

СЕКЦИЯ 7

«НАУЧНО- МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ РАБОТЫ ЦИФРОВОГО АВТОМАТА Аралбаев Т.З., д-р техн. наук, профессор, Баев С.А., Дудкин К.А.	1580
ГЕНЕРАТОРЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ МАТРИЧНЫХ АЛГЕБР ЛИ Благовисная А.Н., канд. физ.-мат. наук, Белый А.А.	1584
АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА СЛУЖБЫ ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ Бурлаков М.Е., Бурькова Е.В., канд. пед. наук, доцент	1588
ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ВУЗА Бурькова Е.В., канд. пед. наук, доцент, . Муканова А.К.	1595
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЗАДАЧЕ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ Бурькова Е.В., канд. пед. наук, доцент, Радионов А.А.....	1600
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ PROTEUS В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «СХЕМОТЕХНИКА» Бурькова Е.В., канд. пед. наук, доцент, Суцев Д.А.	1605
ЗАДАЧА ДИСТАНЦИОННОГО БЕСПРОВОДНОГО УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO Бурькова Е.В., канд. пед.наук, доцент, Уханов А.С.	1610
УЯЗВИМОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АУТЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ РАДИОЧАСТОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Влацкая И.В., канд. техн. наук, доцент, Влацкая Е.Ф., Патока С.К.,.....	1614
МЕТОД ЗАЩИТЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГРОЗ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO Галимов Р.Р., канд.техн.наук, доцент, Бобров К.В.	1619
АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ УРАВНЕНИЙ И НЕРАВЕНСТВ С ПАРАМЕТРАМИ Колобов А.Н., канд. техн. наук, доцент	1625
ЗАДАЧИ С ПАРАМЕТРАМИ В ЕДИНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ Колобов А.Н., канд. техн. наук, доцент.....	1633
ИРРАЦИОНАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И НЕРАВЕНСТВА С ПАРАМЕТРАМИ Колобов А.Н., канд. техн. наук, доцент.....	1640
О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ОПРОСА «ОТНОШЕНИЕ К ПРОБЛЕМАМ СОВРЕМЕННОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ» Крючкова И.В., канд. техн. наук, доцент, Сикорская Г.А., д-р пед. наук, доцент.....	1648
НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА В ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ Наточая Е.Н., канд. пед наук, доцент	1654

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПРИ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОМ ВВЕДЕНИИ В РАЗДЕЛЫ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ НА ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ Павленко А.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент.....	1659
ПРИМЕНЕНИЕ АНСАМБЛЕВЫХ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ В ИОТ-СЕТЯХ Парфёнов Д.И. канд.техн.наук, Болодурина И.П. д-р техн.наук, Парфенов А.И., Забродина Л.С., Кузнецова Л.Ю.	1663
РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ОБНАРУЖЕНИЮ И ВЫЯВЛЕНИЯ АТАК В БЕСПРОВОДНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЯХ Парфёнов Д.И. к.т.н., Болодурина И.П. д.т.н., Парфенов А.И., Забродина Л.С., Кузнецова Л.Ю. ..	1669
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ АТАК НА АЛГОРИТМ RSA НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЕГО УЯЗВИМОСТЕЙ Рычкова А.А., канд. пед. наук, Муратов А.В.	1677
ОБ ЭВОЛЮЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВИДЕОИГРАХ Сикорская Г.А., д-р пед. наук, доцент, Ситников В.А.	1686
СОЗДАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ Токарева М.А., канд.техн.наук, доцент, Кокотова Д.А.	1690
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ СЕТЯМ Ушакова М.В., Ушаков Ю.А., канд.техн.наук, доцент,	1699
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ Чаганова О.Б., Чудинова О.С., канд. экон. наук, доцент	1704
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТАТИСТИКЕ» Юсупова О.В., Кобылкин Д.С., канд. техн. наук	1711

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ РАБОТЫ ЦИФРОВОГО АВТОМАТА

**Аралбаев Т.З., д-р техн. наук, профессор,
Баев С.А., Дудкин К.А.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Имитационное моделирование является эффективным инструментом для исследования и изучения объектов и процессов различной природы, в данном случае – средств вычислительной техники. Не случайно, этот метод исследования нашел широкое применение в теории, инженерных разработках, в учебном процессе. Этот метод достаточно полно представлен в современной научной, технической и методической литературе. В частности, работы Советова Б.Я. [12], Овечкина Г.В. [9] нашли широкое применение как теоретические источники основ имитационного моделирования, труды Авдеева В.А. [1], Бибило П.Н. [3], Володина В.Я. [4], – как учебно-методический материал для проведения проектных, расчетных и исследовательских работ.

В перечисленных публикациях изложены результаты имитационного моделирования с использованием различных программных систем, в частности: на базе Delphi [1], VHDL, PSL [3], LSPICE [4], PSPICE [10], MatLab-Simulink [5], System View [6], Verilog [7], MultiSim [8], и StateFlow [11].

Представленный перечень работ и инструментальных средств не является конечным, что свидетельствует об актуальности рассматриваемой темы.

В данной статье представлены результаты разработки имитационной модели, предназначенной для экспериментального исследования результатов курсового проектирования по дисциплине «Теория автоматов»[2]. Программа, написанная в среде Delphi в рамках научно-исследовательской деятельности студентов (НИРС), является одним из инструментальных средств, используемым при изучении основ канонического метода проектирования ЦА. Особенностью данной программы является то, что она является частью НИРС, в которой разработчик готовит средство для исследования собственного проекта.

Цель работы - повышение восприятия сведений о динамике работы цифрового автомата на этапах задания системы логических уравнений (СЛУ) и отработки заданного алгоритма.

Основные задачи исследований:

- определены требования к компьютерному эксперименту по исследованию режимов работы ЦА;
- определен план эксперимента;
- определены режимы работы ЦА;
- разработан интерфейс взаимодействия пользователя с компьютерной программой эксперимента;
- разработаны алгоритм и программа для изучения динамики работы ЦА;

- определены рекомендации для применения имитационной модели в учебном процессе.

Основные требования к компьютерному эксперименту:

- функциональная полнота аппаратно-программных средств для изучения темы;
- удобный интерфейс работы с программой;
- возможность изменения условий эксперимента;
- возможность наблюдения за режимом работы и анализа результатов.

План эксперимента включает следующую последовательность работ:

- построение отмеченного графа работы управляющего автомата;
- кодирование состояний ЦА;
- выбор количества и типа триггеров памяти;
- составление системы логических уравнений для выходов ЦА и переключения триггеров;
- задание начального состояния ЦА и условий переходов по графу алгоритма;
- пуск, наблюдение и анализ динамики работы ЦА.

Для полного представления принципов работы ЦА предусмотрены два режима:

- режим демоверсии;
- исследовательский режим.

Интерфейс пользователя разработан с учетом плана эксперимента и требуемых режимов работы исследования ЦА.

На рисунках 1 и 2 представлены, соответственно, рабочее окно программы эксперимента и окно кодирования состояний ЦА.

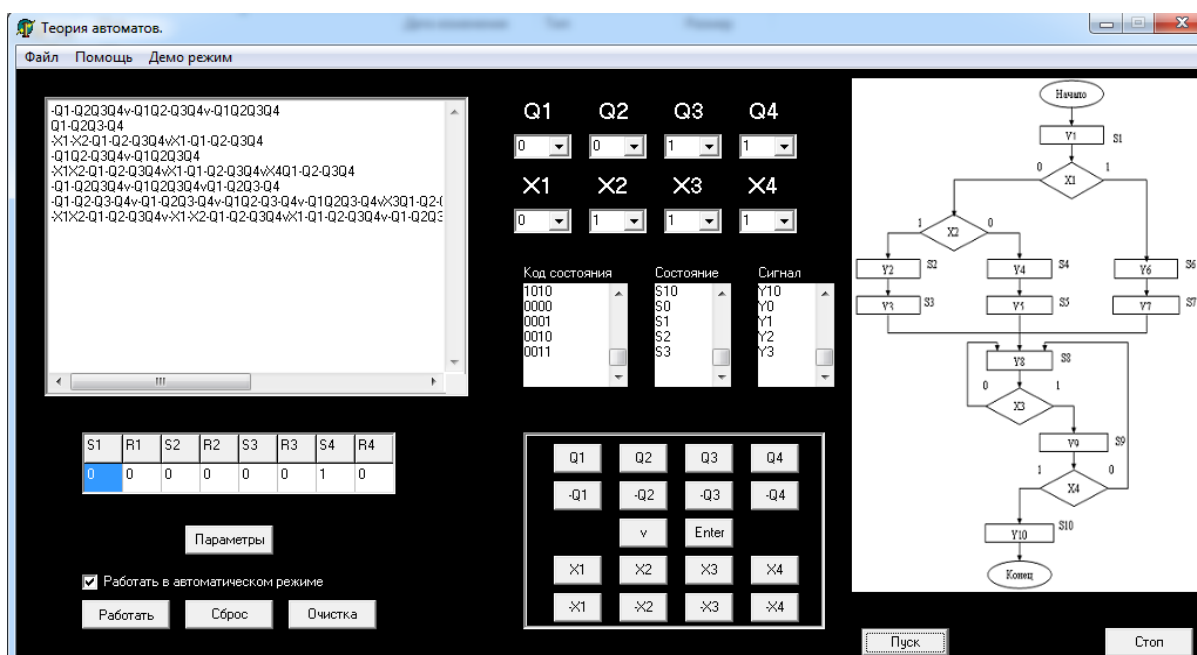


Рисунок 1 – Экранная форма работы имитационной модели в демонстрационном режиме

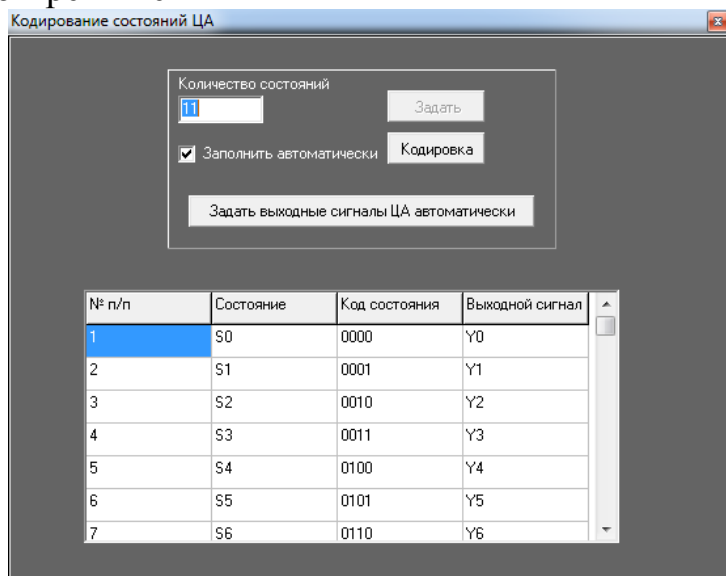


Рисунок 2 – Экранная форма кодирования состояний ЦА

Интерфейс работы с программой позволяет выполнение всех пунктов плана проведения эксперимента с использованием окон ввода-вывода данных, управляющих кнопок и специализированной клавиатуры.

При запуске программы загружается главное окно. В поле «Система» вводится система логических уравнений цифрового автомата на RS-триггерах. Программа имеет системное меню, при помощи которого можно загрузить свою СЛУ из ранее записанного файла. Ввод и коррекция СЛУ возможен при помощи клавиш, находящихся в правой части окна программы.

Программа позволяет задавать:

- количество состояний ЦА;
- кодировку состояний;
- сигналы на управляющих входах триггеров;
- исходное состояние ЦА и условия перехода в соответствии со схемой алгоритма.

Демо-режим активируется нажатием пункта «Демо-режим» системного меню. Далее программа работает в автоматическом режиме: задаётся количество состояний, коды состояний и входные сигналы на триггерах. В главном окне загружается система уравнений, удовлетворяющая граф-схеме цифрового автомата, приведенный в том же окне.

К достоинствам имитационной модели относятся:

- функциональная полнота, позволяющая построение СЛУ, наблюдение за динамикой переключения триггеров памяти, переходами состояний ЦА, и выходными командами ЦА
- удобный интерфейс, позволяющий осуществлять ввод исходных данных, наблюдать динамику работы ЦА, управлять режимами эксперимента, наблюдать в одном окне общую картину работы ЦА,

- доступность в понимании принципов работы ЦА.

Данная модель позволяет освоить основные положения о каноническом методе построения ЦА, выявить динамику управления переключениями триггеров и состояний в зависимости от задаваемых условий перехода по графу алгоритма, контролировать выходные команды ЦА.

Список литературы

1. Авдеев, В.А. Компьютерное моделирование цифровых устройств / В.А. Авдеев. - М.: ДМК, 2012. - 360 с.
2. Аралбаев, Т. З. Теория автоматов [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям по специальности 230101 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» / Т. З. Аралбаев, И. В. Жукалина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т», Каф. вычисл. техники. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.46 Мб). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. – 41 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0.
3. Бибило, П.Н. Моделирование и верификация цифровых систем на языке VHDL / П.Н. Бибило, Н.А. Авдеев. - М.: Ленанд, 2017. - 344 с.
4. Володин, В.Я. LTspice: компьютерное моделирование электронных схем / В.Я. Володин. - СПб.: BHV, 2010. - 400 с.
5. Герман-Галкин, Г.С. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем Matlab 6.0 / Г.С. Герман-Галкин. - СПб.: Корона Принт, 2010. - 320 с.
6. Загидуллин, Р.Ш. SystemView. Системотехническое моделирование устройств обработки сигналов / Р.Ш. Загидуллин, С.Н. Карутин. - М.: ГЛТ, 2005. - 294 с.
7. Конечная машина состояний в языке Verilog. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=hkI1q3j5Kvk&feature=emb_logo.
8. Кузовкин, В.А. Схемотехническое моделирование электрических устройств в Multisim: Учебное пособие / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов. - Ст. Оскол: ТНТ, 2013. - 336 с.
9. Овечкин, Г.В. Компьютерное моделирование: Учебник / Г.В. Овечкин. - М.: Академия, 2018. - 432 с.
10. Разевиг, В.Д. Схемотехническое моделирование с помощью Micro-Cap 7 / В.Д. Разевиг. - М.: Радио и связь, 2003. - 368 с.
11. Разработка конечных автоматов и управляющей логики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=osbL0Z2fEM4&feature=emb_logo.
12. Советов, Б.Я. Моделирование систем: Учебник для академического бакалавриата / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 343 с.

ГЕНЕРАТОРЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ МАТРИЧНЫХ АЛГЕБР ЛИ

Благовисная А.Н., канд. физ.-мат. наук, Белый А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Последовательность чисел называется псевдослучайной, если она, будучи вычисленной по некоторым детерминированным алгоритмам, обладает некоторыми свойствами случайной последовательности. Задачи, связанные с поиском и построением генераторов псевдослучайных последовательностей, являются актуальными, так как такие последовательности находят применение в различных областях знания: при выборочных исследованиях, в численном анализе, моделировании, проектировании игр, программировании, криптографии. При этом качество получаемых в процессе работы результатов напрямую зависит от свойств используемых псевдослучайных последовательностей.

В публикациях, посвященных псевдослучайным последовательностям, отражаются такие направления исследований, как разработка и исследование генераторов псевдослучайных последовательностей, разработка методов тестирования генераторов и вырабатываемых с их помощью последовательностей [3]. Особое внимание уделяется математическим методам и объектам, на основе которых строятся генераторы.

Для построения генераторов псевдослучайных последовательностей используются различные математические объекты. Наиболее исследованы генераторы псевдослучайных последовательностей, элементами которых являются числа. Современные разработки направлены в сторону иных математических объектов, позволяющих улучшать широко известные генераторы. Например, в качестве таких объектов рассматриваются точки эллиптических кривых [4-6], элементы групп подстановок [1], элементы колец Гауа [2].

В нашей работе в качестве элементов последовательностей рассматриваются элементы матричных алгебр Ли над простыми конечными полями. Целью работы является реализация генераторов последовательностей элементов матричных алгебр Ли с целью применения их для дальнейших исследований.

Для последовательностей целых чисел линейный конгруэнтный генератор описывается уравнением следующего вида:

$$x_{i+1} = ax_i + b \pmod{m},$$

где m – модуль, положительное целое число, большее 1; a, b – константы; x_0 – начальное значение; $a, b, x_i \in Z_m$. Свойства последовательностей, вырабатываемых таким генератором, зависят от выбранных параметров m, a, b и x_0 [3, С. 28].

Построим линейный конгруэнтный генератор над матричными алгебрами Ли, элементами которых являются элементы простого конечного поля. Определим генератор рекуррентным соотношением вида $U_{i+1} = [A, U_i] + B$, где A, B – постоянные квадратные матрицы порядка n , U_0 – начальная квадратная матрица порядка n . Далее представлен алгоритм для конгруэнтного генератора.

Алгоритм 1 (генерации псевдослучайной последовательности элементов матричной алгебры Ли над простым конечным полем на основе идеи конгруэнтного генератора).

1. Задать простое число p – характеристику простого конечного поля $GF(p)$.
2. Выбрать порядок n генерируемых матриц.
3. Задать длину l генерируемой последовательности.
4. Ввести матрицы A и B – матрицы-константы для генерируемой последовательности.
5. Задать U_0 – начальную квадратную матрицу порядка n .
6. Вычислить последовательность состояний генератора $U_1, U_2, U_3, \dots, U_l$, используя формулу: $U_{i+1} = [A, U_i] + B$.

Для последовательностей целых чисел мультипликативный генератор Фибоначчи с запаздыванием описывается уравнением следующего вида:

$$x_n = x_{n-p} \cdot x_{n-q} \pmod{m},$$

где m – чётное целое положительное число, p, q – целые, $p < q$; $x_0, \dots, x_{q-1}$ – нечётные целые числа, сравнимые с 1 по модулю 4 [3, С. 35].

Построим мультипликативный генератор Фибоначчи над матричными алгебрами Ли, элементами которых являются элементы простого конечного поля.

Мультипликативный генератор Фибоначчи с запаздыванием определим с помощью рекуррентного соотношения вида

$$U_n = [U_{n-p}, U_{n-q}] = U_{n-p}U_{n-q} - U_{n-q}U_{n-p},$$

где p, q – целые числа, $p < q$, $U_0, U_1, \dots, U_n, \dots$ – квадратные матрицы порядка n .

Рассмотрим частный случай, когда $p = 2, q = 1$, то есть генератор определяется с помощью рекуррентного соотношения вида

$$U_n = [U_{n-2}, U_{n-1}] = U_{n-2}U_{n-1} - U_{n-1}U_{n-2}.$$

Начальные условия данного генератора – квадратные матрицы U_0 и U_1 порядка n .

Далее представлен алгоритм для мультипликативного генератора Фибоначчи с запаздыванием.

Алгоритм 2 (генерации псевдослучайной последовательности элементов матричной алгебры Ли над простым конечным полем на основе идеи мультипликативного генератора Фибоначчи с запаздыванием).

1. Задать простое число p – характеристику простого конечного поля $GF(p)$.
2. Выбрать порядок n генерируемых матриц.
3. Задать длину l генерируемой последовательности.
4. Ввести матрицы U_0 и U_1 – начальные квадратные матрицы порядка n .
5. Вычислить последовательность состояний генератора $U_1, U_2, U_3, \dots, U_l$, используя формулу: $U_i = [A_{i-1}, U_{i+1}]$.

Алгоритмы 1 и 2 реализованы в среде Visual Studio Community Edition 2019 на языке C# с использованием технологии WPF. На рисунке 1 представлен интерфейс программы для задания характеристик генераторов, где предусмотрен выбор конечного поля, длины генерируемой последовательности, а также задание начальных матриц и выбор их порядка. Результат работы программного средства – сгенерированная последовательность, которая записывается в текстовый файл.

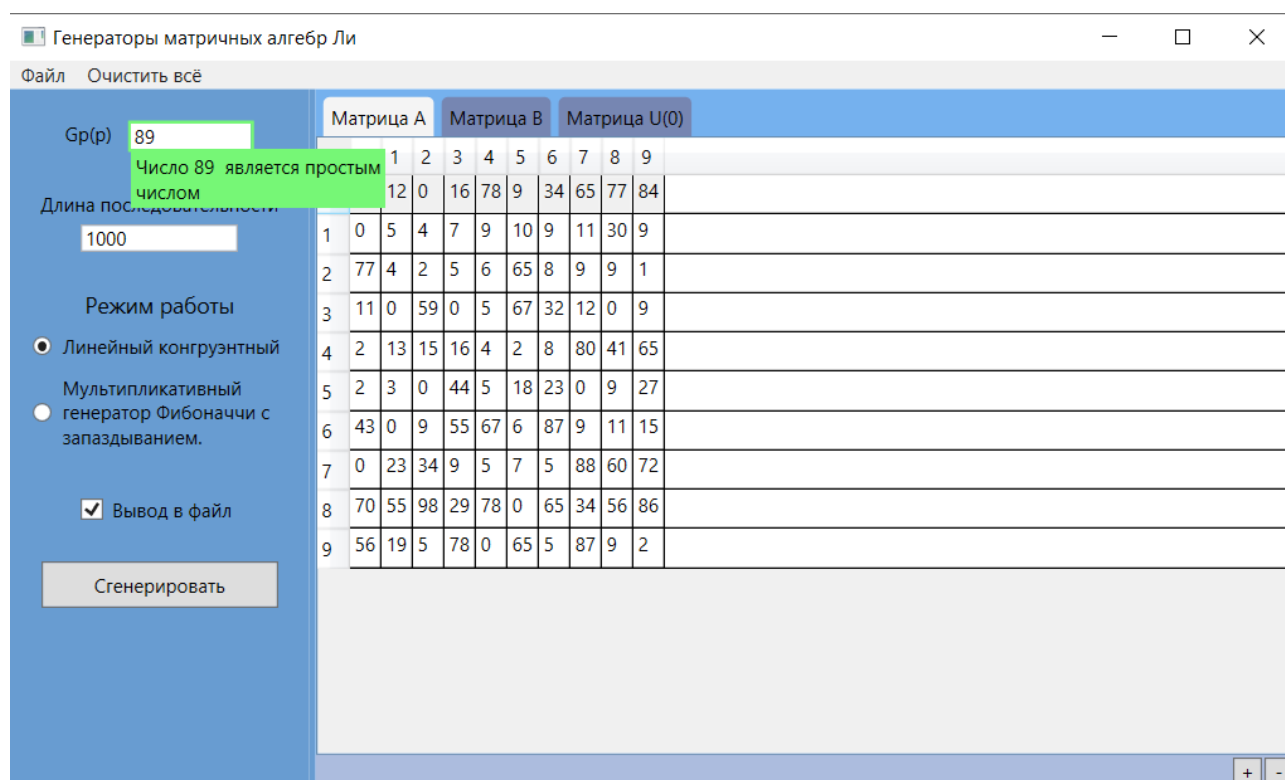


Рисунок 1 – Программное средство «Генераторы матричных алгебр Ли»

В заключение отметим, что реализованные генераторы элементов матриц над простыми конечными полями послужат основой для дальнейшей реализации инструментов исследования закономерностей получающихся последовательностей с целью построения генераторов ключевых последовательностей криптосистем.

Список литературы

1. Бахта, Н.С. Методы построения псевдослучайных последовательностей элементов групп / Н.С. Бахта, Н.А. Попова // Вестник ОмГУ. – 2014. – №2 (72). – С. 15-16.
2. Камловский, О.В. Уточнение оценок для числа появлений элементов в линейных рекуррентных последовательностях над кольцами Галуа / О.В. Камловский // Фундаментальная и прикладная математика. – 2012. – 17:7. – С. 97–115.
3. Иванов, М.А. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей / М.А. Иванов, И.В. Чугунков. – Москва: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. – 238 с.
4. Тараканов, В.Е. Линейные рекуррентные последовательности на эллиптических кривых и их применение в криптографии / В.Е. Тараканов // Труды по дискретной математике. – 2006. – Т. 9. – С. 340–356.
5. Червяков, Н.И. Реализация ЕС-последовательностей на точках эллиптической кривой с использованием нейронных сетей / Н.И. Червяков, М.Г. Бабенко, А.С. Назаров, И.С. Крисина // Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах. Материалы XIII Всероссийской конференции (Н. Новгород, 14–16 ноября 2013 г.) – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета. – 2013. – С. 274–278.
6. Червяков, Н.И. Линейные рекуррентные последовательности на эллиптической кривой / Н.И. Червяков, М.Г. Бабенко // Научно-технические ведомости СПбГТУ. – 2010. – № 2. – С. 164–166.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА СЛУЖБЫ ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

**Бурлаков М.Е.,
Бурькова Е.В., канд. пед. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

На данном этапе развития технологий электронный документооборот занимает более высокую позицию по сравнению со своим бумажным аналогом. Это связано с тем, что система электронного документооборота значительно снижает временные затраты на обработку информации, предотвращает ошибки, позволяет сократить избыточные операции с документами предприятия.

Для нормальной работы электронного документооборота на предприятии необходим надежный и безопасный процесс обработки и хранения информации, организация которого требует четко определить основные риски и способы их предупреждения [1].

Актуальность задачи защиты электронного документооборота подтверждается статистическими данными о процентном соотношении утечек информации по различным каналам связи, предоставленными компанией Infowatch (рисунок 1).



Рисунок 1 - Распределение утечек данных по каналам связи в 2020 г. [2]

Наибольшее число утечек за 2020 год в России связано с передачей информации по сетевым каналам – 42,8%, в то время как на бумажные документы приходится 28,2%. Так же существенный процент утечек информации связан с использованием сервисов мгновенных сообщений и передачей данных по элек-

тронной почте. Данная статистика говорит о том, что электронный документооборот более подвержен угрозам информационной безопасности по сравнению с бумажным документооборотом и требует большего внимания к вопросу обеспечения его защиты.

В статье рассматривается система электронного документооборота службы занятости населения и учтена специфика данной организации. Информационная система организации имеет многопользовательский режим обработки информации, многоточечный выход в сеть общего пользования. В информационной системе организации обрабатывается информация разных уровней конфиденциальности, пользователи имеют разные полномочия на доступ к конфиденциальной информации.

Нами была построена схема электронного документооборота службы занятости с обозначением документопотоков. Схема представлена на рисунке 2.

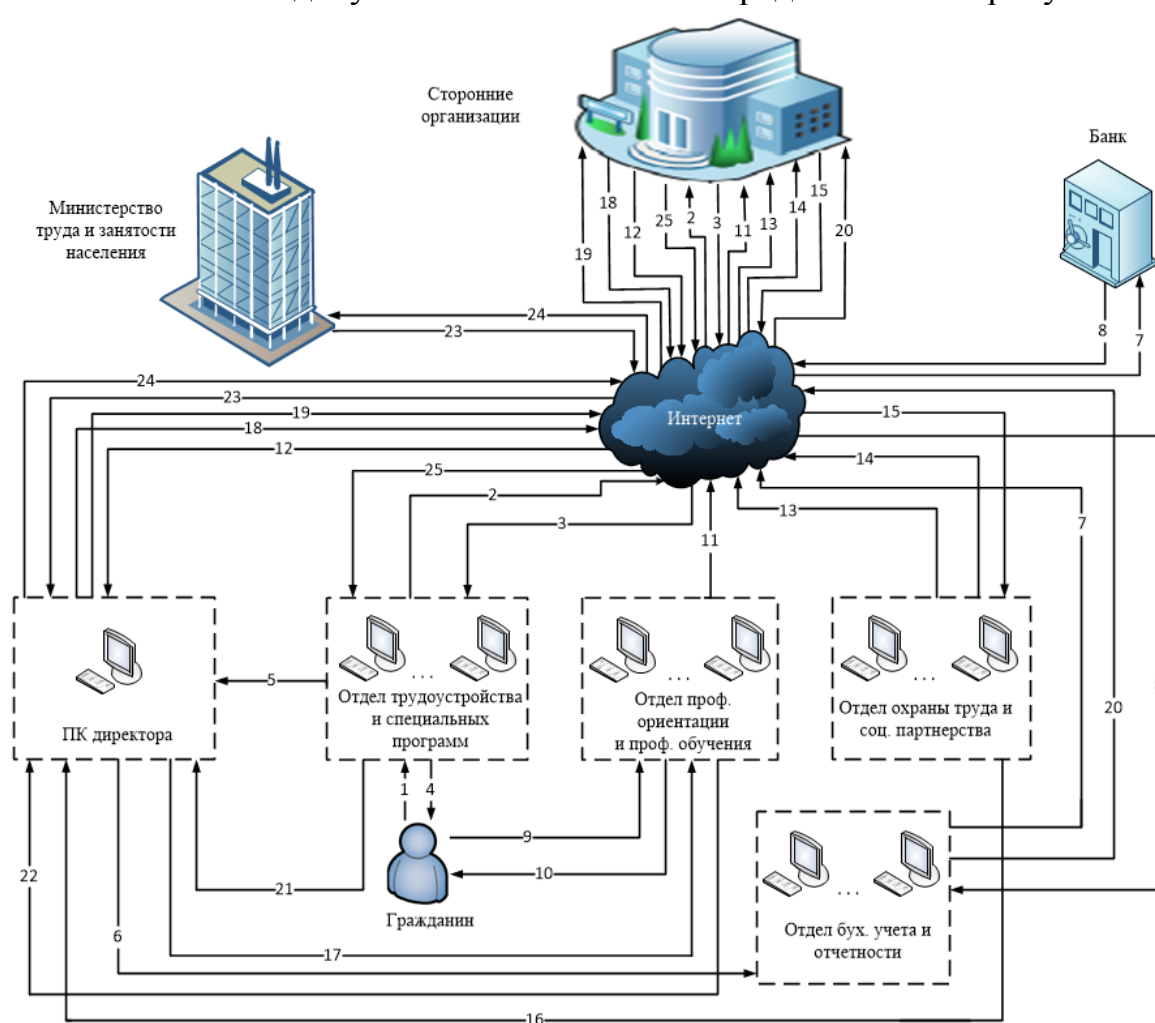


Рисунок 2 - Схема электронного документооборота службы занятости

Электронный документ представляет собой документированную информацию в электронной форме, предназначенной для восприятия человеком с применением средств вычислительной техники, а также для передачи по информационно-телекоммуникационным сетям или обработки в информацион-

ных системах. Электронный документооборот — это обмен электронными документами по телекоммуникационным каналам связи (ТКС) оператора системы электронного документооборота (СЭД). Система электронного документооборота представляет собой совокупность программ, обеспечивающих создание, редактирование, разграничение прав доступа и распространение файлов в компьютерных сетях с сохранением возможностей контроля над ними [3].

Описание потоков документов и способов передачи представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Описание потоков документов

№ потока	Содержимое	Способ передачи
1	Обращение за гос. услугой по содействию в поиске работы	Портал «Работа в России»
2	Запрос в ПФР, УМВД, ИМНС информации по гражданину	Программный комплекс «Катарсис»
3	Выдача результата по запросу	Программный комплекс «Катарсис»
4	Ответ по запросу услуги	Портал «Работа в России»
5	Передача на подписание приказа о признании гражданина безработным и назначении пособия по безработице	Программный комплекс «Directum»
6	Передача приказа о назначении пособия по безработице для перечисления	Программный комплекс «Directum»
7	Перечисление пособия в банк	АС «Сбербанк Онлайн», «СУФД-онлайн»
8	Получения реестра о зачислении	АС «Сбербанк Онлайн», «СУФД-онлайн»
9	Обращение за гос. услугой по профориентации или проф. обучению	Интерактивный портал службы занятости населения
10	Ответ по запросу услуги	Интерактивный портал службы занятости населения
11	Направление проекта договора с образовательными учреждениями	Электронная почта
12	Передача по электронной почте подписанного учебным заведением договора о обучении безработных граждан	Электронная почта
13	Отправка нормативной документации по охране труда	Электронная почта
14	Запрос информации о состоянии условий труда	Электронная почта

15	Выдача ответа на запрос	Электронная почта
16	Направление отчетов по охране труда на подписание	Программный комплекс «Directum»
17	Приказ о направлении гражданина на обучение	Программный комплекс «Directum»
18	Направление проектов договоров на обеспечение хозяйственной деятельности центра занятости населения	Электронная почта
19	Возврат подписанных договоров	Электронная почта
20	Направление отчетности в налоговую, ПФР, ФСС	Электронная почта
21	Направление отчетов о трудоустройстве и реализации специальных программ	Программный комплекс «Directum»
22	Направление отчетов по проф. ориентации и проф. обучению	Программный комплекс «Directum»
23	Отправка заданий, планов, приказов	Программный комплекс «Directum»
24	Направление отчетов о деятельности центра занятости населения	Программный комплекс «Directum»
25	Подача вакансий работодателями	Электронная почта, интерактивный портал службы занятости населения

Электронные документы могут содержать информацию конфиденциального характера, потеря или разглашение которой может привести к существенному ущербу организации, осуществляющей электронный документооборот.

Стоимость информации не определена ни в одном российском законе и оценивается самой организацией. Компания несет административную ответственность за несоблюдение нормативно-правовых требований по защите информации. Внутренними нормативно-правовыми актами компании определяется размер штрафа за неисполнение требований, разглашение или утрату конфиденциальной информации, а также привлечение к дисциплинарной ответственности работников. Краткий перечень возможного ущерба при реализации угроз безопасности электронного документооборота службы занятости населения представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Возможный ущерб при реализации угроз безопасности электронного документооборота службы занятости

Наименование информации	Вид КД	Возможный ущерб
Данные о сотрудниках и	ПДн	Административная ответствен-

клиентах		ность
Финансовая экономическая информация	Коммерческая тайна	Финансовые потери
Информация о партнерах (контрагентах) и отношениях с ними	Служебная тайна, коммерческая тайна	Административная ответственность; потеря репутации
Информация о системе безопасности	Служебная тайна	Возможность реализации угроз безопасности

При рассмотрении безопасности электронного документооборота необходимо уделять особое внимание источникам угроз.

Все источники угроз можно разделить на внутренние и внешние.

Внутренними источниками угроз являются:

- программное обеспечение;
- аппаратные средства;
- сотрудники организации.

Внешними источниками угроз являются:

- отдельные лица и организации;
- вредоносные программы, компьютерные вирусы;
- стихийные бедствия.

В качестве источников угроз могут быть: действия субъектов (антропогенные источники угроз); стихийные источники.

В связи с тем, электронный документооборот реализуется в сети, необходимо основное внимание обратить на угрозы, связанные с сетью.

Классификация угроз безопасности системы электронного документооборота представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация угроз безопасности СЭД

Классификационные признаки	Угрозы
По цели воздействия	Угрозы нарушения конфиденциальности информации
	Угрозы нарушения целостности информации
	Угрозы нарушения доступности информации
	Угрозы с комплексным воздействием на информацию
По используемой уязвимости	Угрозы с использованием уязвимостей протоколов сетевого взаимодействия и каналов передачи данных
	Угрозы с использованием уязвимостей системного ПО
	Угрозы с использованием уязвимостей прикладного ПО
По уровню реализации угрозы с использованием про-	Угрозы на физическом уровне
	Угрозы на канальном уровне
	Угрозы на сетевом уровне

токолов межсетевого взаимодействия	Угрозы на транспортном уровне
	Угрозы на сеансовом уровне
	Угрозы на уровне представления
	Угрозы на прикладном уровне
По способу реализации	Угрозы, реализуемые с применением программных средств операционной системы
	Угрозы, реализуемые с применением специально разработанного ПО
	Угрозы, реализуемые с применением вредоносных программ

При проектировании системы защиты электронного документооборота предусматривают следующие направления защиты: по актуальным угрозам, по подразделениям, по экономическим затратам. В результате построения модели угроз безопасности выявляют актуальные угрозы, что реализуется на основе анализа опасности угроз и принятых мер, выясняют экспертным путем показатели вероятности реализации угроз. С экономической точки зрения система защиты должна быть рациональной, то есть затраты на средства и мероприятия по защите не должны превышать размера возможного ущерба от реализации угроз.

Для проверки эффективности системы защиты электронного документооборота оценивают технический эффект. Для этого необходимо вычислить риски информационной безопасности до и после внедрения системы защиты. При оценке экономического эффекта используют показатели стоимости защищаемой информации и показатели стоимости внедренных средств защиты. Стоимость средств не должна превышать величины возможного ущерба защищаемой информации. Социальный эффект понимается как совокупность социальных результатов, получаемых от реализации проекта и имеющий как положительные, так и отрицательные значения [4].

Исследование документопотоков и анализ схемы электронного документооборота, а также выявление актуальных угроз безопасности СЭД службы занятости населения, с учетом специфики организации, позволит разработать перечень требований для обеспечения заданного уровня безопасности и спроектировать рациональную систему защиты, при которой риски безопасности электронного документооборота будут минимальны при удовлетворительных стоимостных затратах.

Список литературы

1 Севорина Н. Защита систем электронного документооборота - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://wiseadvice-it.ru/о-компании/blog/articles/zashhita-sistem-edo/>

2 Утечки информации ограниченного доступа: отчет за 9 месяцев 2020. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.infowatch.ru/analytics/reports/30708>

3 Бойков, А.И. Методы защиты электронного документооборота / А.И. Бойков // Интернет-журнал «Наукознание». – 2012. – № 1 – 8 с.

4 Бурькова, Е.В. Концептуальная модель модернизации системы защиты документооборота предприятия / Е.В. Бурькова, И.В. Иванова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. - Оренбург : ОГУ, 2020. - С. 1419-1423.

ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ВУЗА

**Бурькова Е.В., канд. пед. наук, доцент,
Муканова А.К.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Проблема защиты персональных данных, обрабатываемых в вузе, в условиях современного развития информационных телекоммуникационных технологий приобретает все более значимую роль в общем перечне защищаемой информации. Это связано с распространением всевозможных операций с помощью онлайн-сервисов, включая оплату товаров и услуг, заключения различного рода договоров и других операций, содержащих персональные данные участников таких операций. Для вуза характерны большие объемы обрабатываемых персональных данных, включающие сотрудников, студентов, партнеров. С ростом объема операций в сетевом формате, увеличивается объем обрабатываемых персональных данных с одной стороны, и с другой стороны, повышается техническая оснащенность нарушителей, заинтересованных в перехвате таких данных и использования их незаконным образом. Появляются новые опасные угрозы, возрастают риски реализации угроз, вместе с тем возрастает величина вероятного ущерба от кражи, утери, разглашения персональных данных граждан. В данных условиях задача совершенствования комплексной защиты персональных данных в вузе является актуальной.

Актуальность задачи защиты персональных данных (ПДн) подтверждается статистическими данными, предоставленными компанией Infowatch. Из аналитического отчета компании InfoWatch:

- В 2019 г. в InfoWatch зарегистрировали около 400 случаев утечки информации из отечественных организаций и госструктур (около 16% от общего количество мировых утечек данных).
- Россия по количеству утечек информации семь лет подряд занимает 2-е место (после США).
- Наиболее распространенные виды «утекшей» информации – финансовые данные, персональные данные.
- В 2019 г. общее количество утечек информации увеличилось почти на 46%, если сравнивать с показателями 2018 г.
- По результатам 2019 г. в результате утечек данных скомпрометировано около 170 млн. записей конфиденциальных данных граждан и финансовых сведений [1].

Вопрос о совершенствовании системы защиты персональных данных вуза является важным в тех случаях, когда существующая система защиты перестает выполнять свои основные функции, вследствие возникновения новых угроз безопасности, повышения технической оснащенности нарушителя, появления

новых уязвимостей в системе защиты. Модернизации подлежит система защиты ПДн в случае присвоения ИСПДн более высокого уровня защищенности. Например, был уровень защищенности III, а в результате обследования уровень определен, как II. При повышении уровня защищенности ИСПДн меняются требования к составу и содержанию подсистем и мер защиты в соответствии с приказом ФСТЭК № 21. По этой причине возникает необходимость проводить модернизацию системы защиты ПДн.

Персональные данные вуза обрабатываются в информационной системе, а также могут быть на бумажных носителях (трудовые книжки, договора о коммерческом обучении, личные дела сотрудников и обучающихся.) Единая база данных вуза содержит персональные данные сотрудников, абитуриентов, аспирантов, студентов и их родителей, а также субъектов, имеющих договорные отношения с вузом. Персональные данные относятся к информации ограниченного доступа, принадлежат разным категориям: специальным (сведения о состоянии здоровья); биометрическим (фотографии); иным (паспортные данные, номера страховых, налоговых, свидетельств, сведения о доходах и другие). Такие данные подлежат обязательной защите в соответствии с требованиями Российского законодательства.

Регуляторами в области защиты персональных данных являются государственные органы: Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), Федеральная служба безопасности (ФСБ) и Федеральная служба по техническому и экспортному контролю Российской Федерации (ФСТЭК). На рисунке 1 представлены регуляторы в области защиты ПДн Российской Федерации.

