

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»  
(КемГУ)

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНФОРМАТИКЕ И  
ЦИФРОВИЗАЦИИ**

Материалы симпозиума в рамках  
XIX (LI) Международной научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Образование, наука, инновации: вклад молодых  
исследователей»

Выпуск 25

Об издании – 1, 2, 3

Кемерово, 25 апреля 2024

ББК В183.5я431+3318 я431+ 3973.2я431  
УДК 50+51+004  
Ф 94

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Кемеровского государственного университета

Редакционная коллегия:

Просеков А.Ю. – ректор, председатель;

Жидкова Е.А. – проректор по научно-инновационной работе;

Боровикова А.П. – начальник научно-инновационного управления.

Ф 94 Фундаментальные и прикладные исследования в информатике и цифровизации: материалы симпозиума XVIII (L) Международной научно-практической конференции «Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей» [Электронный ресурс] / Ред. А.В. Медведев, С.Ю. Завозкин, Т.С. Рейн, Е.С. Чернова; Кемеровский государственный университет. – Электрон. дан. (объем 11,56 Мб). – Кемерово: КемГУ, 2023. – Вып. 24. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. требования: Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей), 1,2 ГГц; 512 Мб оперативной памяти; видеокарта SVGA, 1280x1024 High Color (32 bit); 10 Мб свободного дискового пространства; операц. система Windows XP и выше; Adobe Reader. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-8353-3142-0

В сборнике представлены труды студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ, посвященные актуальным вопросам математического моделирования, информационных технологий и их приложений в технических и социально-экономических системах. Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законодательства об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов. Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов, студентов вузов, а также учащихся средних учебных заведений.

Ключевые слова: математическое моделирование, информационные технологии, информационные системы, социально-экономические системы, технические системы, информационная безопасность.

ISBN 978-5-8353-3142-0

УДК 50+51+004 Ф 94

ББК В183.5я431+3318 я431+ 3973.2я431

© Авторы научных статей, 2024

© Кемеровский государственный университет», 2024

## **Текстовое электронное издание**

### **Минимальные системные требования:**

**Компьютер:** Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей), 1,2 ГГц; ОЗУ 512 Мб; 5 Мб свободного дискового пространства; видеокарта SVGA, 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM

**Операционная система:** Windows XP и выше

**Программное обеспечение:** Adobe Reader

© Авторы опубликованных статей, 2024

© Кемеровский государственный университет, 2024

## Оглавление

<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>8</b>
<b>РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....</b>	<b>8</b>
<b>БУРДИН А.С., ИГНАТЬЕВ М.В.....</b>	<b>8</b>
<b>ГРАДИЕНТНЫЕ АЛГОРИТМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАТРИЦЫ ВТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ В КВАЗИНЬЮТОНОВСКИХ МЕТОДАХ ...</b>	<b>11</b>
<b>ВАСИЛЬЧЕНКО Д.А., ПОМЯЛОВА М.А. ....</b>	<b>11</b>
<b>ПРЕДСТАВЛЕНИЕ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗВЕНА ВТОРОГО ПОРЯДКА.....</b>	<b>15</b>
<b>ВОПИЛОВСКАЯ А.О., ГОРДЕЕВА М.М. ....</b>	<b>15</b>
<b>ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ФОНДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРА ВОЗНАГРАЖДЕНИЯ ЕГО МЕНЕДЖЕРАМ .....</b>	<b>18</b>
<b>ГРИБОВСКАЯ Н.В., ХАРТМАН А.А. ....</b>	<b>18</b>
<b>ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В БИЗНЕС-АНАЛИЗЕ ИНВЕСТИЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЕКТОВ .....</b>	<b>21</b>
<b>КОВАЛЕНКО Е.А.....</b>	<b>21</b>
<b>РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОРЕАКТОРА ПРИ АНАЭРОБНОМ БРОЖЕНИИ .....</b>	<b>24</b>
<b>ШАКЕРХАН К.О., МЕШЕЧКИН В.В., ТЛЕУБАЕВА А.Б. ....</b>	<b>24</b>
<b>ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПЕРЕВОДА ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ В МЕТРИЧЕСКУЮ ШКАЛУ .....</b>	<b>28</b>
<b>МАРЧЕНКО С.А., КОЛЕСНИКОВА А.С. ....</b>	<b>28</b>
<b>ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ДОБЫЧИ РОССИЙСКИХ УГОЛЬНЫХ КОМПАНИЙ С ГЕОВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>31</b>
<b>ПЕРЕПЕЛИЦИН Д.С. ....</b>	<b>31</b>
<b>ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ.....</b>	<b>34</b>
<b>СПЕСИВЦЕВ Д.В.....</b>	<b>34</b>
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОГО ПОДХОДА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ТОЧКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА .....</b>	<b>37</b>
<b>ТЮЛЬКИН Д.В. ....</b>	<b>37</b>
<b>ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА .....</b>	<b>41</b>

