

5. Семантический эквивалент или функциональный аналог – предлагает использование реально существующих русских слов, полностью или частично отражающих значение англоязычного термина.

В практике возможно сочетание нескольких способов перевода одновременно.

При переводе нередко возникают ситуации, когда лексические и грамматические трансформации требуют внесения дополнительных слов. Причин для этого много – например, различия в структуре предложения, а также то, что более сжатые английские предложения требуют в русском языке более развёрнутого выражения мысли, отсутствие соответствующего слова или соответствующего лексико-семантического варианта данного слова и т. д.

Кроме того, в процессе перевода возможно опустить часть предложения, при условии что это не повлечёт изменения смысла предложения в целом.

При переводе многокомпонентных терминов необходимо установить ключевое слово и внутренние смысловые связи.

Рекомендуется учитывать ещё контекст. Например, одно слово *rate* может означать «ставка», когда речь идёт о чём-то в экономической сфере, однако оно может также обозначать «рейтинг», если, например, какое-нибудь издание составляет рейтинговые списки.

При переводе могут возникнуть лексико-семантические, грамматические, синтаксические, риторические, прагматические, культурные, контекстуальные, законодательные проблемы [4]. У переводчика должна быть своя методология перевода, что позволяет эти проблемы избегать, а если всё-таки столкнулся с ними, то быстро их решить.

Таким образом, можно сделать вывод, что переводческая стратегия – это порядок и суть действий переводчика при переводе конкретного текста, которые зависят от лингвистических особенностей текста оригинала (стиль и жанр текста).

### **Список литературы**

1. Adams Z. (Why) Is Misinformation a Problem? / Z. Adams, M. Osman, C. Bechlivanidis et al. // Psyarxiv. URL: psyarxiv.com/xvhbs.

2. Перевод // Википедия: свободная энциклопедия. URL: ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4.

3. Термин // Википедия: свободная энциклопедия. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Термин.

4. Боллоев М. Р. Трудности перевода английского языка / М. Р. Боллоев // КиберЛенинка: науч. эл. библиотека. URL: cyberleninka.ru/article/n/trudnosti-perevoda-angliyskogo-yazyka/viewer.

5. Кафискина О. В. Стратегия перевода как термин переводоведения / О. В. Кафискина // КиберЛенинка: науч. эл. библиотека. URL: cyberleninka.ru/article/n/strategiya-perevoda-kak-termin-perevodovedeniya/viewer.

6. Пумпянский А. Л. Введение в практику перевода научной и технической литературы по английскому языку / А. Л. Пумпянский. М., 2004. С. 132–135.

7. Хакимова Г. Г. История развития терминологии как отдельной дисциплины и её статус в современном языкознании / Г. Г. Хакимова // КиберЛенинка: науч. эл. библиотека. URL: cyberleninka.ru/article/n/razvitie-terminologii-kak-otdelnoy-distipliny-i-ee-status-v-sovremennom-yazykoznanii/viewer.

8. Литовченко В. И. Классификация и систематизация терминов / В. И. Литовченко // КиберЛенинка: науч. эл. библиотека. URL: cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-sistematizatsiya-terminov/viewer.

## ВОПРОСЫ МНОГОЗНАЧНОСТИ И СИНОНИМИИ В ПЕРЕВОДЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Н. С. Ставер, А. А. Баранов\*

Научный руководитель – Т. М. Лабушева,  
старший преподаватель  
*Сибирский федеральный университет*

Перевод текста с одного языка на другой является сложным процессом, требующим не только глубоких знаний обоих языков, но и понимания культурного контекста, стиля и смысла исходного текста. Одним из наиболее сложных аспектов перевода является проблема синонимов – слов, имеющих похожие или одинаковые значения. Эта проблема порождает ряд вопросов, таких как выбор правильного синонима, сохранение смысла и стиля исходного текста, а также учёт культурных особенностей при переводе. В данной статье рассматриваются основные аспекты проблемы синонимов при переводе и предлагаются возможные подходы к её решению.

Одной из основных проблем при переводе является выбор правильного синонима, поскольку неправильный выбор может привести к искажению смысла исходного текста. На практике переводчику часто приходится выбирать между несколькими синонимами, каждый из которых имеет свои нюансы использования и значения. Кроме того, в разных контекстах одно и то же слово может иметь разные синонимы, что усложняет процесс перевода.

Выбор синонима влияет не только на точность передачи смысла, но и на сохранение стиля исходного текста. В некоторых случаях использование определённого синонима может привести к формальному или неформальному тону перевода, что может быть неуместным в зависимости от контекста и назначения текста. Переводчику необходимо учитывать эти аспекты при выборе синонимов.

Культурный контекст также играет важную роль в процессе перевода, особенно при работе с синонимами. В разных культурах одно и то же слово или выражение может иметь разные синонимы, а также разные ассоциации и нюансы. Переводчику необходимо учитывать эти различия, чтобы сохранить культурный контекст исходного текста и избежать возможных непониманий или неправильных интерпретаций.

Для решения проблемы синонимов при переводе важно обладать глубоким пониманием контекста исходного текста. Переводчик должен определить основной смысл и цель текста, а также учесть стилистические особенности и культурные аспекты. Это позволит переводчику выбирать наиболее подходящие синонимы, которые сохранят смысл и стиль исходного текста.

---

\* © Ставер Н. С., Баранов А. А., 2023.

При переводе с использованием синонимов важно обращаться к различным словарям и справочным материалам. Это поможет переводчику определить наиболее подходящие синонимы в зависимости от контекста и культурных особенностей. Кроме того, переводчику следует использовать специализированные словари и глоссарии для конкретных областей знаний, чтобы учесть терминологические особенности и избежать ошибок при переводе.

Ещё одним подходом к решению проблемы при переводе синонимов является работа с носителями языка или экспертами в определённой области знаний. Они могут помочь переводчику выбрать наиболее подходящие синонимы, а также проконсультировать по вопросам стиля и культурных особенностей.

Проблема синонимов при переводе является сложным и многоаспектным явлением, которое требует от переводчика глубоких знаний обоих языков, понимания контекста и культурных особенностей. Для решения этой проблемы переводчику необходимо использовать различные подходы, такие как глубокое понимание контекста, использование словарей и справочных материалов, а также работа с носителями языка и экспертами. Используя эти методы, переводчик сможет достичь более точного и адекватного перевода, сохраняя смысл, стиль и культурный контекст исходного текста.

С учётом технологического прогресса и постоянного развития машинного перевода интеграция искусственного интеллекта и алгоритмов обработки естественного языка также может внести свой вклад в решение проблемы синонимов при переводе. Однако на текущем этапе машинный перевод не может полностью заменить человеческого переводчика, и комбинация человеческого труда и технологий является наиболее эффективным подходом к решению проблемы синонимов при переводе.

### **Список литературы**

1. Пруссакова Н. М. Синонимы как проблема перевода / Н. М. Пруссакова // КиберЛенинка: науч. эл. библиотека. 2012.
2. Гонсалес Р. Отражение синонимии в переводе: проблемы и стратегии / Р. Гонсалес, И. Карденас // Теория и практика перевода. 2018. № 16 (2). С. 127–142.
3. Карпов А. В. Синонимия и контекст в переводе: анализ когнитивных и функциональных аспектов / А. В. Карпов // Перевод и межкультурная коммуникация. 2015. № 11 (1). С. 88–102.
4. Левицкая Т. Р. Прагматический анализ синонимов в переводе художественной литературы / Т. Р. Левицкая // Вестник ТГУ. Филология. 2019. № 61. С. 120–130.
5. Ермакова О. Е. Методологические проблемы экспериментального изучения перевода: маг. дисс. / О. Е. Ермакова. Красноярск, 2017.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНГЛИЙСКИХ И РУССКИХ ПОСЛОВИЦ

А. А. Сурихина\*

Научный руководитель – А. Т. Гордеева,  
старший преподаватель  
Сибирский федеральный университет

Изучение пословиц и их сравнение на разных языках важны для понимания культурных различий и особенностей разных народов, а также для развития лингвистических навыков. Пословицы являются важной частью национального языка и культуры, их использование позволяет лучше понять особенности мышления и образа жизни людей из других стран. Сравнительный анализ пословиц и поговорок в разных языках также может помочь в более глубоком понимании значения и использования этих выражений в разных контекстах. Это особенно важно для студентов, изучающих иностранные языки, не только с целью расширения словарного запаса, но и чтобы более полно понять культуру и менталитет народа изучаемого языка.

Целью данной работы является оценка эффективности дословного перевода английских пословиц и поговорок на русский язык с точки зрения сохранения их смысла и идиоматического выражения.

Прежде всего стоит рассмотреть ключевые понятия, такие как пословица и поговорка. Согласно толковому словарю Ожегова, пословица – это краткое народное изречение с назидательным содержанием, народный афоризм. В то время как поговорка представляет собой краткое устойчивое выражение, преимущественно образное, не составляющее, в отличие от пословицы, законченного высказывания [1].

В процессе поиска английских пословиц и поговорок удалось отобрать 110 самых популярных примеров. Далее был проведён их подробный анализ.

По структуре английские пословицы обычно короче русских и чаще всего имеют прямой порядок слов. Например, английская пословица *Actions speak louder than words*, что дословно переводится как «Дела говорят громче слов», имеет прямой порядок, в то время как русский аналог содержит инверсию: «Не по словам судят, а по делам» [2]. Также русские пословицы могут быть более развёрнутыми – например, «Без труда не выловишь и рыбку из пруда», в то время как английская версия *No pain, no gain* («Нет боли, нет выгоды») намного короче своего аналога [3].

По грамматике английские и русские пословицы также могут отличаться. Например, в английских пословицах иногда используется глагол в форме герундия – например, *Seeing is believing* («Видеть значит верить»), тогда

---

\* © Сурихина А. А., 2023.

как в русских пословицах глагол может быть в инфинитиве – например, аналог предыдущей пословицы: «Лучше раз увидеть, чем сто раз услышать» [4].

По смыслу английские и русские пословицы могут иметь общие темы и идеи, но отличаться в формулировке. Например, английская пословица *Who keeps company with the wolf, will learn to howl* («Кто водится с волком, научится выть») имеет русский аналог «С кем поведёшься, от того и наберешься» – обе пословицы означают, что можно перенять плохие привычки от другого человека, но выражают это разными словами [5].

Несмотря на все различия, как английские, так и русские пословицы являются ценным источником народной мудрости и опыта, и их использование в разговоре может помочь проиллюстрировать идеи и образы в ярких и запоминающихся формах.

С помощью сравнения дословного перевода с аналогами на русском языке удалось выделить две разные группы. К первой группе относятся английские пословицы и поговорки, дословный перевод которых значительно отличается от русских аналогов. Рассмотрим пять примеров.

1. *Desperate diseases must have desperate remedies* – «Тяжёлые болезни должны лечиться сильными средствами» (дословный перевод), русский аналог: «Отчаянным временам – отчаянные меры» [3].

2. *Birds of a feather flock together* – «Птицы одного полёта собираются вместе» (дословный перевод), русский аналог: «Рыбак рыбака видит издалека» [5].

3. *A cat in gloves catches no mice* – «Кот в перчатках мышей не поймает» (дословный перевод), русский аналог: «Без труда не вытащишь и рыбку из пруда» [3].

4. *When the pinch comes, you remember the old shoe* – «Когда новый ботинок начинает жать, то вспоминаешь старый» (дословный перевод), русский аналог: «Что имеем, не храним, а потерявши – плачем» [3].

5. *Never write what you dare not sign* – «Никогда не пиши того, чего не готов подписать» (дословный перевод), русский аналог: «Что написано пером – не вырубишь топором» [3].

Во вторую группу вошли пословицы и поговорки, перевод которых совпадает с аналогами на русском языке.

1. *Don't judge a book by its cover*, дословный перевод и аналог: «Не суди книгу по её обложке» [2].

2. *Strike while the iron is hot*, дословный перевод и аналог: «Куй железо пока горячо» [2].

3. *Don't bite the hand that feeds you*, дословный перевод и аналог: «Не кусай руку, которая тебя кормит» [2].

Проанализировав 110 английских пословиц и поговорок, стоит отметить, что количество примеров, где дословный перевод английских пословиц совпадает с русским аналогом, значительно меньше, что составило 9 % от общего количества (рис. 1).



Рис. 1. Сравнительный анализ английских и русских пословиц

В результате сравнения дословных переводов английских пословиц и поговорок с аналогами на русском языке можно сделать вывод, что в большинстве случаев аналоги на русском языке имеют схожий смысл, но выражены иными словами и конструкциями.

Однако дословный перевод может быть неприемлемым в ряде случаев, т. к. он не всегда сохраняет смысл и идиоматическое выражение оригинальной пословицы или поговорки. Поэтому, при переводе пословиц и поговорок необходимо учитывать культурные и лингвистические особенности обоих языков, а также контекст, в котором они используются. Это поможет создать более точный и адекватный перевод, который сохранит смысл и идиоматическое выражение оригинала.

Использование сравнительного анализа аналогов на русском языке позволяет лучше понимать различия между языками и обогащать свой словарный запас.

### Список литературы

1. Ожегов С. И. Толковый словарь / С. И. Ожегов. URL: [slovarozhegova.ru](http://slovarozhegova.ru).
2. Ним С. 53 поговорки и пословицы на английском языке с переводом на русский (эквивалентами) / С. Ним. URL: [langformula.ru/pogovorki-i-poslovicy-na-anglijskom-yazyke](http://langformula.ru/pogovorki-i-poslovicy-na-anglijskom-yazyke).
3. Подольская Ю. Английские пословицы и поговорки / Ю. Подольская. URL: [skyeng.ru/articles/anglijskie-poslovicy-i-pogovorki](http://skyeng.ru/articles/anglijskie-poslovicy-i-pogovorki).
4. Английские пословицы и поговорки с переводом и русскими аналогами. URL: [aforisma.ru/anglijskie-poslovicy](http://aforisma.ru/anglijskie-poslovicy).
5. Olesya K. Топ-45 пословиц на английском языке / Olesya K. URL: [englishdom.com/blog/top-45-poslovic-na-anglijskom-yazyke](http://englishdom.com/blog/top-45-poslovic-na-anglijskom-yazyke).

## ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТЕЙ КАК ПЕРЕВОДЧИКОВ

Т. Д. Федорова\*

Научный руководитель – А. В. Шарова,  
старший преподаватель  
Сибирский федеральный университет

Современность не стоит на месте, всё больше и больше производственных и научных сфер привлекают различные технологии искусственного интеллекта. Целью нашей работы было сравнение результатов перевода научной статьи, полученных от разных сервисов, работающих с помощью технологий искусственного интеллекта, а именно на нейронных сетях. Под нейропереводом нами понимается технология машинного перевода, использующая нейросетевые подходы для перевода текстовых сообщений с одного языка на другой. Он основан на глубоком обучении, искусственных нейронных сетях и алгоритмах, обученных на большом количестве текстов.

Нейронный машинный перевод использует нейронные сети. Нейросети следуют принципу самообучения, который основан на сравнении исходного текста с эталонным. Сеть тренируется на множестве входных и выходных векторов, которые представляют слова. Когда текст загружается в систему, она генерирует возможные переводы и сравнивает их с нужным результатом. Если результат не совпадает, нейросеть изменяет критерии перевода до его соответствия эталонному. Критерии, использованные для правильного перевода, запоминаются системой, и с наибольшей вероятностью будут использоваться в дальнейшем.

Для проведения исследования были выбраны следующие сервисы.

1. *Reverso* предлагает переводы текстов, документов с сохранением форматирования, переводы в контексте и другие инструменты для улучшения точности перевода.

2. *DeepL Translator* представляет собой нейронный машинный переводчик, работающий на основе свёрточных нейросетей (нейросети для обработки изображений и видео).

3. *Systran* использует механизм перевода *PNMT*<sup>™</sup> для машинного перевода *Pure Neural*<sup>™</sup>, основанный на последних усовершенствованиях искусственных нейронных сетей и глубокого обучения. Позволяет переводить любой текст, веб-страницу, файл, создать персональный словарь для онлайн-переводов [3].

Для сравнения результатов перевода с английского языка на русский был выбран отрывок научной статьи *Crossed Wires: International Cooperation on Cyber Security (Madeline Carr)* [4], т. к. в научных статьях передаётся объективная информация, которая имеет чёткий смысл и определённые термины,

---

\* © Федорова Т. Д., 2023.

и переводчик должен сохранить смысл и понятия научной терминологии. Допущенные ошибки могут значительно повлиять на смысл и достоверность передаваемой информации.

Оценка результатов перевода проводилась в соответствии с выбранными критериями.

1. Точность перевода – оценка по сопоставлению текстов на исходном и целевом языках и проверке правильности передачи значений слов.

2. Логические связи – анализ текста на предмет соответствия его оригинальному смыслу и последовательности его идей.

3. Грамматика проверяется путем анализа текста на предмет правильности использования грамматических форм и конструкций на целевом языке.

Результаты оценки представлены ниже в табл. 1–3.

Таблица 1

Точность перевода

Оригинал	<i>Reverso</i>	<i>DeepL</i>	<i>Systran</i>
<i>However, Article Five of the NATO treaty – the 'trip-wire' for collective response by NATO members to an attack on a member country – was not then understood to define cyber-attacks as military action. [4]</i>	Тем не менее, Пятая статья договора НАТО – триггер для коллективного ответа членов НАТО на нападение на страну-член - не была тогда понята как определение кибер-атак как военных действий. [1]	Однако Пятая статья договора НАТО – "спусковой крючок" для коллективного ответа членов НАТО на нападение на страну-члена - в то время не понималась как определение кибератак как военных действий. [2]	Однако, пятая статья договора НАТО – «трамплин» для коллективного ответа членов НАТО на нападение на страну-член - не была тогда истолкована как определяющая кибератаки как военные действия. [3]

Анализируя полученные результаты через призму критерия точности, можно отметить перевод отрывка, выполненный с помощью сервиса *DeepL*, более точным, благодаря оптимальному выбору термина «спусковой крючок» (в данном контексте) и согласованности предложения (нападение на страну-члена, а не на страну-член).

Рассматривая представленные переводы в аспекте соответствия логике оригинального текста, мы можем прийти к выводу, что все сервисы перевели текст с сохранением логических связей, последовательность идей не нарушена.

С точки зрения грамматики перевод, выполненный с помощью сервиса *DeepL*, представляется более точным, поскольку в отличие от *Systran* местоимение было определено корректно, а в отличие от *Reverso* был употреблён более точный глагол (приписана, установлена).

В целом сервисы не дали идеальных результатов, наилучшим оказался сервис *DeepL Translator*, но при переводе всегда нужно учитывать контекст и смысл текста. Таким образом, результаты показали, что нейросетевые системы перевода уже достаточно точные и могут использоваться в различных сферах, включая перевод научных текстов.

Таблица 2

## Логические связи

Оригинал	<i>Reverso</i>	<i>DeepL</i>	<i>Systran</i>
<i>Understanding these fully will be the work of a generation of scholars and practitioners but beginning to articulate some of the disjuncture between our conceptions of political violence pre and post Internet technology is a starting point [4].</i>	Понимание этого в полной мере будет делом поколения ученых и практиков, но начало выявления некоторых расхождений между нашими концепциями политического насилия до и после Интернет-технологий является отправной точкой [1].	Полное понимание этих угроз будет делом целого поколения ученых и практиков, но начало формулирования некоторых противоречий между нашими представлениями о политическом насилии до и после Интернет-технологий является отправной точкой [2].	Полное понимание этого будет работой поколения ученых и практиков, но начало формулировать некоторые расхождения между нашими представлениями о политическом насилии до и после интернет-технологий является отправной точкой [3].