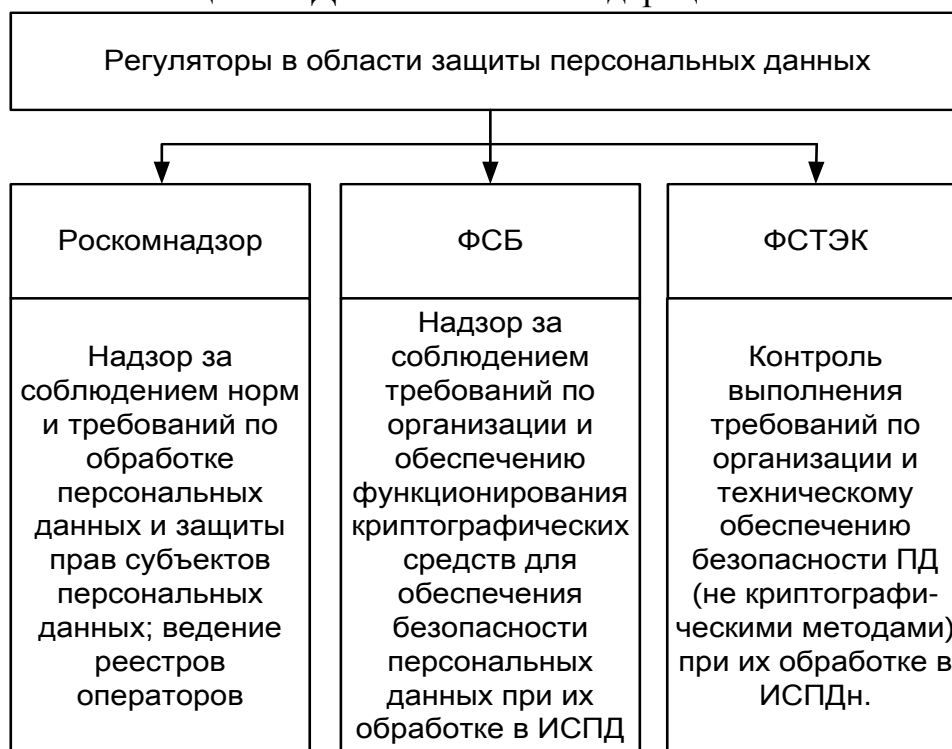


Рисунок 1 – Регуляторы в области защиты ПДн

Именно данные государственные службы, формируют основные методические документы, содержащие требования по защите ПДн, определяющие методику выявления актуальных угроз безопасности, состав и содержание подсистем обеспечения безопасности ПДн, а также осуществляют контроль и надзор за соблюдением требований.

При проектировании системы защиты высшего учебного заведения необходимо применить комплексный подход. Система защиты персональных данных состоит из следующих подсистем:

- подсистема организационных мероприятий;
- подсистема физической защиты доступа к ПДн;
- подсистема программно-аппаратной защиты ПДн.

В нормативных документах ФСТЭК предъявляются требования к составу и содержанию мер и средств защиты, при этом указывается состав подсистем защиты для каждого уровня защищенности информационной системы персональных данных (ИСПДн). Для того, чтобы определить уровень защищенности ИСПДн, необходимо провести обследование по характеристикам, указанным в Методике определения актуальных угроз безопасности ФСТЭК. Уровень защищенности ИСПДн определяется в зависимости от четырех факторов: категории ПДн, типа угроз безопасности, объема ПДн, и от того, является оператор ПДн сотрудником организации или нет. Классификация информационных систем персональных данных представлена на рисунке 2.



Рисунок 3.1 – Классификация ИСПДн

Анализируя информационную структуру вуза с точки зрения безопасности ПДн, можно сделать вывод о том, что наиболее уязвимыми являются процессы сетевого взаимодействия. На сайте вуза создана система личных кабинетов: личный кабинет преподавателя, обучающегося, родителя. Информация в личных кабинетах содержит персональные данные и подлежит защите. Также

необходимо отметить что в качестве объекта угроз выступает и интеллектуальную собственность, в качестве которой выступают научные и учебно-методические труды сотрудников вуза, они доступны для авторизованных пользователей на сайте научной библиотеки и на сайте отдела информационных образовательных технологий. Например, прикладные программы, электронные курсы лекций и другие учебные материалы, представляющие собой интеллектуальную собственность [2].

Была разработана концептуальная модель защиты ПДн ОГУ, представленная на рисунке 3. в данной модели основными элементами являются: защищаемые ПДн, угрозы, нарушители, способы доступа, направления защиты, методы и средства защиты.



Рисунок 3 - Концептуальная модель системы защиты ИСПДн

При проектировании комплексной системы защиты ПДн вуза необходимо провести следующие этапы:

- обследование ИСПДн, в ходе которого выясняются категории обрабатываемых ПДн, определяется уровень защищенности ИСПДн;

- анализ угроз безопасности ИСПДн, в ходе которого проводится анализ источников угроз, построение модели нарушителя и угроз безопасности ПДн;
- определение требований нормативно-правовых документов к составу и содержанию подсистем и мер по защите ИСПДн выявленного уровня защищенности;
- анализ существующих мероприятий и средств защиты ПДн и их соответствия требованиям нормативных документов;
- расчет риска нарушения защищаемых свойств информации, с вычислением возможного ущерба в случае реализации актуальных угроз безопасности ИСПДн;
- формирование замысла защиты (определяется в зависимости от таких факторов: актуальных угроз безопасности ПДн; выбранных направлений защиты; учет экономических затрат на реализацию защиты [4]).

Важную роль в разработке замысла защиты играет обеспечение защиты: финансовое, правовое, аппаратно-программное, информационное и кадровое. Финансовое обеспечение защиты определяется по величине возможного ущерба от реализации угроз безопасности ПДн и не должно превышать расчетного значения [3].

Таким образом, нами были рассмотрены вопросы комплексной защиты персональных данных вуза, обоснована актуальность данной задачи, проанализированы основные носители персональных данных вуза, регуляторы в сфере защиты ПДн, рассмотрены вопросы проектирования системы защиты ПДн, представлена концептуальная модель защиты. Проведенные исследования могут быть полезными при проведении работ по совершенствованию системы комплексной защиты ПДн высшего учебного заведения.

Список литературы

1. Утечки информации ограниченного доступа. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.infowatch.ru/analytics/reports/30708>
2. Бурькова, Е.В. Система защиты персональных данных в высшем учебном заведении / Е. В. Бурькова // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2017. - № 7. - С. 69-74.
3. Бурькова, Е.В. Некоторые аспекты оценки эффективности функционирования систем безопасности / Е.В. Бурькова // X Всерос. научн.-практ. конф. «Современные информационные технологии в науке, образовании и практике». - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2012. -С. 153-156.
4. Бурькова, Е.В. Анализ этапов создания системы защиты персональных данных объекта информатизации / Е.В. Бурькова, А.С. Недорезова // В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. материалы Всероссийской научно-методической конференции. Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВО "Оренбургский государственный университет". 2018. С. 1751-1755.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЗАДАЧЕ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Бурькова Е.В., канд. пед. наук, доцент,
Радионов А.А.

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Внедрение процессов цифровизации в сферу управленческой деятельности предприятий привела к повсеместному распространению систем электронного документооборота (СЭД). Это обусловлено, прежде всего, возрастанием объемов обрабатываемой информации, усложнением процессов сбора, хранения, обработки и учета. Необходимо учесть, что практически весь объем обрабатываемой информации предприятия или организации относится к информации ограниченного доступа, то есть является конфиденциальной, содержащей сведения, составляющие служебную, коммерческую, профессиональную тайну, персональные данные, а также сведения, относящиеся к интеллектуальной собственности. Утрата или утечка сведений такого рода повлечет за собой значительный материальный ущерб и потерю репутации предприятия. Актуальность задачи защиты электронного документооборота подтверждается статистическими данными о процентном соотношении утечек информации по различным каналам связи, предоставленными компанией Infowatch (рисунок 1).

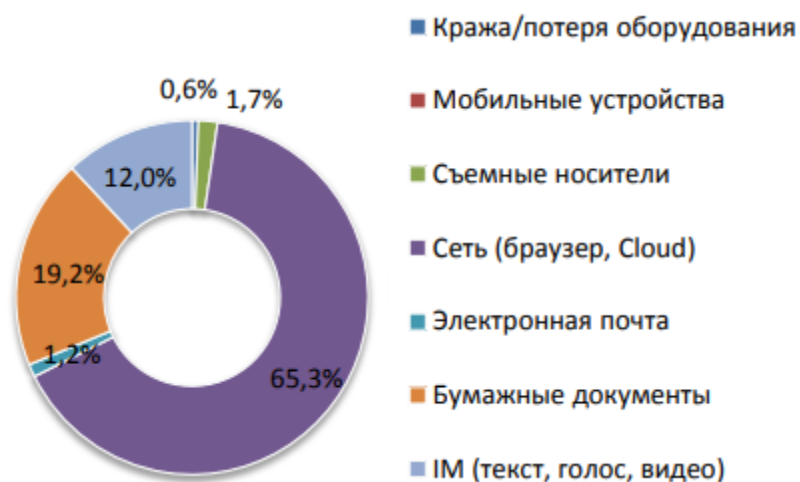


Рисунок 1 - Распределение утечек данных по каналам Россия 2020 г. [1]

Наибольшее число утечек за 9 месяцев 2020 года в России было зафиксировано в сетевых каналах - 65,3%, а также на бумажные документы - 19,2%. Возросли утечки информации с использованием сервисов мгновенных сообщений (IM) — в эту категорию относятся утечки с применением смартфонов (фотографирование экрана, отправка полученных изображений через WhatsApp, Telegram и пр.).

Для электронных документов наибольшую опасность представляют угрозы, использующие уязвимости сети передачи сообщений. Электронный документ – представляет собой документированную информацию в электронной форме, предназначенной для восприятия человеком с применением средств вычислительной техники, а также для передачи по информационно-телекоммуникационным сетям или обработки в информационных системах. Электронный документооборот — это обмен электронными документами по телекоммуникационным каналам связи (ТКС) оператора СЭД. Система электронного документооборота представляет собой совокупность программ, обеспечивающих создание, редактирование, разграничение прав доступа и распространение файлов в компьютерных сетях с сохранением возможностей контроля над ними на уровне компании СЭД выполняют следующие функции:

- хранение, регистрация и создание электронных документов;
- организация и отслеживание движения электронных документов;
- ведение истории создания, изменения и уничтожения электронных документов;
- настройка уведомлений о статусе и прохождении электронных документов;
- создание отчетов, ведение журналов и контроль сроков исполнения документов;
- импорт и экспорт документов;
- реализация сканирования и печати документов;
- обеспечение сохранности и конфиденциальности информации, контроль и разграничение доступа;
- возможность использования цифровой подписи [2].

При проектировании системы защиты электронного документооборота необходимо выделить обязательные этапы. Первым и очень важным этапом является определение перечня защищаемой информации, ее категории и степени конфиденциальности. Вторым этапом является обследование информационной вычислительной сети, которая используется для реализации электронного документооборота, на этом этапе необходимо проанализировать структуру сети, определить класс автоматизированной системы, составить перечень технических средств обработки данных и программное обеспечение. Третьим этапом является определение уязвимостей и угроз безопасности электронного документооборота. На четвертом этапе определяется список требований нормативно-правовых документов по защите данного класса автоматизированной системы и выявленной категории защищаемой информации. С учетом полученных экспертным путем сведений на заключительном этапе проводится разработка мероприятий по защите электронного документооборота [3].

Остановимся на этапе определения уязвимостей и угроз безопасности электронного документооборота. В связи с тем, электронный документооборот реализуется на уровне сети, необходимо основное внимание обратить на угрозы, связанные с сетью. Классификация угроз безопасности СЭД представлена на рисунке 2.

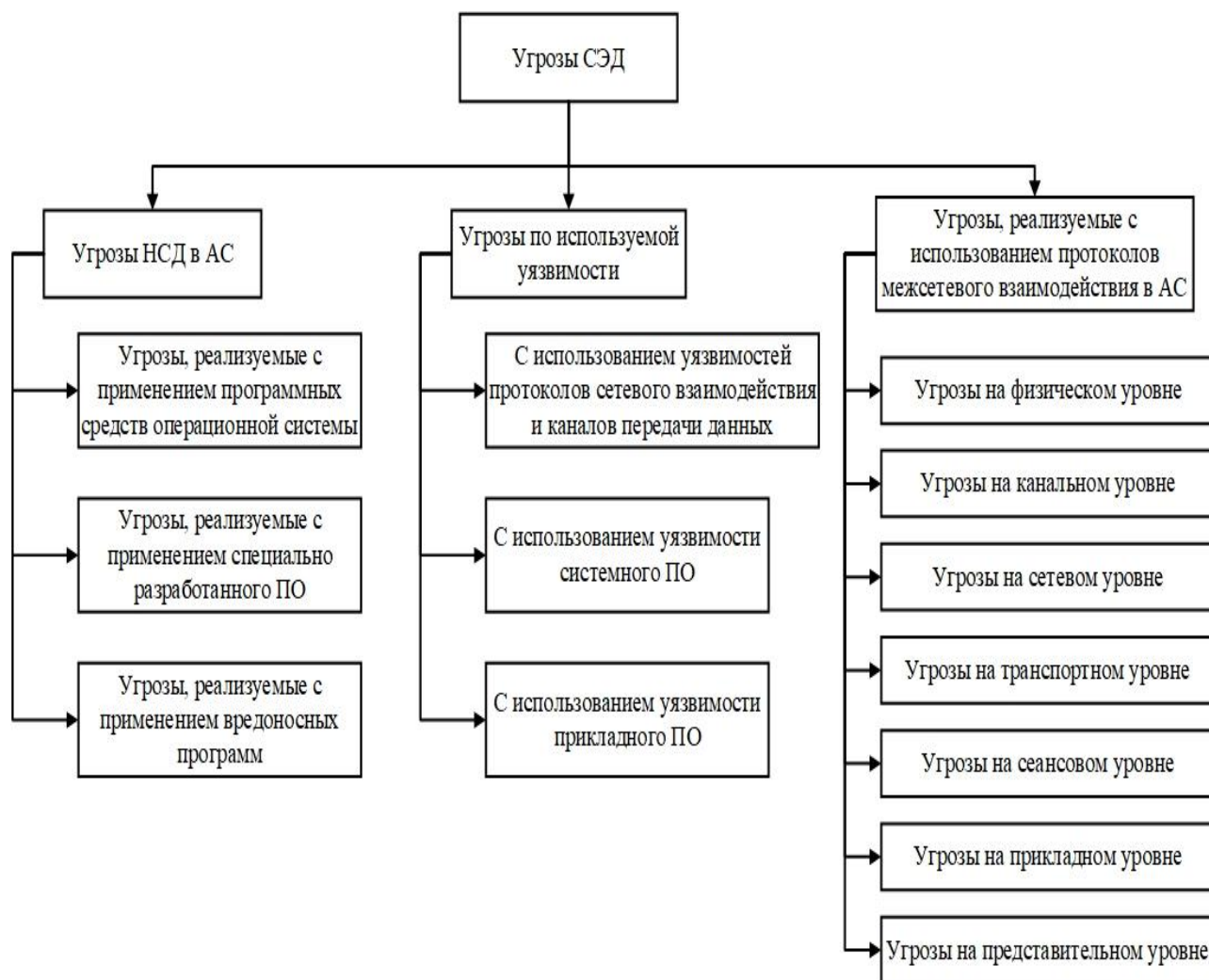


Рисунок 2 – Классификация угроз безопасности СЭД

По цели воздействия эти угрозы можно классифицировать на следующие:

- угрозы нарушения конфиденциальности информации;
- угрозы нарушения целостности информации;
- угрозы нарушения доступности информации;
- угрозы с комплексным воздействием на информацию.

Для систем электронного документооборота угрозы несанкционированного доступа (НСД) могут быть реализованы с использованием программных средств операционной системы, с применением специально разработанного программного обеспечения, с применением вредоносных программ. Угрозы с использованием протоколов межсетевого взаимодействия могут быть нейтрализованы на уровне средств межсетевого экранирования, создания защищенного канала передачи данных, шифрованием передаваемых данных [5].

При проектировании системы защиты СЭД необходимо предусмотреть меры по нейтрализации наиболее опасных угроз, при этом, важное значение приобретает комплексный подход. Комплексная система защиты электронного документооборота включает следующие подсистемы: организационная, норма-

тивно-правовая, инженерно-техническая, программно-аппаратная. [4]. Краткая характеристика подсистем представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Подсистемы защиты СЭД

Наименование подсистемы	Содержание
Организационная	Организация процессов аутентификации и идентификации пользователей на уровне приказов и инструкций
	Разработка инструкций, устанавливающей правила работы с СЭД, инструкций по защите машинных носителей
	Проведение аудита защищенности СЭД
	Разработка плана восстановления СЭД
	Организация разграничения прав доступа пользователей к различным модулям СЭД
Нормативно-правовые	ГОСТ ИСО 15489-1:2007 «Управление документами. Общие требования»
	ГОСТ Р 54471-2011/ISO/TR 15801.2009 «Системы электронного документооборота. Управление документацией. Информация, сохраняемая в электронном виде. Рекомендации по обеспечению достоверности и надежности»
	Федеральный закон «Об электронной подписи» от 06.04.2011 г. №63-ФЗ
	Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ
	Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 г. №149
Инженерно-технические	Использование электронных ключей
	Внедрение системы резервного копирования СЭД
	Использование источника бесперебойного питания
Программно-аппаратные	Разграничение прав доступа на уровне СУБД
	Использование электронной подписи для документов
	Использование межсетевого экранирования
	Установление системы защиты СЭД от DDoS-атак
	Создание журналов событий безопасности СЭД
	Подсистема обнаружения вторжений
	Обеспечение криптографической защиты данных
	Подсистема антивирусной защиты

Таким образом, на основании проведенного анализа областей применения систем электронного документооборота в различных сферах экономики, подтверждение наличия в данных системах конфиденциальной информации, подлежащей защите в соответствии с требованиями законодательства РФ, анализа опасности угроз, можно утверждать, что создание комплексной системы

защиты СЭД позволит предотвратить возможный ущерб от потери или искажении конфиденциальной информации.

Список литературы

- 1 Утечки информации ограниченного доступа: отчет за 9 месяцев 2020. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.infowatch.ru/analytics/reports/30708>
- 2 Бойков, А.И. Методы защиты электронного документооборота / А.И. Бойков // Интернет-журнал «Наукознание». – 2012. – № 1 – 8 с.
- 3 Бурькова, Е.В. Концептуальная модель модернизации системы защиты документооборота предприятия / Е.В. Бурькова, И.В. Иванова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. - Оренбург : ОГУ, 2020. - С. 1419-1423.
- 4 Бурькова, Е.В. Система защиты персональных данных в высшем учебном заведении / Е. В. Бурькова // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2017. - № 7. - С. 69-74.
- 5 Жигалов, К.Ю. Направления развития систем обеспечения безопасности электронного документооборота в современных условиях / К.Ю. Жигалов, А.П. Подлевских, К.Р. Аветисян // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 2. – С. 52-56.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ PROTEUS В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «СХЕМОТЕХНИКА»

**Бурькова Е.В., канд. пед. наук, доцент, Сущев Д.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Важным этапом разработки электронного цифрового устройства является моделирование, которое может быть реализовано на физическом уровне при изготовлении опытного образца, другим вариантом моделирования является виртуальное. Физическое моделирование связано с материальными затратами на изготовление макета, трудоемкостью исследований, необходимостью использования реальных измерительных приборов. Виртуальное моделирование цифровых электронных устройств предоставляет широкие возможности при малых затратах, которые нужны на приобретение программной среды моделирования. Моделирование в программной среде позволяет значительно проще исследовать множество вариантов схемотехнических решений, экспериментально подбирать номиналы элементов, проводить анализ измерений и исследовать работу устройства. При изучении курса «Схемотехника» моделирование в программных средах предоставляет возможность студентам изучить принцип работы электронных устройств, экспериментально проверить правильность принятых схемотехнических решений, освоить навыки проектирования электронных схем [2]. Анализ состояния программного обеспечения по схемотехническому моделированию показал наличие большого количества программ как для начальных этапов автоматизированного проектирования, так и для этапов поисково-исследовательских работ. В настоящее время существует целый ряд интегрированных сред разработки, наиболее известными и используемыми являются среды: Electronics Workbench, Proteus, MPLAB IDE, UMPS, MCStudio, Micro-Cap, DesignLab и другие [1].

В нашем исследовании была поставлена задача разработать схему цифрового электронного вольтметра и провести моделирование в программной среде Proteus. Решение данной задачи включало следующие этапы: построение классификации вольтметров, характеристика всех классов, изучение принципа работы электронного вольтметра, анализ существующих схемотехнических методов построения электронного цифрового вольтметра, анализ функций проектируемого цифрового электронного вольтметра, разработка структурной, электрической принципиальной схем, выбор и расчет элементной базы устройства и моделирование в программной среде Proteus.

В качестве схемотехнических методов реализации цифровых вольтметров (ЦВ) были рассмотрены два метода. Первый – основан на применении микроконтроллера. Схема такого ЦВ достаточно проста и состоит из микроконтроллера, на вход которого поступает сигнал измеряемого напряжения,

схемы тактирования и цифрового индикатора, показывающего значение измеряемого напряжения. В состав микроконтроллера входит аналого-цифровой преобразователь, проводящий все необходимые преобразования, микропроцессор, арифметико-логическое устройство, ПЗУ и ОЗУ. Основная работа при моделировании ЦВ, используя этот метод, заключается в разработке программы для микроконтроллера.

Вторым способом построения цифрового вольтметра является ЦВ, основанный на логических микросхемах. Схема данного вольтметра состоит из устройства сравнения (УС), счетчика, устройства управления (УП), цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) и цифрового индикатора (ЦИ) [3]. Структурная схема такого ЦВ показана на рисунке 1.

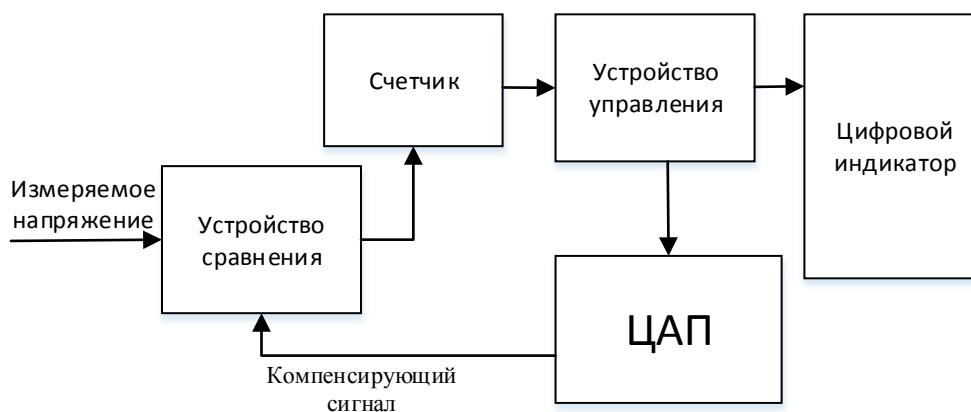


Рисунок 1 – Схема ЦВ, основанного на логических микросхемах

В УС поступает измеряемое и компенсирующее напряжение, УС сравнивает эти сигналы и подает сигнал на интегральный счётчик, который накапливает значения. В ЦАП и ЦИ поступает двоичное число, накапливаемое счетчиком. ЦАП преобразует его в аналоговый сигнал и подает компенсирующее напряжение на УС. ЦИ высвечивает значение, накопленное счетчиком. Когда сигналы, поступающие на УС, уравниваются, счетчик останавливает счет.

Нами выбран метод построения ЦВ без микроконтроллера, на логических микросхемах. Для разработки структурной схемы был проведен анализ функций, представленный в таблице.

Таблица – Функциональное назначение компонентов ЦВ

Функция	Устройство
Формирование входного измеряемого напряжения	Генератор входного сигнала
Сравнение аналогового сигнала с компенсирующим сигналом ЦАП	Компаратор
Управление подачей сигналов. С каждым тактом тактового генератора повышает значение двоичного сигнала на единицу и отправляет его на вход цифро-аналогового преобразователя и дешифратор	Устройство управления со счетчиком

Формирование компенсирующего напряжения, которое поступает в компаратор	ЦАП
Задание тактовой частоты для счетчика	Тактовый генератор
Отображение значения напряжения в виде десятичного числа	Семисегментный индикатор
Преобразование сигнала со счетчика в семисегментный код для цифрового индикатора	Дешифратор

Для нашей модели в состав цифрового вольтметра поразрядного кодирования входят тактовый генератор, компаратор, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), семисегментный индикатор, счетчик и дешифратор. Структурная схема приведена на рисунке 2.

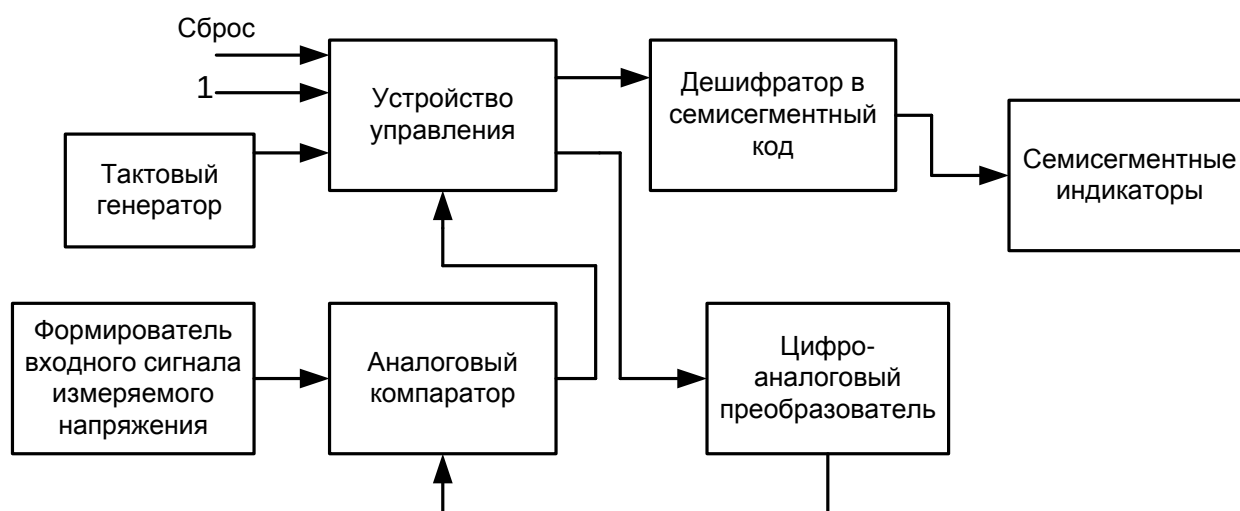


Рисунок 2 – Структурная схема ЦВ

Генератор входного сигнала формирует входной измеряемый сигнал. Компаратор принимает на входе два аналоговых сигнала: первый сигнал – это напряжение, измеряемое вольтметром; второй – компенсирующее напряжение, формируемое ЦАП. Делитель напряжения в компараторе уменьшает значение сигнала для устранения помех, затем компаратор сравнивает измеряемое и компенсирующее напряжения. Пока компенсирующее напряжение меньше чем измеряемое, с выхода аналогового компаратора на счетчик подается напряжение питания, соответствующее логической единице. Когда компенсирующее напряжение уравнивается с измеряемым, на счетчик подается сигнал, соответствующий логическому нулю. Вторым сигналом, поступающим на счетчик, является сигнал с тактового генератора, который с определённой частотой подает последовательность импульсов. От частоты тактового генератора зависит скорость работы цифрового вольтметра. Когда на счетчик, находящийся в устройстве управления, подается сигнал, соответствующий логической единице, счетчик повышает на единицу значение двоичного кода и отправляет его в ЦАП и дешифратор. ЦАП преобразует полученный двоичный сигнал в аналоговый

сигнал, являющийся компенсирующим напряжением, подаваемым на устройство сравнения. Дешифратор преобразует полученное двоичное число в семисегментный код для цифрового индикатора. Семисегментный индикатор предназначен для отображения измеренного значения напряжения.

Для реализации схемы был проведен выбор элементной базы. Проведены расчеты номиналов элементов. Четырехразрядный ЦАП состоит из операционного усилителя и пяти резисторов. Сопротивления резисторов подбираются в соответствии с требуемым напряжением на выходе. Так для перевода цифрового сигнала в аналоговый рассчитаны сопротивления резисторов. Операционный усилитель для ЦАП в Proteus представлен микросхемой NJU77902KW2. На отрицательный вход ОУ поступает сумма напряжений с резисторов, положительный вход подключен к заземлению [4].

Программной средой для моделирования цифрового вольтметра выбрана программная среда схемотехнического моделирования Proteus – пакет программ для автоматизированного проектирования электронных схем. Спроектированная модель ЦВ в Proteus представлена на рисунке 3.

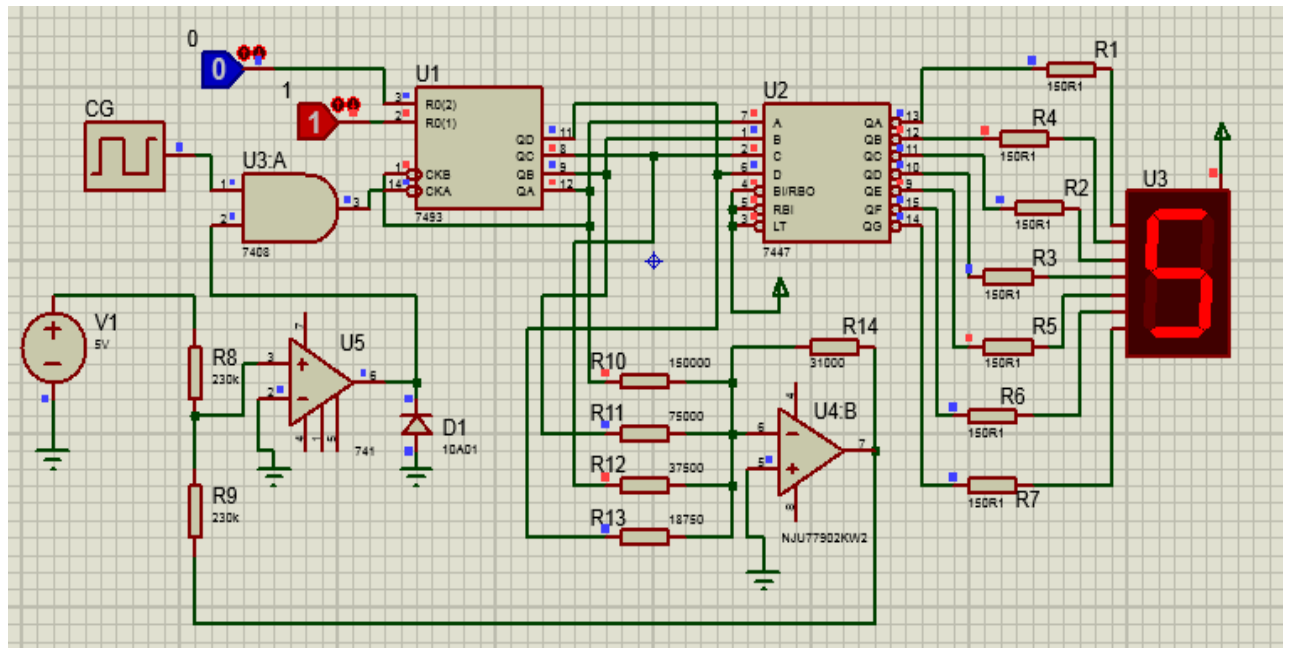


Рисунок 3 - Модель ЦВ в Proteus

Цифровой вольтметр работает следующим образом. Генератор V1 создает напряжение, измеряемое вольтметром. Далее измеряемое напряжение поступает на делитель напряжения, построенный на резисторах R8, R9. Входное напряжение на резисторе R9 – это компенсирующее напряжение, которое в первом такте, равно нулю. Компаратор сравнивает напряжения, если напряжение на выходе резистора R8 больше, то с выхода 6 усилителя U5 на вход 2 элемента U3 поступает сигнал, соответствующий логической единице, в момент появления логической единицы на входах 1 и 2, U3 подает сигнал логической единицы на вход СКА счетчика U1, счетчик увеличивает свое значение на единицу. На выходах QA-QD появляются выходные сигналы. Сигнал посту-

пает на вход А дешифратора U2 и ЦАП. Дешифратор U2 преобразует сигнал в семисегментный код и подает на входы индикатора U3. ЦАП переводит двоичный сигнал в аналоговый сигнал, напряжение которого равно весу двоичного сигнала, поступившего в цифро-аналоговый преобразователь. Сигнал поступает на резистор R9. Данный цикл повторяется, пока напряжение на R9 не будет равно напряжению на R8. После этого цикл останавливается, и семисегментный индикатор U3 показывает величину измеренного напряжения. Для отображения можно использовать несколько семисегментных индикаторов, тогда и необходимо столько же дешифраторов для преобразования кода.

В процессе моделирования было проведено экспериментальное исследование полученной схемы цифрового вольтметра в программной среде Proteus. Для проведения исследований использовались виртуальный осциллограф, который можно было подключать к любой точке схемы и проводить измерения, что позволило лучше понять принцип работы каждого модуля схемы и устройства в целом, а также проводить уточняющие расчеты номиналов элементов.

Таким образом, результаты проведенной работы по проектированию электронного цифрового устройства подтверждают, что моделирование цифровых устройств в программных средах предоставляет большие возможности для изучения принципа работы различных электронных устройств, проведения исследований и экспериментов, что позволяет сформировать профессиональные компетенции, являющиеся результатом освоения курса «Схемотехника».

Список литературы

1. Бурькова Е.В. Анализ проблем применения интегрированных сред проектирования микропроцессорных систем / Е.В. Бурькова // Прикладная информатика. 2008. № 4 (16). С. 77-86.
2. Кадыров Р.Р., Бурькова Е.В. Характеристика учебно-исследовательских стендов по курсам «Схемотехника» и «Микропроцессорные системы» // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции: Современные информационные технологии в науке, образовании и практике. Оренбург: Издательско-полиграфический комплекс «Университет». - 2014. - С. 125-128.
3. Цифровые вольтметры. [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://lektsii.org/13-52655.html>
4. Цифро-аналоговые преобразователи. [Электронный ресурс]: режим доступа: http://pnu.edu.ru/media/filer_public/2013/01/31/lieu-cap.pdf

ЗАДАЧА ДИСТАНЦИОННОГО БЕСПРОВОДНОГО УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

**Бурькова Е.В., канд. пед.наук, доцент,
Уханов А.С.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Беспроводная связь заняла прочные позиции во многих областях экономики и общественной жизни. Это связано в первую очередь с многочисленными преимуществами такой связи перед проводными каналами связи. Немаловажное значение приобретают беспроводные дистанционные системы охранно-пожарной сигнализации. Основными функциями охранно-пожарной сигнализации (ОПС) являются такие, как обнаружение нарушения периметра и признаков пожара в защищаемой зоне, передача тревожных сообщений на пульт управления ОПС, обработка результатов показаний извещателей с помощью прибора приемно-контрольного охранно-пожарного, звуковое и световое оповещение о событиях нарушения безопасности [1]. В условиях современного развития беспроводных сетей актуальной является задача реализации функции передачи тревожных сообщений на мобильные устройства. Одновременно актуализируется задача опроса средств ОПС и проверки работоспособности с использованием системы дистанционного беспроводного управления.

В настоящее время широкое распространение получили беспроводные системы охранно-пожарной сигнализации. Основное преимущество передачи информации по беспроводной сети, заключается в отсутствии необходимости в прокладке огромного количества дополнительных проводов, что существенно снижает время на организацию сети и затраты на монтаж. Также важным достоинством беспроводных систем охранно-пожарной сигнализации является возможность оперативной смены места расположения оборудования, возможность комплексной работы радиоканалов различных диапазонов, беспроводные сети хорошо модернизируются и масштабируются.

Нами были проанализированы варианты организации ОПС в проводном и беспроводном формате, результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ достоинств и недостатков проводных и беспроводных ОПС

Вид связи	Достоинства	Недостатки
Проводная ОПС	Удалённость датчиков от центрального пульта достигает до 400 м	Возможные повреждения кабеля
	Физические препятствия не составляют помех для передачи сиг-	длительное восстановление

	нала	
	Сигнал стойкий и надёжный; Высокая степень ремонтпригодности	Обрыв проводов, сбои электроснабжения могут привести к перебоям в работе сигнализации
	Отсутствие необходимости замены батарей электропитания	Видимость для злоумышленника
	Невысокая стоимость	Сложность установки кабеля
Беспроводная ОПС	Возможность оперативной смены места расположения оборудования	Высокая стоимость, сложность ремонта
	Меньшее количество видимых элементов	Зависимость от дальности передачи
	Возможность комплексной работы радиоканалов различных диапазонов	Зависимость от качества и радиуса покрытия сети GSM-оператора
	Независимость от электропитания. Работа беспроводного датчика обеспечивается автономным источником питания	Необходимость смены батарей и зарядки аккумулятора
	Независимость от физических препятствий	Зависимость от радиопомех

Анализ беспроводных систем ОПС показывает, что эффективность применения беспроводных сетей определяется следующими факторами:

- пропускная способность оборудования;
- скорости передачи данных беспроводных устройств;
- дальность связи;
- используемый протокол доступа.

Пропускная способность оборудования во многом зависит от дальности связи и от протокола передачи. Дальность связи в сетях беспроводного широкополосного доступа насчитывает от нескольких сотен метров до нескольких десятков километров, что превосходит значение данного параметра локальных сетей, построенных на основе беспроводного оборудования. При необходимости реализации связи на большие расстояния пропускная способность Wi-Fi устройств понижается в несколько раз по сравнению с офисными Wi-Fi сетями. В Wi-Fi устройствах используется протокол доступа к среде CSMA/CA АСК. Один из параметров данного протокола - допустимая временная задержка пакета АСК подтверждения успешного приема переданного пакета [3].

В качестве характеристики беспроводной связи необходимо остановить внимание на анализе уровня защищенности такого канала передачи данных, что является немаловажным фактором при выборе типа связи. В качестве возможных угроз при данном способе передачи сообщений выступают следующие:

- перехват радиосигнала («анонимное подслушивание») и при помощи MITM-атаки («человек посередине»);
- DDoS-атаки, при их организации сигналы точек доступа и клиентских терминалов «глушатся»;
- подмена MAC-адресов клиентских устройств. Злоумышленники подменяют MAC-адрес своего устройства, выдавая его за уже зарегистрированное в сети, и получают к ней доступ;
- ложные точки доступа (технология Evil Twin). Организуются с целью сбора аутентификационных данных с устройств для подключения к конкретной сети.

Повысить уровень защищённости Wi-Fi можно при помощи технологий безопасной аутентификации: аутентификация при помощи внешнего сервера; использование двухфакторной (2FA) аутентификации; использование сложных паролей и их ежеквартальная смена. Также применяют программно-аппаратные средства защиты беспроводных сетей.

Для реализации дистанционного беспроводного управления средствами ОПС применяют различные способы построения систем. Представляет интерес способ, описанный в источнике [5]. Система содержит центральный пост охраны, множество средств обнаружения, выполненных с возможностью формирования номера участка рубежа охраны, и группы мобильных пунктов контроля, обеспечивающих доступ к каждому дистанционно управляемому средству обнаружения через линию интерфейса охраняемого рубежа и осуществляющего децентрализованное управление средствами обнаружения. Мобильный пункт контроля состоит из переносного пульта в виде портативного вычислительного средства с приемопередатчиком и адаптера связи, предназначенного для ретрансляции сигналов в зоне действия радиосвязи. Данное изобретение позволяет сократить время настройки системы ОПС за счет устранения необходимости присутствия оператора непосредственно возле объекта, а также обеспечивает возможность настройки параметров обнаружения на охраняемом участке.

В нашем исследовании в качестве интеллектуального устройства, выполняющего функции прибора приемно-контрольного охранно-пожарного используется платформа Arduino. В зависимости от поставленных задач разработчик может выбрать подходящую платформу, отвечающую заданным требованиям. Однако кроме базовой платы очень важно подобрать плату расширения, на которой могут быть сетевые интерфейсы: RS-232; USB; I²S; SPI; Ethernet; GSM [4].

Платформа Arduino с модулем беспроводного управления предоставляет возможность удаленного соединения по беспроводной сети, что ускорит процесс контроля и управления средствами охранно-пожарной сигнализации, а также даст возможность имитировать режимы и срабатывание различных датчиков. Блок управления можно разделить на две части. Первая часть – это блок беспроводного управления, которое достигается, с помощью модуля беспроводной связи ESP8266-01. На плате находится микросхема Flash-памяти объемом 2 МБ, чип ESP8266EX, кварцевый резонатор, два индикаторных светодиода.

да и миниатюрная антенна. Вторая часть – это блок управления Arduino с подключенными к нему программируемыми дисплеем и клавиатурой.

Применяемую плату Arduino можно разделить на три программные части. Блок обработки данных, который получает данные о среде, при помощи установленных датчиков, блок принятия решений, который по принятой датчиками информации делает выводы о состоянии среды и самой системы охранно-пожарной сигнализации, отправляет сообщения на оповещатели, блок управления. Для осуществления передачи данных необходимо провести настройку модулей с помощью специальных «АТ» команд управления модулем беспроводной связи Wi-Fi ESP8266-01S. При настройке данного модуля назначаются режимы передачи данных и устанавливается связь с клиентами Wi-Fi. Программа для ПК должна принимать и передавать данные с платы Arduino, а также отображать состояние датчиков и режимы работы [2].