<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСЕДАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ.....</b>	
<b>БАЛАХОНЦЕВ В.И., СТЕПАНОВ Ю.А.....</b>	<b>41</b>
<b>ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНОВ КУЗБАССА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ .....</b>	
<b>БЕГЛОВА И.Е., ЛАВРОВА В.И., БУРМИН Л.Н., ИЛЬКЕВИЧ В.В.....</b>	<b>44</b>
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ШАХТЕ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ АЛЕКСЕЕВ И.С., ГАЗЕНАУР Е.Г. ....</b>	<b>47</b>
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБМЕНА ОПЫТОМ СПОРТСМЕНОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВИДОВ СПОРТА .....</b>	
<b>ГАЙДАЙ А.М., БУРМИН Л.Н. ....</b>	<b>50</b>
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА И СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МАСТЕР-КЛАССОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ГИС .....</b>	
<b>КРЮЧКОВ А.О., САДОВИКОВ Н.Е., БУРМИН Л.Н. ....</b>	<b>56</b>
<b>МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ НАРУШЕНИЙ В УГЛЕПОРОДНОМ МАССИВЕ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ .....</b>	
<b>ЛОСЬ М.А., КОЛБАСА О.А., БУРМИН Л.Н. ....</b>	<b>58</b>
<b>МЕТОД ОЦЕНКИ УРОВНЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	
<b>МИХАЙЛОВА Е.П., БУРМИН Л.Н., ИЛЬКЕВИЧ В.В. ....</b>	<b>62</b>
<b>МОДУЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ .....</b>	
<b>ПОДБЕРЕЗЕН Г.И, НИКОЛАЕВ М.В., БУРМИН Л.Н.....</b>	<b>66</b>
<b>МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ АКУСТИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ .....</b>	
<b>САБУРОВ К.В., БУРМИН Л.Н. ....</b>	<b>69</b>
<b>РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ОСЕДАНИЙ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ .....</b>	
<b>ТКАЧ А.А., СТЕПАНОВ Ю.А.....</b>	<b>73</b>
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....</b>	
<b>ЮПАТОВ М.А., КОНОНЕНКО Ф., БУРМИН. Л.Н. ....</b>	<b>75</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ УГЛЕРОДНОГО МАССИВА ЧЕРТОВА А.Е., БУРМИН Л.Н. ....</b>	<b>79</b>
<b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>82</b>

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ДЕТСКОГО САДА.....	
БЕЛОМЫТЦЕВ В.Р., ИСКАНДИРОВ М.Р., ЗИМИН А.И.....	82
МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ SQL- ИНЪЕКЦИИ НА WEB-ПОРТАЛ НА КИБЕРПОЛИГОНЕ AMPIRE .....	
БОЛОТОВ А.К. ....	85
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ НАСТРОЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ .....	
БОЛЬШАКОВ С.С., ПИЧУГИН Д.А., СПИРИДОНОВА А.А. ....	88
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ХОДА ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ КЕМГУ .....	
СЕРГЕЕВ В.С., БУДАНЦЕВ А.А.....	91
ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В КАМЕРУНЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ .....	
ВЫЛЕГЖАНИНА А.В., ВАНЖИ Й.Р. ....	94
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ.....	
ВЫЛЕГЖАНИНА А.В., КАСОСА Д.М., ФРИС Е.Г.....	97
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLO ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА КЕМГУ.....	
ЕЛЬЧИЩЕВ В.А., СТУКОЛОВ С.В. ....	99
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КАФЕДРЫ ГЕНЕТИКИ И ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ КЕМЕРОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА .....	
ЗАВОЗКИН С.Ю., КУЗИВ П.В., КОЛЕСНИКОВ А.Л. ....	102
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГОВ ООО ТД “СДС-ТРЕЙД” .....	
ЗАВОЗКИН С.Ю., СУРИН А.Е., КУЧЕРИН А.А., СУЛТАНОВА Е.О.....	106
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ ПУТЕШЕСТВИЙ ПО КУЗБАССУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВЫХ МЕХАНИК .....	
ЗИМИН А.И., ВОРОБЬЕВ М.В., ИВАНОВ П.М., ПАСЮТИН А.С. ....	109
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CANARY TOKENS ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	
ИСХАКОВ Л. Г.....	113
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ ВЛАГИ ИЗ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ В СУШИЛЬНОМ АППАРАТЕ.....	
КУЗНЕЦОВ А. В., СТУКОЛОВ С.В.....	116
ОПТИМИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА КЕМГУ С БАЗОЙ ДАННЫХ ДЕСКРИПТОРОВ ЛИЦ.....	
МЕНЬШИКОВ Д.А., СТУКОЛОВ С.В. ....	119

<b>ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ .....</b>	
<b>ПЕТУХОВ Д.А., ЗАВОЗКИН С.Ю. ....</b>	<b>122</b>
<b>ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРАМИ DOCKER PORTAINER .....</b>	
<b>ТОРГУЛЬКИН В.В., КОЛМОГОРОВ Д.П., КУШНИР Н.А.....</b>	<b>129</b>
<b>СТЕГАНОГРАФИЯ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ.....</b>	
<b>ТУРУКИНА А.П.....</b>	<b>132</b>

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 517.977.58

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Бурдин А.С., Игнатъев М.В.