Таблица 3

## Грамматика

Оригинал	<i>Reverso</i>	<i>DeepL</i>	<i>Systran</i>
<i>Despite the widespread attention it attracted from security firms, even the Estonian DDoS attack has never been conclusively attributed. [4]</i>	Несмотря на широкое внимание, которое она привлекла к себе со стороны охранных фирм, даже эстонская DDoS-атака так и не была окончательно приписана. [1]	Несмотря на широкое внимание, которое она привлекла к себе со стороны фирм безопасности, даже эстонская DDoS-атака так и не была окончательно установлена. [2]	Несмотря на широкое внимание, которое привлекли к себе охранные фирмы, даже эстонское DDoS-нападение никогда окончательно не приписывалось. [3]

При дальнейших исследованиях в области нейроперевода можно обратить внимание на использование различных моделей и архитектур нейронных сетей, а также на подбор эффективных подходов к обучению. Также стоит учитывать, что перевод научных текстов требует не только точности и грамматической корректности, но и сохранения научного стиля и правильного использования терминологии. Поэтому важно продолжать работу над улучшением качества перевода и адаптацией нейроперевода к специфическим требованиям научных текстов.

**Список литературы**

1. Reverso. URL: [context.reverso.net/перевод](http://context.reverso.net/перевод).
2. DeepL. URL: [deepl.com/translator](http://deepl.com/translator).
3. Systran. URL: [systran.net/en/translate](http://systran.net/en/translate).
4. Madeline Carr Crossed Wires: International Cooperation on Cyber Security. URL: [inquiriesjournal.com/articles/1341/crossed-wires-international-cooperation-on-cyber-security](http://inquiriesjournal.com/articles/1341/crossed-wires-international-cooperation-on-cyber-security).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ (ЭМОДЗИ) В ОНЛАЙН-ОБЩЕНИИ

А. И. Черепанова\*

Научный руководитель – А. Т. Гордеева,  
старший преподаватель  
Сибирский федеральный университет

Эмодзи – это современные иероглифы. Сегодня их можно считать самым быстрорастущим языком в мире. За последние 20 лет они стали неотъемлемой частью культуры написания текстовых сообщений. Эмодзи нравятся людям. В 2015 г. британские филологи признали смайлик «плачу от радости» «словом» года [1].

На фоне современной тенденции к обеспечению простоты и удобства в разных сферах жизни эмодзи пришлось очень к месту: они экономят время, они красочные, милые и иногда забавные. Поэтому люди так активно их используют.

Цель данной работы – изучение влияния эмодзи на онлайн-общение. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) исследовать историю появления данного вида графических изображений (эмодзи);
- 2) провести социальный опрос среди молодёжи об использовании эмодзи проанализировать результаты;
- 3) на основании всех материалов полученных в ходе исследования сделать выводы.

Необычное слово «эмодзи» (англ. *emoji*) пришло в нашу речь из японского языка: 絵文字, где 絵(‘э’) – картинка и 文字(‘модзи’) – знак, символ. Несложно догадаться, что они были придуманы именно в Японии. Произошло это в 1999 г.: Сигэтака Курита (*Shigetaka Kurita*) работал над платформой мобильного интернета *i-mode* и придумал символы эмодзи для того, чтобы упростить общение на сотовых телефонах. Первые эмодзи – это комплект из чуть больше 170 символов, каждый из которых помещался в клетку 12×12 пикселей. Естественно, они существенно отличались от тех, к которым мы сейчас привыкли [2].

Некоторые исследования показывают, что 55 % общения – это язык тела, 38 % – тон голоса, а 7 % – это произносимые слова [3]. Отсюда возникает необходимость найти средства, способные заменить невербальное взаимодействие в онлайн-общении. Соответственно, эмодзи предположительно должны выполнять функции замещения эмоциональной окраски и замещать невербальное взаимодействие. Для подтверждения выдвинутых высказываний был проведён

---

\* © Черепанова А. И., 2023.

социальный опрос среди молодёжи, в котором приняло участие 40 респондентов. Опрос состоит из семи вопросов. Были получены следующие результаты.

На первый вопрос «Знаете ли вы откуда родом данное явление?» 80 % респондентов не знают ответа, 15 % дали ответ «США», что является неверным.

В ответе на второй вопрос «Используете ли вы эмодзи или стикеры в онлайн-переписке?» 97,5 % опрошенных ответили положительно.

В третьем вопросе «Если да, то как часто?» самым популярным вариантом стал «Часто, но не всегда», такой ответ дали 70 % респондентов, ещё 25 % ответили «Редко». Данный результат показывает, что сейчас эмодзи уже неотъемлемая часть онлайн-переписки и частота их использования высока.

На четвёртый вопрос 55 % ответили, что их сообщение может полностью состоять из эмодзи. Задачей данного вопроса было показать, что эмодзи способны вытеснить текстовые сообщения, хотя бы в определённых ситуациях.

Самыми популярными ответами на пятый вопрос «Какие достоинства вы видите в использовании эмодзи?» стали: «Помогают передать эмоции», «Ускоряют набор сообщения», «Позволяют избежать двусмысленности».

В шестом вопросе участники опроса чаще всего не смогли выделить недостатков. Среди остальных ответов можно выделить следующие: обилие эмодзи в сообщении может раздражать; из-за небольшого количества невозможно найти эмодзи для каждой ситуации; по различным причинам люди могут по-разному интерпретировать эмодзи и возникает недопонимание; когда отправляют просто эмодзи без текстового сообщения, кажется, что оно отправлено ради вежливости.

На седьмой вопрос «По вашему мнению, как использование эмодзи влияет на язык и уровень грамотности людей?» более половины опрошенных ответили, что не видят связи между уровнем грамотности и использованием эмодзи. Как аргументы были приведены: постоянное наличие в языке каких-то явлений позволяющих ускорить онлайн переписку (аббревиатуры, особые сокращения, сленг), отсутствие необходимости использовать эмодзи вместо слов, т. е. предполагается использование эмодзи только как дополнение к текстовому сообщению.

Другая же часть респондентов против. По их мнению, использование эмодзи негативно сказывается на грамотности человека просто потому, что уменьшается количество практики использования языка, таким образом, забываются правила написания. Речь становится более бедной, ведь вместо словесного описания эмоций и состояний, человек просто отправит несколько значков.

В результате проделанной работы можно сделать вывод о том, что эмодзи уже стали неотъемлемой частью онлайн-общения, поэтому отказаться от них невозможно. Но при этом люди понимают, что их обилие может сказаться на уровне грамотности и что слова всё ещё остаются главным средством в онлайн-коммуникации. Таким образом, эмодзи нельзя отнести к негативному явлению. При использовании они способны разнообразить и украсить онлайн-переписку. Так же, как и добавить эмоциональной окраски, помочь избежать

двусмысленности. Т. е. при грамотном использовании эмодзи приносят только пользу.

Идя по пути наименьшего сопротивления, люди начали полностью заменять свои слова, реакции, фразы эмодзи. Данный способ использования очень негативно складывается на качестве переписки и уровне речи собеседников. Если для человека приемлемо использовать небольшой набор значков как реакцию на практически любое событие – это говорит о скудности его словарного запаса, либо же о не заинтересованности. Такие способы использования «замывают» индивидуальность каждого из участников. Построение предложений, использование определенных слов и выражений – это уникальные черты каждого человека, которые вполне возможно сохранить и в онлайн-общении. Но обилие использование небольшого набора эмодзи понижает уровень отличия. Данные выводы говорят о том, что использование эмодзи всё-таки имеет негативные последствия.

Для человека, который может обойтись без использования эмодзи в переписке, они никоим образом не будут влиять на качество переписки. Если же человек не способен выразить свои мысли и эмоции словами, для него эмодзи своего рода спасение, способ избежать недопонимания.

### **Список литературы**

1. Word of the Year 2015. URL: [en.oxforddictionaries.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2015](http://en.oxforddictionaries.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2015).
2. История появления эмодзи. URL: [timeweb.com/ru/community/articles/istoriya-poyavleniya-emoji-1](http://timeweb.com/ru/community/articles/istoriya-poyavleniya-emoji-1).
3. Thompson J. Is Nonverbal Communication a Numbers Game? / J. Thompson. URL: [psychologytoday.com/us/blog/beyond-words/201109/is-nonverbal-communication-numbers-game](http://psychologytoday.com/us/blog/beyond-words/201109/is-nonverbal-communication-numbers-game).
4. Как и почему эмодзи портят онлайн-переписку. URL: [habr.com/ru/company/vdsina/blog/550858](http://habr.com/ru/company/vdsina/blog/550858).
5. Emojipedia. URL: [emojipedia.org/faq](http://emojipedia.org/faq).

## THE USE OF AI FOR STUDENT ASSESSMENT

A. V. Sharova\*

Scientific Supervisor – D. A. Kuzmin,  
Cand. Sci. (Eng.)  
*Siberian Federal University*

**Introduction.** Artificial intelligence (AI) is rapidly transforming various sectors, including education. One area where AI has the potential to make a significant impact is in the assessment of students in universities. AI-based assessment methods can offer numerous benefits, such as faster and more accurate grading, personalized feedback and more efficient use of resources. However, there are also significant challenges related to bias, transparency and privacy among others. In this article, we discuss the present state of research on AI-based assessment, current case studies and examples and possible future directions of this rapidly evolving field.

**Review.** A growing body of research has explored various AI-based assessment methods in higher education, such as natural language processing (NLP), machine learning (ML), chatbots and virtual assistants. These methods have shown promise in improving the accuracy and efficiency of grading, providing individual response to students and identifying areas for improvement. For example, natural language processing algorithms can be applied for the analysis of written assignments and essays, providing feedback on grammar, syntax, and vocabulary. Similarly, machine learning algorithms can be used to analyze data on student performance, identifying patterns and areas for improvement.

However, there are also considerable challenges for these approaches. One of the most significant of them is the potential for bias, particularly in NLP and ML algorithms [1].

Another limitation is the need for transparent algorithms that allow for student input and evaluation. Students should be able to understand how their work is being evaluated and have an opportunity to challenge or appeal grades that they believe are incorrect or unfair. Additionally, AI-based assessment methods should not replace human feedback and interaction entirely. Students still require feedback from their instructors to develop critical thinking skills, communication skills, and other essential competencies.

**Case Studies.** Several institutions have successfully implemented AI-based assessment methods, for example the use of automated essay scoring. These methods have proved itself as a leading way to faster and more accurate assessment, increased student involvement and more personalized feedback [2].

---

\* © Sharova A. V., Kuzmin D. A., 2023

The use of chatbots and virtual assistants is one more field of introducing AI-based assessment tools. These methods can be a source for individual response and support to student in particular to such routine jobs as answering questions about course content, commenting on assignments and offering study tips. The use of chatbots has successfully confirmed itself in increasing self-confidence and academic performance of students [3].

**Future Directions.** The prospects of academic application of assessment methods based on artificial intelligence seem to be enormous. Everything from personalized learning and adaptive testing to the application of virtual assistants and chatbots illustrate the possible introduction of AI into educational sphere. Meanwhile, several key points must be taken into account for arranging its ethical and beneficial realization. Such crucial points as the demand for transparent algorithms and student engagement in the development and assessment process, the significance of eliminating potential bias and considering privacy concerns and the need to follow ethical codes and scientific regulations should be observed.

**Conclusion.** All things considered, the application of AI-based assessment tools for student evaluation has the vast range of directions for gaining multiple benefits. This may include faster and more consistent grading and individual feedback. However, there are also significant challenges concerning bias, transparency and privacy. The possible influence of AI use on education is extensive, and it is significant to treat this matter cautiously and with attention to the potential threats and advantages.

## References

1. Amorim E. Automated Essay Scoring in the Presence of Biased Ratings / E. Amorim, M. Cançado, A. Veloso. URL: [aclanthology.org/N18-1021.pdf](https://aclanthology.org/N18-1021.pdf).
2. Swiecki Z. Assessment in the Age of Artificial Intelligence / Z. Swiecki, H. Khosravi, G. Chen et al. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000303](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000303).
3. Essel H. B. The Impact of a Virtual Teaching Assistant (Chatbot) on Students' Learning in Ghanaian Higher Education / H. B. Essel, D. Vlachopoulos, A. Tachie-Menson et al. // International Journal of Educational Technology in Higher Education. 2022. No. 19. P. 57. URL: [educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-022-00362-6#Sec13](https://www.educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-022-00362-6#Sec13).

## АНАЛИЗ ПРОГРАММ ДЛЯ ГОЛОСОВОГО ОЗВУЧИВАНИЯ ТЕКСТА

А. Б. Эрдынеева, Я. А. Кубюк\*

Научный руководитель – А. А. Романовская,  
старший преподаватель  
Сибирский федеральный университет

Существует множество программ для голосового озвучивания текста. Эти приложения пригодятся пользователям, работающим с большими объёмами текстовой информации. В данной статье мы рассмотрим, как можно использовать программы для голосового озвучивания, какие приложения на данный момент лучше выбрать, а также, какими преимуществами и недостатками они обладают.

Программы для голосового озвучивания текста можно использовать для чтения книг, прослушивания аудиокниг, новостей и т. д. В учёбе программы для голосового озвучивания текста могут использоваться в качестве помощника в обучении языкам, чтении научных статей и эссе. Словом, это эффективный инструмент для оптимизации процесса обучения и приобретения знаний. Также программы для голосового озвучивания текста могут быть полезны при выполнении монотонных задач, составлении отчётности или редактирования текстовых документов.

Всё, что вам нужно сделать для использования программы, – это загрузить текст либо скопировать его в интерфейс программы и запустить само приложение. После этого вы можете скорректировать доступные вам настройки – например: скорость чтения, выбор голоса для каждого языка, интонацию и тон. Данные характеристики зависят от индивидуальных предпочтений и потребностей пользователя, поэтому необходимо экспериментировать с различными опциями, чтобы найти, что лучше всего подходит для вас.

Выбор лучших программ для голосового озвучивания текста зависит от конкретных потребностей пользователя. Приводим в качестве примера пятёрку программ, наиболее часто называемых лучшими по различным параметрам.

1. *Natural Reader* – имеет широкий выбор голосовых паттернов, опцию изменения скорости озвучки и возможность контроля произношения, а также работает в офлайн-режиме.

2. *Voice Dream Reader* – хорошо работает с документами, имеет функцию выделения текста и возможность работы с файлами любого формата.

3. *Google Text-to-Speech* – возможно, одно из самых удобных для использования на смартфонах и других мобильных устройствах, поддерживает более 60 языков и работает без подключения к интернету.

---

\* © Эрдынеева А. Б., Кубюк Я. А., 2023.

4. *Ivona Text-to-Speech* – широкий выбор голосов высокого качества и возможность воспроизводить любой текст, а также поддержка нескольких языков.

5. *ReadSpeaker* – имеет интеграцию с различными веб-платформами и облачными сервисами, такими как *Google Drive* и *Microsoft Office*, а также мощную аббревиатурную функцию.

Отметим, что эти программы не идеальны и пользователь может столкнуться со следующими проблемами.

1. Автоматическая озвучка не всегда верно распознаёт высказывания, особенно если текст написан нестандартным шрифтом или содержит опечатки.

2. Качество голоса может быть не очень приятным для слушателя.

3. Некоторые программы не позволяют выбирать большое количество языков для озвучивания текста.

4. Плата за полный доступ или дополнительные функции.

В заключение обзора повторим, что при выборе программы для голосового озвучивания текста необходимо учитывать свои потребности и выбирать наиболее подходящую программу среди предложенных в сети.

Как правило, использование программ для голосового озвучивания текста требует некоторой адаптации, т. к. пользователи могут испытывать дискомфорт при прослушивании текстов вместо получения пользы от чтения. Однако если вы привыкнете к такому способу взаимодействия с текстом, то использование программ для голосового озвучивания может стать эффективным способом для работы с любым объёмом текстов, в т. ч. и для тех, кто имеет проблемы со зрением или дислексией. Таким образом, голосовое озвучивание текста может упростить и привнести комфорт в ваше обучение, трудовую деятельность или досуг.

### **Список литературы**

1. Бухтеев В. Программы для озвучки текста / В. Бухтеев. 2019. URL: [lumpics.ru/software-for-text-voice-acting](http://lumpics.ru/software-for-text-voice-acting).

2. Кристиан А. 10 нейросетей для озвучки текста в 2023 г. / А. Кристиан. URL: [neyrosety.ru/neyrosetb-dlya-ozvuchki-teksta](http://neyrosety.ru/neyrosetb-dlya-ozvuchki-teksta).

3. Третьяков С. О. Лучшие сервисы для воспроизведения текста голосом / С. О. Третьяков. 2021. URL: [pacan.pro/luchshie-servisy-dlya-vozproizvedeniya-teksta-golosom/#lwptoc](http://pacan.pro/luchshie-servisy-dlya-vozproizvedeniya-teksta-golosom/#lwptoc).

## СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

УДК 004.75

### КРОССПЛАТФОРМЕННАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

М. М. Байгин\*

Научный руководитель – Д. А. Кузьмин,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Современная организация систем волонтерских распределённых вычислений или волонтерских *grid* практически не учитывает устройства, которые отличаются от стандартных настольных платформ, т. к. они обладают малым количеством ограничений и широкими возможностями для автоматизации внутри операционной системы. На таких устройствах базируется подавляющая часть производительности волонтерских проектов.

Однако данная ситуация является следствием длительной унификации домашних вычислительных платформ, обладающих малым разнообразием операционных систем и процессорных архитектур. Подобное действительно до начала прошлого десятилетия, когда интерес и основная популярность перешла от мощных настольных компьютеров до миниатюрных и маломощных портативных устройств, использование которых в распределённых системах возможно, но нереалистично за счёт ограничений, возникших за счёт формирования безопасного для пользователей окружения.

Это приводит к тому, что огромное количество мобильных устройств или устройств, построенных на нетрадиционных архитектурах, не могут участвовать в волонтерских вычислениях за счёт отсутствия поддержки разработчиком или самой платформой распределённых вычислений. Формально любое устройство соответствует всем аппаратным и программным возможностям аналогичных настольных устройств: для любого процессора (в т. ч. и видеопроцессора) в любом окружении машинный код по-прежнему остаётся атомарной единицей оперирования, а значит, существует возможность обойти искусственные ограничения.

Решению этой проблемы посвящена настоящая работа. Был проведён анализ возможностей исполнения приложений в различных программных контекстах и особенностях исполнения кода разными устройствами, в процессе которого были изучены все возможные варианты, построены диаграммы допу-

---

\* © Байгин М. М., 2023

стимых для нашей задачи технологий исполнения неподписанного динамично-го машинного кода на ЦПУ и ГПУ (рис. 1, 2), выбраны наиболее универсаль-ные из них.