Таким образом, использование беспроводной связи для управления средствами охранно-пожарной сигнализации предоставляют возможность дистанционного опроса датчиков, управления настройками конфигурации системы, иметь оперативную информацию о состоянии защищаемого объекта. Разработчики платформ Arduino предоставляют удобную среду программирования и большой набор плат расширения для выполнения дополнительных функций разрабатываемых устройств.

Список литературы

1 Бурькова, Е.В. Физическая защита объектов информатизации: учебное пособие для обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность / Е.В. Бурькова. - Оренбург: ОГУ. - 2017. – 157 с.

2 Бурькова, Е.В. Задача автоматизации функций стенда охранно-пожарной сигнализации за счет применения платформы Arduino / Е.В. Бурькова, В.А. Кузнецов // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии : сб. материалов IX Всерос. конф. с междунар. участием. - Оренбург: ОГУ, 2019.- С. 150-154.

3 Горохов Д.С. Условия эффективного применения радио устройств в сетях беспроводного широкополосного доступа / Д.С. Горохов // Национальная Ассоциация Ученых. 2018.- № 9 (36).- С. 35-36.

4 Закалюжный А.А. Функциональные возможности и перспективы развития платформы Arduino / А.А. Закалюжный. Материалы конференций ГНИИ "Нацразвитие". - 2018. С. 8-12.

5 Патент на изобретение RU 2614565 С. Система охранной сигнализации с возможностью беспроводного дистанционного управления средствами обнаружения / Прыщак А.В., Сеницин Е.В., Полканов А.А., Понукалин А.В. Номер заявки: 2015110741. Дата регистрации: 25.03.2015.

УЯЗВИМОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АУТЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ РАДИОЧАСТОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Влацкая И.В., канд. техн. наук, доцент,
Влацкая Е.Ф., Патока С.К.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В настоящее время для быстрой аутентификации клиентов используется радиочастотная технология RFID, чипов, снабженных катушками индуктивности, и заточенным в самые различные формы – от брелоков до карточек и даже вживления под кожу [1]. RFID представляет собой технологию бесконтактного обмена информацией по радиоканалу.

Предполагается два участника:

- Считыватель (Reader) – устройство, осуществляющее распознавание карты и считывающее данные с неё при использовании специальных ключей доступа или без них. Это устройство генерирует изменяющееся во времени магнитное поле, которое создает ток индукции внутри радиочастотной метки.
- Метка (Tag) – чип, в котором хранится информация, содержащая уникальный номер этого чипа, так являющийся уникальным номером самой карты, и катушка индуктивности, через которую будет проходить изменяющееся во времени магнитное поле считывателя.

Итак, схема взаимодействия считывателя и метки, попавшей в зону его действия (обычно эта зона составляет 5-10 см.), состоит в следующем следующих шагах.

Изменяющееся магнитное поле считывателя, пронизывающее катушку индуктивности, возбуждает в ней электрический ток, достаточный для работы чипа.

После подачи питания, чип, используя амплитудную модуляцию на волне, которая запитала карту, отвечает считывателю о своем присутствии и сообщает свой уникальный номер, называемый также UID.

Считыватель при помощи специального сообщения фиксирует свой выбор на карте с этим UID, после чего при необходимости запрашивает дополнительные сведения о её типе.

Если у карты есть дополнительные сведения о её типе, она также пересылает их в последующих сообщениях. За тип карты отвечают поля ATQA и SAK. Существует множество вариантов карт [2].

Новый неофициальный китайский тип карт был неофициальным 125 кГц форматом перезаписываемых карт. Несмотря на то, что им также назначался уникальный номер на заводе, его можно было сменить любым считывателем, умеющим оперировать с картами на данной частоте. Делается это при помощи специальной уязвимости, намеренно закладываемой в чипы таких карт производителем.

Появление таких карт свело на нет простые защиты на КПП, основанные примитивной проверке уникального номера карты, так как эти номера теперь можно было скопировать на новый китайский тип карт и создать таким образом дубликат.

Выхода из такой ситуации два. Первый состоит в полном переходе с ненадежного типа карт на защищенные от копирования карты на более высокой частоте (13,56 МГц). Этот вариант не оказался эффективным так как и для этого типа карт вскоре начали выходить китайские «болванки», на которые можно было записывать любые заводские номера.

Второй способ подразумевает усиление «логической» защиты на производственных объектах, которая предполагает, что злоумышленник имеет множество сподвижников и у всех есть дубликаты любых карт компании. В таком случае усиливается аудит на КПП при помощи сил охраны, камер видеонаблюдения, фиксации всех действий с карты в СКУД. Этот способ оказался наиболее эффективен и используется повсеместно.

Теоретически, для клонирования любой карты доступа достаточно иметь «болванку», на которую в дальнейшем будет записана копия карты, и считыватель, который эту запись произведет. В качестве считывателя может выступать множество устройств, в данном примере рассматривается работа с Proxmark3 Easy.

В случае с картами на частоте 125 кГц все достаточно просто: они не имеют шифрования, передают свой уникальный UID сразу же при считывании, а «волшебные» китайские карты позволяют перезаписать их родной номер этим UID и, тем самым, подделать карту. На различных интернет площадках сейчас продается очень много дешевых средств для клонирования карт, а если не обзавестись таковыми не хочется, то здесь поможет множество компаний, позволяющих клонировать карту на такой частоте за 100-200 рублей.

В случае с картами Mifare Classic с частотой 13,56 МГц все несколько сложнее: для полного копирования или эмуляции карты необходимо полностью считать все данные с этой карты, а для этого необходимо узнать все ключи доступа к карте, а их число составляет 16 штук. Но это вполне выполнимая задача.

В 2008-2010 годах был успешно проведен реверс-инжиниринг алгоритма генерации ключей для записи-чтения на секторах карт доступа, и теперь, имея лишь один ключ доступа, мы можем подобрать все остальные. Эта атака называется Nested-Attack. В последствии компания-производитель NXP усовершенствовала алгоритм генерации ключей, но и он был успешно взломан энтузиастами, и новая атака на такой алгоритм получила название HardNested-Attack.

Таким образом, для полного взлома всех ключей на карте доступа, злоумышленнику (а в данной ситуации, и нам) необходимо знать хотя бы один ключ на карте. Это достаточно легкая задача, потому что:

- Зачастую производители не меняют заводские транспортные ключи на карте, что дает один или несколько известных ключей прямо на старте процесса изучения карты

- Как минимум один ключ можно взломать при помощи Darkside-Attack

Взлом под названием «DarkSide Attack» основан на слабости алгоритмов генерации ключей и позволяет получить как минимум один ключ для данной карты, что и необходимо для дальнейшего взлома.

В последствии компания NXP разработала новые стандарты карт, которые защищены более серьезным шифрованием 3DES и AES, но эти карты вышли слишком поздно и стали слишком дорогими для легкой и быстрой замены в крупных организациях. Из-за этого, в большинстве организаций все еще можно встретить карты Mifare Classic и клонировать их за 20-30 минут или карты Em-Marine и клонировать их за 2-5 минут при помощи нужного оборудования.



Рисунок 1 – Устройство Proxmark3, используемое энтузиастами для исследования и взлома RFID меток

Рассмотрим считывание карт на частоте 125 кГц при помощи устройства Proxmark3, описанного выше. В качестве карт будем использовать карту-пропуск Оренбургского Государственного Университета. В качестве программного обеспечения будем использовать утилиту с официального GitHub аккаунта создателей платы [3]. (, установленную на ОС Ubuntu Linux. После подключения устройства к USB порту компьютера, проверяем его наличие на последовательном порту:

#	ls	/dev		grep	ttyACM
tttyACM0					

Как можно понять из вывода операционной системы, устройство успешно работает и находится на порту “tttyACM0”. Запустим утилиту с указанием этого порта.


```

/opt/proxmark3/client# ./proxmark3 /dev/ttyACM0
Prox/RFID mark3 RFID instrument
bootrom: master/v3.1.0-155-ge55b441-dirty-suspect 2019-11-03
13:15:59
os: master/v3.1.0-155-ge55b441-dirty-suspect 2019-11-03
13:16:10
fpga_lf.bit built for 2s30vq100 on 2015/03/06 at 07:38:04
fpga_hf.bit built for 2s30vq100 on 2019/10/15 at 18:34:30
SmartCard Slot: available

uC: AT91SAM7S512 Rev B
Embedded Processor: ARM7TDMI
Nonvolatile Program Memory Size: 512K bytes. Used: 205198
bytes (39%). Free: 319090 bytes (61%).
Second Nonvolatile Program Memory Size: None
Internal SRAM Size: 64K bytes
Architecture Identifier: AT91SAM7Sxx Series
Nonvolatile Program Memory Type: Embedded Flash Memory
proxmark3>

```

Мы успешно подключились к устройству. Теперь приложим карту-пропуск к его низкочастотной антенне и выполним поиск карт.

```

proxmark3> lf search
NOTE: some demods output possible binary
if it finds something that looks like a tag
False Positives ARE possible

Checking for known tags:
EM410x pattern found:
EM TAG ID : 3F004048A5

Possible de-scramble patterns
Unique TAG ID : FC000A22A5
HoneyWell IdentKey {
DEZ 8 : 05261477
DEZ 10 : 0005361477
DEZ 5.5 : 00080.18497
DEZ 3.5A : 063.18497
DEZ 3.5B : 000.18497
DEZ 3.5C : 080.18497
DEZ 14/IK2 : 00270588201125

```

```

DEZ      15/IK3      :      001081332418725
DEZ      20/ZK      :      15110000001001021005
}
Other      :      18397_080_05261477
Pattern    Paxton    :      1063252677      [0x3F6486A5]
Pattern    1         :      12618321      [0xC08A51]
Pattern    Sebury    : 18598 80 5261477      [0x48A5 0x50 0x5048A5]

Valid EM410x ID Found!

```

В этом выводе нас интересует поле «Unique Tag ID», потому что оно является уникальным номером, идентифицирующим карту-пропуск. Узнав его, мы можем записать этот номер на китайскую карту с перезаписываемым сектором производителя, что позволит сделать дубликат этой карты.

Для защиты от копирования, клонирования и эмулирования карт следуют использовать новые, более защищенные типы карт, которые не подвержены несанкционированному чтению информации и которые используют современные алгоритмы шифрования и взаимной аутентификации со считывателем.

Список литературы

1. Damith C. Ranasinghe, Peter H. Cole. Networked RFID Systems // Networked RFID Systems and Lightweight Cryptography. - Springer, Berlin, Heidelberg, 2008, p 45-58.
2. Влацкая И.В., Влацкая Е.Ф., Патока С.К. Аутентификация клиентов на основе высокочастотных технологий. // Science in the modern information society XXII: Proceedings of the Conference. North Charleston, 24-25.03.2020, Vol. — Morrisville, NC, USA: Lulu Press, 2020, p. 72-77 p.
3. Официальный сайт Proxmark. Режим доступа:
<https://github.com/Proxmark/proxmark3>

МЕТОД ЗАЩИТЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГРОЗ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

**Галимов Р.Р., канд.техн.наук, доцент, Бобров К.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

На протяжении последних лет беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) все больше набирают популярность. По данным исследовательских центров, количество БПЛА, применяемых для коммерческого использования приближается к отметке в 0,5 млн. экземпляров с рынком в 8 млрд. долларов и около 5 млн. экземпляров для некоммерческого использования с рынком на сумму более 12 млрд. долларов[3]. В России количество проданных БПЛА на 2019 год составляет от 100 тыс. до 120 тыс. экземпляров[5]-[7]. Большое количество используемых дронов определяет рост инцидентов, приводящих как к поломкам устройств, так и нанесение ущерба окружающим объектам. Причиной инцидентов являются атаки злоумышленников на информационные бортовые системы, ошибки операторов в управлении аппаратами, воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) на электрические компоненты устройств. Особенно актуальны данные угрозы при использовании БПЛА для мониторинга состояния промышленных объектов. Большинство беспилотных летательных аппаратов среднего ценового диапазона и ниже не имеют достаточно эффективных средств защиты от угроз столкновения и воздействия ЭМИ. В частности, в БПЛА Parrot Beboor II для предотвращения столкновения с объектами могут использоваться только данные камер, которые дают возможность обнаруживать препятствия только в направлении движения. Кроме того, человеческий фактор или помехи, например, в виде бликов могут не позволить своевременно обнаружить препятствия и источники негативного ЭМИ. В связи с этим существует необходимость в методах, позволяющих оперативно определять риски угроз воздействия ЭМИ или столкновения с препятствиями.

Обзор литературы позволил выделить основные методы, применяемые для защиты БПЛА от столкновений:

- при помощи защитных кожухов. Данный вид защиты характеризуется доступностью, относительно низкой ценой, небольшим весом. Но при этом не позволяет «видеть» препятствие до самого столкновения. Кроме того есть ограничения по монтажу кожухов из-за конструктивных особенностей[1];

- при помощи встроенного датчика измерения высоты. Данный метод защиты способен предотвратить столкновения только с нижней стороны квадрокоптера [8][9];

- при помощи анализа видеопотока, переданного с дрона оператору. Данный метод защиты способен обеспечить распознавание потенциального объекта столкновения задолго до фактического приближения к нему, но требует высо-

кой производительности вычислительного устройства дрона. Для обеспечения работы данного подхода в режиме реального времени необходимо иметь вычислительную систему с высокой производительностью.

В статье [10] описана концепция системы защиты от столкновений на основе платформы Arduino и ультразвуковых датчиков, предполагающая автономное отклонение от препятствий, одновременно разрывая канал управления с оператором. Несмотря на достоинства данного подхода, реализация алгоритма отклонения от препятствия требует больших вычислений, что представляет собой недостаток при ограничениях вычислительных ресурсов БПЛА. Также данный обзор показал, что вопросам защиты коммерческих беспилотных летательных аппаратов от воздействия ЭМИ не уделяется внимания.

Целью работы является повышение защищенности информационных ресурсов БПЛА за счет своевременного оповещения оператора об угрозах столкновения и воздействия ЭМИ.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

- разработана структурная схема системы защиты от столкновения с препятствиями и воздействия ЭМИ;
- осуществлены выбор и разработка прототипа системы защиты от столкновения с препятствиями и воздействия ЭМИ;
- разработано программное обеспечение для системы защиты от столкновения с препятствиями и воздействия ЭМИ.

Разработанный метод позволяет оперативно сообщать оператору о возможных источниках угроз БПЛА, чтобы сверить с данными видеокамеры и принять оптимальное решение по избеганию риска. При разработке данного метода защиты учитывались следующие требования: стоимостные затраты программно-аппаратных средств, малый вес и габариты.

С учетом основных требований разработана структурная схема системы защиты БПЛА от столкновения с препятствиями и воздействия ЭМИ, которая представлена на рисунке 1.

Система состоит из двух частей: мобильной, размещаемой на БПЛА, и стационарной. Основу мобильной части составляет микроконтроллер, к которому подключены следующие датчики: ультразвуковые дальномеры, оптические датчики расстояния и датчик для измерения электромагнитного излучения. Для беспроводной передачи сообщений используется радимодуль. При превышении пороговых оценок регистрируемых данных микроконтроллер отправляет сообщение наземной части системы для оповещения оператора.

Датчики определяют расстояния до препятствий по пяти направлениям: спереди, сзади, слева, справа и сверху. Схема размещения датчиков определения препятствий определена с целью покрытия наиболее опасных областей пространства вокруг беспилотного летательного аппарата. С учетом наличия штатного измерителя высоты на нижней стороне БПЛА Parrot BeboorII, датчики были установлены следующим образом:

- на переднюю сторону (3 штуки) для покрытия большой области по направлению пути следования;

- по одному датчику по всем остальным направлениям.

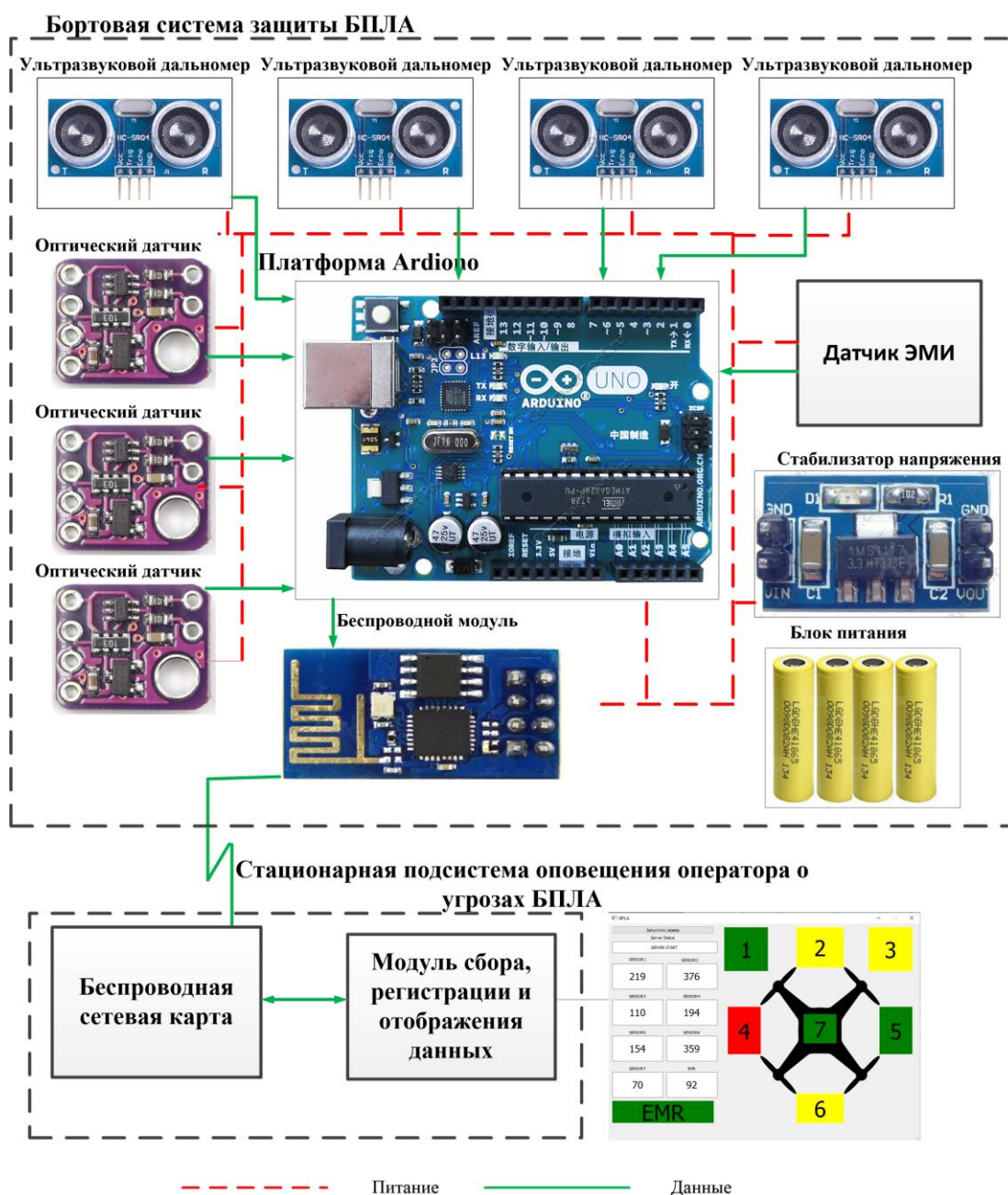


Рисунок 1. Структурная схема системы защиты БПЛА от угроз природного и техногенного характера на основе платформы Arduino

Для разработки системы защиты БПЛА была выбрана плата Arduino UNO R3, достоинствами которой являются: - маленькие габариты; - производительность вычислительного ядра, позволяющая обработать данных с датчиков с частотой 20 Гц; - простота с точки зрения разработки и низкая стоимость[2]. В качестве датчиков расстояния были выбраны 2 модели: ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04 и датчик расстояния лазерный VL53L0X (GY-530). Применение комбинации двух типов датчиков определяется ограничениями использования данных измерителей:

- инфракрасные датчики не могут определять объекты с отражающей и не отражающей поверхностью;
- ультразвуковые не позволяют определить препятствия со звукопоглощающей поверхностью.

Таким образом, использование двух видов датчиков позволяет повысить оценку достоверности выявления препятствий. Данные датчики имеют следующие характеристики: оценка точности измерения расстояния до 1 см при максимальной частоте регистрации 20Гц. Дальность регистрации составляет до 2х метров, что позволяет регистрировать объекты на расстоянии, позволяющем принять меры по устранению возникновения угроз.

Для передачи данных между компонентами системы защиты БПЛА от угроз природного и техногенного характера был выбран модуль беспроводной связи ESP-8266-01S, использующий технологию Wi-Fi 2.4 ГГц. Прототип разрабатываемого решения представлен на рисунке 2.

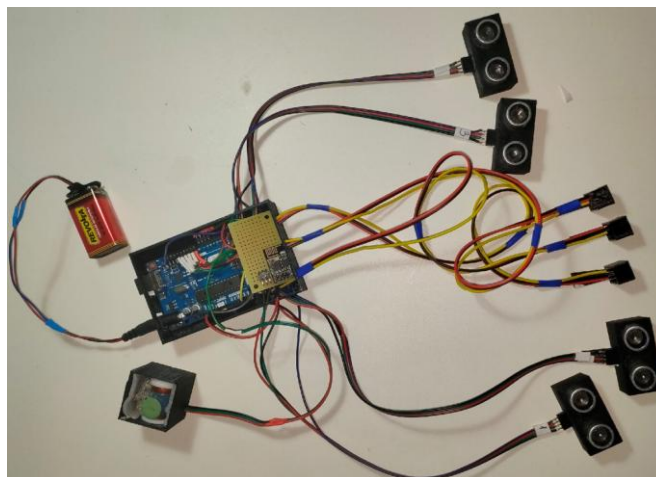


Рисунок 2. - Прототип устройства контроля препятствий и ЭМИ

Для данной системы разработано программное обеспечение, состоящее из двух частей:

- программы регистрации, сбора, предварительной обработки и передачи данных датчиков для микроконтроллера;
- программы приема, оценки окружающей обстановки БПЛА и визуализации результатов.

Схемы алгоритмов программ представлены на рисунке 3. На основе данных алгоритмов разработаны программы в среде Arduino IDE и IDLE Python 3.7.

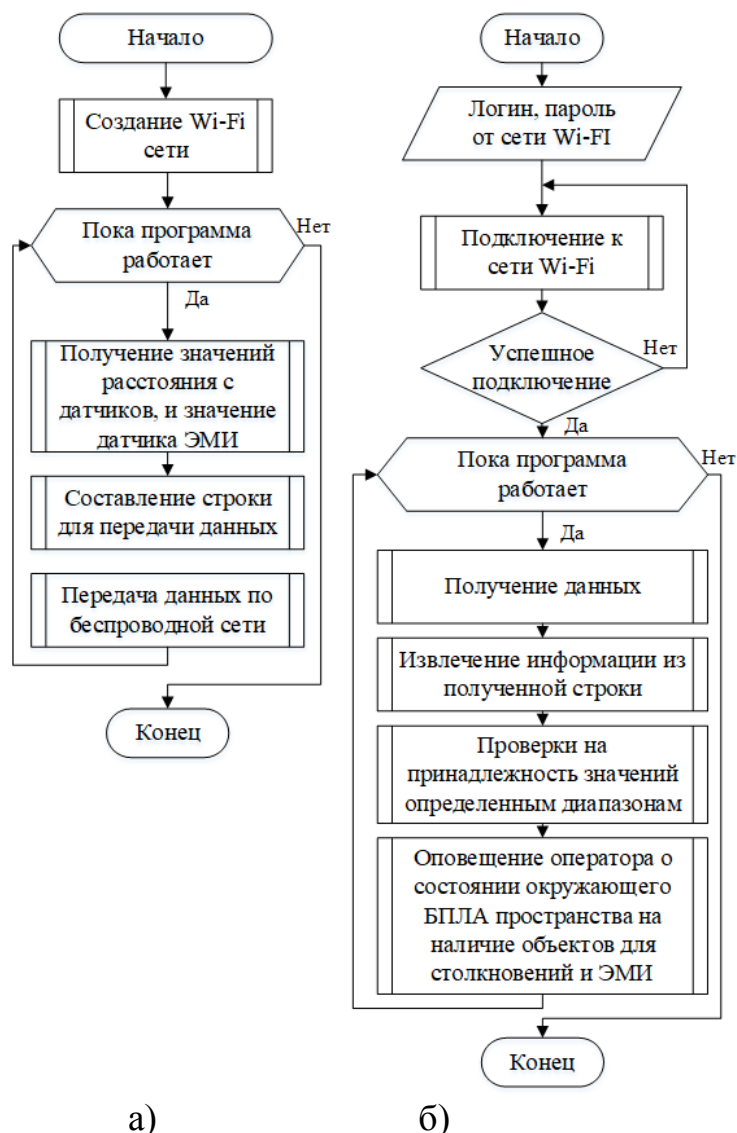


Рисунок 3 - Схема алгоритмов программного обеспечения системы защиты БПЛА

Для более точного восприятия информации оператором используется графические примитивы с тремя цветами: красный, желтый и зеленый соответствующие критическому, опасному и безопасному состоянию БПЛА. Так, зеленый цветовой индикатор показывает, что полученные числовые значения измеренного расстояния, принадлежащие какому-либо определенному датчику расстояния, находятся в зеленой зоне, т.е. расстояние от БПЛА до наземного объекта столкновения находится в диапазоне от 2 и более метров. Желтый цветовой индикатор принадлежит диапазону расстояний от 1 до 2 метров, а красный до 1 метра.

В результате проведения данной работы был разработан метод защиты БПЛА от воздействия угроз природного и техногенного характера на основе платформы Arduino. Достоинствами данного решения являются: низкая стоимость используемых и разработанных программно-аппаратных средств, небольшой вес и малые габариты, позволяющие использовать его во многих беспилотных летательных аппаратах.

Список литературы

1. Зачем нужна защита винтов квадрокоптера, какую выбрать? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://spec-komp.com/news/zachem_nuzhna_zashhita_vintov_kvadrokoptera_kakuju_vybrat/2015-06-11-926 (Дата обращения 25.04.2020).
2. Плата Arduino Uno R3: схема, описание, подключение устройств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno/> (Дата обращения 25.04.2020).
3. Рынок дронов в России и в мире, перспективы развития грузовых дронов (ГБЛА). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helirussia.ru/assets/res/Документы/2018/БЛА%20ГБЛА%202018%20HeliRussia%20Водянова%202205.pdf> (Дата обращения 23.04.2020).
4. Drone Market Report 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.droneii.com/project/drone-market-report> (Дата обращения 13.11.2019).
5. Анализ существующего состояния международного и отечественного рынка применений БАС гражданского назначения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nti-aeronet.ru/blog/2019/04/15/analiz-sushhestvujushhego-sostojanija-mezhdunarodnogo-i-otechestvennogo-rynka-primenenij-bas-grazhdanskogo-naznachenija/> (Дата обращения: 23.04.2020).
6. Перспективы развития беспилотных летательных аппаратов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=1348&uid2=1474&uid3=1479> (Дата обращения: 24.04.2020).
7. Каменева Е.В. Правовые и организационные особенности применения беспилотных летательных аппаратов / Е.В. Каменева А.С. Коршинов // Оренбург: ОГУ, 2018. – 7с.
8. Датчики удержания высоты дрона. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mirquadrocoptero.ru/obshhie-voprosy/datchiki-uderzhaniya-vysoty-drona.html> (Дата обращения: 24.04.2020).
9. Как предохранить свой квадрокоптер от падения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://infocopter.ru/kak-predoxranit-svoj-kvadrokopter-ot-padeniya/> (Дата обращения: 25.04.2020).
10. Когочев А.Ю. Система обнаружения препятствий для мобильной роботизированной платформы / А.Ю. Когочев, А.О. Лекарев, А.С. Гоноболев, С.Д. Комендатенко // Современная техника и технологии. 2015. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2015/12/8799> (дата обращения: 11.09.2020).

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ УРАВНЕНИЙ И НЕРАВЕНСТВ С ПАРАМЕТРАМИ

Колобов А.Н., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный педагогический университет»

В вариантах единого государственного экзамена отведено место заданиям с параметрами, которые требуют индивидуального подхода. Одно и то же задание можно решить разными методами, но необходимо подобрать лишь одно, с помощью которого задание решить можно проще всего. Одним из наиболее распространённых методов является аналитический.

Аналитический метод – это способ прямого решения, повторяющий стандартные процедуры нахождения ответа в задачах без параметра. В данном методе применяются алгебраические преобразования, допустимые для параметра, и используются различные формулы и приёмы, подходящее к решаемому заданию. Данный метод предполагает решение аналогичное решению задачи такого типа без параметра. Ведь под параметром подразумевают какое-то число, которое может менять своё значение.

Аналитический метод решения задач с параметром даёт нам возможность получить ответ с наибольшей точностью, что, несомненно, является преимуществом перед другими методами. Но данный метод имеет и недостатки, ведь такой способ решения задания требует от обучающихся высокого уровня математических знаний и грамотности, поэтому аналитический способ является самым трудным по сравнению с другими [1].

В 18 задании обучающимся предлагаются уравнение, система или неравенство и задача чаще всего состоит в том, чтобы найти значения параметра, при котором выражение с параметром будет иметь один корень, два корня или вообще не будет иметь корней. Поэтому выпускник должен отчётливо понимать поставленные условия, при решении которых заданное выражение не имеет корней или имеет необходимое количество корней. Рассмотрим какими знаниями необходимо обладать выпускникам на экзамене, для успешного решения 18 задания, а также на простых примерах покажем аналитический метод решения задач с параметрами.

1. Квадратные уравнения с параметрами.

Уравнение вида $ax^2 + bx + c = 0$, где $a \neq 0$, называется квадратным.

Формула корней квадратного уравнения имеет вид

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}.$$

Где D – дискриминант квадратного уравнения и имеет формулу вида:

$$D = b^2 - 4ac.$$

- Не имеет действительных корней, при $D < 0$;

- имеет два различных действительных корня, при $D > 0$;
- при $D = 0$ имеет один корень или так называемый корень кратности два, так как договорились, что в этом случае квадратное уравнение имеет два равных действительных корня.

Нередко в 18 номере встречаются задания на знания теоремы Виета. Данная теорема широко используется в заданиях на соотношение корней квадратного уравнения. Для того чтобы грамотно и правильно использовать теорему, её необходимо хорошо знать и понимать.

Теорема Виета, звучит так: сумма корней приведённого (когда коэффициент $a = 1$) квадратного уравнения равна второму коэффициенту, взятому с противоположным знаком, а произведение корней равно свободному члену.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = -b, \\ x_1 x_2 = c. \end{cases}$$

В квадратном уравнении между корнями и его коэффициентами существуют следующие верные соотношения:

$$x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}, x_1 x_2 = \frac{c}{a}.$$

С помощью данных соотношений можно с лёгкостью исследовать знаки корней квадратного уравнения:

- Квадратное уравнение имеет два положительных корня, если выполняются условия:

$$\begin{cases} D > 0, \\ x_1 x_2 = \frac{c}{a} > 0, \\ x_1 + x_2 = -\frac{b}{a} > 0; \end{cases}$$

- квадратное уравнение имеет два отрицательных корня, если выполняются условия:

$$\begin{cases} D > 0, \\ x_1 x_2 = \frac{c}{a} > 0, \\ x_1 + x_2 = -\frac{b}{a} < 0; \end{cases}$$

- квадратное уравнение имеет корни разных знаков тогда и только тогда, когда $x_1 x_2 = \frac{c}{a} < 0$;

- квадратное уравнение имеет корень, равный нулю, когда $x_1 x_2 = 0$.

В некоторых заданиях вычисление корней может привести к большим трудностям в решении поставленной задачи. В таком случае удобнее всего будет сформулировать необходимые и достаточные условия требуемого расположения корней. Для этого вспомним квадратичную функцию.

Функция:

$$f(x) = ax^2 + bx + c, \tag{1}$$

где $a \neq 0$, называется квадратичной. Её график получается параллельным переносом параболы $y = ax^2$. В таком случае вершина парабол сдвигается из начала координат в другую точку, которую можно найти по формуле:

$$x_0 = -\frac{b}{2a}, y_0 = -\frac{D}{4a}.$$

Количество корней в зависимости от дискриминанта мы уже разбирали выше. Теперь рассмотрим расположения ветвей параболы в зависимости от коэффициента, стоящего перед квадратом неизвестной. Итак, если $a > 0$, то ветви параболы направлены вверх, если $a < 0$, то ветви параболы направлены вниз.

Изобразим параболу (Рисунок 1), у которой ветви параболы направлены вверх, т.е. $a > 0$, и $D > 0$.

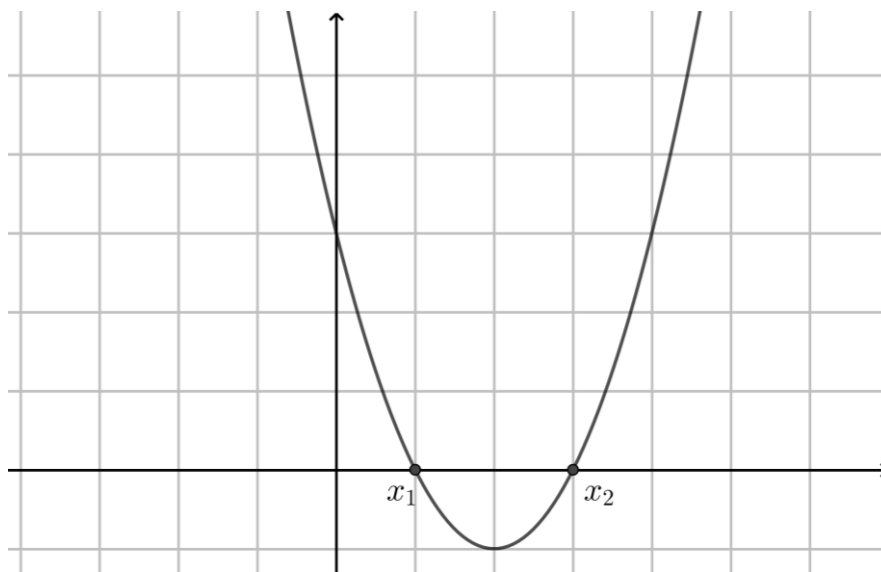


Рисунок 1 – График параболы

Итак, мы видим, что при $D > 0$ график параболы пересекает ось абсцисс в двух точках, т.е. квадратное уравнение имеет два корня и таким образом мы наглядно показали графический смысл данного случая.

Взамен вершины параболы мы можем взять любую точку, которая будет лежать ниже оси абсцисс и количество корней квадратного уравнения так же будет два. Исходя из этого, можем сделать следующее утверждение:

Пусть $f(x) = ax^2 + bx + c$, $a > 0$. Если для некоторого числа t , выполнено неравенство $f(t) < 0$, то квадратное уравнение $ax^2 + bx + c = 0$ имеют два различных корня. В качестве t при решении задания удобно бывает проверить числа 0, 1 и -1 [2].

Пример 1: При каких значениях параметра a один корень уравнения

$$x^2 + ax + 4 = 0 \tag{2}$$

меньше 2, а другой больше 2?

Решение. Пусть корнями нашего уравнения (2) являются x_1 и x_2 . Графиком функции $f(x) = x^2 + ax + 4$ является парабола, пересекающая ось абсцисс в точках x_1 и x_2 . Коэффициент перед x^2 положителен, поэтому ветви параболы

направлены вверх. Интервал $(x_1; x_2)$ является множеством решений $f(x) < 0$, поэтому если точка $x = 2$ лежит между корня, то выполнимо неравенство $f(2) < 0$.

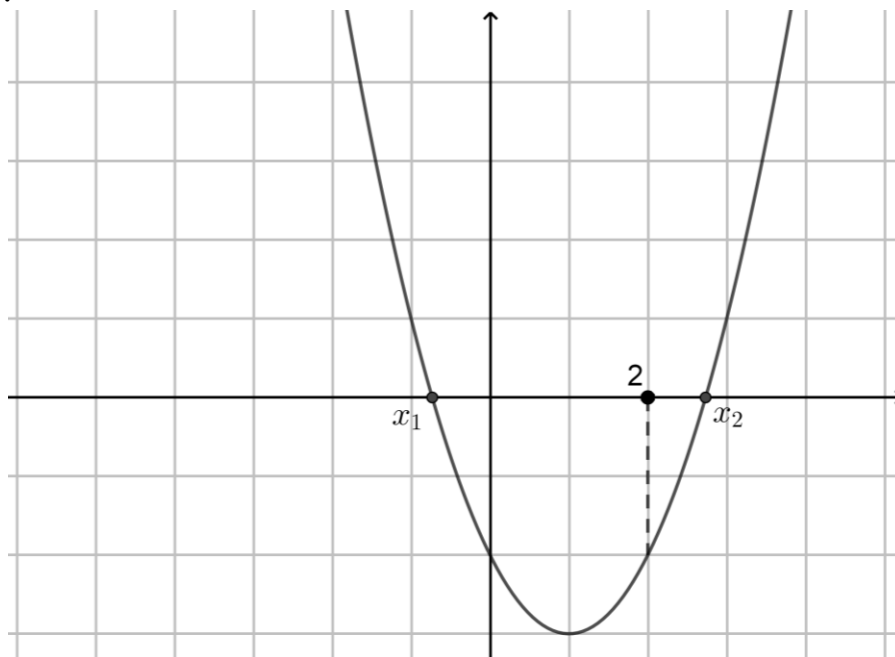


Рисунок 2 – Расположение корней

На Рисунок 2 видно, что меньший корень x_1 будет меньше 2, а больший x_2 будет больше 2.

Для того, чтобы корни уравнения $f(x) = 0$ лежали по разные стороны от точки $x = 2$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось неравенство $f(2) < 0$. Составим неравенство:

$$8 + 2a < 0.$$

$$\text{Откуда } a < -4.$$

$$\text{Ответ: } a < -4.$$

2. Квадратные неравенства с параметром.

Квадратным неравенством называют неравенство вида $ax^2 + bx + c > 0$ ($< 0, \geq 0, \leq 0$), где $a \neq 0$. Рассмотрим три случая, в зависимости от знака дискриминанта:

1) Если $D < 0$, то график параболы не пересекает ось абсцисс. При этом, если $a > 0$, то график лежит выше оси абсцисс и множеством решений будет являться вся числовая прямая, если $a < 0$, то ниже и множество решений будет являться пустым.

2) Если $D > 0$, то график параболы пересекает ось абсцисс в точках x_1 и x_2 , которые разбивают числовую прямую на три промежутка: $(-\infty; x_1)$, $(x_1; x_2)$ и $(x_2; +\infty)$. Если знак неравенства совпадает с коэффициентом a , то решением неравенства будет промежуток: $(-\infty; x_1)$, и $(x_2; +\infty)$. Если знак не-

равенства не совпадает с коэффициентом a , то решением неравенства будет интервал: $(x_1; x_2)$.

3) Если $D = 0$, то график параболы касается оси абсцисс в точке x_1 , которая разбивают числовую прямую на два промежутка: $(-\infty; x_1)$ и $(x_1; +\infty)$. Если знак неравенства совпадает с коэффициентом a , то решением неравенства будет являться вся числовая прямая. Если знак неравенства не совпадает с коэффициентом a , то решения неравенство не имеет.

Пример 2: При каких значениях параметра a в множестве решений неравенства $(1-x)(x-a) \geq 0$ содержится пять целых чисел?

Решение. В первой скобке вынесем минус за скобку и поменяем знак неравенства, получим:

$$(x-1)(x-a) \leq 0. \quad (3)$$

Рассмотрим три возможных случая: $a < 1$; $a = 1$; $a > 1$.

1. Если $a < 1$, то при раскрытии скобок мы получим квадратное неравенство, чтобы неравенство имело решение необходимым и достаточным условием является $D > 0$. Знак неравенства не совпадает с коэффициентом, стоящим перед x^2 , поэтому решением неравенства будет являться отрезок $[a; 1]$ (Рисунок 3). В задании сказано, что решение должно содержать пять целых чисел, значит числа, принадлежащие нашему отрезку, должны быть: 1, 0, -1, -2, -3 (Рисунок 3).

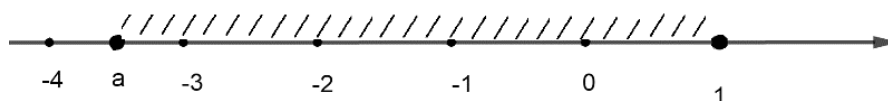


Рисунок 3 – Отрезок

Таким образом, $-3 \in [a; 1]$, тогда как $-4 \notin [a; 1]$. Это выполняется при условии $-4 < a \leq -3$.

2. Если $a = 1$, то решение неравенства (3) состоит из одной точки $x=1$. Этот случай не удовлетворяет условиям задания, а значит нам не подходит.

3. Если $a > 1$, то аналогично рассуждениям первого случая, решением неравенства (3) будет являться отрезок $[1; a]$. В задании сказано, что решение должно содержать пять целых чисел, значит числа, принадлежащие нашему отрезку, должны быть: 1, 2, 3, 4, 5. Таким образом, $5 \in [1; a]$, тогда как $6 \notin [1; a]$. Это выполняется при условии $5 \leq a < 6$.

Объединим решение первого и второго случая и получим решение $x \in (-4; -3] \cup [5; 6)$.

Ответ: $x \in (-4; -3] \cup [5; 6)$.

3. Системы уравнений и неравенств с параметрами.