Кемеровский государственный университет  
[mr.burdi@yandex.ru](mailto:mr.burdi@yandex.ru), [maksignatev18032002@mail.ru](mailto:maksignatev18032002@mail.ru)

*Аннотация.* В данной работе рассматриваются методы решения задачи оптимального управления с дискретным временем и интегральным функционалом качества. Описана программная реализация алгоритма, позволяющего найти решения на основе исключения фазовых переменных и сведения поставленной динамической задачи к статической задаче безусловной минимизации.

*Ключевые слова:* дискретные задачи оптимального управления, метод исключения фазовых переменных, разработка программного обеспечения, теория оптимальных процессов.

Задачи оптимального управления с дискретным временем находят применение в исследованиях социальных, экономических, экологических проблем на уровне государства и регионов: при изучении вопросов устойчивого развития, функционирования образовательных систем и др. [1-3]. Однако решение таких задач сопряжено с вычислительными трудностями и отсутствием специализированных пользовательских приложений, позволяющих в короткие сроки определить оптимальные траектории функционирования систем. Данная статья посвящена вопросу разработки программного обеспечения решения некоторых классов задач теории оптимальных процессов.

Рассмотрим систему (см., напр., [4]), состояния которой изменяются под воздействием управляющих параметров в дискретные моменты времени  $t=1, \dots, T$  и описываются уравнениями:

$$x(t) = f(x(t-1), u(t)), t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

где  $x(t) \in R^n$  – фазовый вектор,  $u(t) \in R^m$  – вектор управления в момент времени  $t$ ,  $t=1, \dots, T$ ,  $f: R^n \times R^m \rightarrow R^n$  – функция, характеризующая динамические возможности системы. Начальное состояние системы (при  $t=0$ ) задано:

$$x(0) = x^0. \quad (2)$$

В каждый момент  $t$  значения управления  $u(t)$  выбираются из заданного множества  $U$ :

$$u(t) \in U \subset R^m, t = 1, 2, \dots, T. \quad (3)$$



В качестве критерия оптимальности рассматривается функционал:

$$J(x^0, u) = \sum_{t=1}^T f_t^0(x(t-1), u(t)) \rightarrow \min. \quad (4)$$

Дискретная задача оптимального управления состоит в том, чтобы для начального состояния  $x^0$ , среди всех допустимых управлений, найти последовательность  $u^*(t)$  и траекторию  $x^*(t)$ ,  $t=1, \dots, T$ , которые доставляют наименьшее значение критерию оптимальности (4), то есть являются оптимальным управлением и оптимальной траекторией задачи (1)-(4).

Описав общую постановку задачи оптимального управления, следует перейти к методам, которые решают эту задачу.

В рамках данной работы рассмотрим линейную систему уравнений динамики и линейный функционал качества. Для сведения задачи (1)-(4) к статическому виду будем использовать метод исключения фазовых переменных [4].

$$x_i(t) = \alpha_{i0} \cdot x_i(t-1) + \alpha_{i1} \cdot u_1(t) + \dots + \alpha_{im} \cdot u_m(t), i = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Распишем систему (5) для момента времени  $t = 1$ .

$$x_i(1) = \alpha_{i0} \cdot x_i(0) + \alpha_{i1} \cdot u_1(1) + \dots + \alpha_{im} \cdot u_m(1), i = 1, \dots, n. \quad (6)$$

Зная значения  $x(1)$ , можно получить зависимость  $x(2)$  только от известного начального состояния и управлений  $u(1)$ ,  $u(2)$ .

$$x_i(2) = \alpha_{i0} \cdot (\alpha_{i0} \cdot x_i(0) + \alpha_{i1} \cdot u_1(1) + \dots + \alpha_{im} \cdot u_m(1)) + \alpha_{i1} \cdot u_1(2) + \dots + \alpha_{im} \cdot u_m(2), i = 1, \dots, n. \quad (7)$$

Можно заметить, что при  $x(0)$  коэффициенты  $\alpha_0$  имеют степень, равную моменту времени  $t$ . Следовательно, получим общую формулу для всех  $x$ , где в правой части содержатся только управления и начальное состояние системы:

$$x_i(t) = \alpha_{i0}^t \cdot x_i(0) + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^t (\alpha_{i0}^{t-i} \cdot u_j(i) \cdot \alpha_{ij}), i = 1, \dots, n. \quad (8)$$