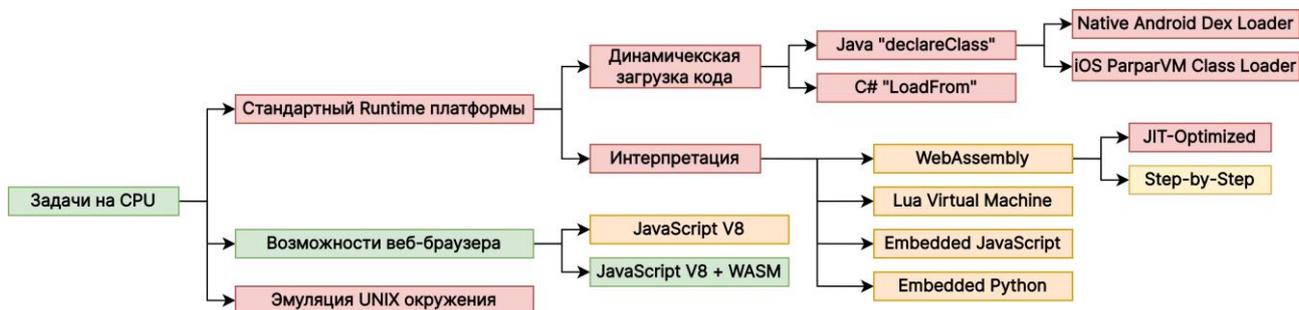


Рис. 1. Диаграммы возможных для использования технологий динамической загрузки кода ЦПУ



Рис. 2. Диаграммы возможных для использования технологий динамической загрузки шейдеров для ГПУ

Существующие ограничения вынуждают использовать нестандартную программную архитектуру и контексты запуска. В случае мобильных платформ предлагается запуск неподписанного кода на языке *WebAssembly* [1] в браузерном окружении, что позволяет достичь производительности, близкой к нативному машинному коду, без использования нативных инструкций, что подтверждается в работе [2].

Использование графических ускорителей в различных устройствах не ограничено ничем, однако за счет полной изоляции окружения веб-браузера мы не можем взаимодействовать с кодом, запускаемым на ЦПУ [3]. Это приводит нас к нестандартной архитектуре системы, когда исполнение ЦПУ и ГПУ кода изолировано и их взаимодействие обуславливается только комплексностью сервера.

В результате разработки программного решения на основе анализа был получен прототип системы распределенных вычислений, который позволяет утилизировать мощность маломощных устройств, не предназначенных для вычислений подобного рода.

При сложении мощностей нескольких устройств возможно получение одного достаточно эффективного узла, по вычислительной мощности сопоставимого со стационарными компьютерами (рис. 3). Скорость выполнения на ГПУ мобильных устройств больше скорости выполнения на ЦПУ настольных платформ.

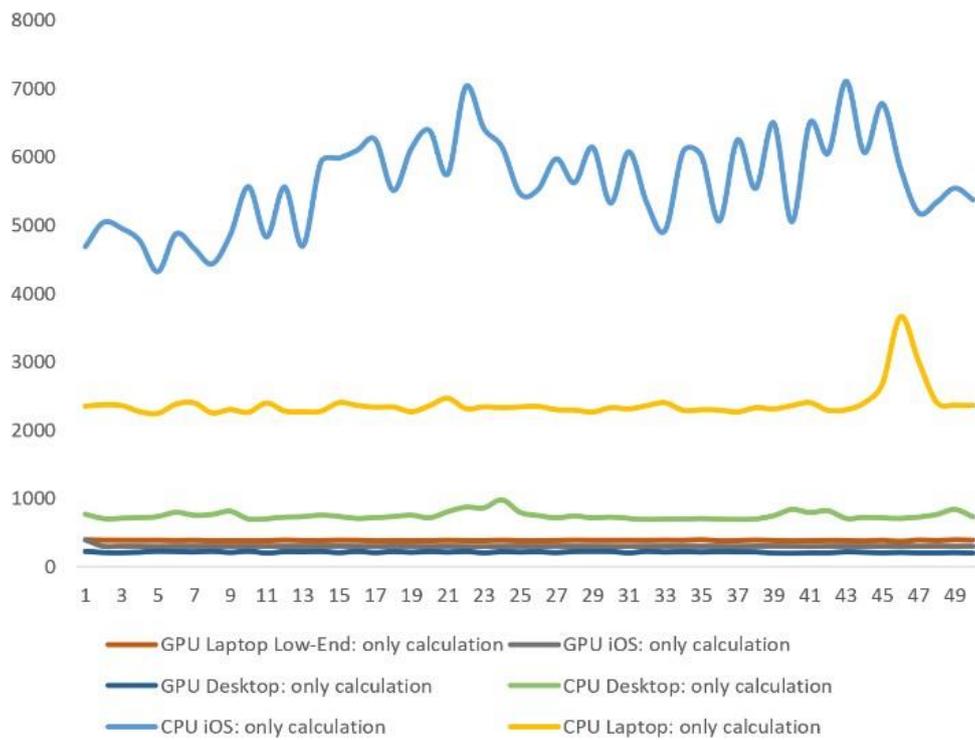


Рис. 3. Производительность системы по времени

### Список литературы

1. W3C: WebAssembly Core Specification. URL: [webassembly.github.io/spec/core/bikeshed](https://webassembly.github.io/spec/core/bikeshed).
2. WebAssembly and JavaScript Challenge: Numerical Program Performance using Modern Browser Technologies and Devices. URL: [sable.mcgill.ca/publications/techreports/2018-2/techrep.pdf](https://sable.mcgill.ca/publications/techreports/2018-2/techrep.pdf).
3. WebAssembly Enables Low Latency Interoperable Augmented and Virtual Reality Software. URL: [arxiv.org/pdf/2110.07128.pdf](https://arxiv.org/pdf/2110.07128.pdf).

## РЕАЛИЗАЦИЯ РЕДАКТОРА КОДА С ПОДСВЕТКОЙ СИНТАКСИСА

А. Д. Белоусов\*

Научный руководитель – Д. А. Швец,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Введение санкций против РФ в 2022 г. значительно пошатнуло рынки внутри страны. Изменения коснулись и программных продуктов. Каждый день существует вероятность прекращения деятельности на территории РФ очередной ИТ-компании. Существует опасение, что программные продукты с открытым исходным кодом тоже скоро станут недоступны. На основании этой ситуации ведётся импортозамещение.

Редактор кода – текстовый редактор для создания и комфортного редактирования исходного кода программ. Он является главным инструментом программиста. Удобные, многофункциональные и, соответственно, популярные редакторы кода разработаны зарубежными компаниями, поэтому есть риск в один момент остаться без них.

В данной статье было решено рассмотреть этапы реализации редактора кода и создать его минимальный экземпляр для наглядного примера.

Первым этапом реализации приложения является анализ требований к нему и создание макета интерфейса. Самое первое требование, следующее из названия статьи – редактор кода должен подсвечивать синтаксис языка программирования. Для работы с файлами редактор кода должен предоставлять пользователю следующие возможности: создать, открыть, сохранить, закрыть, редактировать файл.

Будет удобно работать с проектом, если его файлы находятся «под рукой», поэтому в редакторе кода обычно присутствует виджет с деревом проекта. Следовательно, редактор должен дать пользователю возможности, связанные с этим виджетом: создать, удалить, переименовать, открыть файл из дерева файлов проекта.

Для проверки работоспособности кода его нужно скомпилировать, поэтому ещё одним удобством редактора кода является консольное окно, в которое компилятор выводит отчёт. От редактора требуется следующий функционал:

- позволить пользователю запустить компиляцию программы;
- выводить информацию, полученную от компилятора, о статусе компиляции программы.

На рис. 1 представлен макет интерфейса, основанный на приведённых выше функциональных требованиях.

---

\* © Белоусов А. Д., 2023.

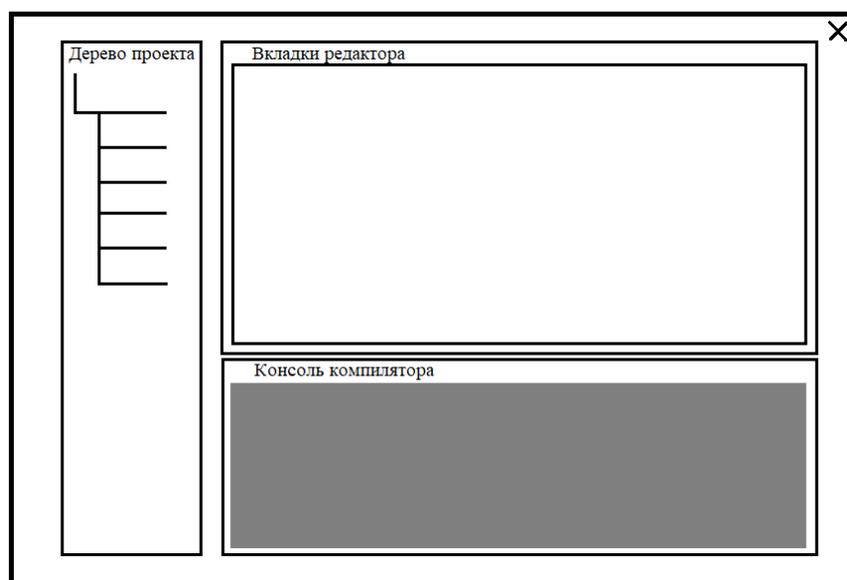


Рис. 1. Макет интерфейса

Вторым этапом реализации приложения является его проектирование. Стоит задуматься об архитектуре будущего приложения, чтобы в дальнейшем можно было легко внедрять новые возможности редактора, минимизировать ошибки и обеспечивать поддержку кода. По моему мнению, лучше подходит модульная архитектура. Она позволяет добавлять новый функционал без сильной зависимости от уже работающих в приложении модулей.

Для определения дальнейшего чёткого плана написания кода существуют различные процессы проектирования. Один из них – *ICONIX* [1]. Он не является избыточным, поэтому в данной статье используем его.

На рис. 2 представлена диаграмма вариантов использования, основанная на требованиях к редактору кода.



Рис. 2. Диаграмма прецедентов

Нужно расписать каждый вариант использования редактора кода – построить алгоритм действий пользователя и отклик приложения на эти действия.

Опираясь на текстовое описание прецедентов, нужно построить диаграммы последовательности для каждого прецедента, которые иллюстрируют взаимодействие элементов приложения через методы классов. Для примера на рис. 3 представлена диаграмма последовательности сценария создания файла.

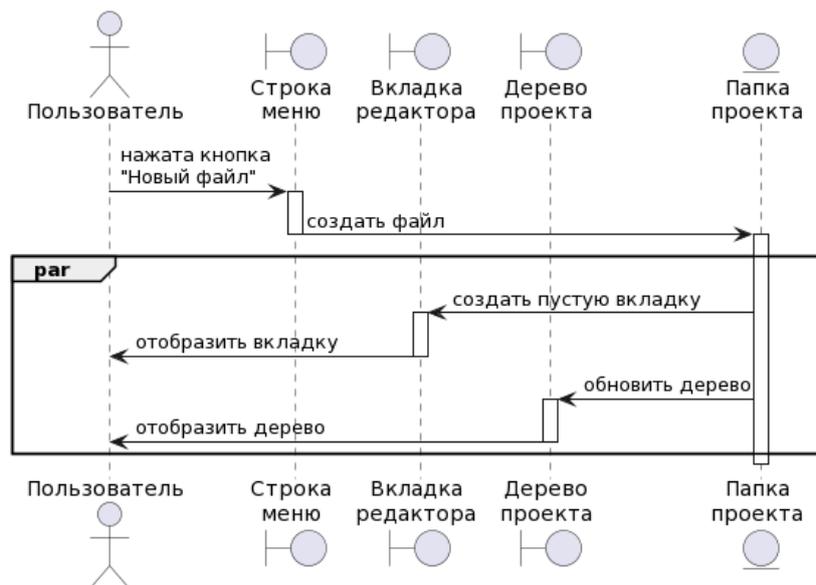


Рис. 3. Диаграмма последовательности

На основе диаграмм последовательностей строится диаграмма классов уровня проектирования. Она является моделью, наиболее близкой к реализации разрабатываемого приложения. Эта диаграмма показывает классы, их методы, зависимости между классами.

Третьим этапом реализации приложения является создание программного кода. Все построенные ранее диаграммы хорошо помогают в этом процессе. Окно разработанного редактора кода представлено на рис. 4.

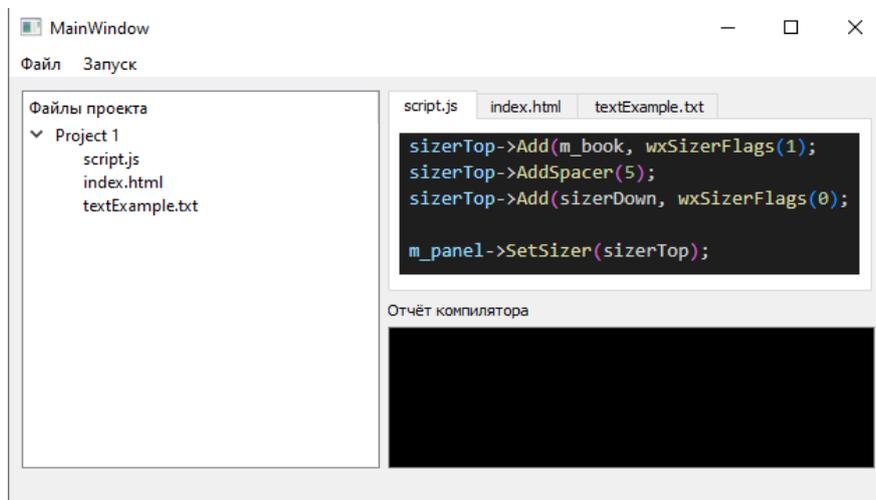


Рис. 4. Окно разработанного редактора кода

Таким образом, в рамках данной статьи были рассмотрены основные этапы реализации редактора кода с подсветкой синтаксиса и реализовано это приложение.

### Список литературы

1. Rosenberg D. Agile Development with the ICONIX Process: People, Process and Pragmatism / D. Rosenberg, M. Stephens, M. Collins-Cop. Berkeley: Apress, 2005. 261 p.

## НЕЙРОННАЯ ПЕРЕДАЧА СТИЛЯ

Н. В. Белый\*

Научный руководитель – Ю. В. Удалова,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Нейронная передача стиля – процесс оптимизации изображений, работающий в данном случае с тремя (или более) изображениями: объект содержания (основное изображение), объект переноса стиля (например, некое произведение художника) и результирующим объектом (результат работы нейросети – желаемое изображение). Используя нижеописанный алгоритм на двух входных объектах, получаем результат, желаемое изображение, содержимое которого примерно соответствует первому изображению, а стиль такого изображение примерно схож со вторым объектом.



Рис. 1. Пример передачи стиля на изображение

Смысл данного алгоритма заключается в определении двух функций расстояния. Одна из них описывает, насколько друг от друга отличаются содержания объектов содержания и результирующим объектом (функция контента). Вторая функция описывает разницу между всеми объектами (функция стиля). Получив входную группу объектов (объект содержания и объект (-ы) переноса стиля), нейросеть преобразовывает основное объект так, чтобы его расстояние по функции контента с изображением контента и расстояние по функции стиля с изображением стиля было минимально [1].

Чтобы получить представления о содержании и стиле входной группы, в первую очередь проводим анализ промежуточных слоев модели (вводная информация). Вводная информация представляет собой карты признаков, информация которых по мере углубления анализа становится более упорядоченной.

\* © Белый Н. В., 2023.

В данной ситуации будет эффективнее использовать сетевую архитектуру VGG19 – предварительно подготовленную сеть классификации изображений. Промежуточные слои играют важную роль в определении представлений. Для входных объектов необходимо сопоставить соответствующие представления на этих промежуточных слоях.

Разворачиваем и адаптируем VGG19, чтобы подать тензор на вход модели. Это даст возможность получать карты признаков, а впоследствии – представления стиля и контента для основных функций.

Плюсом VGG19 является её относительная простота (по сравнению с *ResNet*, *Inception* и им подобным). За счёт этого намного проще получить необходимое представление вводной информации в нужном для нейросети виде.

Чтобы получить доступ к промежуточным слоям, соответствующим картам признаков стиля и контента, нужно получить характерные выходные данные, используя *Keras functional API* для первичного определения модели с требуемыми выходными функциями активации [1].

Для классификации изображения нейросетью необходимо произвести обучение для «понимания» этого изображения, которое включает в себя построение из группы пикселей сложных представлений объектов на изображении. Исходя из этих требований, были выбраны сверточные нейронные сети. Данный класс нейросетей способен хорошо выделять общие признаки: они способны заметить постоянство и определить особенности, характерные для какого-либо класса (чтобы отличить, например, кота от собаки), игнорируя при этом фоновый шум. Таким образом, где-то между подачей входной группы объектов и получением результирующего объекта, располагается обученная модель, способная находить признаки во входных объектах. Это означает, что именно из данной модели возможно получения карт признаков из промежуточных слоев, из них, в свою очередь, можно без труда получить как представление стиля для второй функции, так и содержание изображения для первой [2].

Определение функции потерь для объекта содержимого довольно просто. Подаём на вход нейросети входные данные, следующим шагом получаем промежуточные слои уже созданной модели. Последним шагом рассчитываем Евклидово расстояние между промежуточными слоями.

Для минимизации потерь при переносе стиля со второго объекта на результирующий понадобится оптимизатор. Для достижения желаемого результата необходимо многократно получать результирующий объект константных значениях в весах нейросети. Вместо этого можно дополнительно скорректировать разбор входной группы объектов посредством «тренировки» (дополнительного обучения). Однако, для этого необходимо сформулировать расчёт функций потерь и градиентов. Используя оптимизатор, можно понять функциональность искомых данных в собственных циклах обучения.

Также стоит упомянуть возможности использования не одного объекта переноса стиля, а целой группы таких объектов для «смешивания» стилистики в результирующем объекте. Для этого придётся внести изменения в функцию потерь, назначить веса потерям стиля для каждого изображения и просуммировать их.



Рис. 2. Результат работы нейросети

Данный алгоритм во многом был создан практически с нуля, и должен существовать более эффективный вариант. Более совершенный оптимизатор точно должен улучшить качество результирующего объекта, т. к. на основании данных оптимизатора строятся основные функции данного алгоритма.

### Список литературы

1. Нейросети для работ с текстурами изображений. URL: [arxiv.org/pdf/1603.03417.pdf](https://arxiv.org/pdf/1603.03417.pdf).
2. Нейросети трансфера стиля. URL: [rn-unison.github.io/articulos/style\\_transfer.pdf](https://rn-unison.github.io/articulos/style_transfer.pdf).

## ЦИФРОВОЙ ЛЕКТОРИЙ В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ УДАЛЁННОГО ДОСТУПА К ЛАБОРАТОРНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

Д. С. Галкина, П. Д. Неустроев\*

Научный руководитель – О. В. Непомнящий,  
кандидат технических наук, профессор  
*Сибирский федеральный университет*

На сегодняшний день задача подготовки высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий, микропроцессорных систем, интернета вещей, программируемых логических интегральных схем требует высоких затрат, т. к. данные направления требуют дорогостоящей высокотехнологичной аппаратуры и инфраструктуры. В связи с этим предоставление удалённого доступа к такому оборудованию позволяет снизить затраты на его покупку, а также расширить охват аудитории. Также использование технологии удалённого доступа позволяет обучать иногородних специалистов, а также людей с ограниченными возможностями здоровья. Для этого совместно с доступом к оборудованию нужно предоставлять цифровой обучающий контент. Таким образом, актуальной можно считать проблему создания такого контента.

Для решения этой проблемы в рамках проекта «Система удалённого доступа к лабораторному оборудованию», реализуемого на кафедре вычислительной техники ИКИТ СФУ при поддержке благотворительного фонда Владимира Потанина<sup>†</sup> была начата разработка цифрового лектория, содержащего учебные материалы по различным учебным дисциплинам по направлениям «Информатика и вычислительная техника», «Вычислительные системы и сети». Цифровой лекторий представляет собой электронный ресурс с размещёнными на нём учебными материалами: лекциями, проверочными материалами, заданиями на лабораторные работы. Для лучшего восприятия и усвоения материалов они должны быть структурированы особым образом в соответствии с методикой преподавания каждой дисциплины. Эта структура, разработанная совместно с преподавателями кафедры вычислительной техники, должна стать основой новой образовательной методики, при помощи которой станет возможной подготовка высококвалифицированных специалистов в областях, связанных с цифровой микроэлектроникой.