При решении систем уравнений используются различные методы: метод подстановки, метод Гаусса или метод алгебраического сложения уравнений и т.д.

Используя эти методы (при определённых условиях), мы заменяем исходную систему эквивалентной более простой системой, а затем решаем эту простую систему (или набор).

При решении систем неравенств используют метод штриховки. Данный метод заключается в пересечении решений неравенств системы, это и будет являться решением системы [3].

Рассмотрим подробнее систему уравнений и разберём несколько случаев, хорошо известных в линейной алгебре.

$$\begin{cases} ax + by = c, \\ a_1x + b_1y = c_1. \end{cases}$$

Система уравнений вида

- Имеет единственное решение, при $\frac{a}{a_1} \neq \frac{b}{b_1}$ или говорят система совместна и определена;

- имеет бесконечное количество решений, при $\frac{a}{a_1} = \frac{b}{b_1} = \frac{c}{c_1}$ или говорят система несовместна;

- не имеет решений, при $\frac{a}{a_1} = \frac{b}{b_1} \neq \frac{c}{c_1}$ или говорят система совместна и не определена.

Пример 3: Найти все значения для параметра a , при которых система уравнений

$$\begin{cases} x + (a^2 - 3)y = a, \\ x + y = 2. \end{cases}$$

не имеет решений.

Решение. Для решения воспользуемся выше описанным случаем, когда система не имеет решений, получим:

$$\frac{1}{1} = \frac{a^2 - 3}{1} \neq \frac{a}{2} \Rightarrow \begin{cases} a^2 - 3 = 1, \\ a \neq 2. \end{cases} \quad (4)$$

Рассмотрим первое уравнение (4) из системы и преобразуем его, перенеся известные значения вправо, получим:

$$a^2 = 4$$

Решением данного уравнения (4) является два корня, один из которых не удовлетворяет условию системы ($a \neq 2$), поэтому ответом будет являться $a = 2$.

Ответ: $a = 2$.

Пример 4: Найти все значения для параметра a , при которых система уравнений:

$$\begin{cases} 8x + ay = 2, \\ ax + 2y = 1. \end{cases}$$

имеет бесконечное множество решений.

Для решения воспользуемся вышеописанным случаем, когда система имеет бесконечное количество решений, получим:

$$\frac{8}{a} = \frac{a}{2} = \frac{2}{1}.$$

Аналогично примеру 6, решив уравнения, мы получим ответ $a = 4$.

Ответ: $a = 4$.

4. Уравнения и неравенства с модулем, содержащие параметр.

Модулем неотрицательного действительного числа x называют само это число: $|x| = x$; модулем отрицательного действительного числа x называют противоположно число: $|x| = -x$.

Поэтому при решении уравнений и неравенств с модулем применяется правило, так называемым «раскрытием модуля по определению»:

$$|f(x)| = \begin{cases} f(x), & \text{если } f(x) \geq 0, \\ -f(x), & \text{если } f(x) \leq 0. \end{cases}$$

Как правило, уравнение (неравенство) с модулем сводится к совокупности уравнений (неравенств), не содержащих знак модуля. Так же применяются следующие утверждения:

1) Если $c > 0$, то уравнение $|f(x)| = c$ равносильно совокупности уравнений $f(x) = c; f(x) = -c$.

2) Если $c < 0$, то неравенство $|f(x)| < c$ равносильно двойному неравенству $-c < f(x) < c$.

3) Если $c \geq 0$, то неравенство $|f(x)| > c$ равносильно совокупности неравенств $f(x) > c; f(x) < -c$.

4) Если обе части неравенства $f(x) < g(x)$ применяют только неотрицательные значения, то оно равносильно неравенству $(f(x))^2 < (g(x))^2$.

Пример 5: Сколько корней в зависимости от параметра a имеет уравнение $x^2 + 5(x + 1) + 3|x - a| + a = 0$?

Решение. Воспользуемся правилом раскрытия модуля и запишем наше уравнение через систему.

$$\begin{cases} x^2 + 5(x + 1) + 3(x - a) + a = 0, & \text{при } a \leq x, \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} x^2 + 5(x + 1) - 3(x - a) + a = 0, & \text{при } a > x. \end{cases} \quad (6)$$

Решим уравнение (5), для начала раскроем скобки:

$$x^2 + 5x + 5 + 3x - 3a + a = 0.$$

Приведём подобные слагаемые и получим:

$$x^2 + 8x - 2a + 5 = 0.$$

Можем заметить, что у нас получилось квадратное уравнение, где $a=1$, $b=8$ и $c=-2a+5$. Найдём дискриминант:

$$D = b^2 - 4ac = 64 - 4(-2a + 5) = 64 + 8a - 20 = 44 + 8a.$$

Рассмотрим 3 случая:

1) При дискриминанте равном нулю корней нет, поэтому дискриминант приравняем к нулю и найдём при каком a , уравнение не будет иметь решений.

$$44 + 8a = 0$$

$$a = -\frac{11}{2}$$

2) Если дискриминант больше нуля, то уравнение имеет 2 корня. Составим неравенство и найдём при каком a уравнение имеет два решения.

$$44 + 8a > 0$$

$$a > -\frac{11}{2}.$$

3) Если дискриминант меньше нуля, то уравнение не имеет корней. Составим неравенство и найдём при каком a уравнение не имеет решений.

$$44 + 8a < 0$$

$$a < -\frac{11}{2}$$

Аналогичным образом решим уравнение (6), для начала раскроем скобки:
 $x^2 + 5x + 5 - 3x + 3a + a = 0.$

Приведём подобные слагаемые:

$$x^2 + 2x + 4a + 5 = 0.$$

Найдём дискриминант при $a=1$, $b=2$ и $c=4a+5$.

$$D = b^2 - 4ac = 4 - 4(4a + 5) = -16 - 16a$$

Рассмотрим так 3 случая:

1) $D=0$ и найдём при каком a уравнение будет иметь одно решение. Одно решение при $a = -1$.

2) $D > 0$ и найдём при каком значении a уравнение будем иметь два решения. Два решения при $a < -1$.

3) $D < 0$ и найдем при каком значении a уравнение не будет иметь решений. Решений нет при $a > -1$.

Ответ: при $a=-1$ или $a = -\frac{11}{2}$: единственное решение; при $-\frac{11}{2} < a < -1$: два решения; при $a < -\frac{11}{2}$ или $a > -1$: решений нет.

Список литературы

1. Колобов А.Н., Особенности изучения задач с экономическим содержанием в школьном курсе математики. / А.Н. Колобов, И.В. Прояева // Мир науки, культуры, образования. Международный научный журнал. - 2019 г.- №3. - С. 175-176.

2. Колобов А.Н., Математический кружок как форма развития интереса обучающихся к математике. / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2019. С. 1863-1866.

3. Колобов А.Н., Факультативные курсы по математике как форма развития математических способностей / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2019. С. 1872-1876.

ЗАДАЧИ С ПАРАМЕТРАМИ В ЕДИНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭКЗАМЕНЕ

**Колобов А.Н., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный педагогический университет»**

Задачи с параметрами считаются заданиями повышенного уровня трудности, которые раньше входили в варианты вступительных экзаменов в вузы на факультеты с математическим уклоном. Всё дело в том, что такие задания помогают узнать, насколько хорошо выпускник знает школьный курс математики, в том числе его степень математической культуры и логического мышления, какие он имеет способности к математической исследовательской деятельности, а самое важное – как успешно в дальнейшем выпускник освоит курс математики в вузе.

На данный момент задачи с параметрами входят в профильный уровень единого государственного экзамена по математике и занимает 18 номер в вариантах экзамена, за который максимально дают 4 первичных балла. Данное задание вызывает большие трудности у обучающихся. Из анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года по математике профильного уровня средний процент выполнения 18 задания самый низкий и составляет всего 1,2 процента. Из данных на 2019 год процент выполнимости незначительно вырос и составляет 4,2 процента, что считается низким по сравнению с другими заданиями из варианта профильного уровня, поэтому выбранная мною тема дипломной работы является актуальной [1].

Существует проблема, связанная с тем, что задачи данного типа в большинстве рассматриваются только на факультативных занятиях, а в школьном курсе математики им отводится незначительное место и не является отдельной её составляющей. Также затруднения у обучающихся возникают из-за того, что задачи с параметрами требуют от школьников хороших знаний свойств функций и уравнений, опытность в алгебраических преобразованиях, хороший анализ и технику в исследовании. Поэтому многие школьники боятся данного задания и даже не пытаются попробовать его решить.

Наряду с этим существует и другая проблема - как помочь обучающимся побороть страх перед данным заданием, научить их понимать и решать задачи с параметром.

Выпускники заинтересованы в хорошей сдаче экзамена и поступления в желаемый вуз, поэтому, будет целесообразно ввести дополнительные занятия по изучению методов решения задач с параметрами для профильных классов. Они позволят привлечь интерес школьников к данному типу заданий, побороть их страх, развить способность к самообучению и к решению сложных задач.

Для начала стоит объяснить, что представляют собой уравнения и неравенства с параметрами, которым посвящена моя работа. Итак, уравнения и не-

равенства помимо неизвестных могут содержать ещё и числа, обозначенные буквами, данные буквы называют параметрами, а уравнение или неравенства параметрическим.

На следующих примерах наглядно покажем, что такое параметр и дадим определение.

Пример 1: Решить уравнение $2x = 3$.

Решение. Поделим обе части на 2 и получим $x = \frac{3}{2}$.

Теперь введём вместо цифры 2 букву a и получим уравнение вида:

$$ax = 3, \quad (1)$$

a - это и есть параметр, т.е. некоторое числовое значение от которого будет зависеть решение данного уравнения, называемое уравнением с параметром.

Параметр - независимая переменная, значение которой считается фиксированным или произвольным числом, принадлежащим заданному условию задачи промежутку.

Решим уравнение (1) и так же как в решении первого уравнения, мы выполним аналогичные преобразования и поделим обе части на a , но данное действие не всегда можно производить, ведь на ноль делить нельзя. Наш параметр – это какое-то неизвестное число, а вдруг он равен нулю. Поэтому мы рассмотрим несколько случаев:

1) Если $a \neq 0$, то в этом случае решением будет $x = \frac{3}{a}$.

2) Если $a = 0$, то в этом случае наше уравнение будет выглядеть следующим образом: $0x = 3$. Мы знаем, что любое число, умноженное на ноль нам даёт ноль. Значит в данном случае, решений нет.

1. Линейные уравнения с параметром.

Простейшие уравнения с параметрами - это линейные уравнения с одним неизвестным.

Линейные уравнения вида $ax = b$ мы уже разбирали на примере 1 и нашли при каких условиях выражение имеет один корень и не имеет корней вообще:

- Имеет единственное решение, при $a \neq 0$;
- Не имеет решений, при $a = 0, b \neq 0$.

Но так же уравнению может иметь и бесконечное количество корней:

- Имеет бесконечное количество решений, при $a = 0, b = 0$.

Пример 2: Решить уравнение при всех значениях параметра a

$$(a - 1)x = 5.$$

Решение. Рассмотрим случаи:

1) Если $a - 1 \neq 0$, то выразим x , поделив всё уравнение на коэффициент стоящий перед x . Таким образом, уравнение будет иметь одно единственное решение $x = \frac{5}{a-1}$.

2) Если $a - 1 = 0$, то уравнение примет вид $0x = 5$. Данное уравнение не имеет решений.

Ответ: при $a - 1 \neq 0$: $x = \frac{5}{a-1}$; при $a - 1 = 0$: решений нет.

2. Неравенство с параметром.

Неравенство вида: $ax > b$ ($< 0, \geq 0, \leq 0$), называется линейным неравенством с параметром.

Неравенство вида: $ax > b$:

- Имеет решение $x \in \left(\frac{b}{a}; +\infty\right)$, при $a > 0$;
- Имеет решение $x \in \left(-\infty; \frac{b}{a}\right)$, при $a < 0$;
- Имеет бесконечное количество решений $x \in (-\infty; +\infty)$, при $a = 0, b < 0$;
- Не имеет решений, при $a = 0, b \geq 0$.

Напомним правило, по которому можно осуществлять равносильное преобразование неравенства.

Правило. При умножении и делении обе части неравенства на одно и то же отрицательное число, знак неравенства меняется на противоположный [2].

И так же следует помнить, что не следует умножать и делить неравенство на выражение, знак которого не известен. Часто обучающие пренебрегают этим правилом или забывают вовсе.

Пример 3: Решить неравенство $5x - a > ax + 3$.

Решение. В первую очередь мы преобразуем данное неравенство: в левую часть относительно знака перенесём значения с неизвестной x , а всё остальное перенесём в правую часть неравенства, при этом изменив знаки на противоположные, мы получим:

$$5x - ax > a + 3.$$

Теперь в левой части неравенства за скобки вынесем x , получим:

$$(5 - a)x > a + 3.$$

Итак, по вышеописанному алгоритму рассмотрим несколько случаев для параметра a :

1) Если $a < 5$, то всё неравенство поделим на выражение, стоящее перед x . При этом поменяем знак неравенства, так как выражение в скобках принимает отрицательное значение, получаем:

$$x < \frac{a+3}{5-a}.$$

В этом случае решением является $x \in \left(-\infty; \frac{a+3}{5-a}\right)$.

2) Если $a = 5$, то выражение в скобках будет равно нулю, а правая часть примет положительное значение, таким образом наше неравенство будет выглядеть следующим образом:

$$0x > 8.$$

Так как слева выражение равно нулю, то левая часть никак не может быть больше правой, таким образом делаем вывод, что в данном случае решений нет.

3) Если $a > 5$, то так же, как и в первом случае, всё неравенство поделим на выражение стоящее перед x . Но при этом знак неравенства сохраняем, так как выражение в скобках будет положительным, получаем:

$$x > \frac{a+3}{5-a}.$$

В этом случае решением является $x \in \left(\frac{a+3}{5-a}; +\infty\right)$.

Ответ: $x \in \left(\frac{a+3}{5-a}; +\infty\right)$.

Так на простых примерах показано, что такое параметр, как решаются простые линейные уравнения и неравенства с параметром. В следующих параграфах расскажем об основных методах решения различных видов уравнений и неравенств с параметрами.

Аналитический метод решения задач с параметрами не всегда является эффективным, а иногда и очень громоздким. Помимо этого, некоторые задания с параметрами вообще рассчитаны на графический способ решения. Такой способ наглядный и при хорошем владении графиками, даёт возможность сразу увидеть решение поставленной задачи [3].

Рассмотрим некоторые виды уравнений, которые легко решаются графическим методом построения графиков двух частей. Данный метод предусматривает рассмотрение левой и правой части уравнения по отдельности и построения графиков каждой из них в координатной плоскости.

1. График параболы в решении уравнений с параметрами

В предыдущем параграфе мы уже рассматривали квадратные уравнения и график параболы, поэтому покажем применение графика параболы в задаче с параметром.

Пример 4: Сколько корней имеет уравнение $x(x-1) = a$ в зависимости от параметра a .

Решение. Исходя из постановки задачи, понимаем, что от нас не требуется нахождение значения корней, а необходимо найти только их количество, поэтому будем решать задачу графическим методом.

График левой части уравнения задаётся уравнением $y = x(x-1)$ и является параболой, ветви направлены вверх (Рисунок 1). Найдём координаты вершины параболы. По формуле $x_0 = -\frac{b}{2a}$, где $b = -1; a = 1$, найдём абсциссу вершины.

$$x_0 = -\frac{b}{2a} = -\frac{-1}{2} = \frac{1}{2}$$

Подставим x_0 в уравнение $y = x(x-1)$ и найдём y_0 :

$$y_0 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} - 1 \right) = -\frac{1}{4}.$$

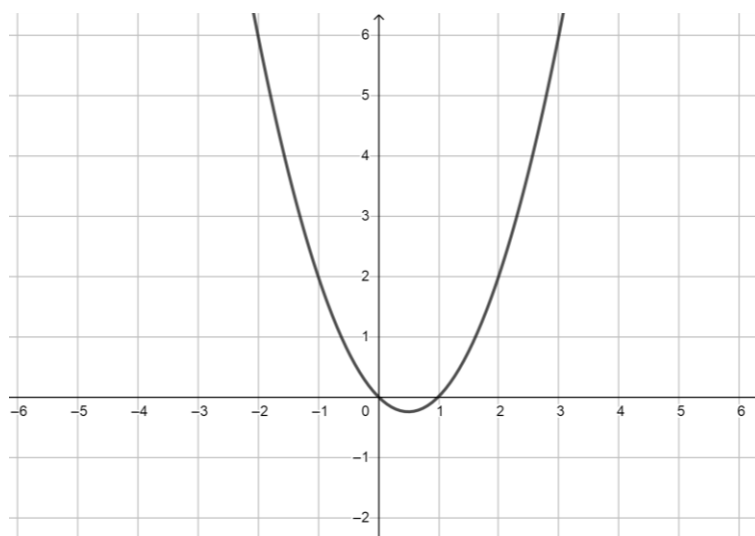


Рисунок 1 – Парабола

График правой части уравнения задаётся уравнением $y = a$ и является семейством прямых. В зависимости от параметра a , сделаем рассечение графика семейством прямых $y = a$.

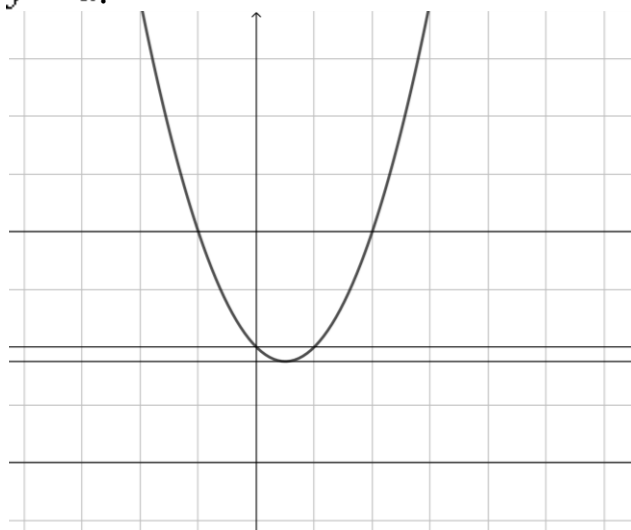


Рисунок 2 – Рассечение графика прямыми

Рассмотрим Рисунок 2 и заметим, что при $a < -\frac{1}{4}$ прямая не пересекает параболу, а значит в данном случае решений нет. При $a = -\frac{1}{4}$, прямая касается параболы, а следовательно уравнение имеет одно решение. И при $a > -\frac{1}{4}$, прямая пересекает параболу в двух точках, а значит уравнение имеет решения.

Ответ: при $a < -\frac{1}{4}$: решений нет; при $a = -\frac{1}{4}$: одно решение; при $a > -\frac{1}{4}$: два решения.

2. График функции $y = \sqrt[n]{x}$ в уравнениях с параметрами.

График функции $y = \sqrt[n]{x}$ можно построить с помощью таблицы, в зависимости от n график может иметь вид:

1) Если n - чётное число, то график функции $y = \sqrt[n]{x}$ имеет вид, представленный на Рисунок 3;

2) Если n - нечётное число, то график функции $y = \sqrt[n]{x}$ имеет вид, представленный на Рисунок 4.

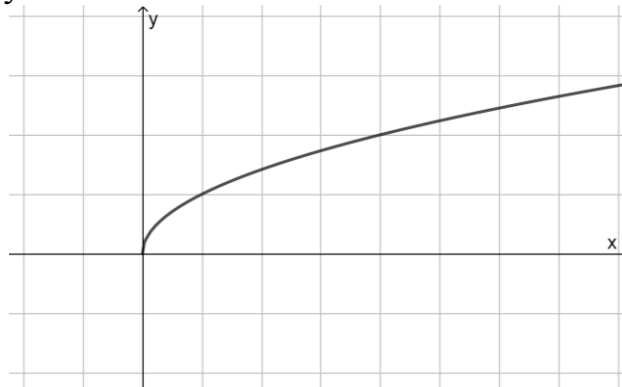


Рисунок 3 – При чётном n

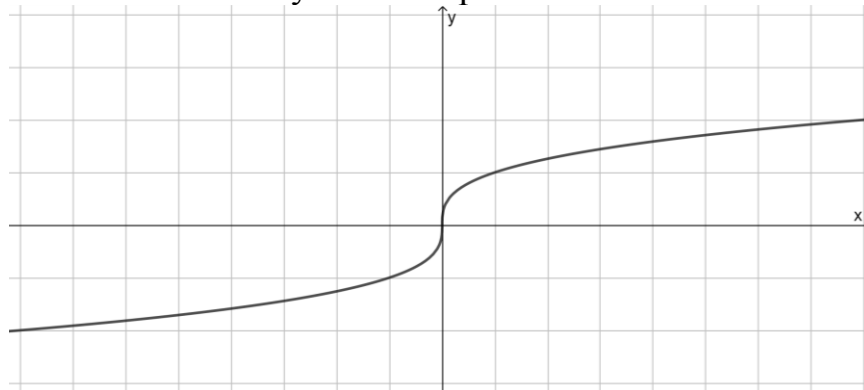


Рисунок 4 – При нечётном n

Пример 5: Сколько корней имеет уравнение $\sqrt{x} = a$ в зависимости от параметра a .

Решение. Решим методом построения графиков двух частей. График левой части уравнения задаётся уравнением $y = \sqrt{x}$ и является полупараболой, вершина которой находится в точке с координатами $(0;0)$ (Рисунок 5).

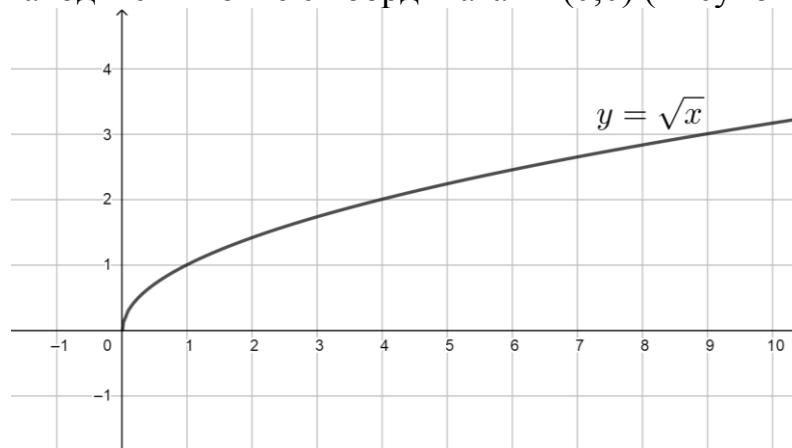


Рисунок 5 – Полупарабола

График правой части уравнения задаётся уравнением $y = a$ и является семейством горизонтальных прямых. В зависимости от параметра a , сделаем рассечение графика семейством прямых $y = a$.

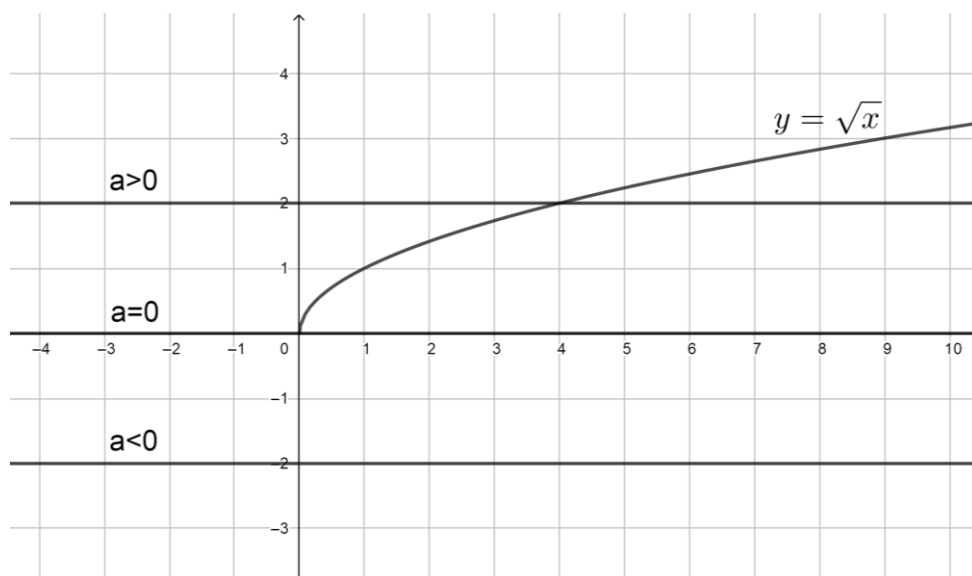


Рисунок 6 – Ресечение графика семейством прямых

Рассмотрев Рисунок 6, заметим, что при $a < 0$ прямая не пересекает полупараболу, а значит в данном случае решений нет. При $a = 0$, прямая проходит через вершину полупараболы, а значит уравнение имеет одно решение, так же как и при $a > 0$, когда прямая пересекает полупараболу в одной точке.

Ответ: при $a < 0$: решений нет; при $a \geq 0$: одно решение.

Существует немало различных методов решения задач с параметрами. Аналитический способ решения задач с параметрами является точным, но в некоторых задачах такой метод может оказаться слишком громоздким, и тогда лучше использовать графический метод, преимуществом которого служит наглядность в решении.

Список литературы

1. Колобов А.Н., Особенности изучения задач с экономическим содержанием в школьном курсе математики. / А.Н. Колобов, И.В. Прояева // Мир науки, культуры, образования. Международный научный журнал. - 2019 г.- №3. - С. 175-176.
2. Колобов А.Н., Математический кружок как форма развития интереса обучающихся к математике. / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2019. С. 1863-1866.
3. Колобов А.Н., Роль текстовых задач в математическом образовании. / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2019. С. 1867-1871.

ИРРАЦИОНАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И НЕРАВЕНСТВА С ПАРАМЕТРАМИ

Колобов А.Н., канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Оренбургский государственный педагогический университет»

Иррациональными уравнениями (неравенствами) называют уравнения (неравенства), в которых выражение с переменной или параметром, содержится под знаком радикала или знаком возведения в дробную степень. Как правило, для таких уравнений (неравенств) ищутся только действительные корни.

Решением иррациональных уравнений (неравенств) является избавление от радикала с помощью возведения обеих частей уравнений (неравенств) в одинаковую степень. Но при этом необходимо иметь ввиду, что данный метод может привести появлению посторонних корней, это касается возведения обеих частей уравнения (неравенства) в чётную степень [1]. Поэтому необходима проверка всех найденных корней, что нередко может оказаться слишком громоздким, в таком случае нам поможет составление системы условий, логически ограничивающих посторонние корни, покажем это на примерах.

Пример 1: В зависимости от значений параметра a решите уравнение

$$\sqrt{a-x} = 2-x.$$

Решение. Необходимо избавиться от корня для этого возведём обе части в квадрат, но это возможно только при условии, что правая часть уравнения неотрицательная. Получаем систему, равносильную исходному уравнению:

$$\begin{cases} a-x = (2-x)^2, \\ 2-x \geq 0. \end{cases}$$

Раскрыв скобки по формуле квадрата разности и приведя подобные, получим равносильную систему:

$$\begin{cases} x^2 - 3x - a + 4 = 0, & (1) \\ x \leq 2. & (2) \end{cases}$$

Найдём дискриминант квадратного уравнения (1), где $a=1$, $b=-3$, $c=-a+4$:

$$D = b^2 - 4ac = 4a - 7.$$

В зависимости от дискриминанта, рассмотрим 3 случая:

1. При $D < 0$ или $a < \frac{7}{4}$: решений нет.

2. При $D = 0$ или $a = \frac{7}{4}$: уравнение имеет единственное решение,

найдем его по формуле $x = -\frac{b}{2a}$ и получим $x = \frac{3}{2}$. Данное решение удовлетворяет неравенству (2).

3. При $D > 0$ или $a > \frac{7}{4}$: уравнение имеет два корня, найдём их.

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{3 \pm \sqrt{4a-7}}{2}$$

Очевидно, $x_1 < x_2$, значит, для выполнения условия неравенства (9) для обоих корней достаточно совместности системы:

$$\begin{cases} a > \frac{7}{4}, \\ \frac{3 + \sqrt{4a - 7}}{2} \leq 2. \end{cases}$$

Решением данной системы является интервал $\frac{7}{4} < a \leq 2$. Таким образом, исходное уравнение имеет 2 корня при $\frac{7}{4} < a \leq 2$.

Так же наше исходное уравнение может иметь одно решение, если $x_1 \leq 2$, а $x_2 > 2$, т.е. совместна система:

$$\begin{cases} a > \frac{7}{4}, \\ \frac{3 - \sqrt{4a - 7}}{2} \leq 2, \\ \frac{3 + \sqrt{4a - 7}}{2} > 2. \end{cases}$$

Решив систему, получаем $a > 2$.

Ответ: при $a < \frac{7}{4}$: решений нет; при $a = \frac{7}{4}$: одно решение $x = \frac{3}{2}$; при $\frac{7}{4} < a \leq 2$: два решения $x_{1,2} = \frac{3 \pm \sqrt{4a - 7}}{2}$; при $a > 2$: одно решение $x = \frac{3 - \sqrt{4a - 7}}{2}$.

Пример 2: Решить неравенство $\sqrt{ax} \geq x + a$ при всех значениях параметра a .

Решение. Необходимо избавиться от корня, для этого возведём обе части в квадрат, но для этого необходимо убедиться, что обе части неравенства неотрицательны. Итак, у нас возможны два варианта:

1. Если $x + a \leq 0$, то получаем, что корень всегда неотрицателен, а значит он автоматически больше (или равен) неположительного числа. Таким образом, неравенство выполнится при всех допустимых x .

2. Если $x + a > 0$, то имеем право возводить в квадрат. Итак, у нас получается совокупность из двух систем:

$$\begin{cases} \{ ax \geq (a + x)^2, \\ a + x \geq 0, \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \{ ax \geq 0, \\ a + x < 0. \end{cases} \quad (4)$$

Решим систему (3), для этого раскроем скобки и приведём подобные в первом неравенстве системы, получим равносильную систему вида:

$$\begin{cases} x^2 + ax + a^2 \leq 0, \\ a + x \geq 0. \end{cases}$$

Решим неравенство $x^2 + ax + a^2 \leq 0$. Найдём дискриминант квадратного уравнения по формуле $D = b^2 - 4ac = -3a^2$, так как $D \leq 0$, поэтому $x^2 + ax + a^2 \geq 0$, а значит, $x^2 + ax + a^2 = 0$ только при $a=0$ $D=0$ и $x=0$.

Решим систему (4). Пусть $a \leq 0$, тогда $x \leq 0$. При $a > 0$ имеем $x > 0$, а это противоречит $a + x < 0$, следовательно в этом случае решений нет.

Ответ: при $a \leq 0$: $x \in (-\infty; 0]$; при $a > 0$: решений нет.

5. Показательные уравнения и неравенства с параметрами.

При решении показательных уравнений, равносильными преобразованиями, уравнение необходимо привести к виду $a^{f(x)} = a^{g(x)}$, где a - положительное число, отличное от 1. Тогда можно воспользоваться методом уравнивания показателей и показательное уравнение $a^{f(x)} = a^{g(x)}$ привести к виду $f(x) = g(x)$.

При решении показательных неравенств, приведя к виду $a^{f(x)} > a^{g(x)}$ ($<, \geq, \leq$), где a - положительное число, отличное от 1, можно так же воспользоваться методом уравнивания показателей. Но необходимо помнить, если основание $a > 1$, то знак неравенства сохраняется, если основание

$0 < a < 1$, то знак меняется [13].

Пример 3: Решить уравнение $2^{(a^2+10a+21)x} = 2^{2a^2+a-15}$.

Решение. Воспользовавшись методом уравнивания показателей, получим: $(a^2 + 10a + 21)x = 2a^2 + a - 15$.

Квадратные трёхчлены разложим на множители и получим равносильное уравнение:

$$(a + 3)(a + 7)x = (2a + 5)(a + 3).$$

В зависимости от значения параметра рассмотрим 3 случая:

1. Если $a = -3$, то множитель уравнения $a + 3 = 0$ и уравнение примет вид $0x = 0$, решением уравнения будет являться вся числовая прямая.

2. Если $a = -7$, то множитель уравнения $a + 7 = 0$ и уравнение примет вид $0x = 36$, в данном случае уравнение не будет иметь решений.

3. Если $a \neq -3, a \neq -7$, то решением уравнения является $x = \frac{2a+5}{a+7}$.

Ответ: при $a = -3$: $x \in \mathbb{R}$; при $a = -7$: решений нет; при $a \neq -3, a \neq -7$: $x = \frac{2a+5}{a+7}$.

При решении показательных уравнений в практике часто используют метод замены переменной. Метод замены переменной - это такой способ решения, при котором в уравнении (неравенстве) вводится новая переменная, в результате чего оно становится более простым. Этот метод является весьма распространённым при решении сложных заданий в ЕГЭ и особо применим в 13 и 15 заданиях, но также данный метод облегчает решения заданий с параметром в ЕГЭ.

Пример 4: При каких значениях параметра a уравнение

$$4^x - (5a - 3)2^x + 4a^2 - 3a = 0$$

имеет единственное решение?

Решение. Сделаем замену: пусть $2^x = t$, где $t > 0$. Тогда уравнение принимает вид:

$$t^2 - (5a - 3)t + 4a^2 - 3a = 0.$$

Перед нами квадратное уравнение, где $a = 1, b = -(5a - 3), c = 4a^2 - 3a$, найдём его дискриминант и корни t_1 и t_2 .

$$D = b^2 - 4ac = 9a^2 - 18a + 9 = (3a - 3)^2$$

$$t_1 = \frac{-b - \sqrt{D}}{2a} = a$$

$$t_2 = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a} = 4a - 3$$

В связи с условием задания, возможны 4 случая:

$$1) \quad \begin{cases} t_1 > 0, \\ t_2 < 0. \end{cases}$$

Подставим получившие корни уравнения в систему, получим:

$$\begin{cases} a > 0, \\ 4a - 3 < 0. \end{cases}$$

Решением системы является пересечение решений неравенств, получаем $0 < a < \frac{3}{4}$.

$$2) \quad \begin{cases} t_1 < 0, \\ t_2 > 0. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a < 0, \\ 4a - 3 > 0. \end{cases}$$

В данном случае пересечения решений неравенств нет, следовательно система не имеет решений.

$$3) \quad \begin{cases} t_1 = t_2, \\ t_1 > 0. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 4a - 3, \\ a > 0. \end{cases}$$

Решением системы в данном случае будет $a = 1$.

4) Один из корней равен нулю, другой-положительный.

$$\begin{cases} t_1 t_2 = 0, \\ t_1 + t_2 > 0. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 4a^2 - 3a = 0, \\ 5a - 3 = 0. \end{cases}$$

Решением системы в этом случае $a = \frac{3}{4}$.

Ответ: $0 < a \leq \frac{3}{4}; a = 1$.

Пример 5: В зависимости от значения параметра a решите неравенство $a^2 - 9^{x+1} - 8a3^x > 0$.

Решение. Сделаем замену, пусть $3^x = t, t > 0$ получаем квадратное неравенство $9t^2 + 8at - a^2 < 0$. Найдём дискриминант и корни неравенства.

$$D = b^2 - 4ac = 100a^2$$

$$t_1 = \frac{-b - \sqrt{D}}{2a} = -a$$

$$t_2 = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a} = \frac{a}{9}$$

Рассмотрим 3 случая:

1) Если $a > 0$, то $t_1 < 0 < t_2$, тогда решением квадратного неравенства

будет являться интервал $-a < t < \frac{a}{9}$. С учётом условия, что $t > 0$ получаем неравенство $3^x < \frac{a}{9}$. По свойству логарифма представим $\frac{a}{9}$ через логарифм по основанию 3. Получаем неравенство $3^x < 3^{\log_3 \frac{a}{9}}$, воспользовавшись методом уравнивания показателей в неравенстве, получим равносильное неравенство $x < \log_3 \frac{a}{9}$. Заметим в левой части неравенства разность логарифмов, применив формулу $\log_a b - \log_a c = \log_a \frac{b}{c}$, получим решение $x < \log_3 a - 2$.

2) Если $a = 0$, то подставив данное значение в исходное неравенство, получим $-9^{x+1} > 0$. После преобразований неравенство примет вид $9^{x+1} < 0$, что невозможно, следовательно в этом случае решений нет.

3) Если $a < 0$, то $t_2 < 0 < t_1$, тогда решением квадратного неравенства

будет являться интервал $\frac{a}{9} < t < -a$. С учётом условия, что $t > 0$ получаем неравенство $3^x < -a$. По свойству логарифма представим $-a$ через логарифм по основанию 3. Получаем неравенство $3^x < 3^{\log_3(-a)}$, воспользовавшись методом уравнивания показателей в неравенстве, получим равносильное неравенство $x < \log_3(-a)$.

Ответ: при $a < 0$: $x < \log_3(-a)$; при $a = 0$: решений нет; при $a > 0$: $x < \log_3 \frac{a}{9}$.

6. Логарифмические уравнения и неравенства, содержащие параметр.

При решении логарифмических уравнений (неравенств) следует учитывать область определения выражений и определённые правила потенцирования.

Логарифмическое уравнение $\log_a f(x) = \log_a g(x)$ равносильно уравнению $f(x) = g(x)$, где основание логарифма $a > 0$ и $a \neq 1$, а аргумент $f(x) > 0$ и $g(x) > 0$.

При потенцировании логарифмических неравенств следует соблюдать те же условия, что и при потенцировании логарифмических уравнений, но для знака неравенства существует определённое правило: если основание логарифма $a > 1$, то знак неравенства сохраняется, если основание $0 < a < 1$, то знак меняется [2].

Помимо вышеперечисленного для решения логарифмических уравнений и неравенств необходимо знать все свойства логарифма.

Пример 6: При каких значениях параметра a уравнение

$$\log_3(9^x + 9a^3) = x$$

имеет два корня?

Решение. Выразим x через логарифм по основанию 3, получаем $x = \log_3 3^x$.

Исходное уравнение равносильно уравнению $\log_3(9^x + 9a^3) = \log_3 3^x$. По правилу потенцирования логарифмического уравнения, получаем показательное уравнение вида:

$$9^x - 3^x + 9a^3 = 0.$$

Данное уравнение не вызывает никаких сложностей в решении, и ученики с лёгкостью справляются с уравнениями такого типа. Полагая, что $3^x = t, t > 0$, получим $t^2 - t + 9a^3 = 0$. По теореме Виета имеем:

$$\begin{cases} t_1 + t_2 = 1, \\ t_1 t_2 = 9a^3. \end{cases}$$

По условию задачи уравнение должно иметь два корня, это возможно при положительном дискриминанте, найдём по формуле $D = b^2 - 4ac = 1 - 36a^3$. Так же по условию $t > 0$, произведение корней должно быть положительным. Поэтому получаем систему:

$$\begin{cases} 1 - 36a^3 > 0, \\ 9a^3 > 0. \end{cases}$$

Решив систему, получаем $0 < a < \frac{1}{\sqrt[3]{36}}$.

Ответ: при $a \in \left(0; \frac{1}{\sqrt[3]{36}}\right)$.

Пример 7: Найти все значения a , для которых неравенство

$$1 + \log_5(x^2 + 1) \geq \log_5(ax^2 + 4x + a)$$

справедливо для всех x .

Решение. Представим единицу в виде логарифма по основанию 5, получаем $1 = \log_5 5$. Запишем неравенство равносильное исходному:

$$\log_5 5 + \log_5(x^2 + 1) \geq \log_5(ax^2 + 4x + a).$$

В левой части неравенства представлена сумма логарифмов, воспользовавшись формулой $\log_a b + \log_a c = \log_a bc$, получаем:

$$\log_5(5x^2 + 5) \geq \log_5(ax^2 + 4x + a).$$

По правилу потенцирования логарифмических неравенств, получаем неравенство:

$$5x^2 + 5 \geq ax^2 + 4x + a.$$

После преобразований, получаем неравенство вида:

$$(5 - a)x^2 - 4x + (5 - a) \geq 0.$$

Данное неравенство равносильно системе:

$$\begin{cases} ax^2 + 4x + a \geq 0, \\ (5 - a)x^2 - 4x + (5 - a) \geq 0. \end{cases}$$

По условию задания нам необходимо найти параметр для любых значений x , т.е. чтобы каждое неравенство системы выполнялось для любых x . Квадратные неравенства уже рассматривались выше и для выполнения всех x необходимо, чтобы дискриминант каждого неравенства был больше (равен) ну-

ля и коэффициент перед x^2 был так же больше нуля. Таким образом, получаем систему:

$$\begin{cases} a > 0, \\ 5 - a > 0, \\ 4 - a^2 > 0, \\ 4 - (5 - a)^2 \leq 0. \end{cases}$$

Заметим формулы разность квадратов и квадрат разности в третьем и четвертом неравенствах системы соответственно, воспользовавшись этими формулами и сделав преобразования, получим равносильную систему:

$$\begin{cases} a > 0, \\ 5 - a > 0, \\ (a - 2)(a + 2) > 0, \\ (a - 3)(a - 7) \geq 0. \end{cases}$$

Решением системы является пересечение решений всех неравенств, откуда получаем $2 < a \leq 3$.

Ответ: $2 < a \leq 3$.

7. Дробно-рациональные уравнения с параметрами.