Используя формулу (8), получим следующий вид функционала качества:

$$J(x, u) = \sum_{t=0}^T (c_1 \cdot x_1(t) + c_2 \cdot x_2(t) + \dots + c_n \cdot x_n(t) + d_1 \cdot u_1(t) + \dots + d_m \cdot u_m(t)) \rightarrow$$

$$J(x, u) = \sum_{t=0}^T \left( \sum_{i=1}^n (c_i \cdot x_i(t)) + \sum_{j=1}^m (d_j \cdot u_j(t)) \right) \rightarrow J(x, u) = \sum_{t=0}^T (\sum_{i=1}^n (c_i (\alpha_{i0}^t \cdot x_i(0) + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t (\alpha_{i0}^{t-k} \cdot u_j(k) \cdot \alpha_{ij})) + \sum_{j=1}^m d_j \cdot u_j(t)), \quad (9)$$

где  $c, d$  – коэффициенты линейного функционала качества.

Далее, используя метод множителей Лагранжа, можно свести задачу (3), (9) к задаче безусловной минимизации и использовать для ее решения известные методы (градиентный спуск, сопряженных градиентов, Ньютона и др.).

На настоящий момент времени в программе реализована конкретная дискретная задача оптимального управления следующего вида:

$$x(t) = (a - b) \cdot \sum_{i=1}^T (b^i \cdot u_1(t - i)) + b^T \cdot x_0 \quad (10)$$

$$x(0) = x^0, \tag{11}$$

$$0 \leq u_1(t) \leq x(t-1), t = 1, \dots, T, \tag{12}$$

$$\begin{aligned}
 J(x_0, u) &= \sum_{t=1}^T (c \cdot u_1(t) + d \cdot (x(t-1) - u_1(t))) = \sum_{t=1}^T ((c-d) \cdot u_1(t) + d \cdot x(t-1)) \\
 &= (c-d) \cdot (u_1(1) + u_1(2) + u_1(3) + u_1(4)) + d \cdot (x_0 + b \cdot x_0 + (a-b) \cdot u_1(1) + b^2 \cdot x_0 \\
 &\quad + (a-b) \cdot u_1(2) + b \cdot (a-b) \cdot u_1(1) + (a-b) \cdot u_1(3) + b \cdot (a-b) \cdot u_1(2) + b^2 \cdot (a-b) \cdot u_1(1) + b^3 \cdot x_0 + (a-b) \cdot u_1(4) + b \cdot (a-b) \cdot u_1(3) + \\
 &\quad b^2 \cdot (a-b) \cdot u_1(2) + b^3 \cdot (a-b) \cdot u_1(1) + b^4 \cdot x_0).
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Содержательно задачу можно поставить следующим образом. Планируется деятельность двух предприятий в течение  $T$  лет. Совокупные начальные средства составляют  $x^0$ . Средства  $u$ , вложенные в предприятие 1, приносят к концу года доход  $f_1(u)$  и возвращаются в размере  $\varphi_1(u) < u$ , т.е. величина  $\varphi_1(u)$  составит средства, которые будут в распоряжении планирующего органа в следующем году и также могут быть вложены в одно из предприятий. Аналогично, если средства  $u$  вкладываются в предприятие 2, то они дают доход  $f_2(u)$  и возвращаются в размере  $\varphi_2(u) < u$ . По истечении года все оставшиеся средства заново перераспределяются между предприятиями 1 и 2, новых средств не поступает, и доход в производство не вкладывается. Требуется найти оптимальный способ распределения имеющихся средств между предприятиями [4]. Решение данной задачи было найдено при заданных значениях  $\varphi_1(u) = c \cdot u$ ,  $\varphi_2(u) = d \cdot u$ ,  $f_1(u) = a \cdot u$ ,  $f_2(u) = b \cdot u$ ,  $T = 4$ . Реализация задачи представлена на рисунке 1.