В результате анализа различных образовательных платформ, таких как *Coursera* [1], *Stepik* [2], НОУ «Интуит» [3], *Moodle* [4], рабочей группой проекта было принято решение реализовать цифровой лекторий в виде элек-

---

\* © Галкина Д. С., Неустроев П. Д., 2023.

<sup>†</sup> «Проект реализуется победителем грантового конкурса для преподавателей магистратуры 2021/2022 Стипендиальной программы Владимира Потанина».

тронного курса, разрабатываемый на базе системы электронного обучения СФУ «ЕКурсы», которая, в свою очередь, разработана на основе системы дистанционного обучения Moodle. Такой вариант реализации был выбран по нескольким причинам, в числе которых удобство переноса материалов из существующих курсов, а также то, что преподаватели ИКИТ СФУ хорошо знакомы с работой в системе «ЕКурсы», что позволит быстро начать работу лектория без дополнительного обучения преподавателей.

Курс «Цифровой лекторий» поделён на разделы, каждый из которых посвящён одной учебной дисциплине, например, «Микроконтроллеры и системы-на-кристалле», «Программируемые логические интегральные схемы» и т. д. Структура каждого раздела разрабатывается совместно с преподавателями, ведущими данную дисциплину.

На рис. 1 в виде схемы представлена структура раздела «Микроконтроллеры и системы-на-кристалле».

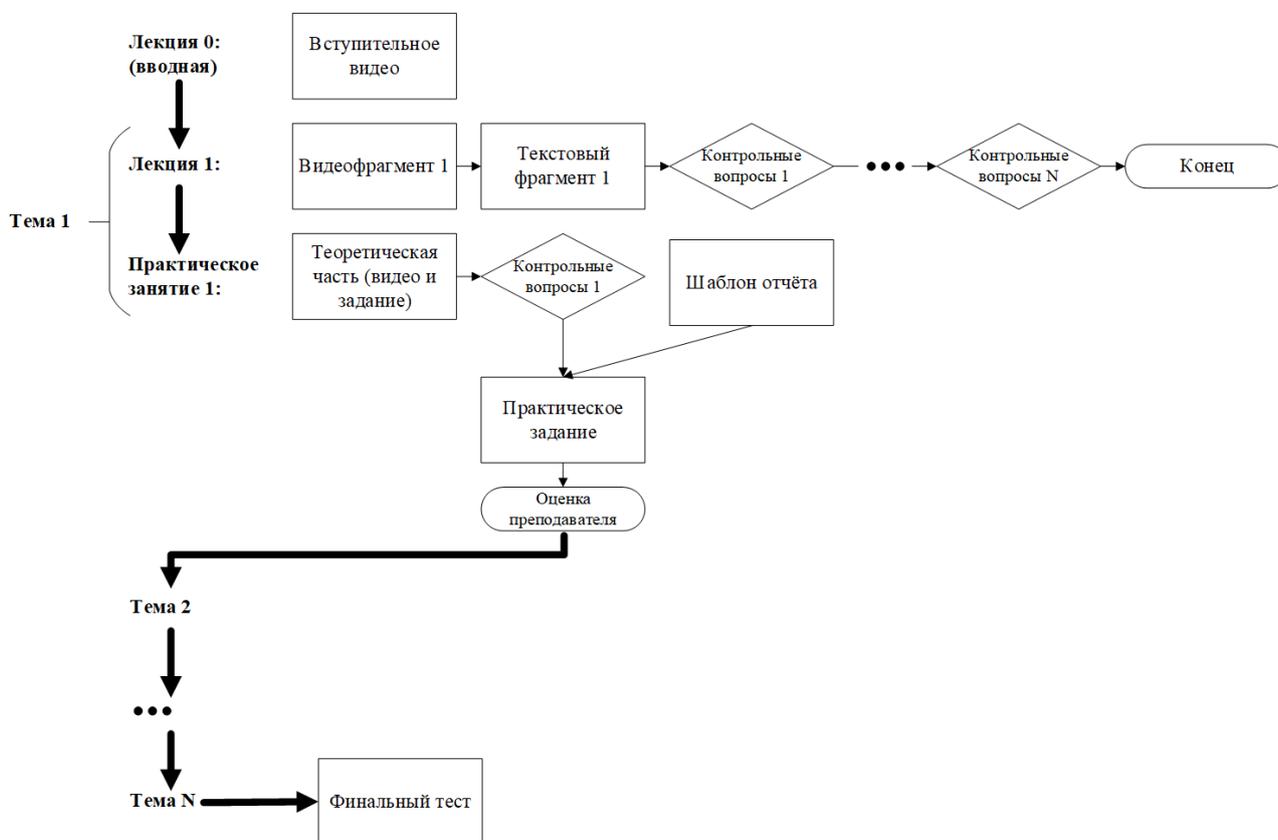


Рис. 1. Структурная схема раздела «Микроконтроллеры и системы-на-кристалле»

Как можно увидеть на рис. 1, раздел цифрового лектория «Микроконтроллеры и системы-на-кристалле» состоит из нескольких тем, в каждую из которых входит лекция и практическое занятие. Все элементы раздела следуют друг за другом и открываются последовательно: пока студент не получит оценку за практическую работу № 1, он не сможет приступить к изучению материала лекции № 2. После успешного выполнения всех практических заданий и текущего контроля в виде тестов, студент должен пройти финальный тест, в котором содержатся вопросы по всем темам раздела.

Лекции в данном разделе реализуются в виде элемента «Лекция». Этот элемент позволяет создавать лекции, в которых содержится и текстовая информация, и медиаресурсы – например, видео и контрольные вопросы. Как показано на рис. 1, в лекциях раздела «Микроконтроллеры и системы-на-кристалле» видеофрагменты, текстовая информация и вопросы чередуют друг друга. В каждом видеофрагменте содержится часть лекции, читаемой преподавателем, сопровождаемая презентацией. Текстовая информация предназначена для лучшего усвоения материала, представленного в видео, а контрольные вопросы – для его закрепления.

После того как студент успешно освоил материал лекции, ответил на все контрольные вопросы, ему открывается доступ к материалам курса, представляющим собой практическое занятие. Среди этих материалов – видео с кратким объяснением практического задания и необходимой теорией, тест из нескольких вопросов на понимание задания для допуска к работе и шаблон отчёта, который нужно подготовить для сдачи задания. После прохождения теста студент получает доступ непосредственно к элементу курса «Задание», куда можно прикрепить отчёт для проверки преподавателем. Если практическое задание предусматривает работу с оборудованием, то в нём также содержится инструкция по работе с системой удалённого доступа к лабораторному оборудованию, при помощи которой нужно выполнять практические задания в дистанционном режиме.

На данный момент создан электронный курс «Цифровой лекторий» в системе электронного обучения СФУ «eКурсы», в нём созданы разделы, соответствующие разным дисциплинам. Почти завершено наполнение раздела «Микроконтроллеры и системы-на-кристалле». Начата работа по разработке структуры раздела «Программируемые логические интегральные схемы». В будущем планируется наполнение всех разделов курса, а также перевод учебных и контрольных материалов на английский язык для наполнения англоязычных разделов курса.

### **Список литературы**

1. Coursera. URL: [coursera.org](https://coursera.org).
2. Национальный открытый университет «Интуит». URL: [intuit.ru](https://intuit.ru).
3. Stepik. URL: [stepik.org/catalog](https://stepik.org/catalog).
4. Moodle. URL: [moodle.org/?lang=ru](https://moodle.org/?lang=ru).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЗАЩИЩЁННЫХ ПРОТОКОЛОВ ОБМЕНА В СИСТЕМЕ УДАЛЁННОГО ДОСТУПА К ЛАБОРАТОРНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ\*

А. В. Данилович\*

Научный руководитель – С. Н. Титовский,  
кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

В настоящее время роль цифровых технологий в жизни человека растёт в геометрической прогрессии. В связи с этим информация, которая хранится на различных носителях, обрабатывается и передаётся различными веб-приложениями, требует должного шифрования и защиты данных.

Так, любой сайт в данный момент времени обязан иметь наличие *SSL*-сертификата для обеспечения безопасной передачи данных между клиентской стороной и сервера. Иначе, данные пользователей могут оказаться в руках злоумышленников и использоваться в выгодных для них целях.

На основании вышеизложенного, можно сказать, что большинство сайтов, которые поддерживают *SSL*-сертификат в рабочем состоянии и не допускают просрочки действия сертификатов могут обеспечить безопасное соединение между клиентом и сервером за счёт асимметричного ключа, который используется для аутентификации и симметричного ключа, который используется для конфиденциальности и для сохранения целостности сообщений [1, 2]. Схема работы *SSL*-сертификата представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема работы *SSL*-сертификата

\* Проект реализуется победителем грантового конкурса для преподавателей магистратуры 2021/2022 Стипендиальной программы Владимира Потанина

\* © Данилович А. В., 2023.

Но в настоящее время существует проблема автоматической настройки *HTTPS* на сервере, когда *SSL/TSL*-сертификаты выдаются и обновляются без участия человека.

Известным решением данной проблемы стал сервис *Let's Encrypt*, который в роли агента по управления сертификатами работает на веб-сервере и далее *Let's Encrypt* идентифицирует веб-сервер с запущенным агентом по открытому ключу. Открытый и закрытый ключи генерируются агентом перед первым подключением к центру сертификации *Let's Encrypt*. После подключения агента к центру сертификации создаётся аккаунт администратора сервера. В созданный аккаунт добавляются доменные имена, которыми владеет администратор, аналогично тому, как это происходит в обычных центрах сертификации [3].

Также существует два варианта создания *SSL*-сертификата:

- 1) разработка самоподписанного сертификата;
- 2) использование бесплатного программного продукта *Certbot*.

*Certbot* – это клиент протокола *ACME*, который устанавливается на конечном сервере и используется для запроса сертификата, валидации домена, установки сертификата и дальнейшего автоматического продления сертификатов от *Let's Encrypt* [4].

В связи с этим было принято решение использовать данный сертификат для разрабатываемого сайта к системе удалённого доступа к лабораторному оборудованию. Это обеспечит безопасность и будет шифровать пакеты данных, что не позволит прослушивать *HTTP*-пакеты злоумышленникам.

Для этого необходимо установить утилиту-домен «*Snapd*» на вычислительную машину, в которой находится сайт системы удалённого доступа. Далее обновить данную утилиту и установить *Certbot* в вычислительную машину.

Далее необходимо получить *SSL*-сертификат от центра сертификации *Let's Encrypt* и установить его с помощью *Certbot*. А также необходимо произвести автоматическое продление полученного сертификата, т. к. полученный сертификат действует всего три месяца, но за счёт автопродления участие человека не требуется.

Разрабатываемый сайт системы удалённого доступа к лабораторному оборудованию предполагает использование различных лабораторных стендов в удалённом доступе с помощью сессий, которые бронируются студентом на определённое время и позволяют получить доступ к данным стендам (рис. 2).

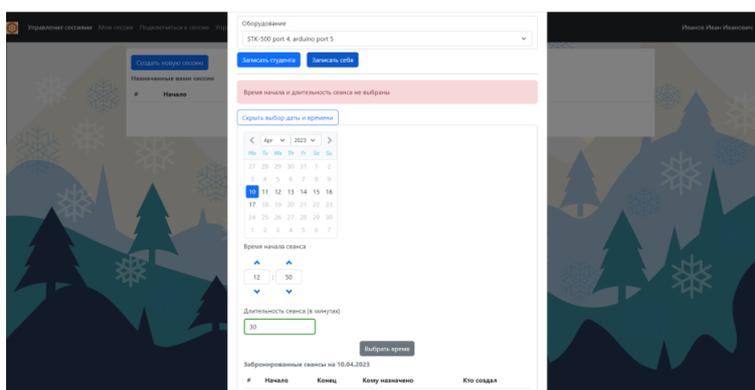


Рис. 2. Оформление бронирования сессии

Во время сессии студент получает полный доступ к забронированному стенду и может выполнять полученные ранее лабораторные работы. Также преподаватель может наблюдать за действиями студентов в режиме онлайн. Осуществление зрительного восприятия происходит за счёт встроенной видеокамеры на каждый стенд, но студент имеет доступ к камере только на забронированной сессии.

Таким образом, *SSL*-сертификат позволит обеспечить защищенность передаваемых пакетов между клиентом и сервером, что также не позволит прослушивать трафик злоумышленникам.

На основании вышеизложенного отметим, что предложенное решение позволяет обеспечить защищённость данных в мировой сети и к системе удалённого доступа к лабораторному оборудованию.

Сайт играет ключевую роль в системе удалённого доступа к лабораторному оборудованию, т. к. именно он соединяет студента с оборудованием и позволяет выполнять ранее полученные лабораторные работы, что также упрощает работу преподавателям с возможностью наблюдения за выполнением работы студентом.

### **Список литературы**

1. Что такое протокол HTTPS и принципы его работы // REG.RU. URL: [help.reg.ru/support/ssl-sertifikaty/obshchaya-informatsiya-po-ssl/chto-takoye-protokol-bezopasnosti-tls](http://help.reg.ru/support/ssl-sertifikaty/obshchaya-informatsiya-po-ssl/chto-takoye-protokol-bezopasnosti-tls).
2. What is SSL (Secure Sockets Layer)? // Cloudflare. URL: [cloudflare.com/learning/ssl/what-is-ssl](https://cloudflare.com/learning/ssl/what-is-ssl).
3. Как работает Let's Encrypt // Let's Encrypt. URL: [letsencrypt.org/ru/how-it-works](https://letsencrypt.org/ru/how-it-works).
4. About Certbot. URL: [certbot.eff.org/pages/about](https://certbot.eff.org/pages/about).

## МОДЕЛИРОВАНИЕ В MATHCAD ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

А. В. Зазнобина, Д. В. Лукьянов, И. А. Заболотский\*

Научный руководитель – С. А. Бронов,  
доктор технических наук, профессор  
Сибирский федеральный университет

При изучении цифровых устройств студенты пользуются различными программами моделирования – например, [1] и др. В этих программах устройства представляются в виде функциональных блоков и соединяются между собой с помощью соответствующих электрических связей. В результате можно собрать схему и затем запустить процесс моделирования. При изучении общих принципов функционирования таких устройств это очень удобно, т. к. напоминает разработку реального цифрового устройства из отдельных элементов. Но для студентов остаётся неизвестным, как реализованы эти устройства в виде моделей. А для программиста важно именно это – хорошо представлять себе программные модели изучаемых элементов.

Математическую сущность моделей хорошо изучать с помощью универсальных математических пакетов типа *MathCAD*, *MatLab* и т. п. Был выбран *MathCAD14*, который используется в учебном процессе в СФУ.

В качестве моделируемых объектов взяты основные цифровые элементы малой и средней степени интеграции: НЕ, И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ с различным числом входов; триггеры *RS*, *JK* и др.; счётчики, регистры, сумматоры.

Общий принцип заключается в том, чтобы построить модели более сложных элементов на основе более простых – например, триггеры – на основе элементов И-НЕ, счётчики – на основе триггеров и т. д.

Моделирование процессов производится с помощью расчётов с применением методов численного интегрирования. Но цифровые элементы в простейшем случае могут не иметь дифференциальных уравнений. Тогда невозможно использовать для расчётов методы численного интегрирования. Поэтому предложено вводить специальный элемент, обеспечивающий формирование внутреннего модельного времени и содержащий одно дифференциальное уравнение.

Модель цифрового элемента должна воспроизводить логику его работы, а также реальные процессы в нём: уровни сигналов (для 0 и для 1), конечную длительность переднего и заднего фронтов. Поэтому элементарная модель включает логику работы в соответствии с моделируемой функцией (например, И-НЕ), а также дифференциальные уравнения, моделирующие передний и задний фронты импульса:

---

\* © Зазнобина А. В., Лукьянов Д. В., Заболотский И. А., 2023.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{-x + u}{T},$$

где  $x$  – текущее значение фронта импульса;  $u$  – высота импульса с идеальными фронтами;  $T$  – постоянная времени фронта (может быть разной для переднего и заднего фронтов импульса).

Высота импульса с идеальными фронтами:

$$u = U_1 - U_0,$$

где  $U_0$  – уровень логического нуля (для многих микросхем  $\approx 0,2$  В);  $U_1$  – уровень логической единицы (для многих микросхем  $\approx 2,4$  В).

Были проведены тестовые расчёты. Ниже приводятся результаты моделирования комбинационной схемы (рис. 1) и RS-триггера (рис. 3) на основе двух элементов 2И-НЕ с обратными связями.

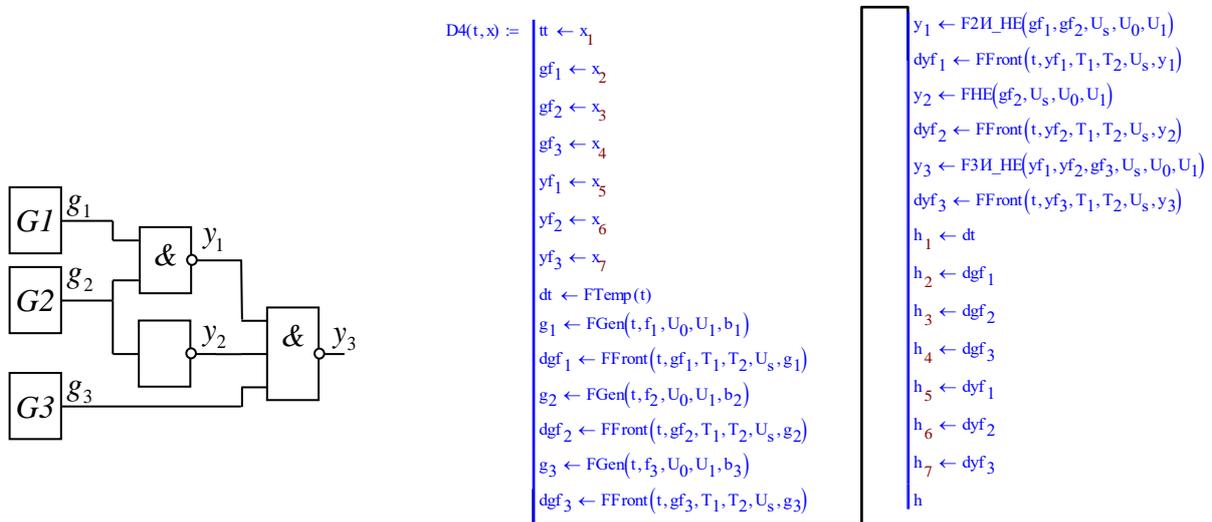


Рис. 1. Комбинационная схема

Результаты моделирования переключений комбинационной схемы приведены на рис. 2.