Решения дробно-рациональных уравнений с параметрами проходят по той же методике решения таких уравнений без параметра. Для начала необходимо найти ОДЗ, чтобы в дальнейшем исключить посторонние корни. Далее исходное уравнение заменяется равносильным ему уравнением, путем умножения уравнения на общий знаменатель дробей. Уравнение сводится к линейному и решается известным способом, не вызывая затруднений [3]. Уравнение вида

$\frac{f(x)}{g(x)} = 0$ можно свести к системе: $\begin{cases} f(x) = 0, \\ g(x) \neq 0, \end{cases}$ где $f(x) = 0$ решается обычным способом, как линейное уравнение, а $g(x) \neq 0$ исключает появление посторонних корней. Покажем на примерах.

Пример 8: Решить уравнение $\frac{x^2 - 9}{x - a} = 0$.

Решение. Решение можно свести к системе, в которой числитель равен нулю, а знаменатель отличен от нуля.

$$\begin{cases} x^2 - 9 = 0, \\ x - a \neq 0. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 3, \\ x = -3, \\ x \neq a. \end{cases}$$

Ограничение $x \neq a$ означает, что если $a = 3$, то $x_1 = 3$ будет являться посторонним корнем. Аналогично, если $a = -3$, то $x_2 = -3$ тоже будет являться посторонним корнем.

Ответ: при $a = 3$: $x = -3$; при $a = -3$: $x = 3$; при $a \neq \pm 3$: $x_1 = 3$ и $x_2 = -3$.

Пример 9: Решить уравнение $\frac{x}{2a-x} - \frac{2a+x}{x-2a} = \frac{4a}{x^2-4a^2}$.

Решение. Сразу найдём ОДЗ, чтобы исключить в будущем появление лишних корней.

$$\text{ОДЗ: } \begin{cases} x \neq -2a, \\ x \neq 2a. \end{cases}$$

Теперь избавимся от дроби, умножив всё уравнение на общий знаменатель $x^2 - 4a^2$, получим:

$$x(x - 2a) - (2a + x)(x + 2a) = 4a.$$

Раскроем скобки и приведем подобные, получим линейное уравнение вида:

$$-6ax = 4a^2 + 4a.$$

Линейное уравнение решим известным способом и получим: $x = -\frac{2(a+1)}{3}$, при $a \neq 0$ т.к., если $a = 0$, то уравнение примет вид $0x = 0$, где решением будет являться любое действительное число x , кроме $x = 0$.

Теперь с помощью ОДЗ нам необходимо исключить корни, для этого составим неравенства: $-\frac{2(a+1)}{3} \neq 2a$ и $-\frac{2(a+1)}{3} \neq -2a$. Решив оба неравенства, получим $a \neq \frac{1}{4}$ и $a \neq \frac{1}{2}$.

Ответ: при $a = 0$: $x \in (-\infty; 0) \cup (0; +\infty)$; при $a = \frac{1}{4}$ или $a = \frac{1}{2}$: решений нет; при $a \in (-\infty; \frac{1}{4}) \cup (\frac{1}{4}; 0) \cup (0; \frac{1}{2}) \cup (\frac{1}{2}; +\infty)$: $x = \frac{2(a+1)}{3}$.

Список литературы

1. Колобов А.Н., Особенности изучения задач с экономическим содержанием в школьном курсе математики. / А.Н. Колобов, И.В. Прояева // Мир науки, культуры, образования. Международный научный журнал. - 2019 г.- №3. - С. 175-176.
2. Колобов А.Н., Математический кружок как форма развития интереса обучающихся к математике. / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2019. С. 1863-1866.
3. Колобов А.Н., Факультативные курсы по математике как форма развития математических способностей / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2019. С. 1872-1876.

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ОПРОСА «ОТНОШЕНИЕ К ПРОБЛЕМАМ СОВРЕМЕННОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

**Крючкова И.В., канд. техн. наук, доцент,
Сикорская Г.А., д-р пед. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

«Форсированное развитие математического образования и науки обеспечит прорыв в стратегических направлениях России, повысит престиж России в мире» [1], отмечается в Концепции развития математического образования в Российской Федерации. Согласны ли граждане России со столь высокой ролью математического образования?

С целью изучения общественного мнения о проблемах современного российского математического образования нами был проведен опрос в сети Интернет на основе Google Forms - бесплатного сервиса для создания и публикации опросов.

Респондентам было предложено 24 вопроса, из которых 5 касались личных данных (возраст, образование, отношение к сфере образования и т.п.), остальные вопросы отражали отношение респондента к проблемам современного математического образования в России. Опрос проходил в июне 2020г., в опросе приняли участие 218 человек. География респондентов оказалась достаточно широка, от Санкт-Петербурга до Владивостока. Ссылка на опрос распространялась через социальные сети, могли отвечать все желающие, ввиду чего выборку нельзя считать представляющей мнение всего населения страны, тем не менее результаты исследования представляют интерес и могут служить началом дальнейших научных исследований.

Некоторые примеры распределения респондентов приведены на рисунках 1-2.

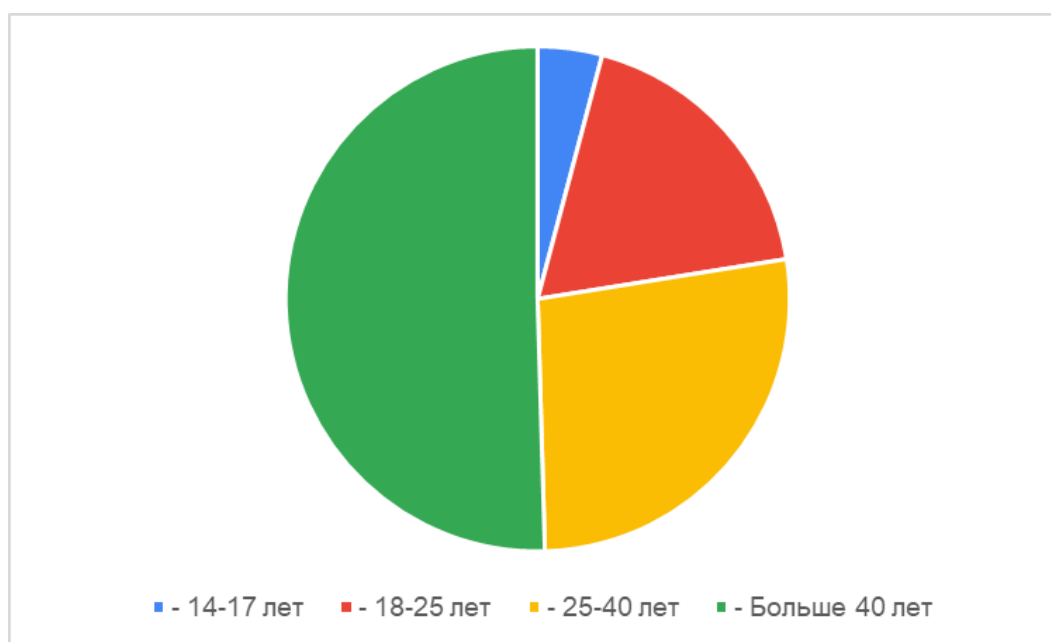


Рисунок 1 - Распределение респондентов по возрасту



Рисунок 2 - Распределение респондентов по образованию

На вопрос «Интересуетесь ли Вы изменениями, происходящими в современном математическом образовании?» лишь 18,3% опрошенных ответили, что они не интересуются. При этом непосредственно связанными со сферой образования являлись лишь 12% опрошенных. На наш взгляд это показывает достаточную заинтересованность общества состоянием математического образования.

При этом интересно, что о принятой распоряжением Правительства РФ от 24 декабря 2013 г. № 2506-р Концепции развития математического образования в Российской Федерации [1] не знают более 80% респондентов. Из работающих в сфере образования о Концепции развития математического образования знают лишь немного более 50%.

Концепция развития математического образования в Российской Федерации представляет собой систему взглядов на базовые принципы, цели, задачи и основные направления развития математического образования в Российской Федерации [1]. Математика определена в Концепции как «важнейшая составляющая мирового научно-технического прогресса» [1]. В Концепции развития математического образования в Российской Федерации особенно подчеркнуто, что успех России XXI века «зависят от уровня математической науки, математического образования и математической грамотности всего населения» [1].

Большинство опрошенных считают, что математическое образование нуждается в изменениях – рисунок 3.

Наш опрос подтверждает распространенное сложившееся в обществе критическое мнение о ЕГЭ по математике. Лишь около 7% считают, что ЕГЭ по математике полностью справляется со своей функцией. При этом около 50% опрошенных хотели бы кардинального изменения ЕГЭ по математике. Интересно, что сами работники сферы образования не разделяют общего столь критического отношения к ЕГЭ по математике – рисунок 4.

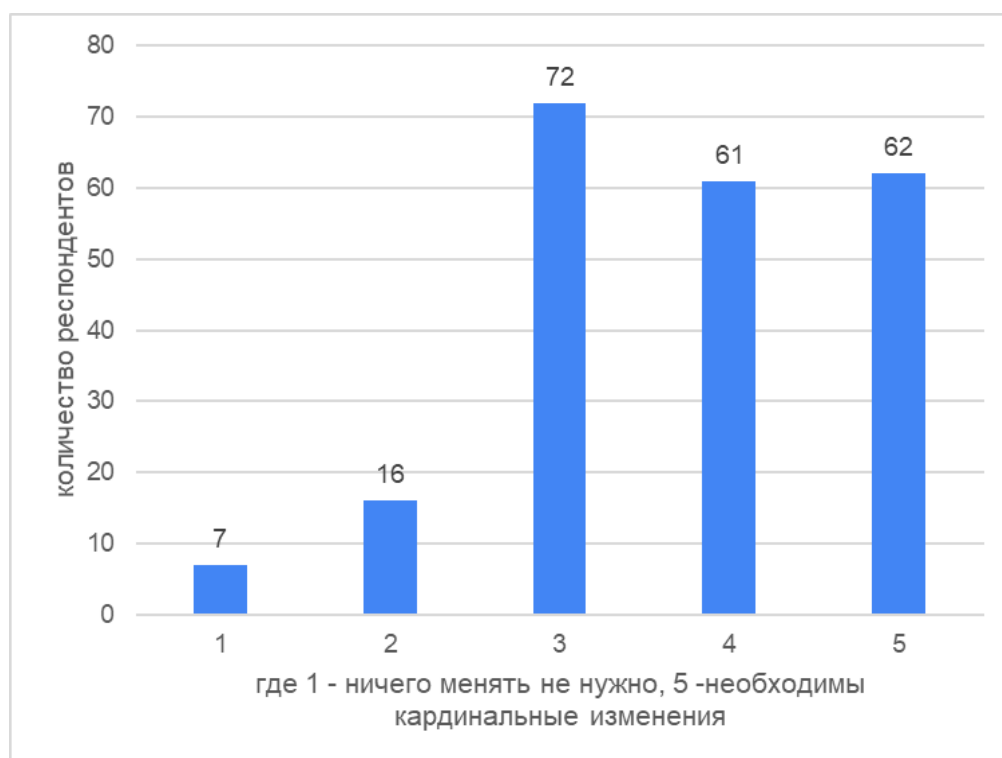


Рисунок 3 - О необходимости изменений в математическом образовании

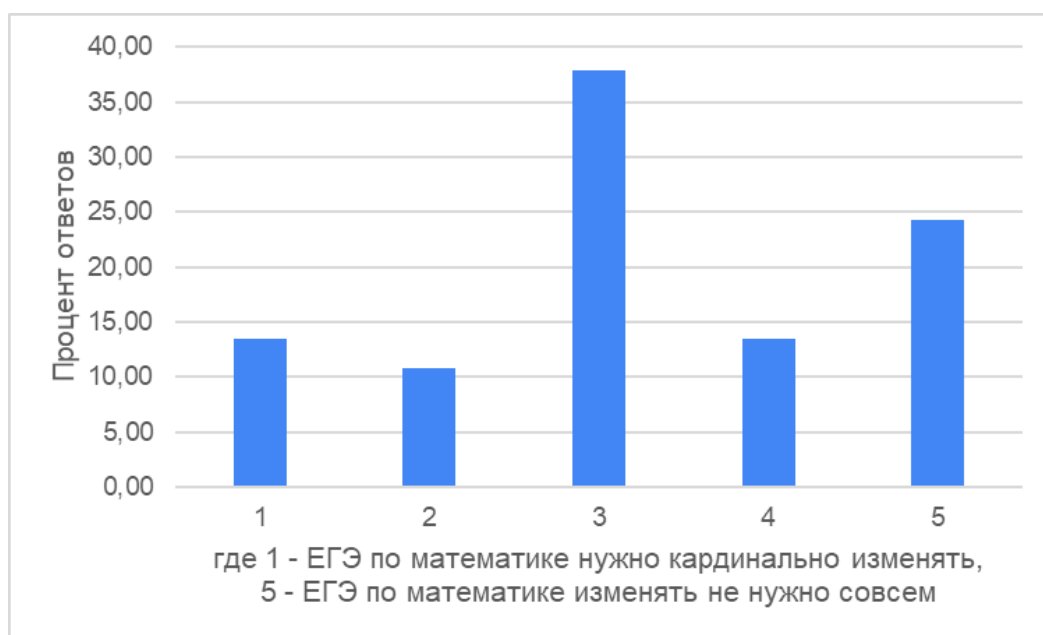


Рисунок 4 - Мнения работников сферы образования о необходимости изменений ЕГЭ по математике

Отличаются мнения работников сферы образования и по вопросам «Нуждаются ли современные учебники по математике в изменениях?», «Считаете ли Вы, что нужно изменить содержание математического образования? Некоторые разделы математики убрать из школьной программы, новые разделы математики добавить?» - рисунки 5-6. Большинство респондентов не видят необходимости изменения содержания математического образования и содержания учебников математики, несмотря на то, что принципиальных изменений не было последние полвека, и опыт других стран говорит о том, что подобный пересмотр необходим.

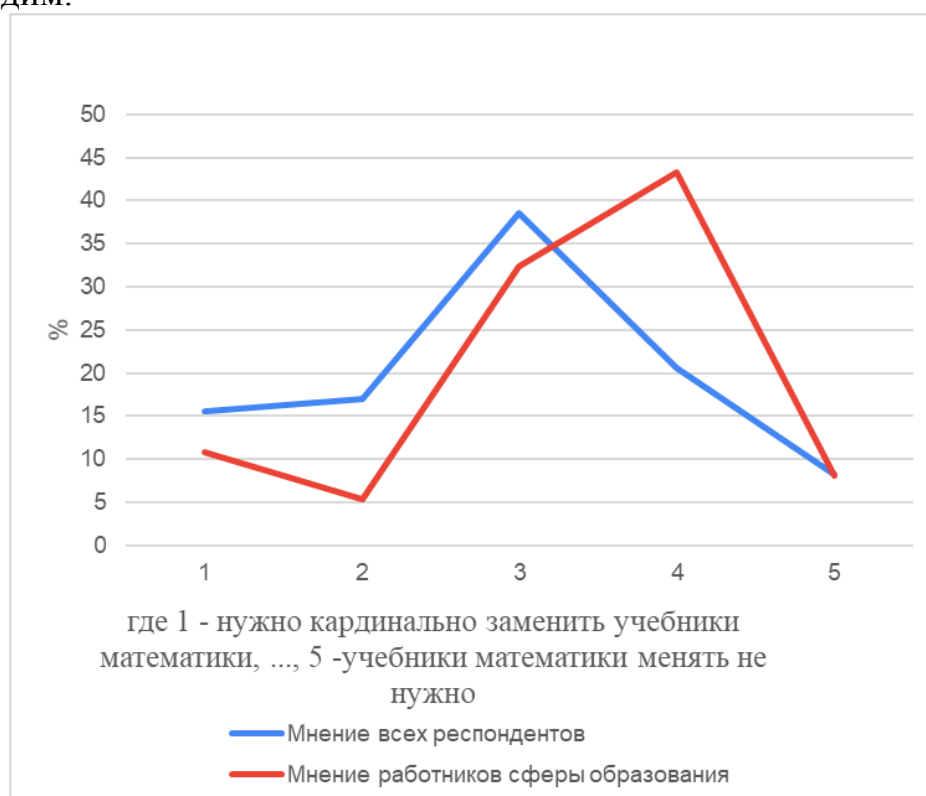


Рисунок 5 – Отношение к изменению учебников математики

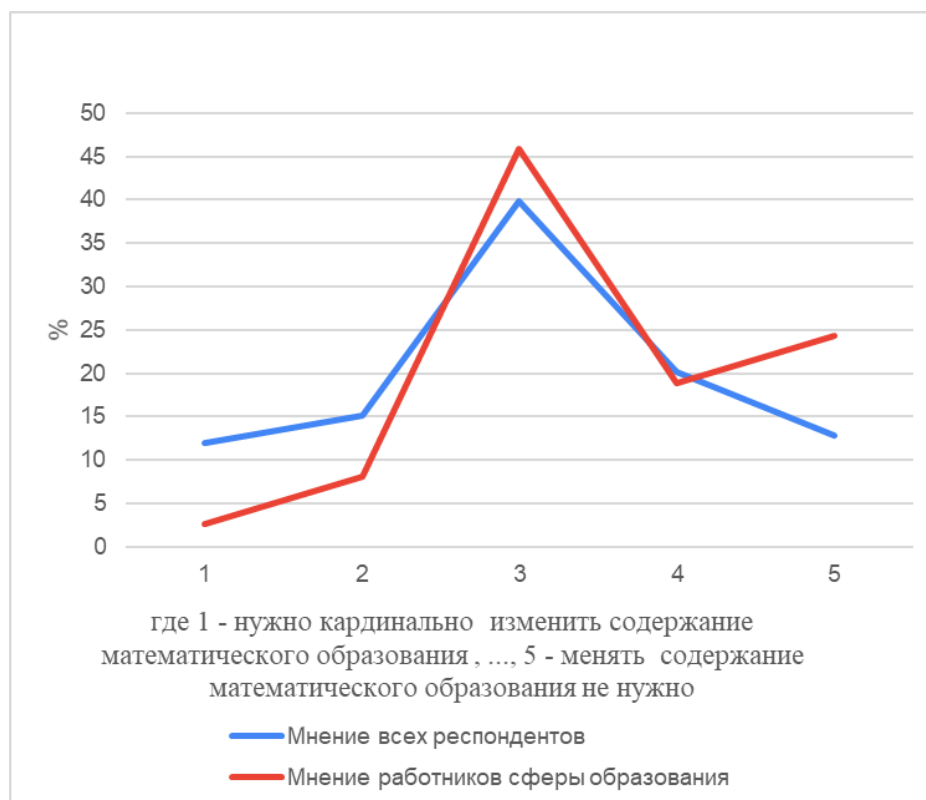


Рисунок 6 – Отношение к изменению содержания математического образования

Подавляющее большинство участвовавших в опросе в той или иной степени считают необходимым внедрение в математическое образование инновационных технологий, информационных технологий, использования сети Интернет. А из опыта советского математического образования считают, что нужно взять лучшее, но не полностью возвращаться к нему. Современное образование не может не использовать возможности сети Интернет и всю базу различных методик и библиотек, содержащихся в ней [2], «...отечественное традиционное образование, как система получения знаний, отстает от реальных потребностей современной науки и производства. ... Интенсивное его развитие на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий становится важнейшим национальным приоритетом» [3].

Около 90% опрошенных уверены, что математическое образование должно быть общедоступным и бесплатным. 75% респондентов ответили, что повышение качества школьного математического образования является важной государственной задачей. 71% считают, что хорошее математическое образование помогает добиться успехов в жизни.

Результаты опроса, несомненно, показывают, что для многих граждан вопрос качества математического образования не безразличен, по прежнему сохраняется отрицательное отношение к ЕГЭ, при этом большинство затрудняется оценить необходимость изменения самого содержания образования, многие хотели бы внедрения новых инновационных технологий, новых информационных технологий в математическом образовании.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 24 декабря 2013 г. N 2506-р О Концепции развития математического образования в РФ — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70452506/> (дата обращения 09.01.2021).
2. Сикорская Г.А. О проблеме качества математического образования старшеклассников Оренбуржья и предложения по ее преодолению / Г.А. Сикорская, К.Р. Джукашев, И.В. Крючкова; Теоретические и методологические аспекты развития современной науки: кол.моногр. / гл. ред. А.В. Демидов, отв. ред. Д.А. Максимов. — Электрон.дан. — Москва : МИЦ НИСИ. — 2020. — Вып. №9 — С.63-90.
3. Матненко А.С. Приоритетный национальный проект «Образование»: сущность и проблемы реализации. // Электронный ресурс. — URL: <http://lawlibrary.ru/article2064001.html> (дата обращения 17.05.2020).

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА В ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

**Наточая Е.Н., канд. пед наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В условиях широкомасштабного внедрения электронного обучения особую важность приобретает проблема персонализации обучающих систем, что, в свою очередь, выдвигает определенные требования к разработке пользовательского интерфейса.

Идеальный интерфейс в обучающих системах должен быть не только посредником и помощником, но и позволять контролировать уровень нагрузки обучающегося, его эмоциональное состояние. Именно эти требования к проектированию пользовательского интерфейса становятся первостепенными, т.к. позволяют сохранить психическое и физическое здоровье обучающегося. Одним из способов устранения информационной перегрузки обучающегося является разработка для автоматизированных систем персонализированных интерфейсов, которые способны учитывать индивидуальные особенности работы с информацией.

Интерфейсы, реализующие данные требования, чаще всего создаются с использованием систем искусственного интеллекта, таких как генетические алгоритмы, модели Маркова, продукционно-фреймовые модели и др. [1, 3, 4]

Предлагаемый нами подход к проектированию пользовательского интерфейса заключается в предоставлении взаимной приспособленности обучающегося к возможностям автоматизированной системы, и наоборот, автоматизированной системы - к индивидуальным особенностям обучающегося с использованием современных интеллектуальных информационных технологий.

В рамках данного подхода нами разработана модель подбора шаблона пользовательского интерфейса с учетом характеристик обучающихся. В качестве характеристик обучающихся предлагаем взять их уровень знаний, физические и психологические показатели и оценить каждую из характеристик по трехбалльной шкале: «высокий», «низкий» и «средний» уровень развития. С учетом разных градаций предлагаемых характеристик обучающихся можно разделить на группы (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристики групп обучающихся

Характеристика	Группа обучающихся				
	«Начинающий»	«Стандартный»	«Уверенный»	«Квалифицированный»	«Продвинутый»
Компьютерная грамотность	0,1	0,4	0,7	0,8	1
Системный опыт	0,1	0,5	0,7	0,8	1
Опыт работы с подобными программами	0,1	0,5	0,6	0,7	0,9
Машинопись	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
Мышление	0,3	0,6	0,7	0,8	0,9
Память	0,2	0,5	0,6	0,8	1
Моторика	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9
Дальтонизм	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Концентрация внимания	0,3	0,7	0,8	0,9	0,1
Эмоциональная устойчивость	0,2	0,5	0,6	0,8	0,9

Формализовано процесс принятия решения о выборе прототипа пользовательского интерфейса представлен в нотации IDEF0 (Integrated DEFinition) на рисунке 1 [2].

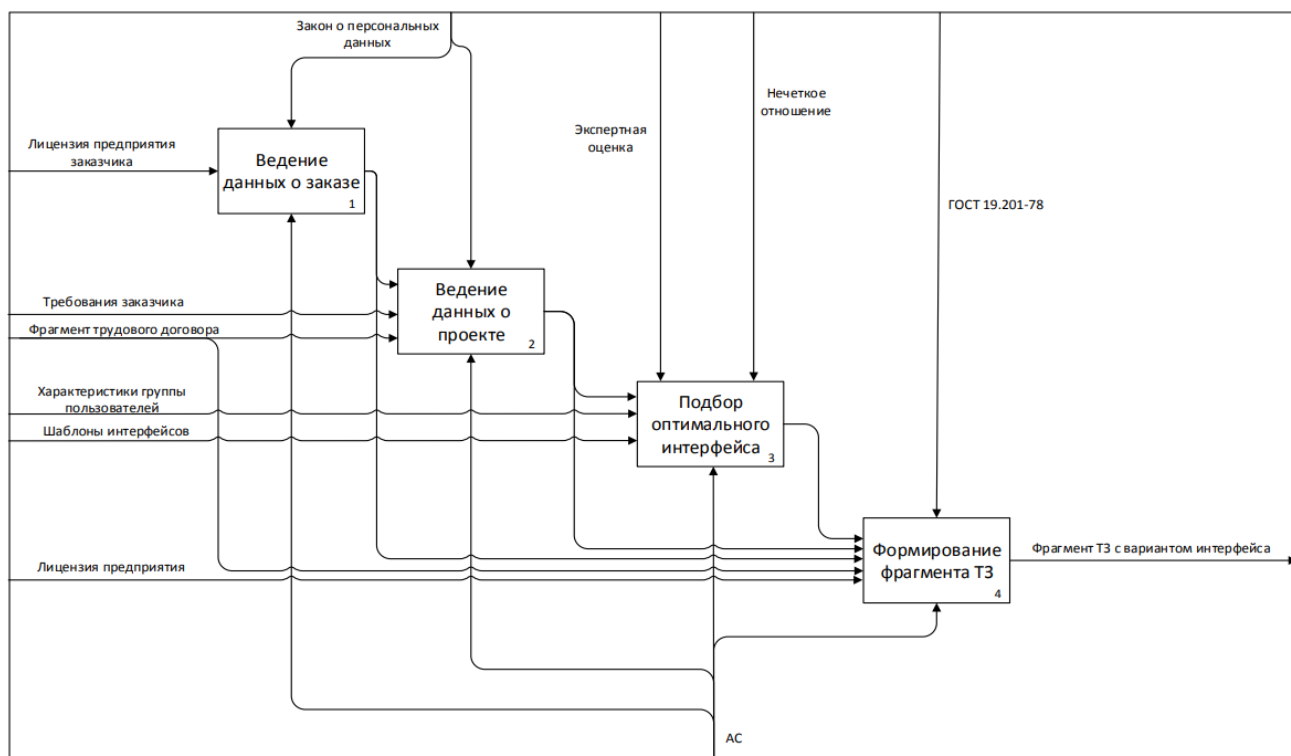


Рисунок 1 – Декомпозиция контекстной диаграммы в нотации IDEF0

Входными данными задачи подбора прототипа пользовательского интерфейса являются: характеристики групп обучающихся, требования заказчика и шаблоны интерфейсов.

В качестве управляющего воздействия выступают: Федеральный закон «О персональных данных», ГОСТ19.201-78, экспертные оценки специалистов в данной предметной области, нечеткие отношения.

На выходе модель формирует прототип пользовательского интерфейса.

Входные данные задачи выбора пользовательского интерфейса для обучающих систем характеризуются определенной неполнотой, неоднозначностью и являются приближенными количественными или качественными оценками параметров. Поэтому для формализации этого процесса целесообразно применить метод искусственного интеллекта.

Для описания слабо формализуемых процессов хорошо подходят нечеткие алгоритмы с лингвистическими переменными, значения которых задаются нечеткими множествами.

При построении нечеткой модели на бинарных нечетких отношениях мы рассматриваем два множества: совокупность групп обучающихся и шаблонов интерфейсов, которые необходимо оптимально подобрать для обучающихся с заданными характеристиками. Итак, входными данными являются рассмотренные множества, а выходными – степени соответствия шаблонов интерфейса обучающемуся.

Предлагаемая нечеткая модель основана на двух бинарных нечетких отношениях S и T . Первое из этих нечетких отношений строится на двух базисных множествах X и Y , а второе – на двух базисных множествах Y и Z [2].

В нашем случае $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ определяет множество пользовательских интерфейсов, $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}\}$ – множество характеристик обучающихся, а $Z = \{z_1, z_2, z_3, z_4, z_5\}$ – множество групп обучающихся.

В контексте рассматриваемой задачи нечеткое отношение S описывает содержательно характеристики интерфейсов, а T – характеристики обучающихся.

Содержательный смысл элементов универсумов определен следующим образом:

1) x_1 – «Шаблон интерфейса 1», x_2 – «Шаблон интерфейса 2», x_3 – «Шаблон интерфейса 3», x_4 – «Шаблон интерфейса 4», x_5 – «Шаблон интерфейса 5»;

2) y_1 – «компьютерная грамотность», y_2 – «системный опыт», y_3 – «опыт работы с подобными программами», y_4 – «машинопись», y_5 – «мышление», y_6 – «память», y_7 – «моторика», y_8 – «дальтонизм», y_9 – «концентрация внимания», y_{10} – «эмоциональная устойчивость»;

3) z_1 – «Начинающий», z_2 – «Стандартный», z_3 – «Уверенный», z_4 – «Квалифицированный», z_5 – «Продвинутый».

Чтобы определить соответствие интерфейса группе обучающихся построим композицию исходных нечетких отношений. Таким образом, (max-min)- и (max-prod)-композиции определяют степень соответствия шаблона интерфейса группе обучающихся, а (min-max)-композиция определяет неподходящий для данной группы пользователей шаблон [5].

Итак, применяются три модели:

- max-min – модель;
- max-prod – модель;
- min-max – модель.

Вычисление результата композиции нечетких отношений проводится по формулам 1-3.

Max-min-композиция или максимальная нечеткая свертка:

$$\mu_B(y) = \max_{x \in X} \min \{ \mu_A(x), \mu_Q(< x, y >) \} \quad (1)$$

Max-prod – композиция:

$$\mu_B(y) = \max_{x \in X} \{ \mu_A(x), \mu_Q(< x, y >) \} \quad (2)$$

Min-max – композиция:

$$\mu_B(y) = \min_{x \in X} \max \{ \mu_A(x), \mu_Q(< x, y >) \} \quad (3)$$

Таким образом, основными результатом исследования является разработанное математическое обеспечение для решения задач интеллектуального проектирования пользовательского интерфейса в обучающих системах с учетом индивидуальных характеристик обучающихся.

Решены следующие научно-практические задачи:

- выявлены основные параметры, по которым можно классифицировать обучающихся при разработке пользовательских интерфейсов;
- разработана методика проектирования пользовательских интерфейсов в обучающих системах с элементами искусственного интеллекта;
- разработана нечеткая модель на бинарных нечетких отношениях для подбора шаблона пользовательского интерфейса.

Предложенная нечеткая модель позволит автоматизировать процесс проектирования пользовательского интерфейса в обучающих системах, тем самым повысит объективность и оперативность принимаемых разработчиками решений, и в конечном итоге повысит качество процесса обучения.

Список литературы

1 Гумиров, Ш. Ш. Метод адаптации пользовательского интерфейса телекоммуникационных сервисов на основе скрытых марковских моделей / Гумиров Ш. Ш. // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. - 2010. – Т. 8, выпуск 2. - С. 43-53.

2 Зубкова, Т. М. Проектирование интерфейса программного обеспечения с использованием элементов искусственного интеллекта / Зубкова Т. М., Наточая Е. Н. // Программные продукты и системы. - 2017. - № 1. - С. 5-11.

3 Зубкова, Т. М. Прототипирование адаптивных пользовательских интерфейсов прикладных программ с использованием методов искусственного интеллекта / Т. М. Зубкова, Л. Ф. Тагирова, В. К. Тагиров // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2019. - Т. 19. - № 4. - С. 680-688.

4 Исмаилова, И.М. Построение динамических адаптивных интерфейсов информационно-управляющих систем на основе методов искусственного интеллекта / Исмаилова И.М., Валеев С.С. // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. - 2018. - № 2. - С. 122-130.

5 Штовба, С.Д. Обеспечение точности и прозрачности нечеткой модели Мамдани при обучении по экспериментальным данным / Штовба С.Д. // Проблемы управления и информатики. – 2007. – № 4. – С. 102–114.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПРИ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОМ ВВЕДЕНИИ В РАЗДЕЛЫ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ НА ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ

**Павленко А.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В настоящее время в высшей школе всё шире [1-5] применяется двух-этапное изложение учебного материала, при котором перед традиционным изучением раздела дисциплины (дисциплины) проводится его краткое пропедевтическое изложение. В ходе которого студенты должны воспринять основы учебного материала и уяснить широту его приложений, пока не вникая в частности, которые мешают восприятию основных положений рассматриваемого математического раздела.

Учитывая сокращение объемов контактной работы, отводимых дисциплинам математического цикла на инженерных направлениях в связи с необходимостью реализации в вузах Российской Федерации основных положений Болонской декларации [6], представляется целесообразным отнести пропедевтическое изучение разделов высшей математики во внеаудиторную самостоятельную работу при использовании информационных технологий.

Предлагается для организации самостоятельного пропедевтического изучения математического раздела использовать интерактивные методические указания, содержащие [5]:

- 1) повторение необходимых сведений из уже изученных математических разделов данной дисциплины и/или других дисциплин;
- 2) приведение исторических сведений о зарождении и развитии данного раздела и обзор его приложений в естествознании и технических дисциплинах;
- 3) изложение основных понятий и идей изучаемого раздела;
- 4) контроль за результатами пропедевтического обучения.

Для повышения эффективности использования методических указаний в них могут быть размещены средства информационных технологий, приведенные ниже.

1. Статичные и динамические изображения.
2. Файлы мультимедиа, содержащие краткие объяснения наиболее важных моментов (динамические чертежи, видео функционирования различных технических приложений данного раздела, видео интересных исторических фактов и т. д.).

Например, можно использовать видеофайл для иллюстрирования алгоритма нахождения экстремума функций двух переменных. Данный видеофайл [4] будет наглядно демонстрировать зависимость вида графика функции в окрестности стационарной точки при изменении величины Δ .

3. Гиперссылки на более подробное изложение положений методических указаний.

4. Экспериментальные обоснования основных утверждений рассматриваемого математического раздела, выполненные с использованием математических пакетов, языков программирования и т. д.

В качестве примера ниже приведено (рисунок 1) использование математического пакета «MathCAD» для опытного обоснования [7] центральной предельной теоремы [8] теории вероятностей.

$i := 1..50000$

$n1 := 1$

$n2 := 2$

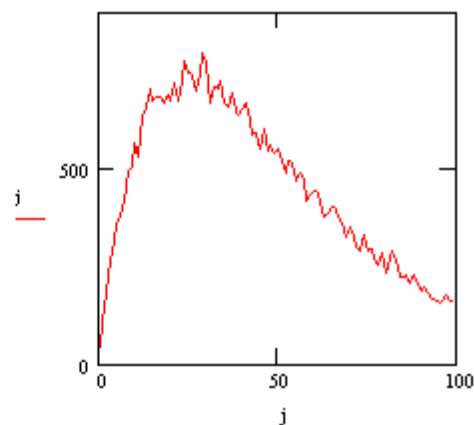
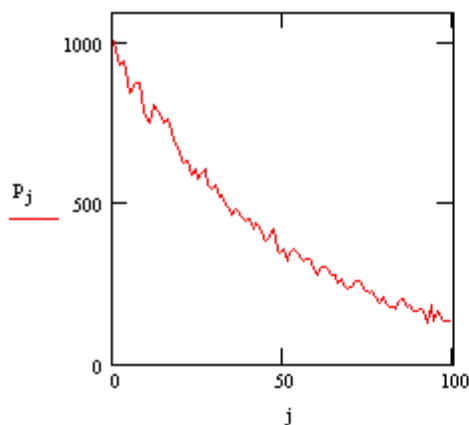
$x_i := \text{mean}(\text{rexp}(n1, 2))$

$y_i := \text{mean}(\text{rexp}(n2, 2))$

$j := 0..100$ $\text{int}_j := \frac{j}{100}$

$P := \text{hist}(\text{int}, x)$

$Q := \text{hist}(\text{int}, y)$



$n3 := 5$

$n4 := 80$

$z_i := \text{mean}(\text{rexp}(n3, 2))$

$t_i := \text{mean}(\text{rexp}(n4, 2))$

$R := \text{hist}(\text{int}, z)$

$S := \text{hist}(\text{int}, t)$

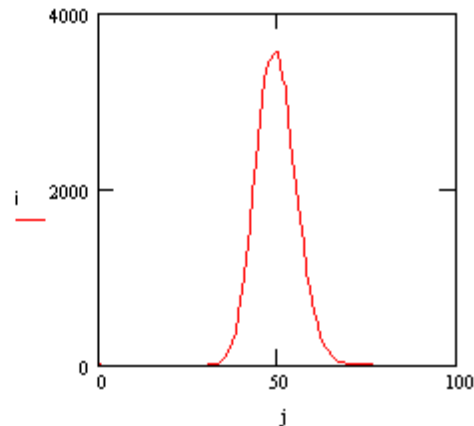
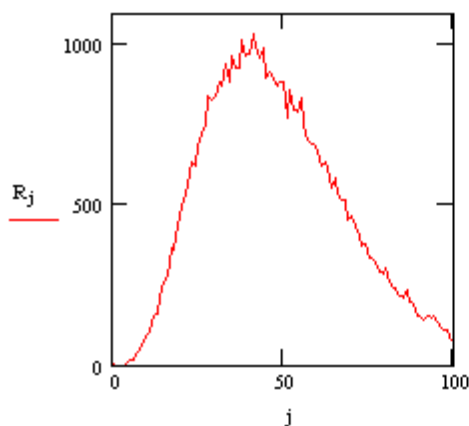


Рисунок 1

В данном случае имеем наглядное обоснование того факта, что если случайная величина является суммой большого количества случайных величин, то тогда она будет распределена по закону, близкому к нормальному.

5. Генераторы заданий (теоретических вопросов и задач) [9-11] в форме тестов для самоконтроля обучающимися усвоения изучаемого материала.

Список литературы

1. Сазонов, В.Н. Пропедевтический курс математического анализа: конспект лекций / В.Н. Сазонов. – М.: Моск. станкоинструм. ин-т., 1989. – 52 с.: ил.
2. Кузнецова, В.А. О целесообразности вводного пропедевтического курса в университете / В.А. Кузнецова // Вестн. Тамбовского гос. ун-та. – 2003. – № 3, том: 8. – С. 406.
3. Темникова, И.С. Восстановление школьных и пропедевтика вузовских математических знаний с помощью компьютерных средств обучения / И.С. Темникова // Информационные технологии в образовании и фундаментальных науках (ИТО-Поволжье-2007): материалы Международной научно-практической конференции, Казань 18-21 июня 2007 г. – Казань: ТГПУ, 2007. – С. 35-36.
4. Павленко, А.Н. О целесообразности использования лекционных занятий пропедевтического характера при изучении математических дисциплин гуманитарных направлений / Павленко А.Н., Пихтилькова О.А. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 23-25 янв. 2019 г. – Оренбург: ОГУ, 2019. – С. 1920-1923.
5. Герасименко, С.А. Об организации пропедевтического изучения дисциплин математического цикла естественнонаучных и инженерных направлений / С.А. Герасименко, А.Н. Павленко // Вестник Оренбургского государственного университета, 2020. – № 2 (225). – С. 12-17.
6. Егорова, Л.Е. Проблемы реализации Болонских соглашений в российской высшей школе / Егорова Л.Е., Кондратьева О.Е., Росляков П.В., Шведов Г.В. // Наука и образование, 2014. – № S2. – С. 6-24.
7. Павленко, А.Н. О целесообразности использования математического пакета «MathCAD» в преподавании теории вероятностей / А.Н. Павленко // Интеграция науки и практики в профессиональном развитии педагога: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Оренбург: ОГУ, 2010 – С. 757-760.
8. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник для студ. вузов. / Е.С. Вентцель. – М: Издательский центр «Академия», 2005. – 576 с.
9. Кручинин, В.В. Использование деревьев И/ИЛИ для генерации вопросов и задач // Вестник Томского государственного университета, 2004. – №284. – С. 183 – 186.
10. Лаптев, В.В. Генерация вариантов заданий для лабораторных работ по программированию / В.В. Лаптев, В.В. Толасова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика, 2010. – № 1. – С. 127-131.

11. Зорин, Ю.А. Использование алгоритмов комбинаторной генерации при построении генераторов тестовых заданий // Дистанционное и виртуальное обучение, 2013. – №6. – С. 54-59.

ПРИМЕНЕНИЕ АНСАМБЛЕВЫХ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ В IOT-СЕТЯХ

**Парфёнов Д.И. канд.техн.наук, Болодурина И.П. д-р техн.наук,
Парфенов А.И., Забродина Л.С., Кузнецова Л.Ю.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В настоящее время фиксируется неуклонный рост атак на IoT-устройства. Так, по данным «Лаборатории Касперского» в первые шесть месяцев 2019 г. на IoT-устройства произошло порядка 105 млн атак, что примерно в 9 раз больше, чем в аналогичном периоде 2018 г. В связи с чем, безопасность устройств Интернета вещей становится ключевым аспектом при построении IoT-сетей, что подтверждает опрос ИТ-специалистов, проведенный компанией 451 Research, согласно которому, 55% респондентов оценили данный вопрос как один из самых приоритетных при развертывании IoT-проектов [1].

В данных обстоятельствах становится актуальным вопрос об обнаружении вторжений в IoT-сеть и их последующем предотвращении. Так, в настоящее время широкое распространение получило использование методов машинного обучения (Machine Learning, ML) для решения данной проблемы. ML позволяет сделать средства компьютерной безопасности более умными, обогатив знания аналитиков и ускорив быстроту реагирования на угрозы.