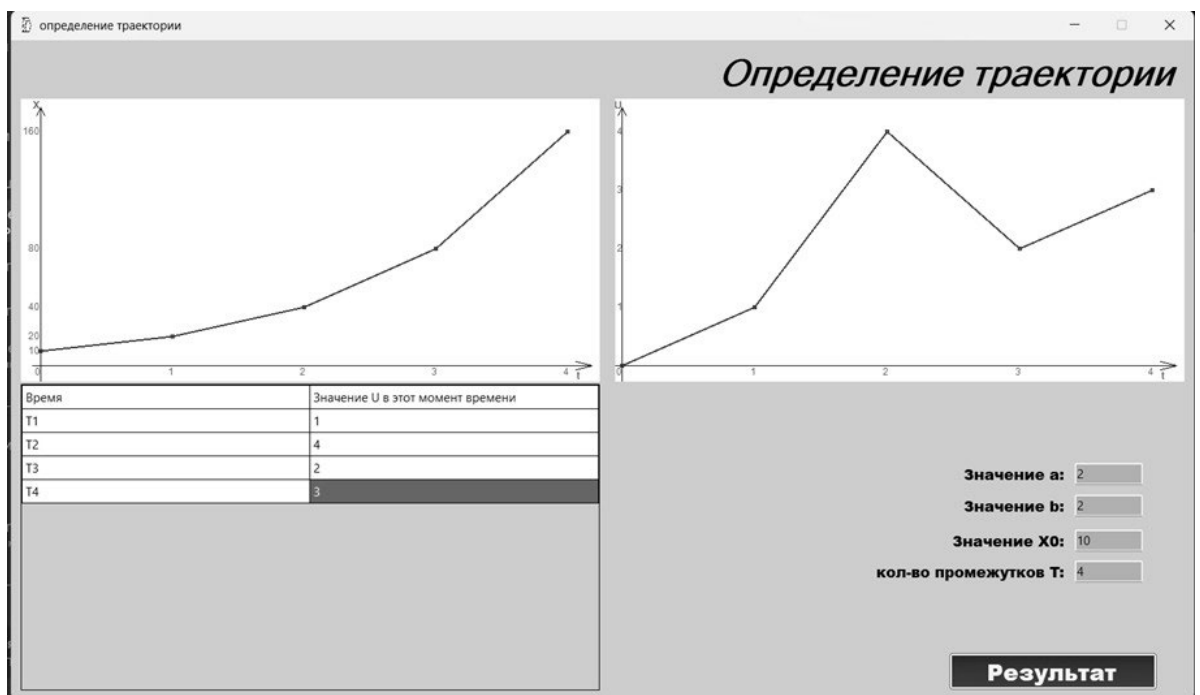


Рисунок 1 – Программная реализация задачи оптимального управления

После ввода значений переменных  $a$ ,  $b$ ,  $x_0$  и  $T$ , приложение выводит на экран таблицу для ввода всех значений  $u(t)$  (средства, вложенные в предприятие), количество которых равно значению  $T$ . После ввода всех  $u(t)$  приложение рассчитывает значения переменных  $x(t)$ , то есть количество средств, которое следует перераспределить в начале  $t$ -го года. Значения переменных  $x(t)$  и всех  $u(t)$  выводятся на экран в виде графиков, где ось абсцисс – количество лет, а ось ординат, соответственно, значения  $x(t)$  и  $u(t)$ .

Таким образом, линейная задача оптимального управления, методом исключения фазовых переменных, сведена в общем виде к статической задаче с ограничениями. Полученный способ решения задач был применен к задаче распределения средств между предприятиями, а также разработана программная реализация решения дискретной задачи управления на примере распределения средств между предприятиями.

### Список литературы

1. Лукацкий, А.М. О применении методов оптимального управления в модели роста экономики / А.М. Лукацкий. – Текст: электронный // Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – 2018. – С.288-299. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38305182> (дата обращения: 01.03.2024).
2. Данилов, Н.Н. Методика применения математической модели оптимального управления в исследовании вопросов устойчивого развития экономического региона / Н.Н. Данилов, Л.П. Иноземцева, Е.С. Чернова. – Текст: электронный // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – №45(372). – С.17-28. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22567813> (дата обращения: 10.03.2024).
3. Чернова Е.С. Математическая модель финансирования системы образования в форме задачи оптимального управления и ее применение / Е.С. Чернова, А.О. Леонтьева. – Текст: электронный // Вестник Российского нового университета. – 2022. – №2. – С.3-12. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49056471> (дата обращения: 12.03.2024).
4. Данилов, Н.Н. Основы математической теории оптимальных процессов: учеб. пособие / Н.Н. Данилов, В.В. Мешечкин. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. – 219 с.

*Научный руководитель – Чернова Е.С., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 519.688

## ГРАДИЕНТНЫЕ АЛГОРИТМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАТРИЦЫ ВТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ В КВАЗИНЬЮТОНОВСКИХ МЕТОДАХ

**Васильченко Д.А., Помялова М.А.**

Кемеровский государственный университет  
*vasilchenko.da@mail.ru, mariya.pomyalova@mail.ru*

***Аннотация.** В квазиньютоновских методах матрица вторых производных восстанавливается на основании градиентов, получаемых в процессе поиска минимума функции. В этой работе формулы преобразования матриц являются следствием применения алгоритмов обучения, применяемым подобно тому, как это делается при обучении математических моделей и, в частности, нейронных сетей.*