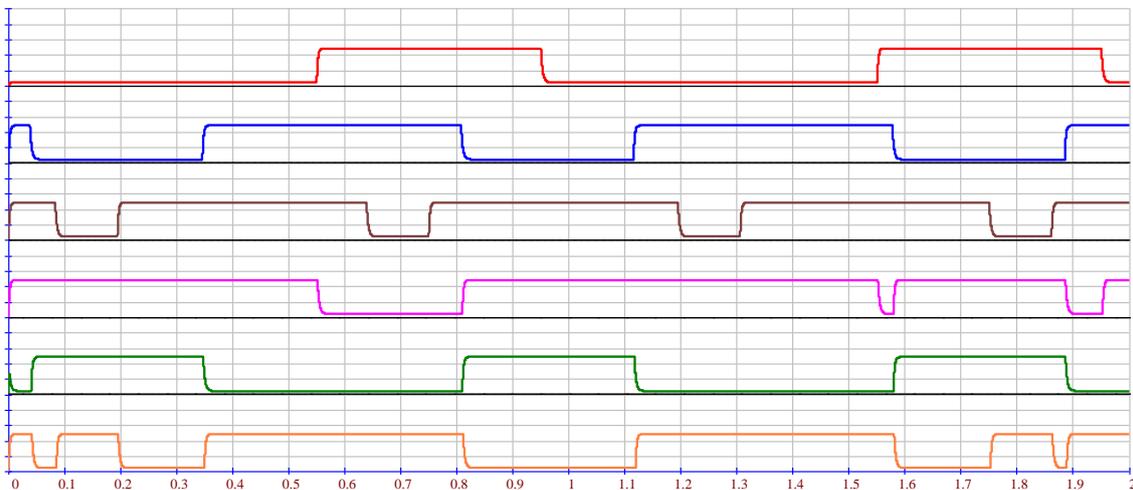


Рис. 2. Процессы в модели комбинационной схемы

Схема *RS*-триггера была реализована программно с использованием созданной библиотеки элементов (рис. 3). Результаты моделирования переключения *RS*-триггера приведены на рис. 4.

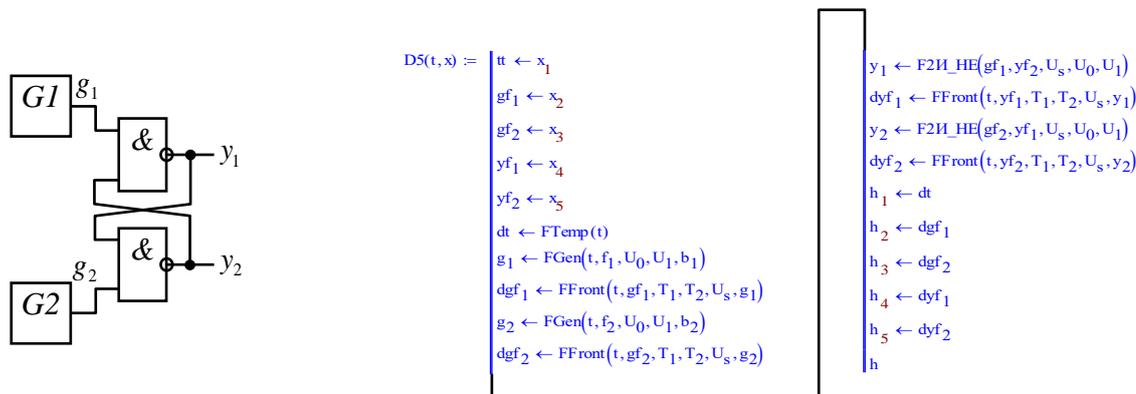


Рис. 3. Программная модель *RS*-триггера на элементах 2И-НЕ

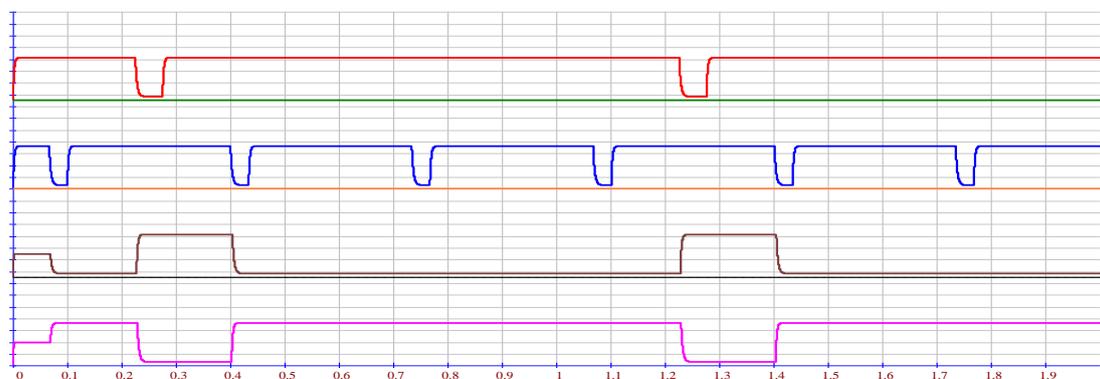


Рис. 4. Процессы в модели *RS*-триггера на элементах 2И-НЕ

На графиках видно, что отражаются значения напряжения для логических нуля и единицы, а также реальный вид переднего и заднего фронтов импульсов.

Разработанная библиотека математических и программных моделей цифровых элементов позволяет обучать студентов не только принципам построения и функционирования цифровых устройств, но также особенностям их моделирования на уровне математического, алгоритмического и программного обеспечения.

В перспективе предполагается реализовать аналогичную библиотеку на *C++* в рамках научно-учебной системы моделирования [2], создаваемой авторами для обучения студентов.

### Список литературы

1. Загидуллин Р. Ш. Системотехническое моделирование устройств обработки сигналов / Р. Ш. Загидуллин, С. Н. Карутин, В. Б. Стешенко. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 294 с.
2. Заболотский И. А. Научно-учебная система моделирования динамических объектов / И. А. Заболотский, А. В. Зазнобина, Д. В. Лукьянов // Проспект Свободный: матер. XVIII МК студентов, аспирантов и молодых учёных (Красноярск, 25–30.04.2022). С. 911–914.

**ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
МНОГОЧАСТОТНОГО ПРОТОКОЛА  
С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ  
В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ**

**Н. Ф. Зимин\***

**Научный руководитель – В. Г. Середкин,  
кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет**

Технические специалисты, в современных условиях отвечающие за введение в оборот современных спутниковых телекоммуникационных систем, использующих огромное количество самых разнообразных протоколов взаимодействия между центральными наземными станциями (далее – ЦНС), а также за их оптимизацию, одновременно с непосредственной эксплуатацией данных протоколов, также обязаны учитывать особенности передаваемого сетевого трафика и клиентоориентированность компаний, пользующихся услугами провайдеров спутниковой связи.

В данной статье будут рассмотрены два важнейших протокола разделения канала передачи данных для обеспечения многостанционного доступа к ним со стороны ЦНС и, соответственно, потенциальных клиентов – это протоколы *TDMA* (англ. *Time Division Multiple Access*) и *MF-TDMA* (англ. *Multi-Frequency Time Division Multiple Access*) [1].

Большинство текущих систем связи, использующих в своей инфраструктурной основе спутниковые установки и ЦНС, работают на основе протокола *TDMA*, позволяющего разделять один канал на несколько «подканалов», работающих по принципу выделения тайм-слотов в исходном общем кадре канального уровня для каждого отдельного пользователя сети. Эти тайм-слоты, в свою очередь, заполняются данными, передаваемыми клиентами сети. Каждый канал, задающийся неким номером внутри программы-контроллера связи, при этом является независимым; следствием этого служит периодическое простаивание (англ. *idle*) тайм-слотов в моменты, когда нагрузка на сеть не является пиковой. Также существует проблема роуминга: когда абонент, использующий беспроводное устройство для связи, передвигается из одной области, покрываемой данным конкретным рабочим экземпляром протокола *TDMA*, он может не получить новые тайм-слоты в другой зоне, поскольку все тайм-слоты являются выделенными заранее, а вхождение в ведомство другой ЦНС и спутниковой системы не гарантирует выделение новых тайм-слотов [2; 3].

---

\* © Зимин Н. Ф., 2023.

На данный момент существует решение перечисленных выше проблем: протокол *MF-TDMA*, сравнение которого с обычным *TDMA* приведено ниже (рис. 1).



Рис. 1. Сравнение схематично изображённых кадров протоколов *TDMA* и *MF-TDMA*

На приведённом выше рисунке можно заметить, что, в отличие от *TDMA*, игнорирующего необходимость других каналов в тайм-слотах и отправляющего кадры с пустыми тайм-слотами, *MF-TDMA* такой проблемой не обладает в силу отличного оптимизационного алгоритма выделения тайм-слотов, основанного на анализе количества входящего и выходящего сетевого трафика, загруженности сети, приоритета передачи сетевых кадров и т. д.

Но есть у данного протокола и недостатки, к самым очевидным из которых можно отнести сложности с выделением частот и нехваткой указанных частот. Примером тому служат вышеописанные проблемы в ведомственных структурах РФ, отражённые в современных исследованиях [4].

В связи со спецификой поставленной задачи для реализации был выбран протокол *MF-TDMA*, поскольку именно он обеспечивает оптимальный расход тайм-слотов и использование общего канала связи на пике его возможностей.

Помимо этого, стоит заметить, что в зависимости от реализации алгоритма распределения данных пользователей по тайм-слотам производительность системы, основанной на протоколе *MF-TDMA*, может различаться [5].

Для успешной реализации указанного протокола предлагается выполнение следующих задач:

- 1) реализация необходимых структур данных на языке программирования C (синхронизация сетевого времени по протоколу *NCR*, формат *DVB-S2*);
- 2) написание прототипа алгоритма выделения тайм-слотов для каждого абонента-участника ЦНС;
- 3) успешный запуск и тестирование (компиляция и ввод в эксплуатацию) предложенного решения.

Так, протокол *MF-TDMA* создаст необходимые условия для оптимизации процесса мультиплексирования общего канала связи, что приведёт к росту производительности всей системы связи.

Данный протокол мультиплексирования призван обеспечить высокую скорость передачи данных в спутниковых системах связи за счёт математически выверенных и оптимизированных алгоритмов распределения пользовательских данных во времени при помощи тайм-слотов с учётом наличия множества пользователей.

### **Список литературы**

1. Сомов А. М. Спутниковые системы связи / А. М. Сомов, С. Ф. Корнев. М.: Горячая линия – Телеком, 2012. 244 с.

2. TDMA (Time Division Multiple Access) // celnet.ru. URL: celnet.ru/TDMA.php.

3. TDMA (Time Division Multiple Access) // ecstuff4u.com. URL: ecstuff4u.com/2018/01/advantages-and-disadvantages-of-tdma.html.

4. Попов А. В. Особенности технологии TDMA в сетях связи и её применение в ведомственных структурах / А. В. Попов, С. Л. Анисимов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2019. С. 312–314.

5. A Spectrum Sharing Framework for Intelligent Next Generation // researchgate.net. URL: researchgate.net/publication/328167520\_A\_Spectrum\_Sharing\_Framework\_for\_Intelligent\_Next\_Generation\_Wireless\_Networks?enrichId=rgreq-488319e3333aac81a89d835309a64824-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMzODE2NzUyMDtBUzo2ODEyMTEyNDgxMjQxNjNAMTUzOTQyNDgwMjQ5OAA%3D%3D&el=1\_x\_2&\_esc=publicationCoverPdf.

## ВЫБОР МОДУЛЕЙ СОК ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ С ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ ОТСЧЁТОВ В ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Д. А. Калинин\*

Научный руководитель – А. И. Постников,  
кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

Достоверность информации, передаваемой в различных системах связи, в т. ч. в многоканальных, может снижаться вследствие отказов каналов передачи данных. Поэтому проблема обеспечения их отказоустойчивой работы является одной из актуальных задач, решаемых при их проектировании. К методам повышения надёжности передачи информации можно отнести использование системы остаточных классов (СОК) [1; 2]. Отсчёт цифрового сигнала в СОК представляет собой совокупность независимых друг от друга остатков от деления (вычетов) на ряд  $N$  взаимно-простых целых положительных чисел  $x_1, x_2, \dots, x_N$ , называемых модулями СОК, произведение которых задаёт верхнюю границу возможного диапазона кодирования. Каждый вычет СОК может передаваться по отдельному каналу, при отказе которого информация восстанавливается за счёт остальных вычетов, успешно переданных по другим каналам [1].

Как правило, коррекция ошибок в СОК основана на введении избыточных модулей [2]. Однако применение данного решения в системах передачи данных приводит к тому, что часть пропускной способности каналов связи используется для передачи контрольной, а не полезной информации. Отказ от избыточных модулей СОК возможен при кодировании плавных сигналов, особенностью которых является детерминированная зависимость цифровых отсчётов друг от друга. Такая зависимость может быть формализована в виде интерполирующей функции, которая с достаточной точностью представляет исходный сигнал и на основании которой могут быть получены экстраполированные значения, необходимые для восстановления сигнала при отказе каналов [1]. При этом каждое экстраполированное значение в общем случае является приближённым, а в качестве корректной величины принимается одно из нескольких вычисляемых потенциальных значений отсчёта, наименее отличающееся от него (рис. 1). Количество потенциальных значений равно произведению модулей СОК, вычеты по которым были переданы по отказавшему каналу.

---

\* © Калинин Д. А., 2023.

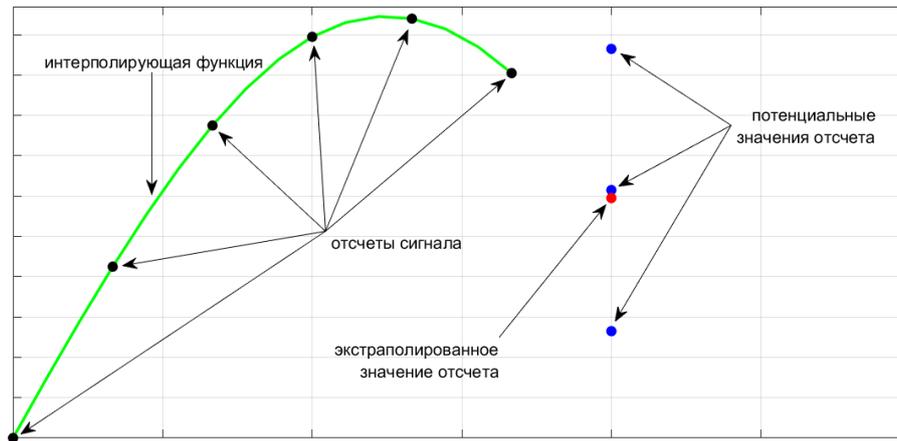


Рис. 1. Восстановления плавного сигнала, представленного в СОК

Проблема выбора модулей СОК для кодирования плавных сигналов в многоканальных системах может рассматриваться как оптимизационная задача, для которой должна быть определена целевая функция, формализующая критерии выбора. Одним из таких критериев можно считать информационную избыточность  $\varphi$  [1], определяемую по отношению к максимальной величине отсчёта сигнала  $t$  как долю неиспользуемых кодовых комбинаций по формуле

$$\varphi = 1 - \frac{t+1}{\prod_{i=1}^N x_i}.$$

В качестве другого критерия может выступать доля избыточных двоичных разрядов  $\mu$  в кодовом векторе СОК минимальной разрядности (рис. 2) [1].

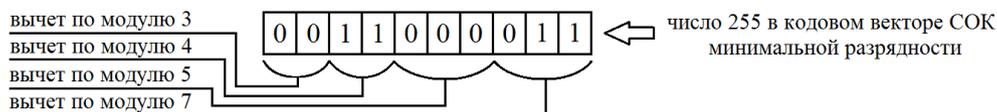


Рис. 2. Пример вектора СОК минимальной разрядности

Величина  $\mu$  определяется по формуле

$$\mu = 1 - \frac{\lceil \log_2(t+1) \rceil}{\sum_{i=1}^N \lceil \log_2 x_i \rceil}.$$

Существующая методика выбора модулей СОК направлена на минимизацию величин  $\varphi$  и  $\mu$ , что обуславливается методом коррекции информации, а также уменьшением объёма передаваемых данных [1]. Соответствующая этой методике целевая функция  $f_1$  может быть представлена в виде

$$f_1(x_1, x_2, \dots, x_N) = \varphi + \mu.$$

Ввиду того, что величина  $\mu$  минимизируется, величина  $\varphi$  может быть максимизирована без увеличения объёма передаваемых данных с целью повы-

шения устойчивости к кратковременным отказам каналов путём расширения множества избыточных кодовых комбинаций. Кроме того, возможно введение дополнительного дифференцирующего показателя, учитывающего вычислительные затраты на восстановление сигнала. Если допустить, что вероятности выхода из строя каналов примерно одинаковы, то в качестве такого показателя может использоваться средняя величина модулей СОК  $\varepsilon$ . Таким образом, целевая функция  $f_2$  предлагаемой в данной работе методики примет вид

$$f_2(x_1, x_2, \dots, x_N) = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} - \varphi + \mu = \varepsilon - \varphi + \mu.$$

Модули СОК, полученные в ПО *MATLAB* путём минимизации целевых функций с помощью генетического алгоритма, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Модули СОК, полученные путём минимизации целевых функций

	2 канала		3 канала		4 канала	
	$f_1$	$f_2$	$f_1$	$f_2$	$f_1$	$f_2$
Модули СОК	6, 43	16, 17	2, 3, 43	5, 7, 8	2, 3, 5, 11	3, 4, 5, 7
$\varphi$ , %	0,78	5,88	0,78	8,57	22,4	39,1
$\mu$ , %	11,1	11,1	11,1	11,1	20	20
$\varepsilon$	24,5	16,5	16	6,67	5,25	4,75

Полученные модули СОК обеспечивают кодирование 8-рядных отсчётов сигнала. Анализ показателя  $\varphi$  говорит о том, что наборы модулей  $\{16, 17\}$ ,  $\{5, 7, 8\}$ ,  $\{3, 4, 5, 7\}$ , полученные в ходе минимизации целевой функции  $f_2$ , характеризуются большей информационной избыточностью, по сравнению с модулями целевой функции  $f_1$ , что ведёт к повышению отказоустойчивости. При этом доля избыточных разрядов  $\mu$  при использовании модулей  $f_1$  и  $f_2$  одинакова, однако среднее значение  $\varepsilon$  модулей  $f_2$  меньше, чем модулей  $f_1$ , что говорит о том, что предлагаемая методика выбора модулей СОК позволяет сократить вычислительные затраты на восстановление сигнала.

### Список литературы

1. Цокур Э. А. Использование системы остаточных классов для повышения надёжности цифровых многоканальных систем передачи информации: дисс. канд. техн. наук: 05.13.17 / Э. А. Цокур. Красноярск, 2001. 179 с.
2. Omondi A. Residue Number Systems: Theory and Implementation / A. Omondi, B. Premkumar. London: Imperial College Press, 2007. 296 p.

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

С. А. Картушинский\*

Научный руководитель – А. Г. Хантимиров,  
старший преподаватель  
*Сибирский федеральный университет*

Системы кондиционирования часто устанавливаются в жилые и промышленные помещения с целью поддержания требуемых микроклиматических условий путём контроля и изменения температуры и влажности воздуха в помещении. В зависимости от области применения, задачи системы кондиционирования могут отличаться. Так, например, система кондиционирования может использоваться для создания контролируемой среды с поддержанием требуемого режима температуры и влажности в системах искусственного климата для выращивания растений в закрытых помещениях. Корректность работы системы искусственного климата может играть значительную роль при выращивании растений, т. к. изменения микроклимата могут влиять на процесс обмена кислородом и углекислым газом растений [1]. Многие современные теплицы оснащаются датчиками и системами управления для регулирования температуры воздуха, интенсивности освещения, влажности и концентрации двуокси углерода в соответствии с потребностями культур [2].

Зачастую для управления системой кондиционирования применяются пульты дистанционного управления. Применение данных устройств хорошо подходит для жилых и промышленных помещений, в которых не возникает требования к автоматизации процесса изменения температурного режима. Но в ряде случаев имеется необходимость в регуляции температурного режима по расписанию, например, при проведении испытаний или же научных экспериментов.