В рамках данной статьи исследуется применение ансамблевых методов машинного обучения для решения задачи обнаружения вторжений в IoT-сеть как задачи многоклассовой классификации сетевого трафика с использованием набора данных The BoT-IoT Dataset [2], в котором содержатся данные о нормальном трафике и данные 4 классов атак (таблица 1). Каждая запись представлена в виде набора 46 характеристик (признаков) определенного типа данных.

Таблица 1 - Содержание набора данных The BoT-IoT Dataset

Название класса трафика	Количество записей
Normal	9543
Reconnaissance	1821639
Denial of Service (DoS)	33005194
Distributed Denial of Service (DDoS)	38532480
Theft	1587
Всего	73370443

Ставится задача построить многоклассовый классификатор, определяющий класс сетевого трафика $f: Z \rightarrow K$ и сопоставляющий каждому экземпляру трафика $z_i \in Z$ в анализируемой IoT-сети из множества всех сетевых потоков z , метку $k_j \in K, j = \overline{1, k}$, соответствующую нормальному трафику или од-

ному из видов атак. Здесь k – количество классов трафика, в рассматриваемом случае $k = 5$. Множество меток классов K соответствует одному из видов атак *Normal*, *DDoS*, *DoS*, *Reconnaissance*, *Theft*. Поток трафика z_i , описывается соответствующими характеристиками трафика $z_i = x_1, x_2, \dots, x_m$, где m – количество фиксируемых характеристик.

Будем исследовать следующие ансамблевые методы машинного обучения, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Гиперпараметры исследуемых методов

Название метода	Название параметра	Значение параметра
CatBoost [3]	Скорость обучения (learning rate)	1
	Число базовых классификаторов (iterations)	35
XGBoost [4]	Максимальная глубина дерева (max_depth)	2
	Скорость обучения (learning rate)	0,25
	Число базовых классификаторов (n_estimators)	25
Random Forest	Функция для оценки качества раскола (criterion)	'gini'
	Число базовых классификаторов (n_estimators)	25

Кроме того, в настоящем исследовании предложен ансамблевый метод типа стекинг (Stacking). В качестве мета-классификатора используем модель логистической регрессии (LR). В качестве базовых классификаторов в данной работе выберем 4 метода: метод деревьев решений (DT), метод логистической регрессии (LR), метод k -ближайших соседей (k -NN), наивный Байесовский классификатор (NB).

Всего будем рассматривать 7 базовых «оценщиков», а именно: DT – 3 классификатора, NB – 2 классификатора, LR – 1 классификатор, k -NN – 1 классификатор.

Качественные данные – это необходимое условие для создания эффективных моделей прогнозирования. Поэтому перед использованием набора данных для обучения моделей проведена предварительная обработка и очистка данных: произведена работа с пропущенными значениями и выбросами, удалены дубликаты. Кроме того, из 46 признаков исключены из рассмотрения следующие характеристики: 'flgs', 'proto', 'saddr', 'sport', 'daddr', 'dport', 'state', 'subcategory', 'pkSeqID', 'stime', 'ltime'.

Таким образом, будем проводить классификацию данных по 35 признакам. Набор данных разобьем на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80/20.

Для оценки эффективности классификаторов рассчитаны следующие метрики: Accuracy (точность), Precision (положительная прогностическая ценность), Recall (мера полноты), F1-мера:

$$Accuracy = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Accuracy_i, \text{ где } Accuracy_i = \frac{TP_i + TN_i}{TP_i + TN_i + FP_i + FN_i}; \quad (1)$$

$$Precision = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Precision_i, \text{ где } Precision_i = \frac{TP_i}{TP_i + FP_i}; \quad (2)$$

$$Recall = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Recall_i, \text{ где } Recall_i = \frac{TP_i}{TP_i + FN_i}; \quad (3)$$

$$F1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k F1_i, \text{ где } F1_i = \frac{2 \cdot Precision_i \cdot Recall_i}{Precision_i + Recall_i} = \frac{2 \cdot TP_i}{TP_i + 0,5 \cdot FP_i + 0,5 \cdot FN_i}, \quad (4)$$

где TP_i – число истинно положительных срабатываний для i -го класса, FP_i – число ложно положительных срабатываний для i -го класса, TN_i – число истинно негативных срабатываний для i -го класса, FN_i – число ложных отрицательных срабатываний для i -го класса, k – количество классов.

Результаты многоклассовой классификации набора данных The BoT-IoT Dataset с использованием методов XGBoost, CatBoost, Random Forest и Stacking по 35 признакам приведены на рисунке 1 и рисунке 2.

На рисунке 1 представлена оценка качества каждого из 4 рассматриваемых методов по 4 метрикам.

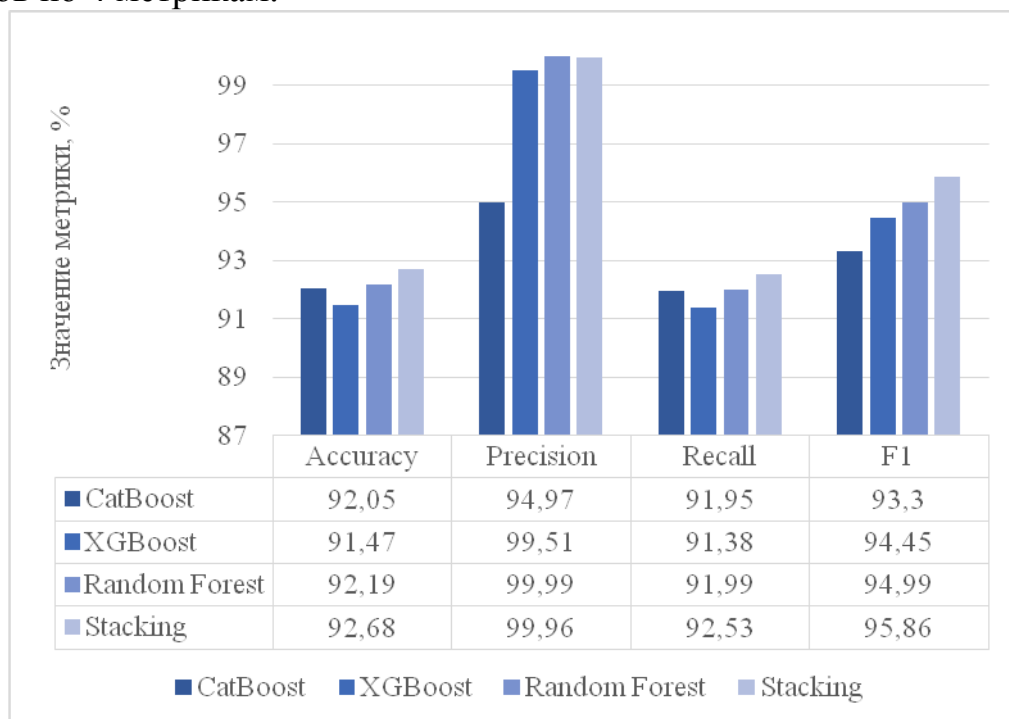


Рисунок 1 – Оценка качества предсказаний исследуемых ML-методов (35 признаков)

На рисунке 2 представлены нормализованные матрицы неточностей для оценки качества выходных данных исследуемых классификаторов. Нормализованные матрицы неточностей отображают доли экземпляров рассматриваемого класса, отнесенных к каждому классу.

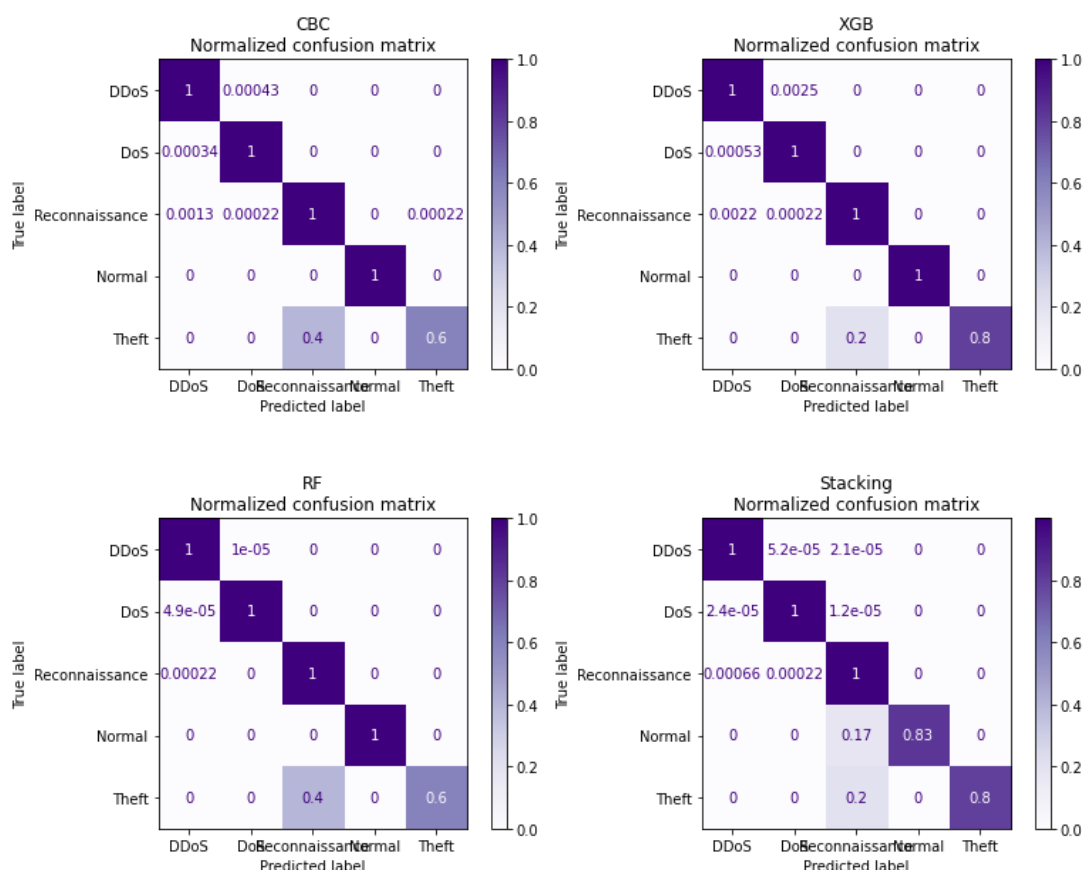


Рисунок 2 – Нормализованные матрицы неточностей для методов: CatBoost, XGBoost, Random Forest, Stacking

Согласно полученным матрицам неточностей (рисунок 2), для большинства классов трафика точность классификаций приближается к 100%. Заметим, что во многих случаях, когда трафик классифицирован неверно, рассматривались экземпляры трафика с атаками типа «DDoS» и «DoS». Данный результат может быть обусловлен схожестью оказываемого данными атаками воздействия. Кроме того, подобное поведение наблюдается и для пар атак «DDoS»-«Reconnaissance», «DoS»-«Reconnaissance», что также может быть обусловлено возможной близостью действий атак на сеть.

Следует отметить, что, согласно полученным матрицам неточностей, наименее правильно определяемым классом оказался класс «Theft» (кража информации). Так, ни один из исследуемых методов не предсказал его более, чем в 80% случаев. Данный результат может быть обусловлен малым числом экземпляров класса в рассматриваемом наборе данных, а также влиянием незначимых признаков. В связи с чем, исследуем, как изменятся результаты предсказаний на наиболее значимых признаках. Для выявления вектора наиболее оптимальных признаков применим метод Extra Trees, установив уровень значимости равным 0,025. На рис. 3 представлена гистограмма значимостей 15 отобранных признаков.

Согласно полученным результатам, можно сделать вывод, что все методы позволяют достаточно точно предсказывать класс сетевого трафика, при этом численные значения рассматриваемых метрик для каждого метода составляют не менее 85%, а в большинстве случаев более 90%.

В соответствии с рис. 1, наилучшим классификатором из рассматриваемых является предложенный в рамках данного исследования метод Stacking, который позволил достичь следующих значений метрик: точность (Accuracy) – 92,68%, положительная прогностическая ценность (Precision) – 99,96%, полнота (Recall) – 92,53%, F1-мера – 95,86%.

Из классических ансамблевых методов наилучшие результаты показал метод Random Forest. Наихудшие результаты показали методы CatBoost и XGBoost.

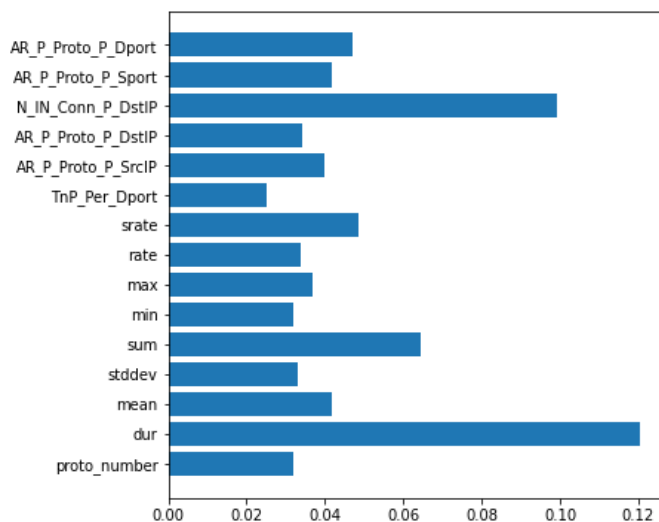


Рисунок 3 – 15 наиболее значимых признаков

В результате многоклассовой классификации по 15 наиболее значимым признакам качество классификации значительно улучшилось для всех рассматриваемых методов, кроме Random Forest, для которого увеличилась лишь точность (Accuracy) классификации – примерно на 3,83%.

Для метода CatBoost точность (Accuracy) увеличилась на 7,95%, Precision – на 5,03%, Recall – на 8,05%, а F1-мера – на 6,7%. Для метода XGBoost изменения оказались следующими: точность (Accuracy) увеличилась на 8,53%, Precision – на 0,49%, Recall – на 8,62%, а F1-мера – на 5,55%. Для метода Stacking в большей степени улучшились показания метрик Accuracy – примерно на 7,32%, Recall – на 8,62% и F1-мера – на 4,14%, значение метрики Precision осталось примерно на том же уровне.

Таким образом, в результате проведенного исследования получено, что наилучшим среди исследуемых классификаторов является разработанный в настоящей работе метод Stacking – ансамблевый метод типа стекинг, в качестве мета-классификатора которого использована модель логистической регрессии (LR), а в качестве базовых классификаторов – метод деревьев решений (DT), метод логистической регрессии (LR), метод k-ближайших соседей (k-NN), наивный Байесовский классификатор (NB). Общее число базовых классификаторов для предлагаемого метода равно 7.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 20-57-53019) и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (МК-2959.2021.1.6),

а также стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-3652.2021.5).

Список литературы

1 Кузнецова Л. Ю., Подходы к организации системы безопасности сетей ИОТ-устройств/ Кузнецова Л. Ю., Парфёнов Д. И., Болодурина И. П., Парфёнов А. И., Забродина Л. С. //Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – 2020. – С. 1491-1498.

2 Koroniotis N. Towards the development of realistic botnet dataset in the internet of things for network forensic analytics: Bot-iot dataset/ Koroniotis N., Moustafa N., Sitnikova E., Turnbull, B. //Future Generation Computer Systems. – 2019. – Т. 100. – С. 779-796.

3 Prokhorenkova L. CatBoost: unbiased boosting with categorical features / Prokhorenkova, L., Gusev, G., Vorobev, A., Dorogush, A. V., & Gulin, A. // Advances in neural information processing systems. – 2018. – С. 6638-6648.

4 Chen T., Guestrin C. Xgboost: A scalable tree boosting system/ Chen T., Guestrin C. //Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining. – 2016. – С. 785-794.

РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ОБНАРУЖЕНИЮ И ВЫЯВЛЕНИЮ АТАК В БЕСПРОВОДНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЯХ

Парфёнов Д.И. к.т.н., Болодурина И.П. д.т.н., Парфенов А.И.,
Забродина Л.С., Кузнецова Л.Ю.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Вопросы защиты информации становятся все более актуальными с развитием сетевых технологий. Одной из таких технологий является «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT). Появление IoT как нового этапа глобального технологического развития связано и обусловлено динамичным внедрением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы жизни общества. Согласно исследованиям Strategy Analytics [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], в конце 2018 года число устройств, подключенных к Интернету, достигло 22,0 млрд по всему миру. При этом эксперты Strategy Analytics полагают, что к 2025 и 2030 годам в мире будет насчитываться 38,6 млрд и 50 млрд IoT-устройств соответственно.

Учитывая особенности устройств Интернета вещей, а также их различную природу, вопросы их безопасности требуют рассмотрения новых аспектов. Исследования последних лет показывают, что 7 из 10 популярных смарт-устройств уязвимы для потенциальных атак. Большинство выявленных угроз безопасности связаны с незашифрованными данными, сбором персональных данных, уязвимыми пользовательскими интерфейсами и небезопасными соединениями. Основные проблемы обеспечения безопасности обусловлены тем, что существующие методы и средства защиты изначально разрабатывались для стационарных компьютеров, и не учитывали особенности и ограничения IoT-устройств.

В настоящее время одним из наиболее важных и актуальных вопросов обеспечения безопасности IoT-сети являются своевременное обнаружение и классификация сетевых атак. Данное направление научного исследования является актуальным, поскольку на сегодняшний день не существует универсального алгоритма решения данной задачи.

Научное сообщество предлагает различные подходы к исследованию различных подходов, основанные на методах машинного (Machine Learning, ML) и глубокого (Deep Learning, DL) обучения, к решению задачи обнаружения вторжений в IoT-сеть, предлагаемые различными авторами.

В работе [2] представлена система обнаружения сетевых вторжений, основанная на ансамблевом методе, сочетающем в себе методы k-ближайших соседей (k-NN), случайного дерева (RT), REP Tree, j48graft и метод случайного леса (RF). Кроме того, предлагаемый авторами подход использует метод фильтрации для выбора наиболее оптимального набора признаков. Для тестирования

предлагаемого подхода авторами использован набор данных NSL-KDD [3]. В результате экспериментальных исследований выявлено, что предлагаемый авторами подход достигает достаточно высокой производительности с точностью классификации потока трафика 99,72% в случае бинарной классификации и 99,68% – в случае многоклассовой классификации.

В исследовании [4] рассмотрен подход для многоклассовой классификации сетевых вторжений, который основан на использовании метода глубокого обучения – сверточной нейронной сети (CNN).

Задачей решаемой в рамках настоящего исследования является разработка моделей и механизмов обеспечения безопасности IoT-сети. Для этого необходимо разработать модель идентификации атак на IoT-сеть, использующую поведенческий анализ, основанный на мониторинге характеристик (признаков) поведения сети. Под поведением сети будем понимать совокупность характеристик (признаков) сети в определенный момент времени. Идентификация подразумевает сопоставление текущего поведения сети с известным поведением (нормальное поведение, поведение под атакой). Тем самым, задача идентификации атак сводится к задаче классификации поведения сети. Таким образом, будем рассматривать задачу безопасности IoT-сети как задачу многоклассовой классификации сетевого трафика для обнаружения сетевых вторжений в IoT-сеть.

Для экспериментального исследования будем использовать набор данных The BoT-IoT Dataset, в котором содержатся данные о нормальном трафике и данные 4 классов атак:

Benign (Normal) – это безопасные транзакции данных;

Probing attack (Reconnaissance, атака зондированием) – это атака, в ходе которой злоумышленник исследует машину или сетевое устройство на предмет слабых мест или уязвимостей, которые далее могут быть использованы для компрометации системы;

DoS-атаки (Denial of Service, атака типа «отказ в обслуживании») – это атаки, во время которых злоумышленники переполняют целевой сервер избыточными запросами, чтобы прервать пользователям доступ к услугам IoT-устройств;

DDoS-атаки (Distributed Denial of Service, распределённая атака типа «отказ в обслуживании») – это атаки, которые используют тысячи адресов интернет-протоколов для запроса услуг IoT, что затрудняет серверу возможность отличить законные IoT-устройства от злоумышленников; данная атака влияет на сетевые ресурсы, пропускную способность, процессор и т.д.;

Information Theft (кража информации) – это группа атак, при которых злоумышленник стремится несанкционированно извлечь конфиденциальные данные, путем взлома сетевых ресурсов.

Сформулируем математическую постановку задачи. Пусть задано множество записей журналов событий сетевых узлов – множество всех сетевых потоков трафика анализируемой IoT-сети $R = r_1, r_2, \dots, r_m$, где m – количество за-

писей, а $r_i = r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{ik}$ – вектор характеристик (признаков) i -го потока трафика, где k – количество фиксируемых характеристик.

Пусть задано конечное множество X , в котором хранится описание сетевых потоков трафика $x_j \in X, j = \overline{1, n}$, определяемых характеристиками $r_j = r_{j1}, r_{j2}, \dots, r_{jk}$.

Кроме того, пусть задано множество классов сетевого трафика $Y = 1, \dots, K$, где K – количество классов. В рассматриваемом случае $K = 5$. Положим, что каждый j -ый поток трафика $x_j \in X, j = \overline{1, n}$ появляется случайно и независимо от другого и при этом принадлежит одному из K классов.

Положим, что существует целевая функция $f : X \rightarrow Y$, значения которой известны на конечном множестве сетевых потоков трафика $x_1, x_2, \dots, x_n \in X$. Кроме того, пусть имеется априорная информация – обучающая выборка, представленная совокупностью пар $x_j, y_j, j = \overline{1, n}$. Здесь каждая пара

$x_j, y_j = f(x_j)$ называется прецедентом. Заметим, что обучающее множество задано таблицей, где каждая j -ая строка содержит векторное описание объекта $r_i = r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{ik}$ и метку класса $Y = 1, \dots, K$.

Будем рассматривать задачу обучения с учителем, которая заключается в том, чтобы по обучающей выборке восстановить зависимость f , построив решающую функцию $X \rightarrow Y$, которая бы приближала целевую функцию f к x , не только на объектах обучающей выборки, но и на всем множестве R .

Схематично процесс решения задачи классификации с помощью машинного обучения представлен на рисунке 1.

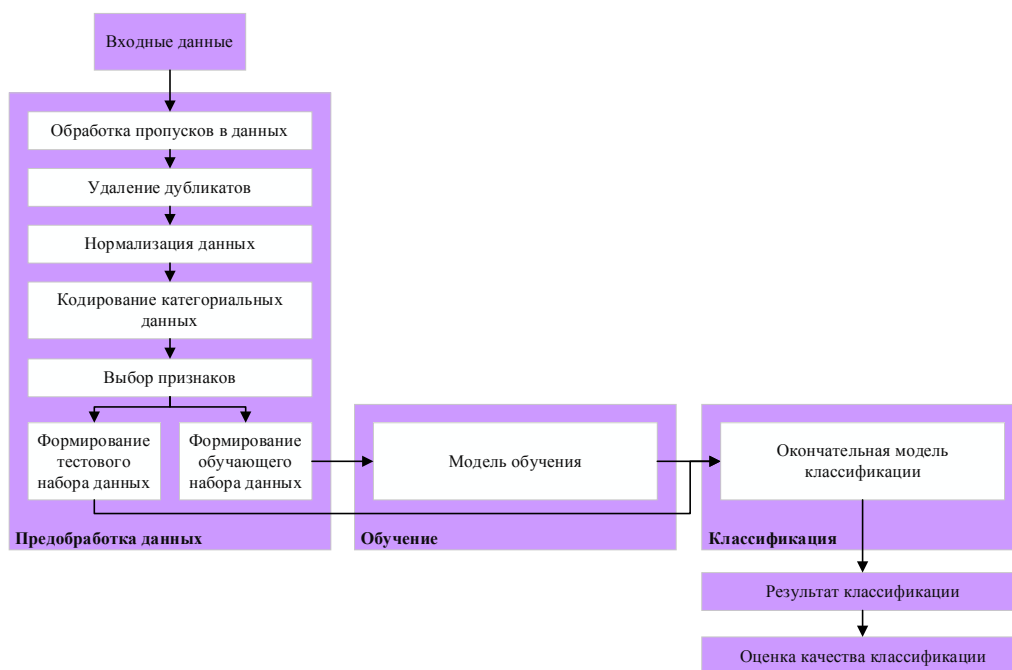


Рисунок 1 – Решение задачи классификации с помощью машинного обучения

На первом этапе производится сбор данных. Далее осуществляется подготовка данных для дальнейшего использования, т.е. их предварительная обработка. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- произвести работу с пропущенными значениями и выбросами,
- удалить дубликаты,
- осуществить нормировку данных – числовые признаки привести к некоторой общей шкале без потери информации о различии диапазонов,
- категориальные переменные преобразовать в числовые для наиболее удобного применения модели машинного обучения,
- произвести отбор признаков – исключить незначимые переменные из очищенной выборки перед применением модели машинного обучения,
- сформировать из общего набора данных две выборки – тестовый и обучающий наборы данных.

На третьем этапе на основе обучающего набора данных строится и обучается предсказательная модель. После чего производится окончательная классификация с использованием тестового набора данных. И наконец осуществляется оценка качества предсказания.

В ходе предварительной обработки данных набора The BoT-IoT Dataset, состоящего из 917130 записей и 46 признаков, исключены из рассмотрения следующие характеристики: 'flgs', 'proto', 'saddr', 'sport', 'daddr', 'dport', 'state', 'subcategory', 'pkSeqID', 'stime', 'ltime'.

Таким образом, будем проводить классификацию данных по 35 признакам. Набор данных разобьем на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80/20.

В рамках исследования проведен сравнительный анализа 9 ансамблевых методов машинного обучения для решения задачи многоклассовой классификации с использованием набора данных The BoT-IoT Dataset. Основные гиперпараметры исследуемых в настоящей работе методов представлены в таблицах 4.1-4.9. Остальные параметры методов выбраны по умолчанию.

Таблица 4.1 – Гиперпараметры метода Gradient Boosting

Название метода	Название параметра	Значение параметра
1	2	3
Gradient Boosting	Функция потерь (loss)	'deviance'
	Скорость обучения (learning rate)	0,1
	Число базовых классификаторов	25

Название метода	Название параметра	Значение параметра
1	2	3
	(n_estimators)	
	Функция для оценки качества раскола (criterion)	'friedman_mse'
AdaBoost	Базовый классификатор (base_estimator)	DecisionTreeClassifier(max_depth=4)
	Скорость обучения (learning rate)	1
	Число базовых классификаторов (n_estimators)	30
	Алгоритм повышения точности (algorithm)	'SAMME.R'
CatBoost	Цель (loss_function)	'MultiClass'
	Скорость обучения (learning rate)	1
	Число базовых классификаторов (iterations)	35
	Число потоков при распараллеливании (thread_count)	-1 (т.е. максимальное количество потоков, доступных системе)
XGBoost	Максимальная глубина дерева (max_depth)	2
	Скорость обучения (learning rate)	0,25
	Число базовых классификаторов (n_estimators)	25
	Число потоков при распараллеливании (n_jobs)	-1 (т.е. максимальное количество потоков, доступных системе)
Random Forest	Число базовых классификаторов (n_estimators)	25
	Функция для оценки качества раскола	'gini'

Название метода	Название параметра	Значение параметра
1	2	3
	ла (criterion)	
	Число потоков при распараллеливании (n_jobs)	-1 (т.е. максимальное количество потоков, доступных системе)
Extra Trees	Число базовых классификаторов (n_estimators)	20
	Функция для оценки качества раскола (criterion)	'gini'
	Число потоков при распараллеливании (n_jobs)	-1 (т.е. максимальное количество потоков, доступных системе)
Bagging	Базовый классификатор (base_estimator)	MLPClassifier(max_iter=50)
	Число базовых классификаторов (n_estimators)	20
	Число потоков при распараллеливании (n_jobs)	-1 (т.е. максимальное количество потоков, доступных системе)
Stacking	Базовые классификаторы (estimators)	LogisticRegression(multi_class='multinomial'), DecisionTreeClassifier(max_depth=25) MultinomialNB(), KNeighborsClassifier(n_neighbors=15)
	Мета-классификатор (final_estimator)	LogisticRegression(multi_class='multinomial')
	Число потоков при распараллеливании (n_jobs)	-1 (т.е. максимальное количество потоков, доступных системе)

Результаты многоклассовой классификации набора данных The BoT-IoT Dataset с использованием методов Gradient Boosting, AdaBoost, XGBoost, CatBoost, Random Forest, Extra Trees, Bagging, Stacking и Voting по 35 признакам приведены на рисунках 4.2-4.3.

На рисунке 2 представлена оценка качества каждого из 9 рассматриваемых методов по 5 метрикам: Accuracy (точность), Precision (положительная прогностическая ценность), Recall (мера полноты), F1-мера и Jaccard (оценка коэффициента сходства Жаккара).

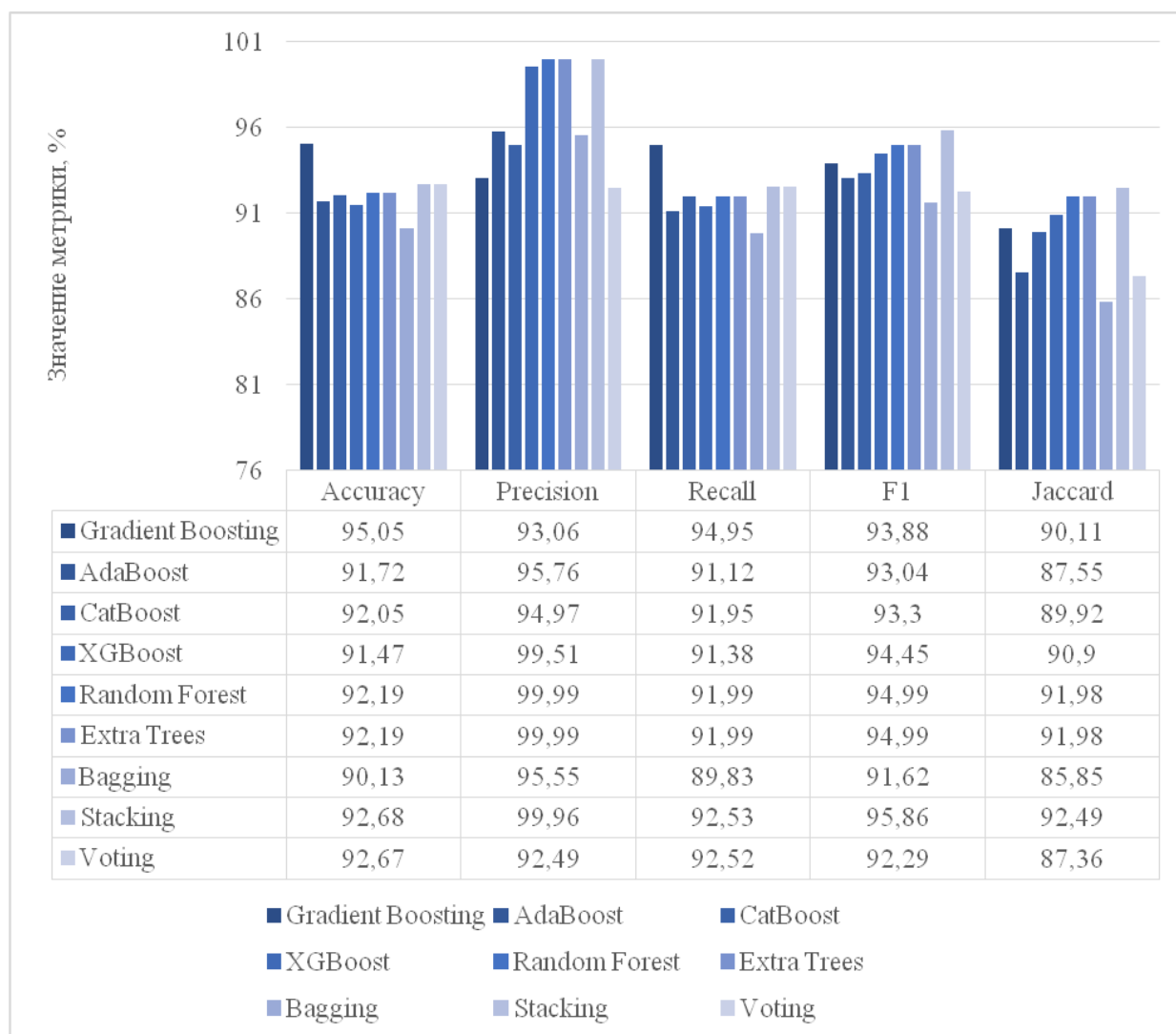


Рисунок 2– Оценка качества предсказаний исследуемых методов машинного обучения

В результате проведенного экспериментального исследования выявлено, что наиболее эффективным из рассмотренных классификаторов является разработанный в предложенный в работе метод Stacking. В дальнейшем планируется улучшить качество работы разработанных ансамблевых методов для более точной классификации сетевого трафика; исследовать производительность методов с использованием других специфичных для IoT-сети наборов данных; а также применить методы балансировки данных для улучшения качества классификации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 20-07-53019) и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (МК-2959.2021.1.6), а также стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-3652.2021.5).

Список литературы

- 1 Parfenov D. Research of multiclass fuzzy classification of traffic for attacks identification in the networks / Parfenov, D., Zabrodina, L., Zhigalov, A., & Bolodurina, I. //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2020. – T. 1679. – №. 4. – C. 042023.
- 2 Koliass, C., Kambourakis, G., Stavrou, A., Gritzalis, S. Intrusion Detection in 802.11 Networks: Empirical Evaluation of Threats and a Public Dataset / C. Koliass, G. Kambourakis, A. Stavrou, S. Gritzalis // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2016. – Vol. 18(1). – 24 p.
- 3 Kunal, Dua, M. Attribute Selection and Ensemble Classifier based Novel Approach to Intrusion Detection System / Kunal, M. Dua // Procedia Computer Science. – 2020. – T. 167. – C. 2191-2199.
- 4 Chapaneri, R., Shah, S. Detection of Malicious Network Traffic using Convolutional Neural Networks / R. Chapaneri, S. Shah // 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT). – 2019. – 6 p.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ АТАК НА АЛГОРИТМ RSA НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЕГО УЯЗВИМОСТЕЙ

Рычкова А.А., канд. пед. наук,
Муратов А.В.

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В рамках изучения дисциплины «Криптографические методы защиты информации» будущие бакалавры направления подготовки 10.03.01 Информационная безопасность осваивают современные криптографические алгоритмы, применяемые для обеспечения конфиденциальности и аутентичности информации, передаваемой по различным каналам связи. Одним из самых распространенных алгоритмов асимметричного шифрования является RSA. Более 40 лет существования и активного использования, криптографический алгоритм RSA подвергался различным видам атак. В 2019 году криптоаналитикам удалось «вскрыть» шифр, полученный при помощи ключа размером в 795 бит [1]. В настоящее время для обеспечения надежности криптографического алгоритма применяются ключи в 2048 бит. Но даже это не гарантирует конфиденциальность данных, поскольку RSA обладает определенными уязвимостями. В результате чего в информационном поле зачастую появляются новости о несанкционированной расшифровке тех или иных данных.

Анализ существующих публикаций показал исследования различных методов криптоанализа алгоритма RSA, при этом отсутствуют готовые программные средства доступные обучающимся для изучения возможных атак [2 - 4].

Для исследования криптостойкости алгоритма RSA авторами статьи разработано программное средство и методические рекомендации для моделирования различных типов атак. Применение в учебный процесс программного средства позволяет в ходе проведения лабораторных работ исследовать основные параметры алгоритма RSA, сформировать профессиональные компетенции по применению криптографических методов защиты информации.

В программном средстве реализованы четыре класса методов криптоанализа алгоритма RSA:

- факторизация Ферма;
- повторное шифрование;
- на основе КТО;
- бесключевое чтение.

Первый класс алгоритмов криптоанализа RSA - факторизация модуля N . Метод основан на поиске таких целых чисел x и y , которые удовлетворяют соотношению $x^2 - y^2 = n$, что ведёт к разложению $n = (x - y) * (x + y)$.

Метод Ферма применяется в случае, если выбранный значений p и q достаточно близки друг к другу. В этом случае «взлом» шифротекста происходит достаточно быстро.

Длительность факторизации методом Ферма зависит от размерности значений p и q и их удаленности. Для размерности 1024 бит и выше алгоритм Ферма не справится за приемлемое время.

В качестве входных данных для данного метода атаки являются открытый ключ (параметры E и N) и криптограмма C . На рисунке 1 представлена схема алгоритма данного класса атаки.

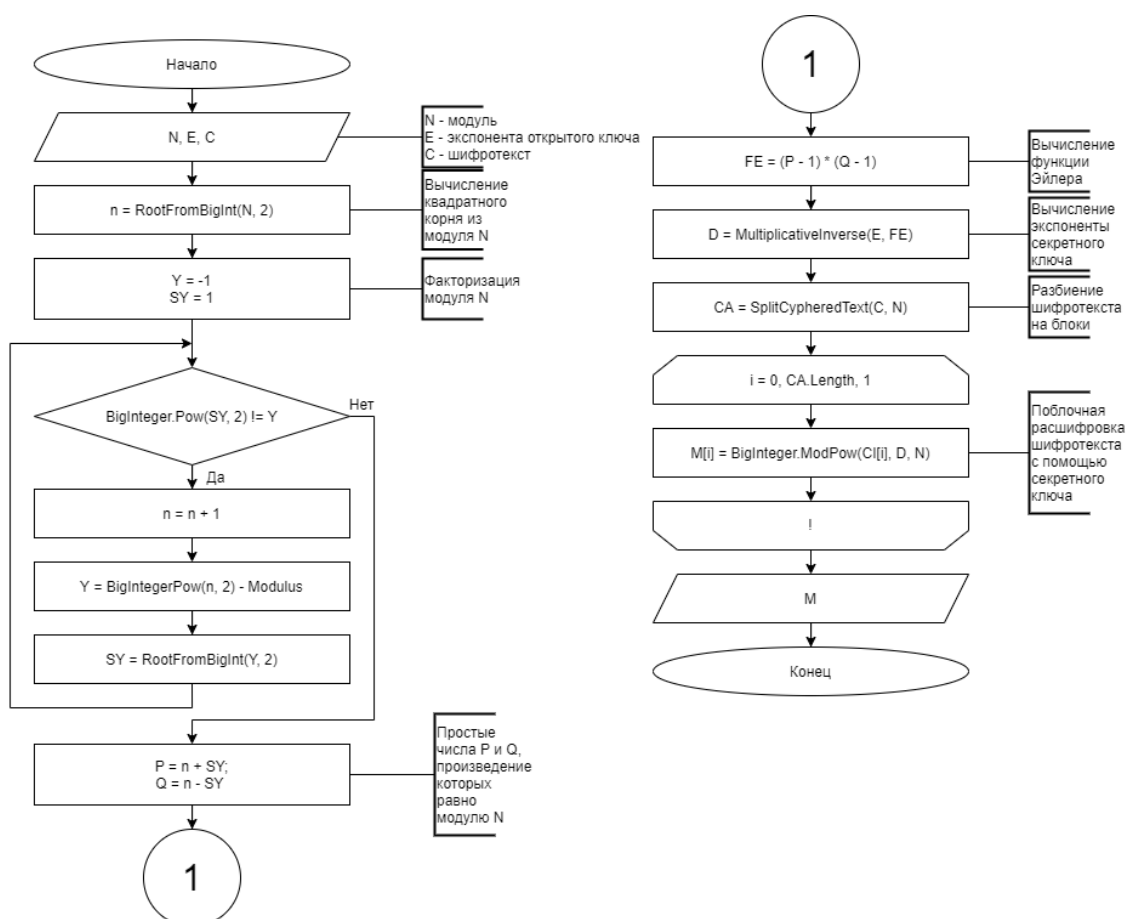


Рисунок 1 – Схема алгоритма атаки - Факторизация Ферма

Пример моделирования атаки на криптосистему RSA на основе метода факторизации методом Ферма представлен на рисунке 2.

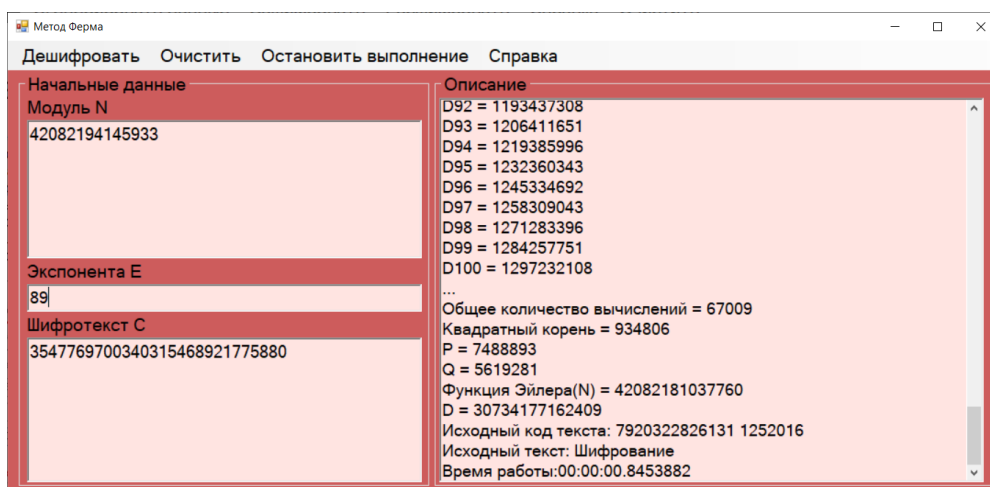


Рисунок 2 – Экранная форма ПС. Факторизация методом Ферма

Второй класс алгоритмов криптоанализа -RSA представлен методом повторного шифрования. Метод повторного шифрования позволяет обучающимся установить зависимость между выбранными исходными параметрами и криптостойкостью алгоритма. Исходными данными для этого алгоритма криптоанализа являются также открытый ключ, состоящий из экспоненты E и модуля N, и шифротекст C. На рисунке 3 представлена схема алгоритма данного класса атаки.