***Ключевые слова:** метод, минимизация, матрица вторых производных, градиент, квазиньютоновский метод.*

Квазиньютоновские (КНМ) методы минимизации эффективны при решении задач

минимизации с высокой степенью обусловленности [1-4]. Использование матриц вторых производных в методе Ньютона позволяет успешно решать плохо обусловленные задачи, но появляется необходимость вычисления вторых производных, что не всегда возможно. Другой отрицательный фактор использования метода Ньютона заключается в том, что матрица вторых производных может быть отрицательно определенной. В этом случае нет эффективных мало затратных вычислительных средств борьбы с отрицательной определенностью матриц. В КНМ подобные проблемы не возникают [1-5]. Представляется актуальным использовать подходы машинного обучения для целей построения алгоритмов обучения в квазиньютоновских методах, что, возможно, в будущем позволит создать КНМ для минимизации существенно неквадратичных функций при высоком уровне помех.

В этой работе мы рассматриваем способ вывода формул пересчета матриц в КНМ посредством формирования функционала качества на основе обучающих соотношений для матриц с последующим получением формул пересчета матриц в виде шага градиентного метода минимизации функционала качества. Подобный подход показал высокую эффективность при организации субградиентных методов минимизации. В КНМ в качестве обучающих соотношений для матриц являются известные значения произведения матрицы на вектор. Таким образом, мы можем сформулировать квадратичный функционал качества обучения линейной модели и получить градиентный алгоритм машинного обучения. В работе показано как на основе градиентного алгоритма обучения можно получить известные способы пересчета матриц в КНМ. Актуальность исследования состоит в том, что появляется возможность на основе общих свойств сходимости градиентных алгоритмов обучения изучить истоки эффективности формул преобразования метрики в КНМ.

Итерация КНМ минимизации функции  $f(x)$ ,  $x \in R^n$ , имеет вид [1-5]:

$$x^{k+1} = x^k + \beta_k s^k, \dots s^k = -H^k \nabla f(x^k), \quad (1)$$

$$\beta_k = \arg \min_{\beta \geq 0} f(x^k + \beta s^k), \quad (2)$$

$$\Delta x^k = x^{k+1} - x^k, y^k = \nabla f(x^{k+1}) - \nabla f(x^k), \quad (3)$$

$$H^{k+1} = H(H^k, \Delta x^k, y^k). \quad (4)$$

Здесь  $\nabla f(x)$  - градиент функции, матрицы  $H^k \in R^{n \times n}$  - симметричные. Оператор

$$H(H, \Delta x, y) \in R^{n \times n}, \quad \Delta x, y \in R^n, \quad (5)$$

задает некоторую формулу перерасчета входной матрицы  $H$ . В алгоритме задаются начальная точка  $x_0$  и симметричная строго положительно определенная матрица  $H^0$ . Такие матрицы будем обозначать  $H^0 > 0$ . Рассмотрим соотношения для получения формул пересчета матриц  $H^k$ , либо матриц  $B^k = (H^k)^{-1}$  для приближения  $A$ , на квадратичных функциях:

$$f(x) = \frac{1}{2} \langle x - x^*, A(x - x^*) \rangle + c, \quad A > 0, \quad (6)$$

где  $x^*$  - точка минимума. Здесь и далее выражение  $\langle \cdot, \cdot \rangle$  означает скалярное произведение векторов. Без потери общности будем считать, что  $c=0$ . Градиент квадратичной функции  $\nabla f(x) = A(x - x^*)$ . Для  $\Delta x \in R^n$  разность градиентов  $y = \nabla f(x + \Delta x) - \nabla f(x)$  удовлетворяет соотношению:

$$A \Delta x = y. \quad (7)$$

Равенства (7) используются для получения различных формул пересчета матриц  $H^k$  - приближения для  $A^{-1}$ , либо матриц  $B^k = (H^k)^{-1}$  для приближения  $A$ . Произвольную формулу перерасчета матриц  $H$  или  $B$ , результат которой матрица, удовлетворяющая (7), будем обозначать  $H(H, \Delta x, y)$  или  $B(B, \Delta x, y)$  - соответственно. Обозначим  $A_i, A_i^{-1}$  - строки соответствующих матриц с номером  $i$ . Тогда, согласно (7), получим формулы обучающих соотношений, необходимых для формулировки алгоритмов обучения строк

матрицы

$$A_i \Delta x = y_i. \quad (8)$$

Соотношения (8) позволяют привлечь алгоритмы машинного обучения линейной по параметрам модели для оценивания строк соответствующих матриц. Сформулируем задачу оценивания параметров линейной модели по данным наблюдения.

**Задача 1.** Найти неизвестные параметры  $c^* \in R^n$  линейной модели:  $y = \langle z, c \rangle$ ,  $z, c \in R^n$ ,  $y \in R^1$ , по данным наблюдений:  $y_k \in R^1$ ,  $z^k \in R^n$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$ , где  $y_k = \langle c^*, z^k \rangle$ .