В данной работе проводилась разработка интерфейса для автоматического управления системой кондиционирования воздуха, применяемой в междисциплинарной лаборатории Института гастрономии СФУ «Гастрономический R&D-парк». Для поддержания температуры камер для выращивания растений применяется система кондиционирования *Hisense AUC-18HR4SAA1*. Для управления системой кондиционирования предполагается использовать программируемый логический контроллер (ПЛК) *Segnetix Matrix 1020-90*, установленный в лаборатории и выполняющий управление другими элементами системы искусственного климата. Таким образом, целью работы является проектирование

---

\* © Картушинский С. А., 2023.



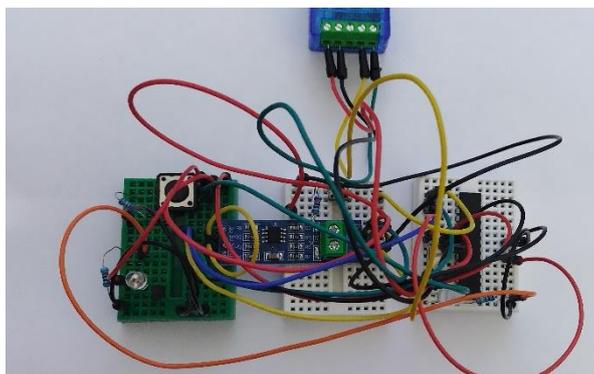


Рис. 2. Прототип RS-485-совместимого ИК-передатчика

Данное устройство использует микроконтроллер *ATmega8A* вместе с модулем *HW-097* на основе микросхемы *MAX485* для получения управляющих сигналов по *RS-485* через *Modbus RTU*. Устройство имеет светодиод для индикации работы, кнопку для сброса микроконтроллера и кнопку для тестирования отправки ИК-сигналов. Один из выходов *ATmega8A* подключён к базе транзисторного ключа, к коллектору которого подключён ИК-светодиод. При помощи программного кода удалось реализовать применение декодированной системы команд для передачи ИК-сигналов, успешно принимаемых системой кондиционирования *Hisense AUC-18HR4SAA1*, а также удалось реализовывать возможность получения управляющих команд по *RS-485* через *Modbus RTU*. Для проверки работы прототипа использовалось ПО для тестирования *Modbus*-систем *Simply modbus*. При помощи *USB-RS-485*-преобразователя устройство было подключено к ПК, с которого передавались управляющие сигналы.

После выполнения устройства на печатной плате данное устройство может быть применено для автоматизации процесса изменения температуры и влажности в помещении. При помощи данного устройства возможно реализовать функцию автоматического изменения температуры без использования специальных систем искусственного климата. В ряде случаев возможно исключить необходимость приобретения дорогостоящего оборудования за счёт применения разработанного устройства, выполненного из недорогих компонентов.

### Список литературы

1. Amitrano C. Crop Management in Controlled Environment Agriculture (CEA) Systems using Predictive Mathematical Models / C. Amitrano, G. B. Chirico, S. de Pascale // *Sensors*. 2020. Vol. 20. No. 11. Pp. 196–200.
2. Roupheal Y. Improving Vegetable Quality in Controlled Environments / Y. Roupheal, M. C. Kyriacou, S. A. Petropoulos // *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 234. Pp. 275–289.
3. Vishay Semiconductors: Data Formats for IR Remote Control. URL: [vishay.com/docs/80071/dataform.pdf](http://vishay.com/docs/80071/dataform.pdf).
4. Koodtalang W. Agricultural Monitoring System with ZigBee Network and PLC based on Modbus RTU Protocol / W. Koodtalang, T. Sangsuwan // *International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI)* (Chiangmai, Thailand, 2020). Pp. 201–204.

## О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Н. В. Коптяев\*

Научный руководитель – О. В. Непомнящий,  
кандидат технических наук, профессор  
*Сибирский федеральный университет*

В современных условиях развития информационных технологий стоит обратить внимание на широко распространенные и разнообразные системы сбора и передачи телеметрических данных [1–3], позволяющие охватить страны и континенты, которые базируются на глобальной спутниковой системе навигации, ориентации и т. д. Это обеспечивает сбор информации с объектов практически в любой точке земного шара, однако следует отметить ряд основных проблем в данной области:

- невозможность эффективно передавать большие объёмы информации, что связано с высокой стоимостью спутниковых каналов и их загруженностью;
- отсутствие стандартизированных протоколов системы обмена информацией между устройствами, а также системами различных производителей, что обуславливает разработку гибридной архитектуры и организации информационного взаимодействия систем сбора и обработки телеметрической информации, получаемой с помощью спутниковых каналов данных.

Известны подобные решения:

- на базе *ZigBee*-модулей *XBee* [4; 5], которые работают как конечное спящее устройство и программируется на периодическую выдачу сообщения, отправляемого координатору компании *MaxStream* из США, была реализована система контроля уровня воды в высокогорных озёрах, что предлагает систему отслеживания уровня воды во время засухи;
- на базе *Wi-Fi* компания *Xiaomi* выпускает различные аксессуары и устройства, что предлагает создание экосистемы бренда для устройства умного дома [6].

На основании анализа известных решений разрабатывается архитектура и принципы взаимодействия в системе передачи телеметрических данных.

Общую схему разрабатываемой системы можно увидеть на рис. 1.

В данном проекте система состоит из контроллера с подключёнными к нему датчиками, исполнителями и устройствами. На контроллере должна быть установлена операционная система с предустановленными драйверами и каталогом поддерживаемых датчиков. Рассматривается подключение датчиков через интерфейсы *ZigBee* или *Wi-Fi*. Через интернет происходит обмен дан-

---

\* © Коптяев Н. В., 2023.

ными с пользователем, который может подключиться к устройству при помощи компьютера или смартфона. Для подключения с компьютера необходимо воспользоваться браузером. Браузерная версия будет представлена как пользовательский веб-интерфейс. Для смартфонов будет разработано приложение, которое не будет уступать в функциональности браузерной версии.

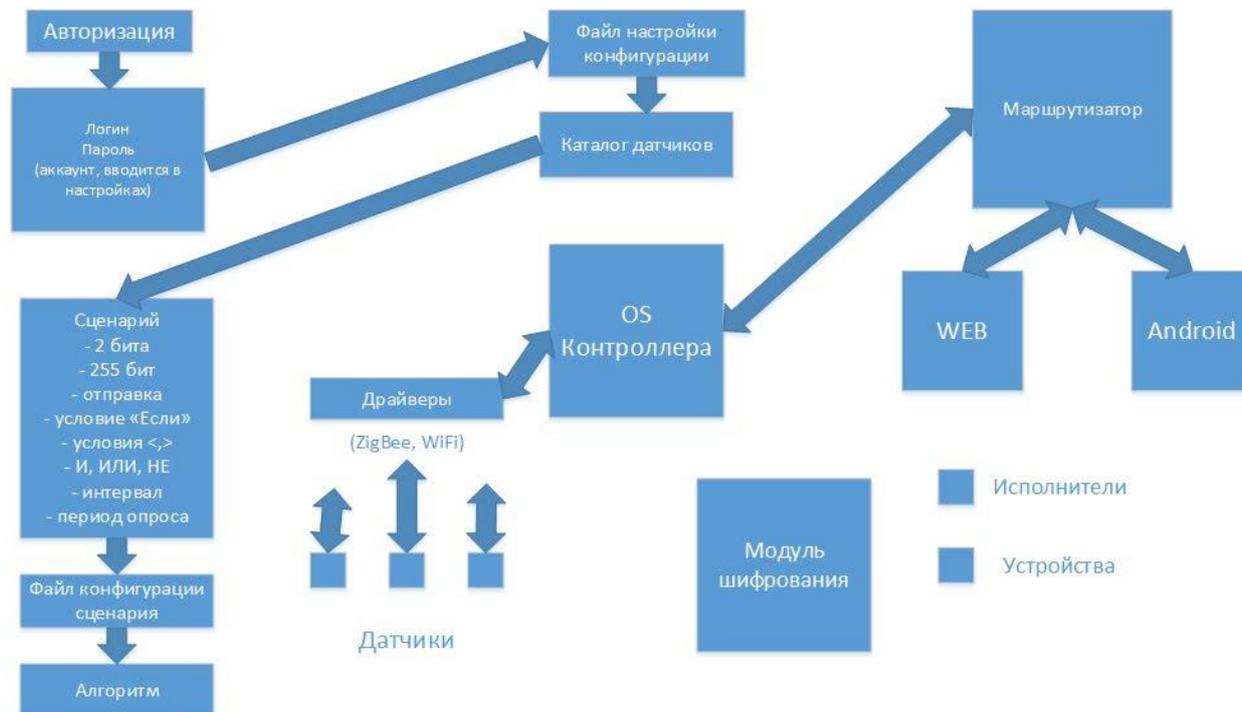


Рис. 1. Общая схема системы

Пользователю будут доступны следующие функции:

- авторизация на устройстве;
- добавление нового датчика;
- настройка конфигурации подключённого датчика;
- мониторинг состояния подключённых к контроллеру устройств;
- настройка собственного сценария работы периферийных устройств.

Для начала работы пользователю необходимо скачать приложение или же воспользоваться браузерной версией и зарегистрировать собственный аккаунт для начала работы в системе. Аккаунт используется для синхронизации данных между всеми зарегистрированными устройствами. После авторизации пользователю будет предложено настроить конфигурацию подключённого датчика, а также выбрать один из предустановленных сценариев или же настроить свой. После чего подключённые периферийные устройства будут управляться контроллером согласно сценарию.

В качестве контроллера на этапе разработки применяется ТВ-медиаплеер *Hyundai h-dmp100*. Он работает под управлением ОС *Android 10* версии, имеет встроенный видеоадаптер *Mali-G31*, процессор *Allwinner H616*, 2 Гб ОЗУ и 16 Гб ПЗУ, *Wi-Fi*, а также выходы: *Hdmi*, *LAN*, 2 *USB 2.0*, *microsd*-порт и порт аудио-видео. На такое устройство можно установить собственную версию ОС *Android* со встроенными приложениями, необходимыми для работы подключа-

емых к контроллеру периферийных устройств. Контроллер подключается к интернету через маршрутизатор. Пользователь должен иметь доступ к интернету посредством подключения к тому же маршрутизатору, находясь в зоне его покрытия, или же любым другим способом – например, используя мобильный интернет. Управление подключёнными к контроллеру датчиками может быть осуществлено из любого места в мире, где есть подключение к интернету.

Разрабатываемая система может применяться для отслеживания температуры угольного котла, пожарных датчиков, системы тёплого пола, а также давления в контуре отопления в загородном доме. Использование данной системы позволит пользователю, который, например, живёт за городом, но на работу уезжает в город, мониторить важные параметры, находясь на расстоянии, что может значительно упростить жизнь, а также повысить безопасность.

На данный момент система находится в стадии ранней разработки. Ведётся работа по оптимизации и проработке структуры системы. В разработке также находятся *Android*-приложение и веб-клиент.

### Список литературы

1. Протоколы обмена информацией. URL: [studme.org/84320/ekonomika/protokoly\\_obmena\\_informatsieya](http://studme.org/84320/ekonomika/protokoly_obmena_informatsieya).

2. Протоколы связи для умного дома. URL: [ferra.ru/review/smarthome/SmartHome-Protocols.htm](http://ferra.ru/review/smarthome/SmartHome-Protocols.htm).

3. Сети передачи телеметрической информации. URL: [radio.bobrodobro.ru/13925](http://radio.bobrodobro.ru/13925).

4. Мониторинговые исследования геологических процессов на территории водохранилища Лэйк Мид. URL: [cyberleninka.ru/article/n/monitoringovye-issledovaniya-geologicheskikh-protsessov-na-territorii-vodohranilischa-leyk-mid-nevada-ssha-s-momenta-ego-zapolneniya](http://cyberleninka.ru/article/n/monitoringovye-issledovaniya-geologicheskikh-protsessov-na-territorii-vodohranilischa-leyk-mid-nevada-ssha-s-momenta-ego-zapolneniya).

5. ZigBee-модули XBee: вопросы практического применения. URL: [wireless-e.ru/wpan/zigbee/zigbee-moduli](http://wireless-e.ru/wpan/zigbee/zigbee-moduli).

6. Умный дом Xiaomi Smart Home. URL: [xiaomi-smarthome.ru](http://xiaomi-smarthome.ru).

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ГЕЙМИФИКАЦИИ  
ПРОЦЕССА РЕАБИЛИТАЦИИ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ  
НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

**А. А. Николаев, Д. С. Станько\***

**Научный руководитель – Е. О. Пересунько,  
ассистент кафедры информатики  
Сибирский федеральный университет**

На сегодняшний день существует огромное количество методов восстановления функции рук после травм, инсультов или других заболеваний, которые приводят к нарушению моторной активности рук. Один из них – реабилитационные перчатки.

Такие перчатки обычно оснащены специальными датчиками и механизмами, которые позволяют пациенту тренировать движения рук, улучшать координацию и силу мышц [1]. Это позволяет ускорить процесс восстановления функции рук и уменьшить возможные осложнения. Кроме того, подобные перчатки просты и увлекательны, ведь лечение проходит в игровом формате [2].

Однако реабилитационные перчатки обладают рядом недостатков: себестоимость производства, сложности с логистикой из-за различных факторов, а также необходимость лицензирования медицинского изделия, имеющего непосредственный контакт с телом пациента. В связи с этим необходимо разработать программное обеспечение для реабилитации мелкой моторики, не требующее установки специальных датчиков и устройств на тело пациента.

Таким образом, главной задачей является создание приложения для развития моторики рук при помощи веб-камеры.

Создание такого приложения можно разделить на три основные задачи:

- 1) распознавание руки и получение ключевых точек фигуры человека;
- 2) вычисление на основе полученных ключевых точек коэффициента степени сжимания и разжимания пальцев рук;
- 3) создание программного обеспечения и управление процессом игры при помощи полученного коэффициента.

Приложение написано на языке *Python*. Для решения первой задачи была использована библиотека компьютерного зрения – *mediapipe* [3, 4]. На рис. 1 представлены ключевые точки кисти руки, предоставленные данной библиотекой.

---

\* © Николаев А. А., Станько Д. С., 2023.

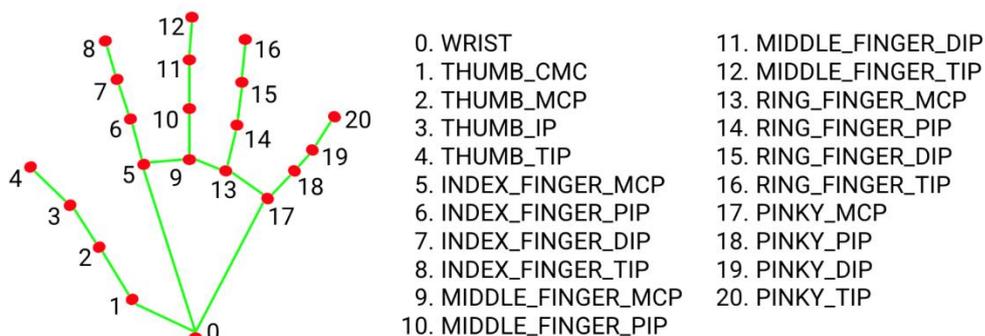


Рис. 1. Ключевые точки ладони

Далее на основе ключевых точек были рассчитаны показатели для получения итогового коэффициента. Итоговый коэффициент – это показатель, изменяющийся от 0 до 1, который будет показывать, насколько сильно сжата или раскрыта рука пользователя. На изменение данного коэффициента каждый отдельно взятый палец влияет по-своему. Это сделано по причине того, что у разных пациентов может быть разная амплитуда у каждого пальца. Например, указательный более подвижный, чем мизинец.

Здесь стоит отметить, что приложение подстраивается под возможности каждого пациента, настраивая сложность игры. Для этого перед началом игры проводится калибровка, предназначенная для считывания максимальной амплитуды. Также данные с калибровки записываются в файл для отслеживания прогресса пациента.

Значение итогового коэффициента считается как сумма коэффициентов каждого из пальцев по формуле (1). Стоит отметить, что в качестве расстояния используется эвклидово расстояние между кончиками пальцев и кисти для указательного, среднего, безымянного и мизинца; для большого – между кончиком пальца и началом мизинца (ключевые точки 4 и 17 на рис. 1).

$$koef = ((cur\_distance - min) / (max - min)) * 0.2 \quad (1)$$

где *cur\_distance* – текущее расстояние пальца, *min*, *max* – минимальное и максимальное расстояние данного пальца соответственно (высчитываются при калибровке).

Вычисленный коэффициент позволяет управлять платформой в игре *Arkanoid*. Чем ближе данный коэффициент к 1, тем ближе платформа к правому краю, чем ближе к 0 – тем ближе к левому.

Разработанная программа позволяет играть в *Arkanoid* только при помощи сжимания и разжимания пальцев руки. Это позволит улучшать моторику рук в игровом формате. Для проверки работоспособности приложения был проведён эксперимент по управлению игрой с помощью веб-камеры *Logi C270 HD WebCam* на аудитории из 34 пользователей ПК в возрасте от 12 до 29 лет. Приложение отработало без сбоев. Следующим шагом будет апробация на пациентах с неврологическими нарушениями. Дальнейшее развитие системы представляет собой добавление упражнений для тренировки мелкой и крупной моторики.

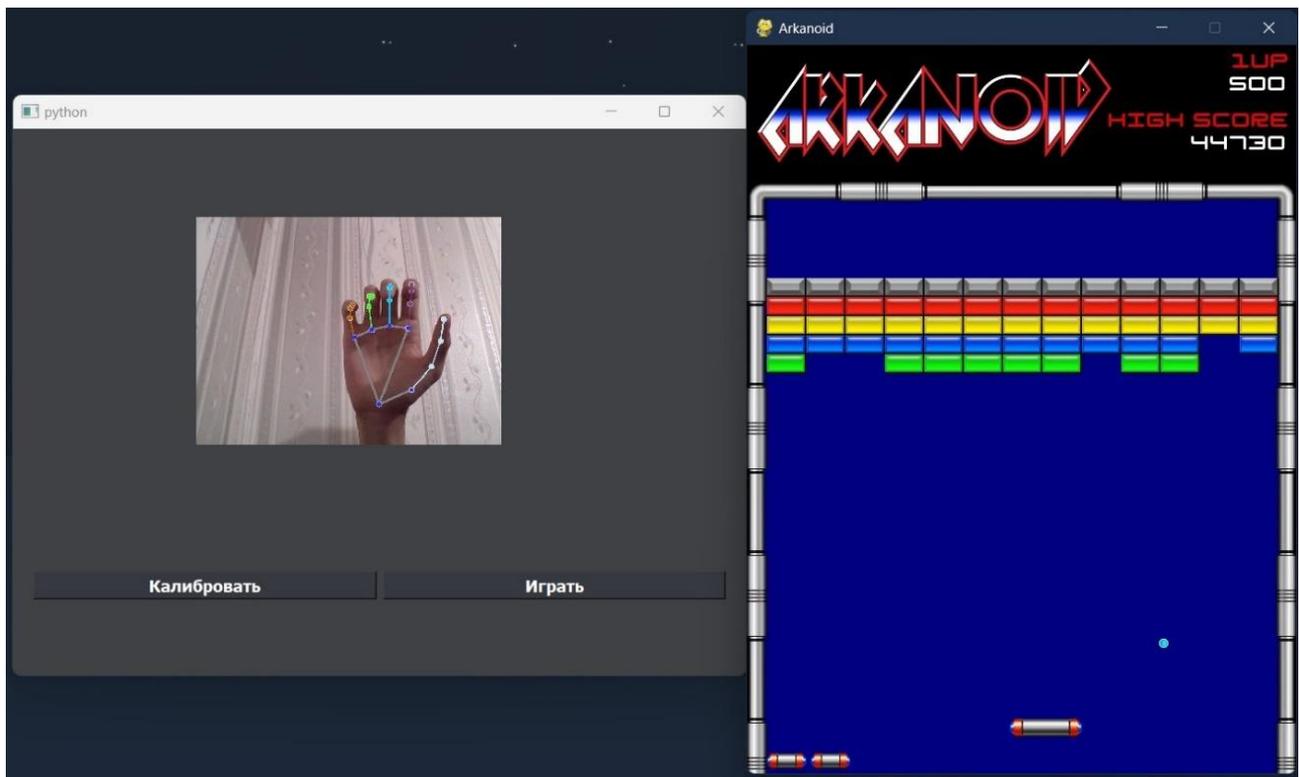


Рис. 2. Пример игры

### Список литературы

1. Екушева Е. В. Использование реабилитационной перчатки «Аника» пациентами после инсульта: возможности повышения функционального восстановления / Е. В. Екушева, А. А. Комазов // Неврология/ревматология. 2019. Т. 26. № 13. С. 30–33.
2. SensoRehab. Реабилитационная перчатка. URL: [sensorehab.com/ru](http://sensorehab.com/ru).
3. MediaPipe. Hand Landmarks Detection Guide. URL: [developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/hand\\_landmarker](https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker).
4. MediaPipe: a Framework for Building Perception Pipelines. URL: [arxiv.org/abs/1906.08172](https://arxiv.org/abs/1906.08172).