Пример моделирования атаки на криптосистему RSA на основе метода повторного шифрования представлен на рисунке 4.

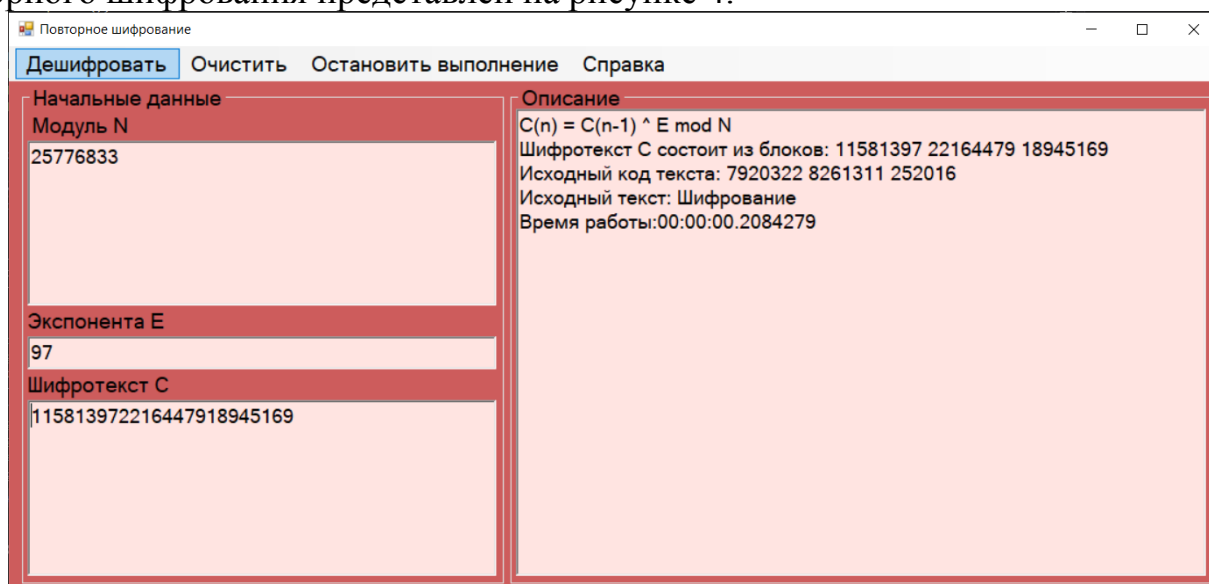


Рисунок 4 - Экранная форма ПС. Метод повторного шифрования

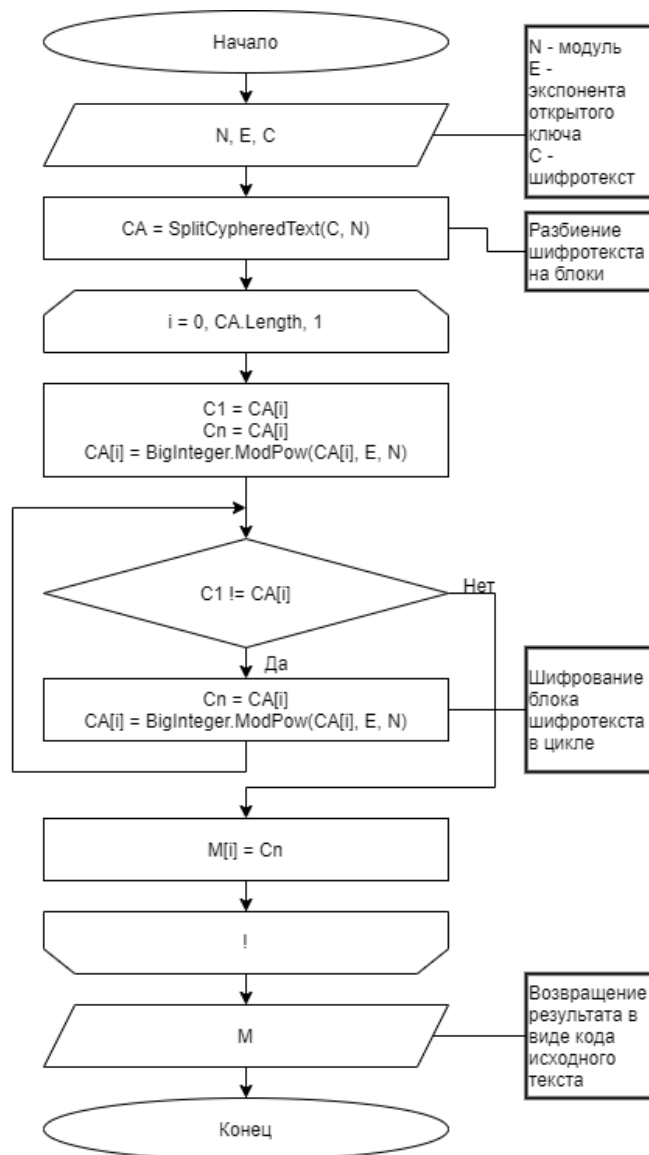


Рисунок 3 - Схема алгоритма атаки основе повторного шифрования

Третий класс алгоритмов криптоанализа заключается в том, что разработчики стремятся повысить производительность криптосистемы за счет сокращения времени шифрования. Процесс шифрования реализуется на основе алгоритма понижения степени. Данная атака осуществим только при малом значении открытой экспоненты, например, когда $e = 3$. В программе моделируется следующая ситуация.

Три абонента имеют попарно взаимно простые модули N_1, N_2, N_3 и общий ключ. В результате криптоаналитик может перехватить 3 зашифрованных сообщения $C_i = M^3 \pmod{N_i}$. Используя Китайскую теорему об остатках (далее КТО) находится решение системы линейных уравнений. Значение M можно

найти, вычислив кубический корень. Данная атака осуществим только при малом значении открытой экспоненты.

Начальными данными являются: три модуля открытых ключей – N_1, N_2, N_3 ; одна экспонента, которая одинакова для всех трех ключей – E ; и три шифротекста, которые были созданы из одного и того же исходного текста – C_1, C_2, C_3 . Схема алгоритма атаки на криптосистему RSA на основе китайской теоремы об остатках представлена на рисунке 5.

Пример моделирования атаки на криптосистему RSA на основе метода китайской теоремы об остатках представлен на рисунке 6.

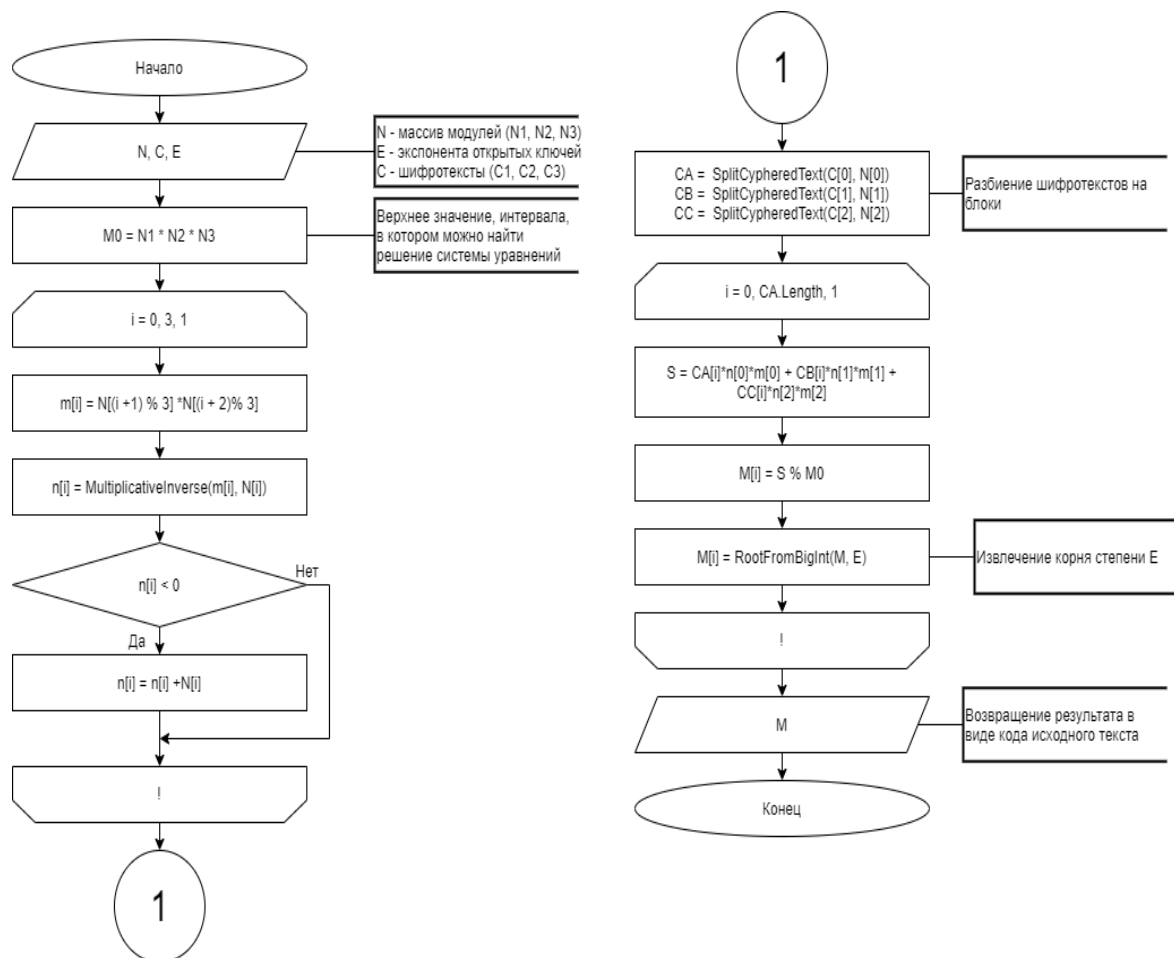


Рисунок 5 - Схема алгоритма атаки на криптосистему RSA на основе китайской теоремы об остатках

Китайская теорема об остатках

Дешифровать Очистить Справка

Начальные данные	Описание
Модуль N1	$n2 = m2^{-1} \bmod N2$
285359338897	$n2 = 137336369618745135101191^{-1} \bmod 488249419211 = 82681115859$
Модуль N2	$n3 = m3^{-1} \bmod N3$
488249419211	$n3 = 139326531482895171350267^{-1} \bmod 481275188503 = 365747396774$
Модуль N3	$S = C1 * n1 * m1 + C2 * n2 * m2 + C3 * n3 * m3$
481275188503	Блоки шифротекста C1 = 281033303114 248620434163
Шифротекст C1	Блоки шифротекста C2 = 109557836963 172511639997
281033303114248620434163	Блоки шифротекста C3 = 109395253426 229645629424
Шифротекст C2	$S0 \bmod M0 = 8151009042947665904460126891553279749351369305$
109557836963172511639997	$\bmod 67054402702899537711788235464380301 = 496853839633459338255008773543581$
Шифротекст C3	$S1 \bmod M0 = 14839945795802617646809450671689343109791051510$
109395253426229645629424	$\bmod 67054402702899537711788235464380301 = 30153415991370007233540096$
Экспонента E = 3	Исходный код текста: 79203228261311252016
	Исходный текст: Шифрование
	Время работы: 00:00:00.0224000

Рисунок 6 - Экранная форма ПС. Метод на основе КТО

Четвертый класс алгоритмов криптоанализа RSA также основан на возможности перехвата нескольких шифротекстов, созданных при помощи некоторых общих параметров.

Для данного алгоритма криптоанализа необходимы такие начальные данные, как: модуль N одинаковый для обоих открытых ключей; две открытые экспоненты E1, E2; два шифротекста C1, C2, полученные на базе одного исходного текста.

Схема алгоритма атаки на криптосистему RSA на основе метода бесключевого чтения представлена на рисунке 7.

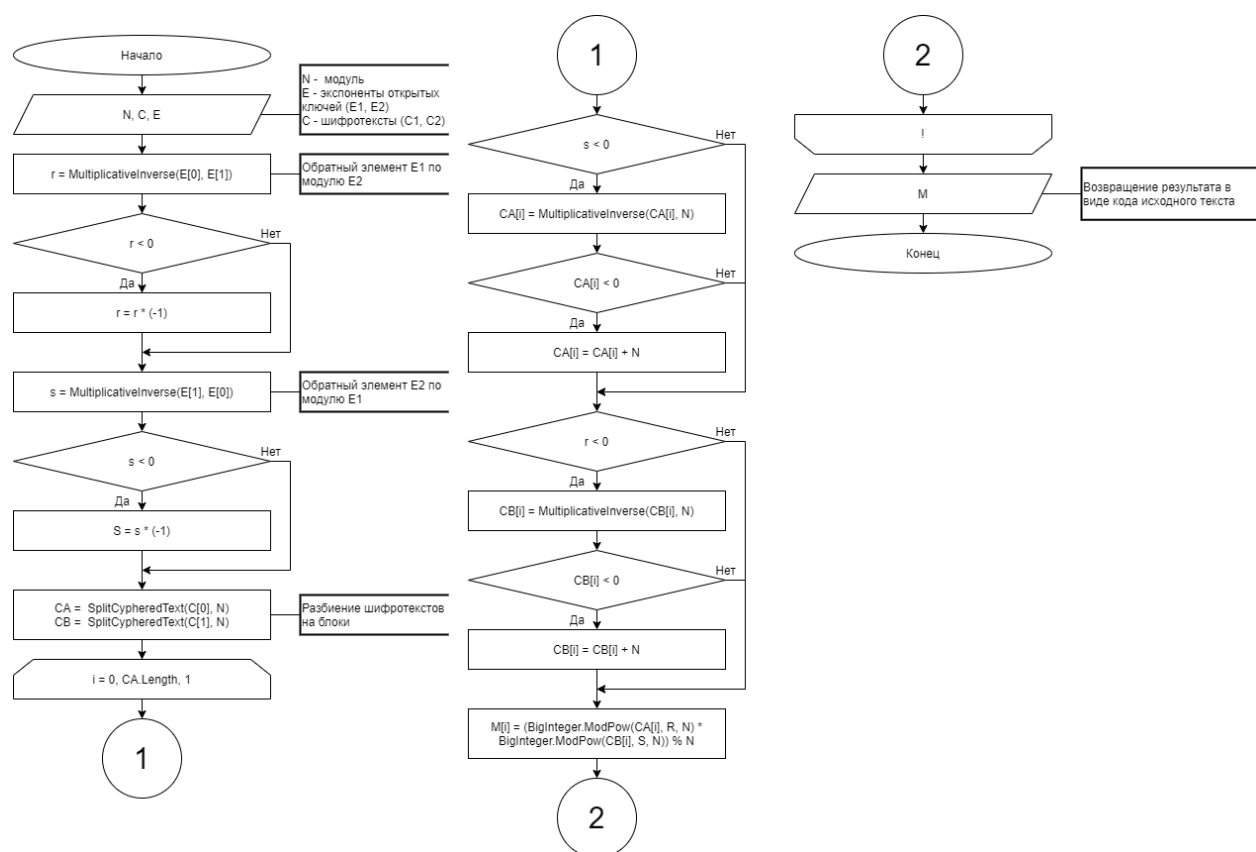


Рисунок 7 - Схема алгоритма атаки на криптосистему RSA на основе бесключевого чтения

Пример моделирования атаки на криптосистему RSA на основе метода бесключевого чтения представлен на рисунке 8.

В результате применения программного средства обучающиеся исследуют влияние основных параметров криптографического алгоритма RSA на его стойкость, научиться применять соответствующий математический аппарат, что повысит межпредметные связи связанных дисциплин. Представленные схемы алгоритма могут быть реализованы в процессе обучения в реализации собственных программных средств.

Рисунок 8 - Экранная форма ПС. Метод бесключевого чтения

В таблице 1 приведен сравнительный анализ представленных методов

Таблица 1

Характеристики \ Метод	На основе метода факторизации Ферма	На основе метода повторного шифрования	На основе метода китайской теоремы об остатках	На основе метода бесключевого чтения
Криптоанализ шифротекста, полученного при шифровании текста целиком	+	+	+	+
Криптоанализ шифротекста, полученного при блочном шифровании	+	+	+	+
Необходимое количество открытых ключей	1	1	3	2
Необходимое количество шифротекстов	1	1	3	2
Максимальное время поиска	$O(\sqrt{n})$ или $O(n)$ в зависимости от имеющихся у шифротекста и у открытого ключа уязвимостей	$O(n)$ или $O(\log(n))$ в зависимости от имеющихся у шифротекста и у открытого ключа уязвимостей	$O(1)$ время всегда одинаково и зависит лишь от разрядности данных и сложности вычислений	$O(1)$ время всегда одинаково и зависит лишь от разрядности данных и сложности вычислений

Наиболее актуальным методом криптоанализа является метод, основанный на факторизации, в данном случае - факторизации Ферма. Для данного метода криптоанализа достаточно небольшого количества входных данных в отличие от методов бесключевого чтения и метода, основанного на китайской теореме об остатках. Метод повторного шифрования также является методом факторизации, но на практике и по статистике метод факторизации Ферма оказывается быстрее и эффективнее, что делает его более предпочтительным.

Разработанное программное средство позволит в процессе проведения лабораторных работ изучить основные методы криптоанализа на криптосистему RSA, подобрать криптостойкие параметры и сформировать у обучающихся профессиональные компетенции в области разработки и применения криптографических методов и средств защиты информации.

Список литературы

- 1 Positivetechnologies, SecurityLab.ru. - Портал о событиях в области защиты информации, 2002-2020 – Режим доступа: <https://www.securitylab.ru/news/503232.php>.
- 2 Алексеев, А.П. Уязвимости алгоритма вычисления секретного ключа в криптосистеме RSA / Алексеев А.П. // Научный рецензируемый сетевой электронный журнал «Системы управления, связи и безопасности». — 2015. — №3. — С. 83-91.
- 3 Визавитин, О.И. Особенности проектирования и криптоанализа асимметричной криптографической системы RSA / О. И. Визавитин, В.В. Варламова. — Текст : непосредственный // Техника. Технологии. Инженерия. — 2017. — № 2 (4). — С. 1-4.
- 4 Кочкаров, Э.Р. Описание современных методов криптоанализа для взлома криптографического алгоритма с открытым ключом RSA / Кочкаров Э.Р. // Развитие и актуальные вопросы современной науки Издательство: Индивидуальный предприниматель Вахрушев Владислав Игоревич (Магнитогорск). — 2018. — №5(12). — С. 30-34.

ОБ ЭВОЛЮЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВИДЕОИГРАХ

**Сикорская Г.А., д-р пед. наук, доцент,
Ситников В.А.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Искусственный интеллект — научное направление, изучающее методы решения сложных задач с помощью машин, подобные методам, которые используются для решения таких задач людьми. Как правило, эти методы сводятся к моделированию характеристик биологического интеллекта и применению полученных моделей в виде алгоритмов, воспроизводимых на компьютерах.

Алгоритмы искусственного интеллекта могут применяться как для решения практических задач — управление сетью электропередач, распознавание болезней на рентгеновских снимках и тому подобное, так и для моделирования человеческого интеллекта у несобственных персонажей.

Для подавляющего большинства людей искусственный интеллект — это мозг могущественных киборгов. И это не удивительно, ведь именно в таком контексте используется данный термин в фантастических фильмах. Для программистов искусственный интеллект — модное выражение, используемое для обозначения технологии позволяющее упрощать разработку программ. Для ученых искусственный интеллект — неисчерпаемый источник интересных задач.

В настоящей статье мы постараемся ответить на вопрос — какое отношение имеет искусственный интеллект к разработкам видеоигр, рассмотреть процесс развития искусственного интеллекта в видеоиграх и выделить основные, на наш взгляд принципы создания видеоигры, на основе искусственного интеллекта.

С самых первых дней зарождения игровой индустрии, начиная с Pong и Pacman, искусственный интеллект стал неотъемлемой частью практически любой видеоигры.

Искусственный интеллект в видеоигре позволяет создавать персонажей, ведущих себя разумно и логично, что улучшает удовольствие от игры и позволяет создавать приключение для одного игрока, с ощущением того, что количество участников в этом приключении велико.

Одной из самых первых видеоигр использующей искусственный интеллект стала игра PacMan, которая вышла 22 мая 1980 года. Именно этот день считается днем зачатия искусственного интеллекта в играх, способного думать и моделировать свое поведение на основе действий игрока. Призраки, без усталости преследующие Пакмана, стали самым настоящим ночным кошмаром игроков 80-х.

На смену играм 80-х пришли стратегические игры, их искусственный интеллект и его родоначальник — Dune 2, вышедшего в 1992 году. В 90-х сама

концепция искусственного интеллекта действующего независимо от игрока и самостоятельно развивающего свою базу, казалось чем то невероятным. Однако при внимательном анализе происходящего, очевидно, что алгоритмы, по которым действует искусственный интеллект противника, повторяются в неизменном порядке, например: постройки одних и тех же строений. Данная проблема касается почти всего искусственного интеллекта в видеоиграх, чья суть состоит в противостоянии с игроком.

Следующей ступенью эволюции искусственного интеллекта в видеоиграх стал ИИ в бессмертном симуляторе человеческой жизни — The Sims, выпущенном в 2000 году. Игра Уилла Райта имела оглушительный успех у играющих, так как The Sims позволял распоряжаться человеческими жизнями и почувствовать себя Богом. Симы общаются друг с другом, живут своей жизнью, находят себе проблемы и все это без участия игрока. Больше всего наделять игровых персонажей искусственным интеллектом любят разработчики ролевых игр, отправляющие игрока исследовать огромный наполненный сотнями персонажей мир.

Но, персонаж сутками напролет ожидающий игрока, чтобы вручить ему задание по убийству 5 крыс — не способствует созданию правдоподобной атмосферы.... Одной из первых попыток наделить игрового персонажа распорядком дня и создать иллюзию игрового мира в RPG предприняли разработчики Gothic, которая вышла в 2001 году.

В последующем развитие искусственного интеллекта происходит в жанре шутеров, что не удивительно, так как противники — это одна из самых главных составляющих шутеров, которая способна сделать любую перестрелку с виртуальным противником напряженной и зрелищной. На первых этапах к искусственному интеллекту в шутерах не предъявляли никаких особых требований, пока в 1998 году не вышла Half Life, изменившая всю, существовавшую игровую индустрию. Компании Valve удалось наделить виртуальных противников активным искусственным интеллектом, который умел обходить с фланга, закидывать гранатами, а также действовать сообща. Также Valve не стала ограничивать проработкой ИИ солдат, а создала уникальные алгоритмы поведения для всех персонажей. Например, дружественные ученые пугались выстрелов и убегали, если рядом с ними кинуть гранату; или булсквиды отвлекались на мясо, использующее в качестве приманки.

Следующим достижением в области искусственного интеллекта в видеоиграх является Halo, вышедшая в 2001 году. Игровая концепция Halo отличалась от Half-Life, о которой было рассказано ранее, тем, что противникам приходилось ориентироваться на огромных локациях, управлять транспортом и активно взаимодействовать друг с другом. И у разработчиков получилось создать такой революционный ИИ, который действовал логично, иногда предсказуемо, и делал бои напряженными даже на низкой сложности.

Невозможно пройти мимо одного из самых революционных ИИ в игровой индустрии — F.E.A.R, которая вышла в 2005 году. Даже в 2020 бойцы клонов под управлением телепата Пакстона Фетела удивляют своей смекалкой. Они

могут переворачивать шкафы и столы, чтобы создать себе укрытия, ведут огонь вслепую, переходят на ближний бой, как только приблизятся к игроку — это лишь малая часть того, на что способен искусственный интеллект противников в F.E.A.R.

Следующей революцией в сфере искусственного интеллекта стал самообучающийся ИИ — Режиссер из Left 4 Dead 2. Он способен анализировать действия игрока, на основании чего решает, каких противников и в каком количестве подкинуть игроку, какое оружие расположить на уровнях и даже какую погоду создать в данный момент.

Реализация ИИ сильно влияет на игровой процесс, системные требования и бюджет игры, и разработчики стараются создать самый оптимальный вариант, который будет интересным и нетребовательным к ресурсам. Поэтому подход к созданию игрового ИИ серьезно отличается от подхода к традиционному. В механике игрового ИИ применяются разного рода упрощения поведения и обманы игрока. Например, в играх жанра «Shooter», где игроку надо перестреливаться с противниками, игровому ИИ присуще мгновенное прицеливание и безошибочное движение. Такое поведение не оставляет шанса на победу человеку, поэтому реакция ИИ делается более медленной, а его поражающая способность более слабой, чтобы она было более похожа на реакцию реального человека в боевом столкновении.

На основании обзора литературы по развития искусственного интеллекта в видеоиграх [1,2,3], можно сделать предположение, что основная проблема проектирования игр, в которых присутствуют интеллектуальные несобственные персонажи, вытекает из 2-х противоречий: интеллектуальные несобственные персонажи действуют в мире игры автономно, но проектировщики игр должны иметь средства для контроля их поведения.

Различным подходам к проблеме контроля поведения персонажей соответствуют и различные направления в создании компьютерных игр, как то проектирование с явным контролем и проектирование с неявным контролем.

Проектировщики игр, которые являются сторонниками явного контроля предпочитают контролировать в игре все ее элементы до последней мелочи. Обычно данный метод используется при создании игр с линейным сюжетом (The Last of Us, Call of Duty, Doom 3). В играх же, создаваемых с неявным контролем, интересные игровые возможности порождаются в результате взаимодействия системы ИИ и игровой среды. Основной особенностью таких игр является отсутствие жестко прописываемого сценария. Сюжет подобных игр порождается в результате взаимодействия, как живых игроков, так и управляемых компьютером. Поведение несобственных персонажей в таких играх, не определяется заранее проектировщиком, так как они по-настоящему интеллектуальны, и у проектировщика остается только функция контроля над игровой средой.

Назначение системы ИИ в игровой машине сводится к управлению всеми аспектами поведения несобственных персонажей. При этом в типичной компьютерной игре система ИИ решает основополагающие задачи - простейшие поведенческие реакции (подбор предметов, нажатие кнопок, использование обь-

ектов и т.д), обеспечение передвижения персонажа в игровой среде (обход препятствий, открытие дверей, прыжки на возвышения и т.д.), и возможностью принятия решений (выбор одного из возможных типов поведения и одной из возможных операций с целью выполнения стоящей перед несобственным персонажем задачи, а также определение приоритетности таких операций).

Для разработки системы, обеспечивающей контролируемое решение всех перечисленных задач, вполне достаточно несложных технических решений. Такие решения можно создать на базе стандартных методов программирования, получив в результате «псевдо-ИИ». Если такую же систему создать на основе методов и технологий, взятых из области ИИ, полученная в результате система будет обладать преимуществами достаточного количества изящных решений в тех случаях, когда нужно организовать явный контроль, а также обеспечит эффективную поддержку на высоком технологическом уровне ситуаций с неявным контролем.

Кроме того, в сравнении со стандартными технологиями, основанными на обработке сценариев, технологии ИИ более эффективны с точки зрения производительности аппаратных средств. Это означает, что на одних и тех же вычислительных ресурсах, используя передовые технологии ИИ, можно получить более качественно реализованные поведенческие реакции персонажей.

В настоящее время мы работаем над созданием собственного игрового искусственного интеллекта в проекте, разработанном на GameMaker 8, с учетом оптимального сочетания основных принципов создание игры - развлекательности и реализма. Система ИИ по нашей задумке будет соревноваться с интеллектом реального игрока. А это означает, что система должна обладать способностью ставить перед игроком сложные задачи, проверять их умения и игровые навыки, при постоянно возрастающей сложности условий. Также для повышения развлекательности система ИИ должна взаимодействовать на эмоции игрока — волновать, создавая в игре тревожную атмосферу или воодушевлять, позволяя игроку проходить сложные испытания.

Список литературы

1. Х. Паласиос Unity 5.x. Программирование искусственного интеллекта в играх. / Х. Паласиос // ДМК Пресс, 2016.
2. Алекс Дж. Шампандар Искусственный интеллект в компьютерных играх. / А.Д. Шампандар // Вильямс, 2007.
3. Скотт Роджер Новый Уровень! Руководство по геймдизайну. / Скотт Роджер // John Wiley & Sons Limited, 2014.
4. Алёна С++ Программирование для прагматиков: Об искусственном интеллекте в играх // Электронный ресурс. — URL: <http://alenacpp.blogspot.com/2010/12/add-2010.html> (дата обращения 25.09.2020).
5. Иван Шаблаков Будущее: Искусственный интеллект в игровой индустрии 2020 // Электронный ресурс. — URL: <https://vc.ru/future/164670-iskusstvennyy-intellekt-v-igrovoy-industrii> (дата обращения 15.10.2020).

СОЗДАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

**Токарева М.А., канд.техн.наук, доцент, Кокотова Д.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Основой успешной деятельности любой организации является качество результатов ее деятельности. В системе высшего образования главным результатом является профессиональная компетентность выпускников вуза. Поэтому ключевой проблемой при решении задачи повышения качества образования является создание системы оценки и контроля качества подготовки специалистов с высшим образованием. Проблема качества подготовки является центральной в аспекте востребованности специалистов национальной экономикой и международного признания российских степеней и квалификаций. Выпускаемые вузом специалисты — очень трудоемкая «продукция», производство которой невозможно без эффективного управления образовательным учреждением.

Для эффективной деятельности вуза необходимо создание системы контроля качества образования, в основу которой должны быть положены результаты научных исследований и современный опыт (отечественный и международный) в решении данной проблемы. Основной тенденцией в области обеспечения качества высшего образования становится перенос центра тяжести с процедур внешнего контроля качества образовательного процесса и его результатов на базе национальных систем аттестации и аккредитации в сторону внутренней самооценки (самообследования) вузов на основе тех или иных моделей менеджмента качества.

Использование систем поддержки принятия решений в образовании позволяет существенно изменить подход к оцениванию качества со стороны образовательных учреждений, а также повысить качество получаемых знаний и квалификацию выпускников. Получение качественного образования уже в ближайшем будущем будет невозможно без применения подобных аналитических технологий, основой которых является применение современных СУБД - многопользовательских систем управления базой данных, которые специализируются на управлении массивом информации, одним или множеством одновременно работающих пользователей [1].

Обработка данных стандартными статистическими методами зачастую приводит к выведению усредненных показателей, что не отвечает концепции индивидуального подхода к обучающемуся.

Для создания информационной системы для определения показателей качества образования нами была создана база данных, состоящая из 11 таблиц: «Факультет», «Кафедра», «Дисциплины», «Специальность», «Группа», «Аудитории», «Студенты», «Методическое обеспечение», «Техническое обеспече-

ние», «Преподаватели», «Журнал». Диаграмма базы данных, созданная с использованием системы управления базами данных Microsoft SQL Server 2017 [2], представлена на рисунке 1.

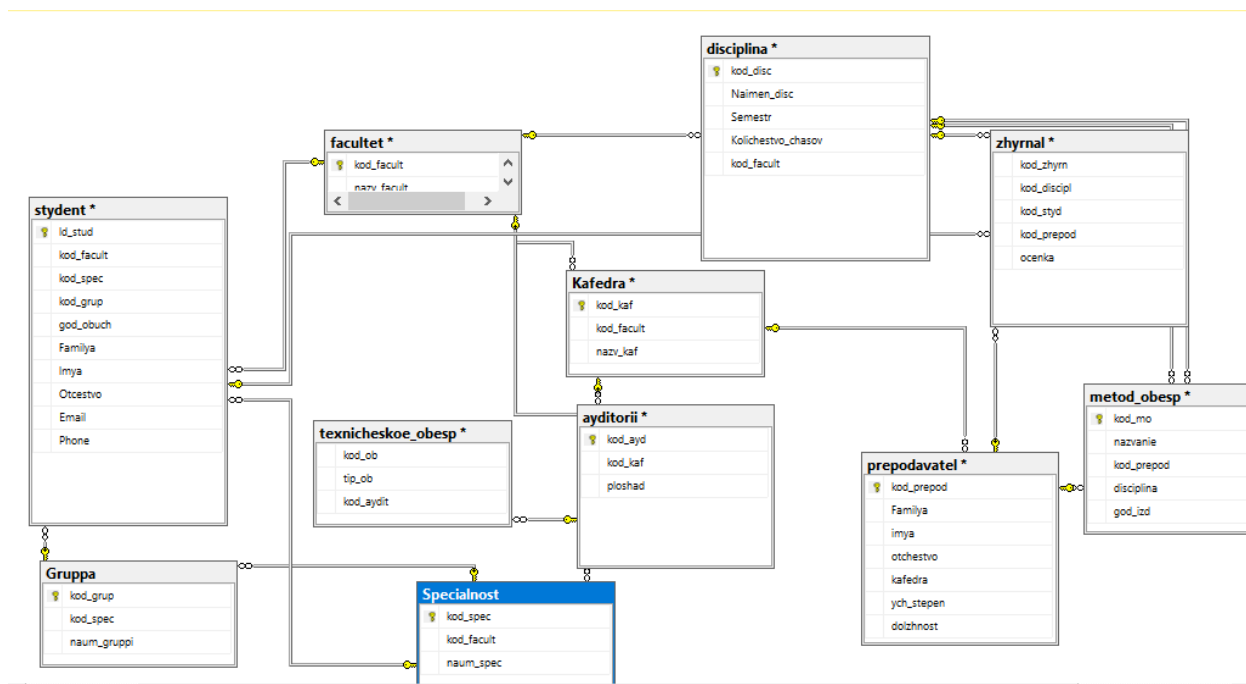


Рисунок 1 - Диаграмма базы данных

При разработке приложения-клиента в среде программирования Microsoft Visual Studio с применением технологии ADO.NET [3, 4] представлено главное окно с условным названием «Начальная форма», где расположены необходимые компоненты разрабатываемой системы, представленные на рисунке 2.



Рисунок 2 – Расположение необходимых компонентов на главной форме

Выбранные нами критерии качества рассчитываются по формулам, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии качества образования

Критерий	Формула расчета	Расшифровка
Успеваемость студентов	$K_1 = \frac{1 - \frac{T_{pr}}{T_k}}{T_v}$	T_{pr} - количество пропущенных занятий; T_{pr} - количество всех занятий по предмету; T_k - количество часов на все виды занятий; O_i -оценка, n -день
Уровень преподавания	$K_{12} = \sum_{i=1}^n \frac{O_i}{n}$ $K_2 = \sum \frac{\alpha S + \alpha Z}{Q_m}$	αS - ученая степень преподавателя, умноженная на коэффициент, αZ – ученое звание преподавателя, Q_m - количество методического обеспечения, изданного преподавателем
Оснащенность методическим обеспечением	$K_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{N_{mi}}{N_{yi}}$	n - количество дисциплин; N_{mi} - количество методических изданий N_{yi} - количество студентов, $i = 1, \dots, n$
Аудиторная наполняемость	$K_4 = \sum \frac{S_a}{N_y}$	S_a - площадь аудиторий; N_y - количество студентов, $i = 1, \dots, n$
Техническое обеспечение	$K_5 = \sum \frac{K_{to}}{N_y}$	K_{to} - количество техники; N_y - количество студентов, $i = 1, \dots, n$

Выбранные критерии качества образования трактуются нами следующим образом:

1. Успеваемость студентов получается непосредственно из журнала успеваемости, где: T_{pr} - количество пропущенных занятий, T_k - количество всех занятий по предмету, T_v - количество часов на все виды занятий. На успеваемость влияет средняя оценка студента.

2. Уровень преподавания вычисляется по формуле: αS - ученая степень преподавателя, умноженная на коэффициент, αZ – ученое звание преподавателя, Q_m - количество методического обеспечения, изданного преподавателем.

3. Коэффициент необходимой учебно-методической литературы, предлагаемой для студентов, характеризуется как среднее значение коэффициента учебно-методической обеспеченности по данному направлению подготовки/специальности в расчете на одного студента.

4. Аудиторный фонд, обеспечивающий комфортное состояние обучаемых при проведении всех видов занятий, характеризуется как средний коэффициент

аудиторной обеспеченности по данному направлению подготовки/специальности в расчете на одного студента и на одно занятие.

5. Коэффициент использования в учебном процессе технического обеспечения сводится к оценке относительной стоимости оборудования, используемого в учебном процессе на одного студента.

Далее каждому из перечисленных элементов ставится в соответствие лингвистическая переменная, состоящая из 5 типов термов оценок: низкая, ниже среднего, средняя, выше среднего и высокая. В числовом выражении этим оценкам соответствуют следующие диапазоны изменения оснований лингвистических переменных: 0-0,2; 0,21-0,4; 0,41-0,6; 0,61-0,8; 0,81-1. По данной шкале каждому элементу дается оценка на основании имеющихся знаний и информации.

Таким образом, при данном подходе нами сделана попытка формализации оценки качества подготовки специалистов путем учета как реального отношения обучаемого к процессу получения знаний в течение всего периода обучения, так и качества предоставляемых образовательных услуг.

Каждая из кнопок главного меню, представленного на рисунке 3, переносит на соответствующую форму. Кнопки главного меню позволяют пользователю быстро ориентироваться и перемещаться в системе. Кнопка «Выход» позволяет прекратить работу программы безопасно.

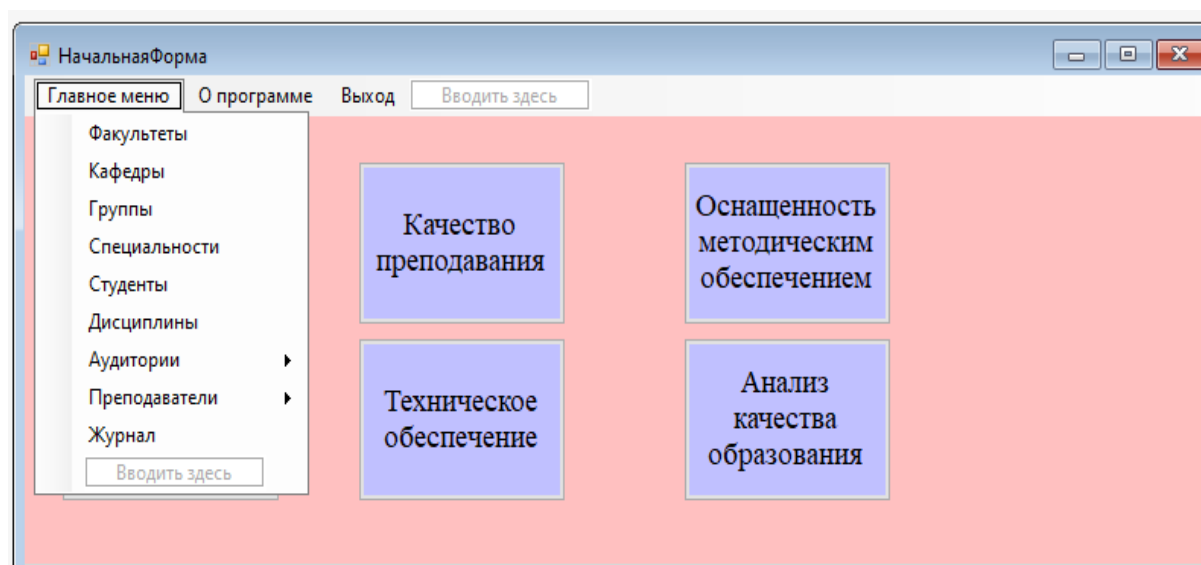


Рисунок 3 – Меню программы

Работоспособность и корректность работы клиентского приложения были оценены посредством тестирования, цель проведения которого состояла в рассмотрении всевозможных вариантов работы программы, тестировании ее в нормальных, исключительных и экстремальных условиях, выявлении недостатков, их устранении, если таковые имели место [2].

Проверке подлежали следующие характеристики:

- корректность запуска базы данных (БД);
- достоверность и актуальность отражаемой информации;

- корректность формирования отчетов;
- корректность выхода из БД.

В качестве тестовых примеров в программе БД использовались реальные данные, которые должны были вводиться в БД при ее эксплуатации. Эти данные вводились в программу в полном объеме. Особое внимание было уделено добавлению и удалению записей из таблиц.

Имели место следующие тесты:

Добавление данных:

- запущен исполняемый файл программы;
- введены данные в базу;
- завершена работа программы;
- проверены таблицы базы, новые данные в них присутствовали.

Удаление данных:

- некоторые данные были удалены;
- во время просмотра удалённые записи отсутствовали;
- был совершен выход из программы и повторный запуск;
- все ранее внесённые изменения присутствовали.

Системные и аппаратные сбои:

- запуск программы;
- в структуру данных внесены изменения;
- совершён нестандартный выход;
- программа вновь загружена.

Кафедра

Меню Вернуться в главное меню

	Код кафедры	Факультет	Название кафедры
▶	1	Математики и и...	Кафедра инфор...
	2	Математики и и...	Кафедра матем...
	3	Психологии	Кафедра психол...
*			

Добавить Изменить Удалить

Рисунок 4 - Форма «Кафедры»

По результатам тестирования сделаны следующие выводы: данные были успешно сохранены в файле базы данных для всех форм, через которые осу-

ществляется добавление данных в базу; программа успешно удаляет данные; нестандартный выход файл данных не повредил, однако новые изменения внесены были.