Используем показатель качества обучения:

$$Q(z, c) = \frac{1}{2} (\langle z, c \rangle - y)^2, \quad (11)$$

который является некоторой оценкой функционала качества, необходимого для поиска  $c^*$ .

Градиентный алгоритм обучения на основе (11) имеет вид:

$$c^{k+1} = c^k - h_k \nabla Q(z^k, c^k) = c^k - h_k (\langle z^k, c^k \rangle - y_k) z^k. \quad (12)$$

Частный случай (12) – алгоритм Качмажа имеет вид:

$$c^{k+1} = c^k - \frac{(\langle z^k, c^k \rangle - y_k)}{(z^k, z^k)} z^k. \quad (13)$$

Перечислим некоторые из свойств алгоритма (13).

**Свойство 1.** Алгоритм (13) обеспечивает равенство:  $y_k = \langle z^k, c^{k+1} \rangle$ , причем решение достигается при условии минимума величины изменений параметров  $\|c^{k+1} - c^k\|$ .

**Свойство 2.** Если  $y_k = \langle c^*, z^k \rangle$ , то итерация процесса (13) эквивалентна шагу минимизации квадратичной функции

$$\varphi(c) = \frac{\langle c - c^*, c - c^* \rangle}{2} \quad (15)$$

из точки  $c^k$  вдоль направления  $z^k$ . Обозначим невязку  $r^k = c^k - c^*$ . Вычитая  $c^*$  из обеих частей (13) и произведя преобразования, получим алгоритм обучения в форме невязок:

$$r^{k+1} = W(z^k) r^k, \quad W(z) = \left[ I - \frac{z z^T}{z^T z} \right]. \quad (16)$$

Последовательность шагов минимизации можно представить в форме преобразования невязки:  $r^{k+1} = W_{k-m}^k(z) r^{k-m}$ ,  $W_{k-m}^k(z) = W(z^k) \times W(z^{k-1}) \times \dots \times W(z^{k-m})$ .

На скорость сходимости алгоритма (13) существенно влияет степень ортогональности векторов обучения  $z$ . Следующее свойство отражает известный факт конечного окончания алгоритма минимизации вдоль ортогональных направлений квадратичной формы (15) с равными собственными значениями матрицы вторых производных.

**Свойство 3.** Пусть векторы  $z^k$ ,  $k = l, l+1, \dots, l+n-1$  для последовательности из  $n$  итераций (13) взаимно ортогональные, тогда решение  $c^*$  задачи минимизации функции (15) будет получено не более чем через  $n$  шагов процесса (13) при произвольном начальном  $c_l$  при этом:  $r^{l+n} = W_l^{l+n-1}(z) r^l = 0$ ,  $W_l^{l+n-1}(z) = 0$ . Используя обучающие соотношения (8), мы получим алгоритмы машинного обучения для оценивания строк соответствующих матриц в виде процесса (13). Следовательно, вопрос анализа качества алгоритмов преобразования матриц в КНМ будет заключаться в анализе обучающих соотношений, подобных (8), и степени ортогональности векторов, участвующих в обучении.

Известные формулы пересчета матриц в КНМ были найдены как формулы, которые устраняют рассогласование на новой порции обучающей информации [1-4]. Нашей задачей является дать изложение КНМ с позиций теории машинного обучения, то есть сформулировать показатели качества обучения и построить их алгоритмы минимизации. Получим формулы пересчета матриц в КНМ используя квадратичную модель минимизируемой функции (6) и обучающие соотношения (7). Для одного из обучающих соотношений (7) проведем полное исследование свойств, подобных свойствам 1-4.

Пусть известно текущее приближение  $A$  матрицы. Требуется построить новое приближение  $A^+$  используя обучающие соотношения (7) для строк матрицы (8)

$$A\Delta x = y, A_i\Delta x = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (19)$$

Для оценивания каждой из строк матрицы  $A$  на основе (19) применим алгоритм (13). В результате получим формулу преобразования матриц:

$$B^+ = B_{B1}(B, \Delta x, y) = B + \frac{(y - H\Delta x)\Delta x^T}{\Delta x^T \Delta x}, \quad (20)$$

которая известна как 1-й метод Бройдена для оценивания матриц при решении систем нелинейных уравнений [2,3]. Формула (20) определяет шаг минимизации функционала типа (15) для каждой из строк  $H_i$  матрицы  $H$  вдоль направления  $y$ :

$$\phi(B_i) = \|B_i - A_i\|^2 / 2, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (21)$$

Матричная невязка  $R = B - A$  в результате итерации (20) преобразуется по закону:

$$R^+ = RW(\Delta x). \quad (22)$$

Обозначим  $\langle A, B \rangle = \sum_{i=1}^n A_i^T B_i = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n A_{ij} B_{ij}$  - скалярное произведение для матриц  $A, B \in R^{n \times n}$ . Примем в качестве нормы матриц - норму Фробениуса  $\|H\| = (\sum_{i=1}^n \|H_i\|^2)^{1/2}$ . Определим функционал  $\Phi(H) = \sum_{i=1}^n \|H_i - H_i^*\|^2 / 2 = \|H - H^*\|^2 / 2$ . Переформулируем свойства 1-4 для процесса (20) преобразования матриц.