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ИНЦИДЕНТОВ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО КОМПЛЕКСА

С. А. Панкратов\*

Научный руководитель – Д. А. Кузьмин,  
доцент, кандидат технических наук  
*Сибирский федеральный университет*

Суперкомпьютерные комплексы обрабатывают огромные объёмы данных и выполняют сложные вычисления, поэтому их работоспособность и безопасность являются критически важными для многих организаций. Поэтому для данных комплексов необходимо иметь система мониторинга и контроля инцидентов, которая помогает обнаруживать потенциальные проблемы в работе суперкомпьютеров. Она позволяет отслеживать работу комплекса, обнаруживать аппаратные и программные сбои.

Система мониторинга и контроля инцидентов суперкомпьютерного комплекса осуществляет следующие задачи:

- мониторинг состояния аппаратных и программных компонентов суперкомпьютера;
- уведомление ответственных сотрудников о возможных проблемах или нарушениях в работе суперкомпьютера;
- предоставление отчётов и статистических данных о работе суперкомпьютера и его компонентов.

Для достижения этих целей система мониторинга и контроля инцидентов суперкомпьютерного комплекса может включать в себя компоненты:

- *Portable Batch System*;
- система мониторинга;
- система визуализации для данных системы мониторинга;
- система управления проектами.

*Portable Batch System (PBS)* – система управления распределёнными вычислениями. Основными функциями системы управления распределёнными вычислениями являются запуск вычислительных задач по расписанию и обеспечению эффективного использования общих ресурсов.

Система мониторинга – это комплексная система, которая используется для контроля, измерения и анализа параметров работы компьютерной системы, сети, приложения или устройства. Система мониторинга выполняет следующие задачи: мониторинг состояния аппаратных и программных компонентов системы и уведомления о возникающих проблемах в работе компонентов системы.

---

\* © Панкратов С. А., 2023.

Система визуализации для данных системы мониторинга – это инструмент, который используется для отображения данных, собранных системой мониторинга в удобном и понятном виде. Он обеспечивает наглядное представление информации о состоянии компьютерной системы, её компонентах и процессах.

Системы управления проектами представляют собой онлайн-приложения или сервисы, которые на сегодняшний момент стали неотъемлемой частью ИТ-компаний. Данные системы автоматизирует выполнение организационных задач, освобождая от выполнения операций менеджмента, экономя время и позволяя более эффективно решать текущие задачи.

В качестве системы управления распределенными вычислениями используется *TORQUE* [1]. Системой мониторинга была выбрана *Prometheus* в связке с системой визуализации *Grafana* [2]. В качестве системы управления проектами используется *Redmine* [3]. Взаимодействие компонентов представлено на рис. 1.

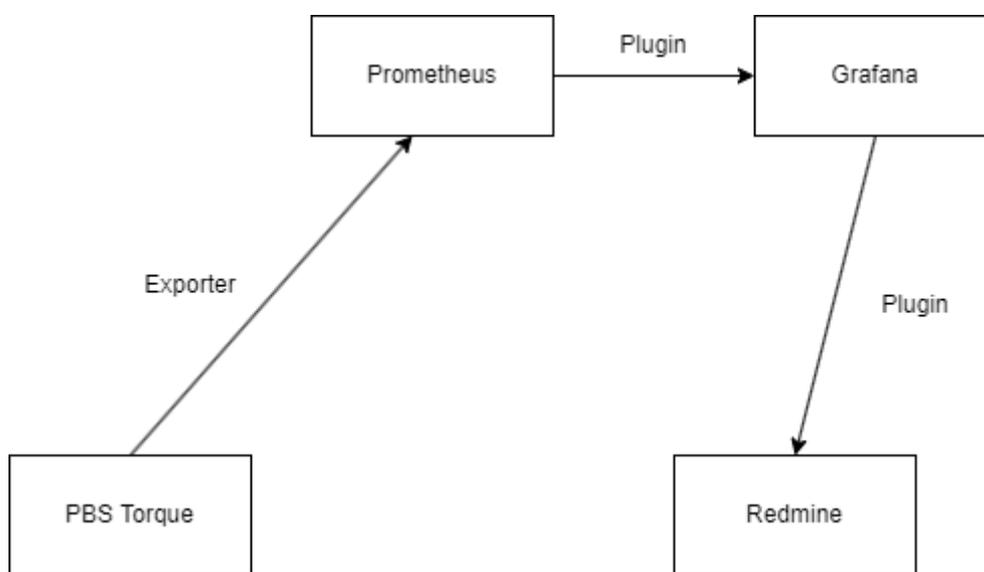


Рис. 1. Взаимодействие компонентов

Интеграция между *Prometheus* и *Grafana* происходит через готовый модуль для *Grafana*. Интеграция между *Prometheus* и *Redmine* осуществляется через модуль для *Redmine*, который написан на языке *Ruby* с использованием фреймворка *Rails*. Интеграция между *PBS TORQUE* и *Prometheus* организуется с помощью экспортёра.

Для *Redmine* был разработан модуль под названием *redmine\_prometheus* [8]. В его настройках присутствует возможность выбора проекта, в котором будут создаваться задачи, исходя из прецедентов, о которых сообщает *Prometheus*. Также в настройках выбирается сотрудник, к которому будут направлены задачи.

На рис. 1 представлен пример созданной задачи. В его теме указывается название инцидента и время его возникновения.

**Задачи** + Новая задача

Фильтры

Статус  Добавить фильтр

Опции

Применить  Очистить  Сохранить

<input type="checkbox"/>	#	Проект	Трекер	Статус	Приоритет	Тема	Назначена	Обновлено	
<input type="checkbox"/>	14	TEST	Support	New	Normal	firing Down 10:47:00	Redmine Admin	16.03.2023 10:47	...

Рис. 2. Новая задача

После решения задачи она автоматически переходит в статус *Closed* (рис. 3).

**Задачи** + Новая задача

Фильтры

Статус  Добавить фильтр

Опции

Применить  Очистить  Сохранить

<input type="checkbox"/>	#	Проект	Трекер	Статус	Приоритет	Тема	Назначена	Обновлено	
<input type="checkbox"/>	14	TEST	Support	Closed	Normal	firing Down 10:47:00	Redmine Admin	16.03.2023 10:52	...

Рис. 3. Решённая задача

В результате работы были выделены основные компоненты, которые должны быть в системе мониторинга и контроля инцидентов суперкомпьютерного комплекса. Для каждого компонента было подобрано готовое решение и описано его взаимодействие с другими компонентами. Реализован модуль для системы управления проектами *Redmine*, который производит его интеграцию с системой мониторинга *Prometheus*.

### Список литературы

1. Torque Repository. URL: [github.com/adaptivecomputing/torque](https://github.com/adaptivecomputing/torque).
2. Grafana: the Open Observability Platform // Grafana Labs. URL: [grafana.com](https://grafana.com).
3. Overview – Redmine. URL: [redmine.org](https://redmine.org).
4. Manage Your Team's Projects From Anywhere // Trello. URL: [trello.com](https://trello.com).
5. Jira. URL: [atlassian.com/ru/software/jira](https://atlassian.com/ru/software/jira).
6. Аспро.Agile: российская система управления проектами по системе Agile. URL: [asproagile.ru](https://asproagile.ru).
7. Yandex Tracker. URL: [cloud.yandex.ru/services/tracker](https://cloud.yandex.ru/services/tracker).
8. Prometheus. URL: [github.com/7enSmile/redmine\\_prometheus](https://github.com/7enSmile/redmine_prometheus).

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

А. А. Свистунов\*

Научный руководитель – К. В. Коршун,  
кандидат физико-математических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

Настоящая работа посвящена разработке системы управления сетью спутниковой связи.

Укрупнённая архитектура системы спутниковой связи приведена на рис. 1. Основные элементы системы: центральная станция, искусственный спутник Земли, выполняющий функции ретранслятора радиосигналов, и множество абонентских терминалов (АТ). В состав центральной станции входят спутниковый шлюз, сетевой процессор (СП) и система управления связью (СУС).

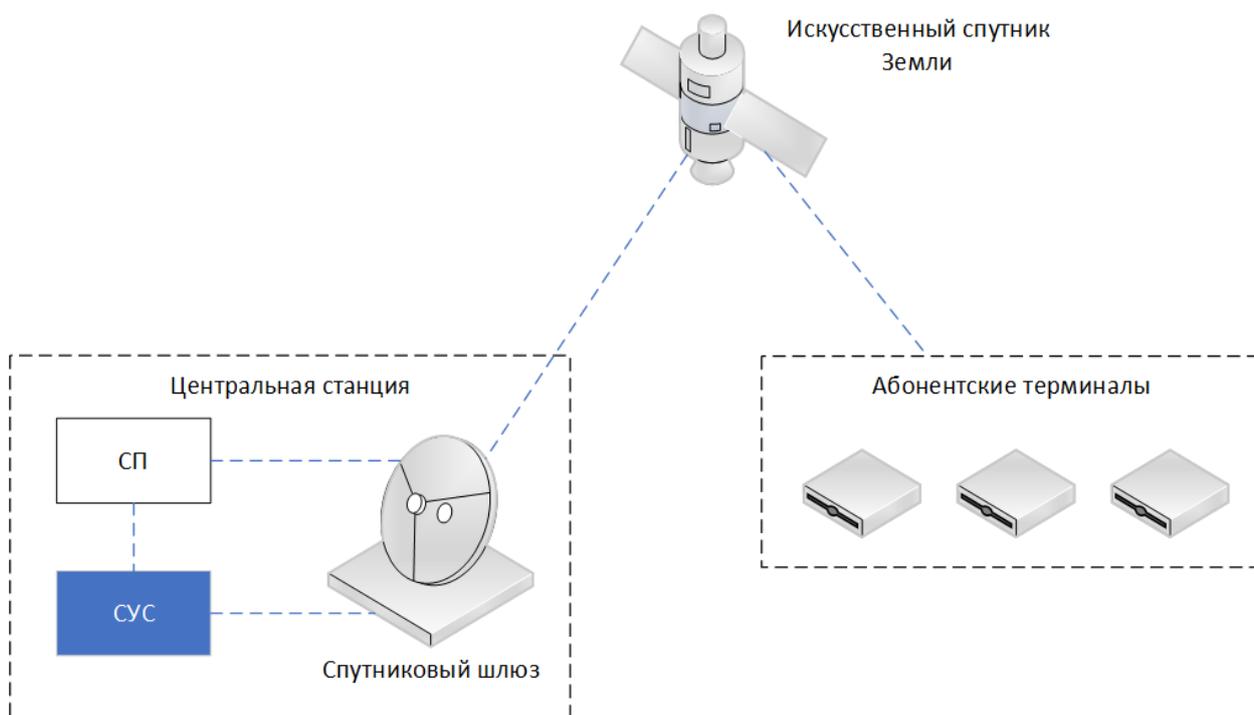


Рис. 1. Структурная схема системы спутниковой связи

В рамках ТЗ представлен эскиз системы управления сетью спутниковой связи (на рис. 1 выделено синим цветом). Сетевой процессор выполняет функции динамического распределения ресурсов обратного канала. Система управления сетью – это программный комплекс, обеспечивающий контроль и управление сетью спутниковой связи и сетевым оборудованием, включающим центральную станцию сети и абонентские терминалы.

\* © Свистунов А. А., 2023.

Согласно ТЗ, СУС должна состоять из следующих модулей:

- модуль мониторинга;
- модуль управления;
- модуль оповещения;
- модуль обновления;
- конструктор отчётов;
- планировщик заданий;
- интерфейс пользователя.

На данном этапе проведена работа по проектированию модулей мониторинга и управления. Модуль мониторинга выполняет функцию сбора и отображения параметров выбранных сетевых элементов (загрузка портов, отношение сигнал/шум, частотная ошибка, температура, напряжение, загрузка процессора, использование ОЗУ и т. д.). Модуль управления отвечает за установку параметров работы сети и сетевых элементов (частотный план, скорость прямого канала, скорость обратных каналов, адресация и маршрутизация, создание тарифных планов и т. д.), добавление, удаление, изменение абонентских станций и их параметров.

В качестве основного протокола взаимодействия был выбран *SNMP*, т. к. этот протокол позволяет проводить мониторинг, контролировать производительность сети и изменять конфигурацию подключённых устройств [1; 2]. СУС выступает в роли менеджера *SNMP*, а АТ и спутниковый шлюз – в роли агентов *SNMP*. В качестве базы данных была выбрана *Postgres*, т. к. она является наиболее популярной из отечественных СУБД и отвечает поставленным требованиям [3]. Управление агентами осуществляется из графического интерфейса СУС. На рис. 2 изображена обобщённая схема работы этих модулей.

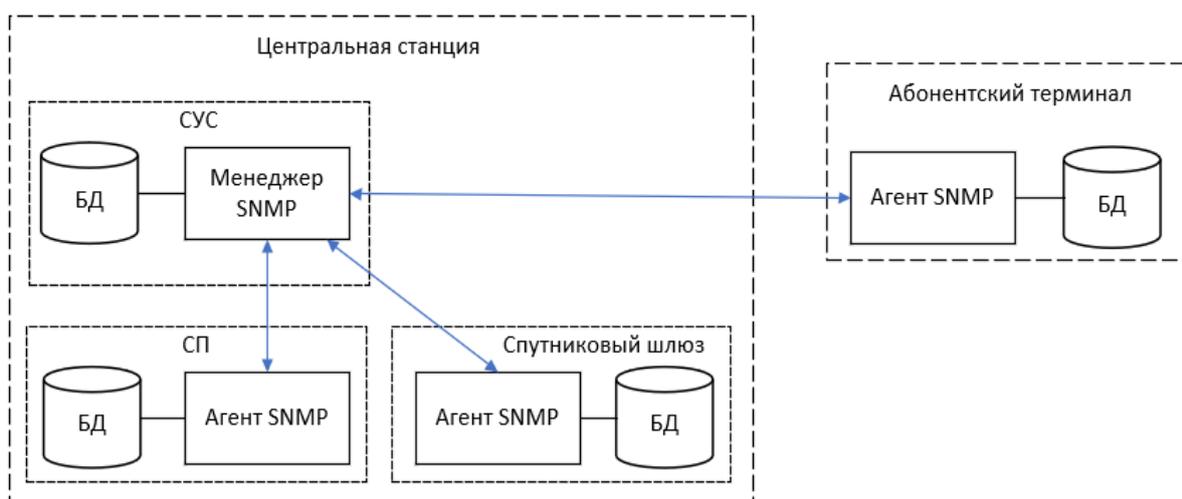


Рис. 2. Обобщённая схема управления и мониторинга

Следующим этапом планируется спроектировать модуль обновления АТ, с помощью которого должно осуществляться дистанционное обновление программного обеспечения абонентских терминалов по радиоканалу.

Таким образом, в рамках данной статьи был проведён обзор технического задания на разработку системы управления спутниковой связью.

### **Список литературы**

1. The SNMP Protocol. URL: [snmp.com/protocol](http://snmp.com/protocol).
2. Network Management Systems Architectural Leading Practice // Cisco Systems. URL: [cisco.com/en/US/technologies/tk869/tk769/technologies\\_white\\_paper0900aecd806bfb4c.html](http://cisco.com/en/US/technologies/tk869/tk769/technologies_white_paper0900aecd806bfb4c.html).
3. Базы данных. Тенденции общемировые и в России. URL: [habr.com/ru/articles/533880](http://habr.com/ru/articles/533880).

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АКСЕЛЕРАТОРОМ ДЛЯ БОРТОВОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Р. А. Стоянов, Р. Г. Чупин, Н. С. Велегжанин, К. А. Тюпкин\*

Научные руководители – О. В. Непомнящий,  
кандидат технических наук, доцент;

А. В. Камольцева, кандидат технических наук, доцент  
*Сибирский федеральный университет*

### Описание задачи

Создаваемый в рамках совместного проекта, реализуемого ПИ и ИКИТ СФУ, бортовой вычислительный комплекс (БВК) электромобиля обеспечивает автоматизацию информационных и управляющих процессов на борту объекта в режиме реального времени [1]. В распоряжении разработчиков имеется автомобиль *Mitsubishi i-MiEV* [2].

На начальном этапе создания БВК выполнен анализ известных подходов к организации бортовых вычислительных комплексов автотранспортных средств. При этом выявлена проблема интеграции пользовательских систем с бортовыми системами автомобиля. Для решения локальной задачи микропроцессорного управления акселератором (рис. 1) предложено использовать программируемый имитатор датчика педали газа, схема сопряжения которого приведена на рис. 2, а.

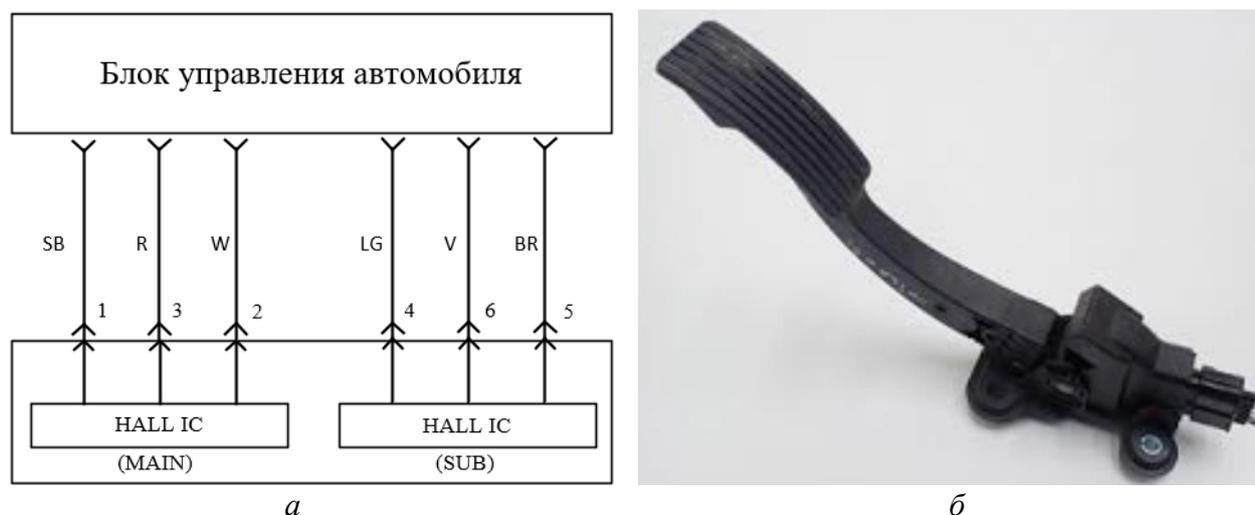


Рис. 1. Акселератор: а – схема сопряжения с БВК; б – внешний вид

\* © Стоянов Р. А., Чупин Р. Г., Велегжанин Н. С., Тюпкин К. А., 2023.