Для запуска приложения необходимо открыть исполняемый файл «Качество обучения». Произойдет автоматическое подключение к серверу СУБД, согласно настройкам, указанным в конфигурационном файле. Для заполнения БД необходимо воспользоваться главным меню. Пример заполнения на вкладке «Кафедры» показан на рисунке 4.

После заполнения информации по всем пунктам главного меню возможно перейти к формам, которые предполагают расчет показателей качества обучения. Например, согласно сформированному тесту форма «Успеваемость студентов» выглядит, как показано на рисунке 5.

Факультет	Специальность	Группа	Id студента	Фамилия	Имя	Отчество	Средняя оценка	Количество пропусков
Мате...	Информац...	1...	1	Голубков	Никита	Романович	5	0
Мате...	Информац...	1...	2	Никитина	Анна	Андреевна	4,5	2

Рисунок 5 - Форма «Успеваемость студентов»

Форма «Успеваемость студентов» отображает рассчитанные критерии по соответствующим формулам. Также можно просмотреть информацию по конкретным группам. Для этого необходимо воспользоваться выпадающими списками «Выбор факультета», «Выбор специальности», «Выбор группы» при этом отображается выбранный факультет, специальность, группа, а также данные студента: фамилия, имя, отчество, средняя оценка студента и количество пропущенных занятий.

Для просмотра информации о преподавателях, необходимо перейти на форму «Уровень преподавания», изображенной на рисунке 6. Здесь также можно просмотреть информацию по конкретным кафедрам. Для этого необходимо воспользоваться выпадающим списком «Выбор кафедры», при этом отображается выбранная кафедра, код, фамилия, имя, отчество преподавателей, ученая степень, должность, качество преподавания по расчетным формулам критерия и количество позиций изданного методического обеспечения.

Уровень преподавания 1,5

Количество преподавателей всего 12

Выбор Кафедры
Математики и информатики

	Кафедра	Код	Фамилия	Имя	Отчество	Ученая степень	Должность	Качество преподавания	Количество МО
▶	Каф...	1	Иванов	Михаил	Александрович	доктор наук	доцент	1,5	2
	Каф...	2	Синичкина	Наталья	Валентиновна	доктор наук	доцент	1,5	2
*									

Рисунок 6 - Форма «Уровень преподавания»

Для просмотра информации о методическом обеспечении, необходимо перейти на форму «Методическое обеспечение», изображенной на рисунке 7.

Методическое обеспечение 0,04

Количество дисциплин всего 14

Выбор дисциплины
Математики и информатики

	Дисциплина	Код МО	Название	Преподаватель	Год издания
▶	Матема...	1	Математика для чайников	Иванов	01.03.2012
*					

Рисунок 7 - Форма «Уровень методического обеспечения»

Форма «Методическое обеспечение» отображает информацию по конкретным дисциплинам. Для этого необходимо воспользоваться выпадающим списком «Выбор дисциплины», который отображает выбранную дисциплину, код, наименование методического обеспечения, год издания, фамилию преподавателя, издавшего данное методическое обеспечение.

Для просмотра информации об аудиториях, необходимо перейти на форму «Аудиторная наполняемость», изображенной на рисунке 8.

Аудиторная наполняемость

Меню Вернуться в главное меню

Аудиторная наполняемость

Количество аудиторий всего

Выбор кафедры
Кафедра информатики ▾

	Код аудитории	Кафедра	Площадь	Наполняемость
▶	111	▾	50,65	2,53
	123	▾	20,44	1,02
*		▾		

Рисунок 8 – Форма «Аудиторная наполняемость»

Форма «Аудиторная наполняемость» отображает рассчитанные критерии по соответствующим формулам, позволяет просмотреть информацию по конкретным кафедрам. Для этого необходимо воспользоваться выпадающим списком «Выбор кафедры», что позволяет отобразить выбранную кафедру, код аудитории, площадь аудитории и наполняемость.

Форма «Анализ качества образования», показанная на рисунке 9, отображает результаты проверки в процентном соотношении, сравнивает со стандартами качества и выводит результат.

Анализ качества образования

Меню Вернуться в главное меню

	Рассчитанные показатели	Стандарты качества	
Успеваемость студентов	47,5%	100%	Успеваемость < 50%, необходимо пересмотреть результаты обучения Качество преподавания низкого уровня, необходимо повысить Аудитории наполнены менее половины Необходимо увеличить число методического обеспечения Оснащенность техническим обеспечением на хорошем уровне
Качество преподавания	15%	100%	
Аудиторная наполняемость	35%	100%	
Оснащенность методическим обеспечением	4%	100%	
Оснащенность техническим обеспечением	80%	100%	
Рассчитать			

Рисунок 31 – Форма «Анализ качества образования»

Согласно данным введенного тестового примера мы получили следующие результаты:

1. Необходимо продумать и организовать мероприятия по повышению успеваемости, так как показатель успеваемости низкий (<50%).

2. Необходимо наметить план и проконтролировать его реализацию в направлении повышения качества преподавания. Аудитории наполнены менее половины.

3. Необходимо увеличить количество позиций методического обеспечения.

4. Оснащенность техническим обеспечением на хорошем уровне.

Клиентское приложение «Качество образования» содержит 30 форм, позволяющих удобно работать с данными.

Созданный нами прототип информационной системы по оценке показателей качества образовательного процесса позволяет быстро и эффективно обновлять данные, получать ответы на запросы, осуществлять поиск и анализ данных, печатать отчёты. В образовательном процессе часто приходится работать с данными большого объема, каждый из которых связан с определённой учебной дисциплиной, студентом, преподавателем, учебной аудиторией и т.д. Разработанный прототип информационной системы может служить хорошей информационной поддержкой лицу, принимающему организационные решения в образовательном процессе.

Усовершенствование разработанного прототипа информационной системы возможно в направлении увеличения и совершенствования критериев показателей качества образовательного процесса, что способствует повышению уровня подготовки студентов.

Список литературы

- 1 Аббакумов, А.А. Базы данных (MS SQL Server) / А.А. Аббакумов, А.И. Егунова, В.М. Таланов. - Саранск: СВМО. - 2015. - 66 с.
- 2 Кузнецов, С. Д. Основы баз данных / С.Д. Кузнецов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий, 2017. - 488 с.
- 3 Таланов В.М. Проектирование информационных систем и баз данных / В.М. Таланов, С.А. Федосин. - Саранск: СВМО. - 2013. - 72 с.
- 4 Fasulo, D. An Analysis of Recent Work on Clustering Algorithms / D. Fasulo. – University of Washington, 1999. – Режим доступа: <http://logic.pdmi.ras.ru/ics/papers/aca.pdf>

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ СЕТЯМ

**Ушакова М.В., Ушаков Ю.А., канд.техн.наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Одним из перспективных направлений развития сетевых технологий на сегодняшний день являются программно-конфигурируемые сети (ПКС). Все больше провайдеров телекоммуникационных услуг начинают использовать оборудование на основе ПКС, обеспечивая таким образом более гибкие подходы к управлению трафиком. ПКС, работающие на базе протокола OpenFlow, представляют собой такой подход к построению телекоммуникационных сетей, при котором функции управления сетью отделены от уровня передачи данных и вынесены на специальный сервер – контроллер. Применение ПКС позволяет существенно улучшить управляемость сети, делает возможным создание наложенных сетей, позволяет совместить под единым управлением виртуальную и физическую инфраструктуры [1].

Современные высокоскоростные сети передачи данных должны обладать предсказуемым поведением при любых параметрах проходящего трафика и настройках оборудования. Основной задачей для обеспечения требуемого качества предоставляемых телекоммуникационных услуг является прогнозирование задержек, потери пакетов, размеров очередей.

Для оценки текущего состояния качественных показателей сети часто используются методы упреждающей диагностики сети.

Анализ трафика может производиться как программными, так и аппаратными методами. Данные могут быть получены на обычном ПК, используемом в качестве аппаратного зонда, а также на сетевом устройстве с применением таких протоколов, как NetFlow, SFlow, RMON и другие. Для интерпретации полученной информации в этом случае используется специальное программное обеспечение. Также трафик может анализироваться с помощью встроенных средств маршрутизаторов или операционных систем, например, IpFilter, NetFlow, IPfw [2]. Технология NetFlow позволяет собирать и получать статистику по потокам данных. Пакет, проходящий через устройство, анализируется с помощью коллекторов сборщиков информации, например, ReporterAnalayzer от Fluke Networks или Observer от Network Instruments.

Информацию о состоянии сети можно получить, используя протокол SNMP. Но в связи с тем, что встроенный в активное оборудование агент SNMP всегда наблюдает за состоянием сети только из одной точки, статистика ошибок в сети не всегда отражается адекватно. Так же, как и протоколы сбора статистики NetFlow и sFlow, протокол SNMP предоставляет возможность только сбора и транспортировки информации на коллектор, анализ же должен произ-

водиться другими приложениями.

Анализ сохраненного трафика может производиться посредством стековых анализаторов. Примером такого устройства является интегрированный сетевой анализатор OptiView Network Analyzer от компании Fluke Networks. Это портативное устройство включает функции обследования сети, анализа трафика и инфраструктуры, захвата пакетов и поддержку WAN, WLAN и VoIP. Однако стоимость этого прибора очень высока [3].

Аппаратные анализаторы обычно используются для анализа потоков высокоскоростных соединений. Они позволяют производить диагностику 1-2 уровней OSI. Аппаратные анализаторы отличаются возможностью автономного использования в любом месте. Кроме того, работа таких устройств не зависит от используемых технологий и программного обеспечения. Но основным недостатком таких комплексов является очень высокая стоимость.

Исследование возможностей реальной сети предполагает наличие довольно большого количества оборудования, что неизбежно приводит к большим затратам. Применение для исследования поведения сети такого метода, как имитационное моделирование, позволяет существенно сократить временные и денежные затраты.

Моделирование сетевой инфраструктуры на основе ПКС несколько отличается от моделирования традиционных сетей. Особенностью программно-конфигурируемого оборудования является незначительное отличие времени принятия решений по коммутации и маршрутизации. Это время зависит только от реализации поиска в таблицах OpenFlow. При прохождении трафика через программно-конфигурируемого устройства отличается профиль нагрузки на процессор и память. Кроме того, большая часть программно-конфигурируемых устройств, представленных на современном рынке, по сути являются гибридными, то есть часть портов может быть использована для работы в режиме ПКС, а остальные – для работы в режиме традиционной коммутации или маршрутизации [4].

В настоящее время предлагается довольно большое количество различных систем имитационного моделирования, позволяющих воспроизвести работу сети. Они используют в своей работе данные о количестве узлов, конфигурации связей, скоростях передачи данных, используемых протоколах и видах оборудования, а также о выполняемых в сети приложениях. Тем не менее, довольно малое количество систем предлагают решения для моделирования ПКС. Рассмотрим некоторые из них.

Сетевой симулятор NS-3 с открытым исходным кодом – это довольно сложный инструмент, который запускает симуляции, описанные пользовательским кодом. Для его использования могут потребоваться навыки программирования. Симулятор NS-3 поставляется с протоколом OpenFlow и элементарным контроллером. Данный контроллер не обладает всей базовой функциональностью, присущей настоящим контроллерам ПКС, что делает его неадекватным для экспериментов в научном сообществе. Существуют разработанные модули с поддержкой OpenFlow, однако реализации этих модулей доступны только для

платформ GNU / Linux, между коммутатором и контроллером в них доступно только одно соединение, что не соответствует большинству реальных сетей.

Сетевой симулятор и эмулятор EstiNet 9.0 – это коммерческая система для исследования программно-конфигурируемых сетей. EstiNet 9.0 поддерживает и режим симуляции, и режим эмуляции. При симуляции такие как контроллеры NOX, POX, Floodlight, OpenDaylight и Ryu, могут быть напрямую запущены на узле контроллера в симулируемой сети для управления этими симулированными коммутаторами OpenFlow. Однако, являясь проприетарным программным обеспечением, EstiNet позволяет использовать только серверы авторской компании. При этом EstiNet позволяет получать достаточно точные результаты, а также имеет понятный графический интерфейс пользователя, предоставляющий широкие возможности графической интерпретации статистик моделирования, в том числе и с использованием анимации.

Mininet - это сетевой эмулятор, который создает сеть виртуальных хостов, коммутаторов, контроллеров и каналов связи. На хостах Mininet используется стандартное сетевое программное обеспечение Linux, а его коммутаторы поддерживают OpenFlow для гибкой настраиваемой маршрутизации и программно-определяемой сети. В версии Mininet 2.2.2 представлены только четыре модели: хосты, коммутатор ПКС, устаревший коммутатор и устаревшая модель маршрутизатора. Реализована только одна линия связи, детально можно настроить только параметры полосы пропускания, задержки и вероятности потерь. Недостатком можно назвать отсутствие поддержки операционных систем Windows. Несмотря на простоту и доступность, Mininet не подходит для работы с масштабными сетями, так как запуск этого эмулятора возможен только на одной машине, что может вызвать нехватку аппаратных ресурсов. Кроме того, отсутствует собственный генератор трафика и функции анализа производительности.

OFNet - это эмулятор ПКС, который предлагает функциональность, аналогичную сетевому эмулятору Mininet, и добавляет некоторые полезные инструменты для генерации трафика и мониторинга сообщений OpenFlow и оценки производительности контроллера ПКС. OFNet – это проект с открытым исходным кодом, который распространяется в виде образа виртуальной машины. Исходный код OFNet доступен в файловой системе виртуальной машины OFNet. OFNet предоставляет такие функции, как визуальная отладка транзакций уровня управления, генерация трафика в эмулируемой сети, и помогает характеризовать производительность контроллера ПКС. К недостаткам эмулятора можно отнести привязку к топологии и довольно медленную работу.

Коммерческий эмулятор NetSim имеет реализацию модуля ПКС с контроллерами, которые можно использовать для управления пересылкой пакетов на всех устройствах сетевого уровня. Модуль ПКС в настоящее время доступен для таких сетей, как Internetworks, WSN / IoT, MANET, VANET и LTE. Этот модуль позволяет настроить любое устройство уровня 3 в качестве контроллера ПКС. NetSim обладает широкими возможностями отображения информации о потоках трафика, параметрах пакетов, а также трассировки событий. Для раз-

вертывания, моделирования и анализа различных сетевых сценариев NetSim предоставляет возможность использования как командной строки, так и графического интерфейса.

Коммерческая система моделирования OPNET Modeler (Riverbed Modeler, далее OPNET) реализует сетевые модели различных производителей, отражающие спецификации реального оборудования. OPNET также предоставляет возможность детальной настройки параметров трафика. Несмотря на все достоинства OPNET, он имеет ряд недостатков: отсутствуют логические порты между коммутатором и контроллером, отсутствует гибридная коммутация, не предусмотрены повторная сборка фрагментации IP и несколько контроллеров. Кроме того, OPNET является коммерческой системой.

Система моделирования OMNeT++ – это открытый, расширяемый, модульный инструмент для имитации дискретных событий на основе компонентов, предоставляющий возможности для моделирования проводных и беспроводных сетей. Этот симулятор способен моделировать любую систему, состоящую из устройств, взаимодействующих друг с другом. OMNeT++ имеет обширную поддержку графического интерфейса, и благодаря своей модульной архитектуре ядро моделирования и модели могут быть легко встроены в приложения. Фреймворк INET, позволяющий проводить моделирование сетей, поддерживает многие известные протоколы. В OMNeT++ возможно использование дампов реального трафика для моделирования и сбор трафика модели для анализа традиционными средствами, например, Wireshark. Для работы с программно-конфигурируемыми сетями OMNeT++ предоставляет модуль расширения OpenFlow 1.5.1.

Проблема подготовки специалистов в области сетевых технологий в первую очередь упирается в отсутствие надлежащей практики и связи теории и конкретных практических решений. Использование сред моделирования с открытым исходным кодом позволяет быстро начать погружение в практику создания моделей, одновременно укрепляя теорию. Каждый элемент модели таких систем, как NS-3, OMNeT++, позволяет углубляться в структуры данных и протоколов до уровня заголовков, изучить реализацию стека протоколов и создавать новые решения, например, для маршрутизации или коммутации. Кроме того, эти среды позволяют делать стык с реальной сетью и посылать данные реальных приложений в модель и получать из нее ответы. Для имитации систем массового обслуживания есть абстракции пакетов данных (заявок), очередей с различными политиками обслуживания и настраиваемыми параметрами, системы генерации и задержки пакетов. При этом данные среды позволяют записывать все произошедшие события и просматривать ретроспективу работы протоколов, что очень важно при работе над ошибками при обучении специалистов.

Использование вышеуказанных систем моделирования тормозится отсутствием справочного материала на русском языке, что является серьезной проблемой как для младших курсов, так и для специалистов старшего поколения. Создание перевода справочных материалов и примеров, создание методических

указаний для различного уровня подготовки специалистов и преподавателей является приоритетным для повышения качества обучения по сетевым дисциплинам. Использование таких инструментов позволит специалистам быть конкурентоспособнее на рынке и использовать в дальнейшей практической и научной работе проверенные открытые инструменты, поддерживаемые сообществами специалистов по всему миру.

Список литературы

1. Коляденко, Ю.Ю. Программно-конфигурируемые сети на базе протокола OpenFlow и их характеристики / Ю. Ю. Коляденко, Е. Э. Белоусова // ScienceRise. – 2016. – Т. 3. – №. 2 (20).
2. L. Huang, X. Zhi, Q. Gao, S. Kausar and S. Zheng, Design and implementation of multicast routing system over SDN and sFlow // 2016 8th IEEE International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN), Beijing, 2016, pp. 524-529.
3. Ганьжа, Д. FLUKE NETWORKS готовит предложения для российского рынка // Журнал сетевых решений LAN. 2017. № 10. С. 2-9.
4. Herrnleben, S. Model-Based Performance Predictions for SDN-Based Networks: A Case Study / S. Herrnleben, P. Rygielski, J. Grohmann, S. Eismann, T. Hobfeld, S. Kounev // International Conference on Measurement, Modelling and Evaluation of Computing Systems. – Springer, Cham, 2020. – С. 82-98.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Чаганова О.Б., Чудинова О.С., канд. экон. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Повышения эффективности работы предприятия можно добиться за счет оптимизации процессов его функционирования. В статье рассмотрены вопросы оптимизации работы многофункционального центра (МФЦ) оказания государственных и муниципальных услуг на основе применения методов прогнозирования временных рядов и аппарата теории системы массового обслуживания (СМО).

Приложение теории СМО к описанию функционирования МФЦ продемонстрировано в статье Сутягиной Н.И. [1]. Для моделирования деятельности МФЦ автор использовала простейшую модель СМО, на основе которой определены оптимальный интервал назначений на прием клиентов и оптимальное число специалистов центра. Однако в работе не исследован закон распределения поступающих заявок, что может сказаться на достоверности полученных результатов.

Многие авторы для моделирования СМО применяют метод имитационного моделирования, поскольку он позволяет строить системы различной сложности. Гаврилова Е.Г., Панченко В.С., Маркова М.П. в работе [2] разработали две имитационные модели МФЦ как системы массового обслуживания: одна из моделей построена на экспериментальных данных, полученных при исследовании работы действующей системы МФЦ, другая – на основе моделируемых параметров обслуживания клиентов МФЦ. Авторами была проведена структурная оптимизация изучаемой СМО, по итогам которой было выявлено, что требуется увеличить число окон для работы с клиентами и четко определить временной регламент обслуживания клиентов.

Чуев А.В., Юдицкий С.А., Магергут В.З. в работе [3] для построения графоаналитической модели МФЦ как системы массового обслуживания выбрали ООО-модель, состоящую из трех уровней: обслуживание, обеспечение, отчетность. Каждый уровень представляет собой индикаторную сеть, состоящую из одного или нескольких двудольных графов. На основе полученной модели строится лента поведения, по которой можно отследить динамику работы МФЦ и качества оказания услуг, а также проводить имитационные эксперименты и искать пути совершенствования работы МФЦ.

В приведенных выше работах не учитывается динамичность процесса подачи заявлений: авторы берут данные за определенный промежуток времени, не делая предположений о том, что число клиентов, обращающихся в МФЦ, мо-

жет существенно варьироваться день ото дня. Чтобы адаптировать модель МФЦ как системы массового обслуживания к текущей ситуации, можно воспользоваться методами прогнозирования временных рядов. Это позволит получить прогноз числа заявлений в МФЦ на каждый день на основании информации о загруженности МФЦ за предшествующий временной период.

Поскольку в МФЦ оказывается три вида услуг (прием документов, выдача результатов, консультирование), а под каждый вид услуги отводится определенное число окон, мы будем прогнозировать число заявлений по каждому виду услуг в отдельности. Получив прогноз о числе заявлений на конкретный день, можно определить оптимальное число операторов МФЦ и распределить окна обслуживания под разные виды услуг на основе расчета характеристик центра как системы массового обслуживания.

Информационная база для проведения исследования получена в результате прохождения конкурса IT-проектов «Цифровой прорыв». Данные о талонах электронной очереди представлены МФЦ Иркутска (отдел по обслуживанию заявителей в г. Иркутске № 1) за период с 06.01.2019 г. по 10.07.2019 г. Согласно информации, указанной на официальном сайте ГАУ «МФЦ Иркутской области», номинальное количество окон обслуживания в офисе равно 30.

Для автоматизации алгоритма был написан код на языке программирования Python с использованием библиотек для анализа данных и машинного обучения `pandas`, `keras` и `sklearn`.

Первая задача, которую предстоит решить, – это прогнозирование числа заявлений по каждому виду услуги на день вперед. Для ее решения можно воспользоваться классическими методами прогнозирования временных рядов, но в последнее время все большую популярность завоевывают модели искусственных нейронных сетей, поскольку они позволяют не выдвигать предположения о характере тренда ряда и наличии сезонности. Среди них для прогнозирования одномерных временных рядов все чаще используют модели рекуррентных нейронных сетей (RNN). В работе Hewamalage Н. и др. [4] приводится подробное описание архитектуры рекуррентных нейронных сетей, сфера их применения, способы выбора гиперпараметров и подходы к регуляризации. В отличие от традиционных нейронных сетей, RNN обладают обратными связями и позволяют связывать предыдущую информацию с текущей. Это позволяет использовать их для прогнозирования последовательностей и временных рядов.

Однако RNN обладают существенным недостатком: при обработке долгосрочных зависимостей рекуррентные нейронные сети показывают более низкое качество прогноза. Поэтому все чаще используется следующая модификация RNN – рекуррентные нейронные сети с долгой краткосрочной памятью (RNN LSTM). За счет наличия ячеек особого типа RNN LSTM позволяют эффективно обрабатывать долгосрочные зависимости. Кроме того, в работе Sherstinsky А. [5] отмечается, что RNN LSTM были разработаны и, в том числе, для решения проблемы «исчезающего градиента»: в глубоких сетях при вычислении градиента методом обратного распространения происходит его умень-

шение по мере прохождения от выходного слоя сети к входному, что приводит к невозможности обновления параметров сети.

Для прогнозирования числа заявок по каждому виду услуги мы использовали рекуррентную нейронную сеть с двумя LSTM-слоями. Первый слой содержит 100 нейронов, второй – 75 нейронов. На каждом слое используется функция активации $\text{ReLU}(x) = \max(0, x)$. Между ними, в целях предотвращения переобучения, располагается слой Dropout, который исключает из сети 10% нейронов. В качестве алгоритма оптимизации параметров нейронной сети выбран алгоритм Adaptive Moment Estimation (Adam). Функция потерь сети представляет собой среднеквадратическую ошибку $MSE = \frac{1}{n} \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2$.

Исходный временной ряд числа заявлений по определенному виду услуг был преобразован к набору последовательностей одной длины. В ходе вычислительных экспериментов было установлено, что наилучшее качество прогноза достигается при длине одной последовательности, равной трем. Таким образом, прогнозирование числа заявлений опирается на данные о предыдущих трех днях работы МФЦ.

Для оценки качества построенной модели исходная совокупность последовательностей числа заявлений была разбита на тренировочную выборку (80%) и тестовую выборку (20%), после чего на тестовой выборке были рассчитаны основные метрики прогноза, значения которых приведены в таблице 1. Значения округлены до целых.

Таблица 1 – Метрики качества прогноза

Временной ряд	Метрики				
	Max Error	Mean Absolute Error	Mean Negative Error	Mean Positive Error	Root Mean Square Error
1) Выдача результатов	123	37	-30	48	47
2) Прием документов	102	42	-49	34	51
3) Консультирование	29	13	-13	12	16

Поскольку для МФЦ важно качество обслуживания клиентов, ситуация, когда для обслуживания заявителей не хватает окон, недопустима. Поэтому, чтобы предотвратить такую ситуацию, к спрогнозированному числу заявлений будем добавлять значение средней абсолютной ошибки.

Построенная модель позволила нам получить прогнозные значения числа заявлений на выдачу результатов (n_{del}), прием документов (n_{ser}) и консультирование (n_{con}).

Проверка гипотез об экспоненциальном законе распределения времени между поступлением последовательных заявлений и времени обслуживания по одному талону с помощью критерия Хи-квадрат показала, что гипотезы не отвергаются. Следовательно, исследуемая СМО является марковской.

Время ожидания одного посетителя в очереди ограничено некоторым случайным сроком $T_{оч}$ со средним значением $\overline{t_{оч}}$. Описание СМО с ограниченной по времени ожидания очередью приведено в [6].

На каждую заявку, ожидающую в очереди, действует некий «поток уходов» с интенсивностью $\nu = \frac{1}{\overline{t_{оч}}}$. Система электронной очереди не предусматривает учет талонов, по которым обслуживание не было произведено вследствие ухода посетителя, поэтому будем предполагать, что этот поток, как и поток входных заявок, пуассоновский.

Таким образом, мы можем определить интенсивности поступления заявок λ и интенсивности обслуживания μ . Интенсивность обслуживания найдем, как $\mu = \frac{1}{\overline{t_{обсл}}}$, где $\overline{t_{обсл}}$ – среднее время обслуживания заявки (минут), рассчитанное по имеющимся данным талонов электронной очереди.

Интенсивность поступления заявок рассчитаем, как $\lambda = \frac{n}{t_{раб}}$, где n – прогнозное значение числа заявлений, $t_{раб}$ – длительность рабочего дня в МФЦ (минут). Значения λ и μ рассчитываются отдельно по каждому виду услуг.

Определив значения интенсивностей, мы можем перейти к непосредственному моделированию работы МФЦ как системы массового обслуживания. При этом перед нами стоит задача определения оптимального распределения числа окон обслуживания под прием документов, выдачу результатов и консультирование. Критерием оптимальности выберем среднее время пребывания посетителя в МФЦ, которое складывается из времени пребывания в очереди и времени обслуживания. Кроме того, наложим ограничения на относительную пропускную способность центра (доля обслуженных заявителей от общего числа прибывших заявителей). Формализуем поставленные требования в виде системы следующего вида:

$$\begin{cases} T = T_{ser} + T_{del} + T_{con} \rightarrow \min \\ n_{ser} + n_{del} + n_{con} = n \\ q_{ser} \geq q_{ser}^* \\ q_{del} \geq q_{del}^* \\ q_{con} \geq q_{con}^* \\ n_{ser}, n_{del}, n_{con} > 0 \end{cases} \quad (1)$$

где T_i – общее время, проводимое заявителем в МФЦ;

n_i – число окон обслуживания, выделяемых под определенный вид услуг;

n – общее число окон обслуживания;

q_i – относительная пропускная способность окон обслуживания по каждому виду услуг;

q_i^* – нижняя граница относительной пропускной способности окон обслуживания по каждому виду услуг;

$i \in [ser, del, con]$, ser – прием документов, del – выдача результатов, con – консультация.

Поскольку общее число окон обслуживания фиксировано и известно, решить поставленную задачу можно при помощи перебора различных комбинаций n_{del} , n_{ser} , n_{con} , удовлетворяющих требованию $n_{ser} + n_{del} + n_{con} = n$.

Воспользуемся разработанной моделью, чтобы определить оптимальное распределение окон по конкретному виду услуг и рассчитать основные характеристики работы выбранного офиса МФЦ.

Общее число окон обслуживания в офисе равно 30 ($n = 30$). Несмотря на то, что в формальной постановке задачи ограничение на длину очереди не накладывается, очередь будем считать ограниченной 30 посетителями ($m = 30$), что позволит найти распределение вероятностей состояния системы и основные характеристики в стационарном режиме.

Исходя из исторических данных, $\overline{t_{oc}}$ составляет 45 минут. Таким образом, на каждую заявку, ожидающую в очереди, действует некий «поток уходов» с интенсивностью $\nu = \frac{1}{\overline{t_{oc}}} = 0,022(\text{мин}^{-1})$.

Система для определения оптимального распределения окон обслуживания имеет вид:

$$\begin{cases} T = T_{ser} + T_{del} + T_{con} \rightarrow \min \\ n_{ser} + n_{del} + n_{con} = 30 \\ q_{ser} \geq 0,95 \\ q_{del} \geq 0,93 \\ q_{con} \geq 0,92 \\ n_{ser}, n_{del}, n_{con} > 0 \end{cases} \quad (2)$$

Решив эту систему и воспользовавшись известными формулами для расчета характеристик марковской системы массового обслуживания с ограниченным временем ожидания, мы рассчитали характеристики системы (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристики работы МФЦ как системы массового обслуживания

Характеристика	Тип услуги		
	Выдача результатов	Прием документов	Консультирование
Спрогнозированное число заявлений (шт.)	324	430	76
Средняя абсолютная ошибка (шт.)	37	42	13
Спрогнозированное число заявлений с поправкой на ошибку (шт.)	361	472	89
Интенсивность поступления заявлений λ (мин ⁻¹)	0,547	0,715	0,135
Интенсивность обслуживания одного талона μ (мин ⁻¹)	0,095	0,040	0,111
Интенсивность ухода из очереди ν (мин ⁻¹)	0,022		
Оптимальное число окон	8	20	2
Вероятность того, что клиент не будет обслужен	$9,048 \cdot 10^{-11}$	$8,932 \cdot 10^{-8}$	$2,734 \cdot 10^{-19}$
Среднее число окон, занятых обслуживанием	5,624	17,228	1,136
Коэффициент занятости	0,703	0,861	0,568
Среднее число заявителей, ожидающих в очереди (чел.)	0,470	1,236	0,380
Абсолютная пропускная способность (чел. / час)	32,199	41,234	7,594
Относительная пропускная способность	0,981	0,962	0,937
Среднее время ожидания заявителя в очереди (мин.)	0,858	1,729	2,813
Среднее время обслуживания заявителя (мин.)	10,280	24,104	8,417
Среднее общее время пребывания заявителя в офисе МФЦ (мин.)	11,138	25,834	11,230

Реализация алгоритма определения оптимального распределения окон обслуживания позволила получить количественные оценки характеристик офиса МФЦ. Так, например:

— оптимальным является следующее распределение: 8 окон обслуживания – для выдачи результатов, 20 окон обслуживания – для приема документов, 2 окна обслуживания – для консультирования

— относительная пропускная способность окон близка к единице: лишь около 1,9%, 3,8% и 6,3% процентов заявителей, обратившихся за выдачей результатов, приемом документов и консультированием соответственно, остаются не обслуженными;

— в среднем больше всего времени проводят в МФЦ заявители, обратившиеся за приемом документов (около 26 минут), в то время как получение результатов или консультирование в среднем занимает около 11 минут.

Таким образом, нами был разработан алгоритм определения оптимального распределения окон обслуживания под три вида услуг, оказываемых в МФЦ: прием документов, выдачу результатов и консультирование. Предварительное прогнозирование числа заявлений по каждому виду услуг на основе данных за предыдущие три дня позволило повысить гибкость работы многофункционального центра, поскольку прогнозирование числа заявлений осуществляется на основе более актуальных данных, а не на основе данных за весь период работы МФЦ. Например, при изменении соотношения числа заявлений по каждому виду услуг разработанный алгоритм позволит сразу же перераспределить окна в соответствии с изменившимися условиями работы.

Список литературы

1. Сутягина, Н.И. Моделирование деятельности многофункционального центра как системы массового обслуживания. / Н.И. Сутягина // Карельский научный журнал. – 2015. – №1(10) – С. 199-202.

2. Гаврилова, Е.Г., Панченко, В.С., Маркова, М.П. Изучение принципов построения имитационной модели системы массового обслуживания на примере работы многофункционального центра. / Е.Г. Гаврилова, В.С. Панченко, М.П. Маркова. // Информационные технологии и автоматизация управления: Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, работников образования и промышленности. Отв. ред. В. Н. Задорожный. – 2018. – С. 20-28.

3. Чуев, А.В., Юдицкий, С.А., Магергут, В.З. Расширение концепции ооо-модели для систем массового обслуживания на примере многофункционального центра предоставления государственных и муниципальных услуг. / А.В. Чуев, С.А. Юдицкий, В.З. Магергут. // Научные ведомости. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. – 2015. – №1 (198). Выпуск 33/1. – С.85-93.

4. Hewamalage, H., Bergmeir, Ch., Bandara, K. Recurrent Neural Networks for Time Series Forecasting: Current status and future directions. / H. Hewamalage, Ch. Bergmeir, K. Bandara. // International Journal of Forecasting. – Vol.37. – Is. 1. – 2021. – pp. 388-427.

5. Sherstinsky, A. Fundamentals of Recurrent Neural Network (RNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) network. / A. Sherstinsky. // Physica D: Nonlinear Phenomena. – Vol. 404. – 2020.

6. Осипов, Г.С. Системы массового обслуживания с ограниченной длительностью ожидания. / Г.С. Осипов. // Бюллетень науки и практики. – №12. – 2016. – С.28-36.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТАТИСТИКЕ»

**Юсупова О.В., Кобылкин Д.С., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В настоящее время в условиях предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции с переводом обучающихся Оренбургского государственного университета на обучение с применением преимущественно дистанционных образовательных технологий представляется весьма актуальной организация лекционного процесса с использованием аудиовизуальных, коммуникационных технологий, таких как электронные курсы лекций.

Электронный курс лекций – это учебное издание, представляющее собой комплекс лекций, освещающий содержание учебной дисциплины и, как правило, включающее в себя план лекции, теоретический материал, банк контрольно-измерительных материалов. Электронный курс лекций создается по гипертекстовой технологии, с использованием мультимедийных компонентов и/или с помощью визуальных графических представлений (слайдов), объединенных единой программной средой и системой навигации [1].

Основным преимуществом электронных презентаций является компактность, большие выразительные возможности, которые не могут быть использованы в формате традиционной лекции, например, видеоролики, ссылки на опыты в сети Интернет и т.п. В тоже время преподаватель всегда может предоставить электронный материал студентам для его самостоятельного изучения. Мы считаем, что электронные лекции необходимы для организации самостоятельной работы обучающихся при очном и, особенно, дистанционном обучении, так как они облегчают понимание изучаемого материала за счет иных, нежели в печатной учебной литературе, способов подачи материала. Благодаря такой организации, студенты в любой момент времени могут повторить и проработать учебный теоретический материал, вернуться к любым вопросам, которые возникли во время самостоятельной работы. Электронная лекция также может быть полезна и на практических занятиях, так как она:

- позволяет использовать компьютерную поддержку для решения большего количества задач, освобождает время для анализа полученных решений и их графической интерпретации;
- позволяет преподавателю проводить занятие в форме самостоятельной работы за компьютерами, оставляя за собой роль руководителя и консультанта;
- позволяет преподавателю с помощью компьютера быстро и эффективно контролировать знания учащихся, задавать содержание и уровень сложности контрольного мероприятия [2].

В настоящее время преподаватели кафедры информатики активно разрабатывают и внедряют в учебный процесс электронные курсы лекций для проведения лекционных занятий по дисциплинам информационно-компьютерного блока на технических, гуманитарных, юридических, экономических направлениях подготовки Оренбургского государственного университета.

Рассмотрим электронный курс лекций «Информационные технологии в статистике» созданный нами для проведения лекционных занятий и впервые апробированный в 2017-2018 учебном году для студентов, обучающихся по программам высшего образования направлений подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология и 27.03.02 Управление качеством очной и заочной форм обучения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Титульный слайд электронного курса лекций «Информационные технологии в статистике»

В предложенном мультимедийном курсе лекций содержится теоретический материал, необходимый для обеспечения семестрового курса дисциплины «Информационные технологии в статистике», изучаемой студентами транспортного факультета Оренбургского государственного университета в соответствии с учебным планом. Электронный ресурс содержит 9 презентаций, разработанных по гипертекстовой технологии, с использованием визуальных графических представлений (слайдов) с помощью программы для создания и проведения презентаций Microsoft Office PowerPoint. Выбор программы MS PowerPoint продиктован её простым и дружелюбным интерфейсом, а также широкими возможностями создания презентаций профессионального уровня с качественной графикой, анимацией, текстами, диаграммами и таблицами.

Нами были подготовлены следующие разделы электронного курса лекций, содержащие наглядные примеры и предназначенные для получения прак-

тических навыков применения современных информационных технологий в области сбора статистической информации, её аналитической обработки, передаче и хранении (рисунок 2):

- Лекция №1. Предмет и задачи курса «Информационные технологии в статистике» – 57 слайдов;
- Лекция №2. Информационные технологии автоматизированного решения статистических задач – 65 слайдов;
- Лекция №3. Источники статистической информации – 67 слайдов;
- Лекция №4. Сводка и группировка материалов статистического наблюдения – 67 слайдов;
- Лекция №5. Абсолютные и относительные статистические величины – 64 слайда;
- Лекция №6. Средние величины. Показатели вариации – 91 слайд;
- Лекция №7. Выборочное наблюдение – 56 слайдов;
- Лекция №8. Статистическое изучение взаимосвязи социально-экономических явлений – 67 слайдов;
- Лекция №9. Ряды динамики – 70 слайдов.



Рисунок 2 – Содержание курса лекций «Информационные технологии в статистике»

Темы изложены логично и последовательно в соответствии с рабочей программой дисциплины «Информационные технологии в статистике».

В электронном курсе лекций «Информационные технологии в статистике» хорошо структурирован учебный материал, слайды выполнены лаконично, чётко, с учётом содержательных и дизайн-эргономических требований, предъявляемых к подобным электронным средствам учебного назначения, что на наш взгляд способствует успешному усвоению студентом представленной информации.

Методическим достоинством электронного курса лекций является подробность и простота изложения теоретического материала, наличие примеров решения и оформления задач (рисунок 3), списка рекомендуемой литературы, контрольных вопросов и тестовых заданий (рисунок 4), что может оказать существенную помощь студентам при подготовке студентов к практическим занятиям, а также к рубежному и итоговому контролю знаний по дисциплине «Информационные технологии в статистике».

Корреляционный анализ

Далее находим разность рангов $(Ry - Rx_2)^2$, по этому столбцу определяем сумму и значение коэффициента корреляции знаков Спирмена

№	Прибыль, млн. р.	Персонал, чел.	Стоимость основных фондов, млн. р.	Ry	Rx_2	$(Ry - Rx_2)^2$
1	12,3	280	1,25	5	9	16
2	9,9	210	1,35	9	8	1
3					1	36
4					сумма	114
5					$\rho =$	0,896

$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n (R_i^x - R_i^y)^2}{n(n^2 - 1)}$

Высокая прямая взаимосвязь между исследуемыми признаками

Рисунок 3 – Слайд электронного курса лекций «Информационный технологии в статистике» с примером решения и оформления задач

Тест

7. Анализ тесноты и направления связей двух величин осуществляется на основе:

- а) линейного коэффициента корреляции;
- б) множественного коэффициента корреляции;
- в) частного коэффициента корреляции.

Все верно!

Рисунок 4 – Слайд электронного курса лекций «Информационные технологии в статистике» с примером тестового задания

Электронный курс лекций «Информационные технологии в статистике» стал одним из победителей в международном конкурсе «Электронные образовательные ресурсы» на Международном образовательном портале Образование (рисунок 5). Данный факт, несомненно, подтверждает высокий уровень зарегистрированного электронного ресурса учебного назначения.



Рисунок 5 – Диплом международного конкурса «Электронные образовательные ресурсы» за электронный курс лекций «Информационные технологии в статистике»

Как показала практика, внедрение электронного курса лекций «Информационные технологии в статистике» в учебный процесс в качестве методической поддержки процесса преподавания дисциплины «Информационные технологии в статистике» способствует ускорению темпов усвоения изучаемого материала, и повышению уровня полученных знаний и, как следствие, успеваемости.

Список литературы

- 1 Национальная философская энциклопедия [Электронный ресурс] – URL: <https://terme.ru/termin/elektronnyi-kurs-lekcii.html> – (дата обращения: 26.12.2020).
- 2 Аверкиева, Л.Г. Использование компьютерных технологий (электронный учебник, WEB СТ) для организации самостоятельной работы студентов при обучении профессиональному иностранному языку в техническом вузе

/ Л.Г. Аверкиева, Ю.А. Чайка // Филологические науки. Вопросы теории и практики, 2011. - № 1 (8). - С. 10-15

3 Юсупова, О. В. Информационные технологии в статистике [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / О. В. Юсупова, Д. С. Кобылкин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018.