## Предлагаемое решение

Решение базируется на микропроцессорной системе (МПС) со встроенным цифроаналоговым преобразователем (ЦАП) [3]. Это позволяет не только подключить пользовательский микропроцессор к бортовому компьютеру, но и внедрять в цепи электромобиля гибко настраиваемые за счёт программных средств модули управления (рис. 2, б).

На основании предварительных экспериментов и анализа технической документации определено, что для корректной работы требуется использовать как минимум три канала главного датчика педали газа для передачи данных от акселератора в блок управления автомобиля (рис. 1, а).

## Полученные результаты

Изначально для сопряжения МПС с бортовой сетью было предложено использовать программируемый резистивный делитель (рис. 2, а).

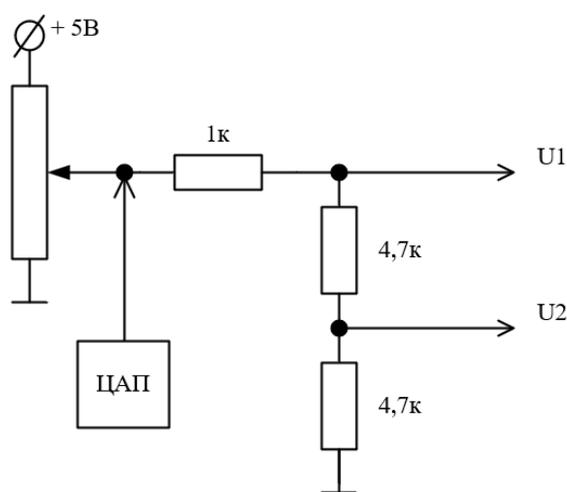


Рис. 1. Имитатор акселератора: а – программируемый резистивный делитель; б – прототип микропроцессорного устройства

На рис. 2, а видно, что основной выход  $U1$  (верхнее плечо делителя) подключается к выходу 3 акселератора (рис. 1, а),  $U2$  – к выходу 6, а управление напряжением осуществляется микропроцессором. Полученные путём замеров параметры датчика реализованы в виде электронной схемы имитатора.

На первом этапе для сопряжения микропроцессорного устройства было разработано программное обеспечение поддержки протокола  $I^2C$  для подключения ЦАПа, электрические принципиальные схемы сопряжения и изготовлена плата сопряжения (рис. 2, б) [4]. Это позволило провести автономные испытания разработанного программного обеспечения микропроцессорного модуля и схемы сопряжения, которые показали следующее.

1. Двигатель вращается при подаче сигнала от разработанного устройства, что в целом подтверждает правильно рассчитанные параметры имитатора датчика.

2. Однако при включении коробки передач устанавливаются максимальные обороты двигателя, что не соответствует алгоритму управления.

## **Выводы**

Из вышеизложенного следует, что бортовой вычислитель при выполнении процедур инициализации осуществляет замеры не напряжений, а сопротивлений в цепи акселератора. По-видимому, это обусловлено алгоритмом защиты от падения напряжений в бортовой сети. Следовательно, использование ЦАПа недопустимо.

Таким образом, для решения проблемы имитации положения педали акселератора предложено использовать программируемый потенциометр для программного управления сопротивлением цепи.

## **Список литературы**

1. Бортовой вычислительный комплекс // Большая российская энциклопедия. URL: [old.bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/1879361](http://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/1879361).
2. Mitsubishi i-MiEV (2015–2018) Price and Specifications // EV Database. URL: [ev-database.org/car/1096/Mitsubishi-i-MiEV](http://ev-database.org/car/1096/Mitsubishi-i-MiEV).
3. ЦАП. Так ли всё просто. URL: [russianelectronics.ru/files/52999/EK2010\\_08\\_88-92.pdf](http://russianelectronics.ru/files/52999/EK2010_08_88-92.pdf).
4. Семенов Б. Ю. Шина I2C в радиотехнических конструкциях / Б. Ю. Семенов. 2-е изд. М.: ЛитПресс, 2010. 224 с.

**РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ  
АППАРАТНО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА  
ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНКА С ЧПУ**

**В. С. Трошин, А. А. Чаругин, А. С. Зинченко\***

**Научный руководитель – В. Г. Середкин,  
кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет**

В настоящее время станки с числовым программным управлением (ЧПУ) используются практически во всех отраслях промышленности: от производства мебели до военной техники. Современные станки с ЧПУ позволяют обрабатывать материалы самыми различными способами: сверление, гравировка, фрезеровка, лазерная и плазменная резки.

Основное назначение станков с ЧПУ – серийное производство деталей и прототипирование, т. е. изготовление опытных образцов в единичном экземпляре. Благодаря высокой точности ЧПУ станки являются незаменимым инструментом для изготовления тестовых образцов печатных плат [1].

Станок с ЧПУ – это компьютеризированная система, которая передаёт закодированную программу на физический объект [2]. Он позволяет выполнять задачи двумерного фрезерования и сверления отверстия с помощью одного набора инструкций. Это минимизирует необходимость участия оператора и позволяет автоматизировать производство, что приводит к снижению затрат на человеческие ресурсы.

Группе студентов, состоящей в студенческом конструкторском бюро кафедры ВТ, была поставлена задача разработки опытного образца программно-аппаратного комплекса для фрезерования физических моделей из различных материалов. Основой аппаратной части являлся двухосевой сверлильно-фрезерный станок, выпускаемый промышленностью СССР для учебных и лабораторных целей.

Для решения поставленной задачи были выделены следующие этапы:

- 1) обоснование выбора контроллера ЧПУ;
- 2) осуществление взаимодействия контроллера ЧПУ с основными функциональными элементами станка, в составе: два шаговых двигателя для горизонтального позиционирования рабочей части, соленоид для управления положением шпиндельного двигателя по оси аппликата;
- 3) реализация программного обеспечения на уровне приложений для исполнения команд управления станком;
- 4) тестирование работоспособности станка с ЧПУ.

---

\* © Трошин В. С., Чаругин А. А., Зинченко А. С., 2023.

Исходя из необходимых требований, был выбран фрезерный станок, представленный на рис. 1.

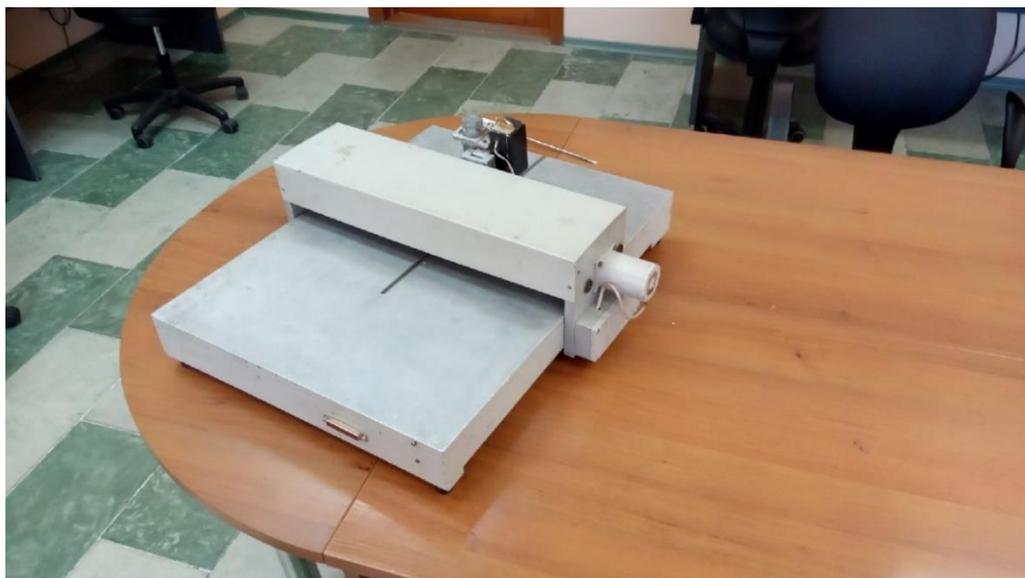


Рис. 1. Фотография станка

Исходный станок имеет две степени свободы и может перемещаться по осям абсцисс и ординат. Движение по оси аппликат контролируется соленоидом. Компоненты конструкции:

1) шаговые двигатели ДШИ200-2: шаговый четырехфазный двигатель постоянного тока, предназначен для отработки дискретных углов перемещений в устройствах средств автоматики [3];

2) шпиндельный двигатель постоянного тока, используемый по оси аппликат;

3) фреза для обработки стеклотекстолита для вырезания РСВ силовых элементов.

В ходе исследования была разработана система управления станком ЧПУ, представляющая собой структуру, в которой компьютер преобразует графические образы проектируемых изделий, созданных с помощью специализированного ПО, в машинный язык контроллера ЧПУ. Это обеспечивает физическую реализацию проектируемых изделий через команды. Микроконтроллер формирует необходимый поток команд для выполнения операций.

В качестве микроконтроллера для прототипа был выбран *Arduino Uno*, который обеспечивает необходимую производительность для управления станком ЧПУ по осям абсцисс, ординат и аппликат и функционал.

Модернизация станком была начата с изучения исходного аналога интерфейса для подключения станка к системе управления. Реализованная 8-контактная система подключения шаговых двигателей (рис. 2) была видоизменена в целях упрощения интерфейса путем сокращения количества проводов.

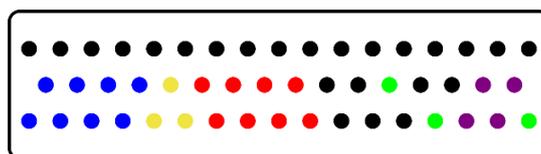


Рис. 2. Изначальная схема интерфейса, где синий – это двигатель 1; жёлтый – упор 1; красный – двигатель 2; зелёный – упор 2; фиолетовый – сверло

После проделанных конструкционных доработок шлейфа станка интерфейс подключения принял вид, изображённый на рис. 3.

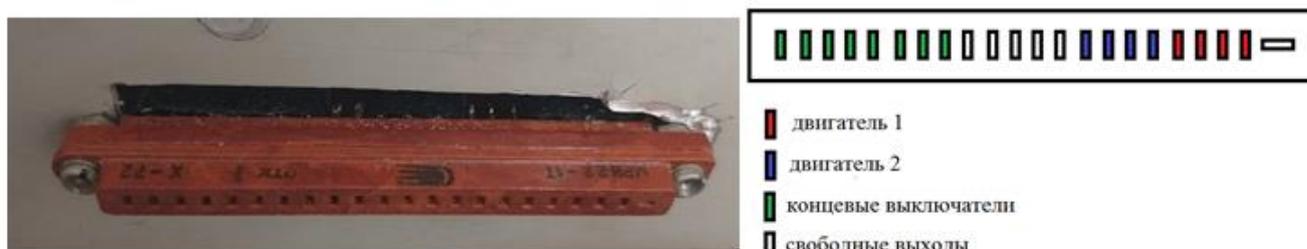


Рис. 3. Итоговый вид интерфейса станка

С помощью этого видоизменённого интерфейса можно обеспечивать управление: шаговыми двигателями, шпиндельным двигателем посредством соленоида, получать сигналы состояний станка ЧПУ от концевых датчиков.

### Заключение

Реализован аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий возможность фрезерования физических образов с использованием различных материалов. Произведено тестирование станка по одной из оси координат. В дальнейшем данный станок будет модифицироваться. Следующим этапом будет усовершенствовано программное обеспечение с целью использования ещё одной оси координат.

### Список литературы

1. Ронжин А. М. Метод увеличения точности гравировки на станках с ЧПУ / А. М. Ронжин // Проблемы современной науки и образования. 2016. № 33. С. 31–33.
2. Максимов С. П. Современное состояние и перспективы развития систем ЧПУ / С. П. Максимов, В. Э. Колосов, К. Н. Морозов // Инновации в науке. 2014. № 40. С. 40–45.
3. Двигатель шаговый ДШИ-200-2. Паспорт // Любительское телескопостроение: интернет-сборник. URL: [scope.narod.ru/starlab/DSI200.htm](http://scope.narod.ru/starlab/DSI200.htm).

## ИНТЕРПРЕТАТОР ПОРТАТИВНОГО КОДА WEBASSEMBLY

А. Д. Шубин\*

Научный руководитель – Д. А. Кузьмин,  
кандидат технических наук, доцент  
Сибирский федеральный университет

Организация волонтерских *grid*-вычислений сопровождается вопросами поддержки большого разнообразия пользовательских устройств, варьирующихся в виде используемой операционной системы, аппаратной платформы и аппаратных возможностях устройства. Длительная популярность *x86*-платформы и малое общее разнообразие пользовательских устройств становятся историческим объяснением устройства структуры большинства популярных проектов платформы *BOINC*. В ней программа задачи в большинстве случаев – это скомпилированный в нативный машинный код дистрибутив программы задачи, запускаемый для каждого загруженного извне одного набора данных или их коллекции.

Доступность или возможность исполнения на волонтерском устройстве зависит исключительно от реализации программы разработчиком *BOINC*-проекта для конкретного устройства. При таких условиях очевидно, что поддержка будет касаться только той разновидности устройств, которая либо наиболее ему знакома, либо охватывает наибольшее количество волонтерских устройств. При этом использование языков программирования, компилируемых в промежуточный байт-код, не стало основным способом реализации, за счёт различных претензий со стороны разработчиков к производительности тех или иных сред исполнения. Таким образом, остаются не устранёнными аппаратные преграды, мешающие привлечению в проекты новых волонтеров.

Как вариант решения обозначенных проблем предлагается рассмотреть стандарт *WebAssembly (WASM)* [1], описывающий, с одной стороны, виртуальную машину и интерпретируемый ей низкоуровневый язык, а с другой – безопасность и изоляцию исполнения. Первая часть стандарта декларирует независимость от языков программирования, что является основной особенностью *WASM*, за счёт чего может рассматриваться со стороны разработчика как легковесная примитивная альтернатива большим виртуальным машинам – например, *JVM*. Однако на аппаратном уровне реализация находится ближе к промежуточному представлению ассемблера *x86* или *ARM*. Это позволяет либо повысить эффективность приложений, скомпилированных в *WASM* способами *Just-In-Time*-компиляции [2] либо путём глубокой интеграции с ядром операционной системы [3]. Вторая часть стандарта является необходимой при реализации сред исполнения кода внутри или вне браузеров (специфика-

---

\* © Шубин А. Д., 2023.

ция модулей WASI) [4], которая не предполагает использование виртуальной машины в экстремальных условиях.

Исходя из этого, предлагается разработать прототип платформы распределённых вычислений, в основе которой лежит реализация виртуальной машины WASM, а выполняемые в ходе взаимодействия задачи являются корректными скомпилированными листингами кода *WebAssembly*, таким образом решая вопрос запуска динамически загружаемых программ, возможности кроссплатформенного применения. Первым этапом формирования системы стала разработка пошагового интерпретатора WASM, не обладающего удовлетворяемой производительностью, но соответствующего всем стандартам – вплоть до совместимости с генерируемыми внешними утилитами файлами программы WASM.

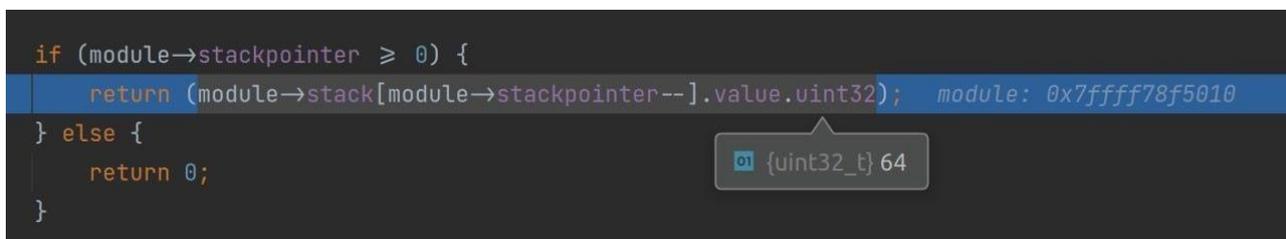
Как пример, листинг несложной программы (листинг 1), скомпилированный с помощью утилиты *clang* (листинг 2), охватывающей большую часть стандарта, может быть корректно исполнен (рис. 1).

Листинг 1. Тестовый пример программы

```
1.  int someops(int a, int b) {
2.  int accumulator = 0;
3.
4.  for (int i = 0; i < b; i++) {
5.  accumulator += a;
6.  }
7.
8.  return accumulator;
9.  }
10.
11. int start() {
12. return someops(4, 16);
13. }
```

Листинг 2. Тестовый пример программы

```
root@localhost:~/wasm-test $ clang --target=wasm32 -O0 -flto -nostdlib -Wl,--no-entry -Wl,--export-all -Wl,--lto-O0 -o out.wasm in.c
```



```
if (module->stackpointer ≥ 0) {
    return (module->stack[module->stackpointer--].value.uint32);  module: 0x7ffff78f5010
} else {
    return 0;
}
```

{uint32\_t} 64

Рис. 1. Значение на стеке после результата выполнения тестовой программы

В ходе работы предлагается анализ стандарта и структуры построенного интерпретатора с целью его дальнейшего развития.

Дальнейшее развитие интерпретатора нацелено на ускорение работы интерпретатора через трансляцию *WASM*-инструкций в нативный *JIT*-код благодаря возможностям *API LLVM ORM (On-Request-Compilation)*, решению возможности использования расширенных процессорных инструкций и тесной интеграции с различными уровнями системы. Это позволит приблизиться динамическому коду к производительности исполнения нативных инструкций, что неоднократно проверено в работах (например, источнике 3), посвящённых изучению низкоуровневого байт-кода. Например, портирование *Nginx*, *Redis* позволило увеличить производительность на 11 и 9 % соответственно по сравнению с нативными приложениями.

### Список литературы

1. W3C: WebAssembly Core Specification. URL: [webassembly.github.io/spec/core/bikeshed](https://webassembly.github.io/spec/core/bikeshed).
2. Yutian Y. Understanding the Performance of WebAssembly Applications / Y. Yutian, T. Tengfei, Z. Lijian // IMC: Proceedings of the 21<sup>st</sup> ACM Internet Measurement Conference (2021). Pp. 533–549.
3. Wen E. Wasmachine: Bring IoT up to Speed with a WebAssembly OS / E. Wen, G. Weber. 2013. URL: [ieeexplore.ieee.org/abstract/document/915613105](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/915613105).
4. WebAssembly System Interface // GitHub. URL: [github.com/WebAssembly/WASI](https://github.com/WebAssembly/WASI).