**Теорема 1.** Итерация (20) эквивалентна шагу минимизации  $\Phi(B)$  из точки  $B$  вдоль направления  $\Delta B = (y - B\Delta x)\Delta x^T / \Delta x^T \Delta x$ , при этом:  $B^+ \Delta x = y, \|B^+ - B\| \leq \|B^{\Delta x} - B\|$ , для произвольных матриц  $B^{\Delta x} \in R^{n \times n}$ , удовлетворяющих условию  $B^{\Delta x} \Delta x = y$ .

**Теорема 2.** Пусть векторы  $\Delta x_k, k = l, l + 1, \dots, l + n - 1$  для последовательности из  $n$  итераций (20) взаимно ортогональные, тогда решение  $A$  задачи минимизации (23) будет получено не более чем через  $n$  шагов процесса (20):  $B^{k+1} = B_{B1}(B^k, \Delta x_k, y_k), k = l, l + 1, \dots, l + n - 1$ , при произвольной матрице  $B^l, R^{l+n} = R^{l+n} [W_l^{l+n-1}(\Delta x)]^T = 0$ . В том случае, когда матрица  $A$  симметричная, нам известно два произведения матрицы  $A$  на вектор:  $A\Delta x = y, \Delta x^T A = y^T$ . Применяя дважды процесс (22), придем к новому процессу преобразования матричной невязки:  $R^+ = W(\Delta x)RW(\Delta x)$ . Расписывая последнее выражение, получим известную формулу пересчета Пауэлла-Бройдена (PSB) [2,3]  $B^+ = B_{PSB}(B, \Delta x, y)$ , где:

$$B_{PSB}(B, \Delta x, y) = B + \frac{(B\Delta x - y, \Delta x)\Delta x\Delta x^T}{(\Delta x, \Delta x)^2} - \frac{\Delta x(B\Delta x - y)^T + (B\Delta x - y)\Delta x^T}{(\Delta x, \Delta x)}.$$

Для оценки матрицы вторых производных предложено использовать градиентные алгоритмы обучения. В результате мы получили известные формулы пересчета, которые были получены ранее в результате поисковых догадок и не опирались на оптимизационный аппарат. Рассмотрен случай оценивания в отсутствии помех с помощью алгоритма Качмажа (13). Обычно в машинном обучении используют алгоритм типа (12), где посредством специальных регуляровок шага оптимизации достигается сходимость алгоритма в условиях помех. Очевидно, что в перспективе возможны варианты КНМ в условиях помех, где потребуется использовать опыт решения задач обучения, накопленный в машинном обучении.

#### Список литературы

1. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. - М.: Мир, 1985. - 509 с.
2. Денис Дж. Шнабель Р. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. - М.: Мир, 1988. - 440 с.
3. Евтушенко Ю.Г. Методы решения экстремальных задач и их применение в системах оптимизации. - М.: Наука, 1982. - 432 с.
4. Полак Э. Численные методы оптимизации. - М: Мир, 1974. - 376 с.
5. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. - М.: Наука, 1983. -384 с.



Научный руководитель – Крутиков В.Н., д.т.н., профессор, Кемеровский государственный университет

УДК 519.713

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗВЕНА ВТОРОГО ПОРЯДКА

Вопиловская А.О., Гордеева М.М.  
Кемеровский государственный университет  
[a.vopilovskaya@mail.ru](mailto:a.vopilovskaya@mail.ru), [mgordeeva606@gmail.com](mailto:mgordeeva606@gmail.com)

*Аннотация.* В работе рассмотрено построение модели апериодического объекта второго порядка в пространстве состояний. Заданы фазовые переменные, построены система уравнений состояния, найдена обратная фундаментальная матрица и собственно фундаментальная матрица. Получено решение системы дифференциальных уравнений состояния. Построены модели переменных состояния во временной области.

*Ключевые слова.* Динамический объект, пространство состояний, математическая модель, фазовые переменные, система дифференциальных уравнений, фундаментальная матрица.

Дискретные модели строятся для объектов, входные и выходные сигналы которых изменяются или измеряются в определенные фиксированные моменты времени. Для динамического объекта, включенного в систему автоматического регулирования необходимо построение дискретной модели – цифрового двойника, на котором можно опробовать управляющие воздействия, вырабатываемые регулятором. Цель проверки – определить как данное управление влияет на достижение объектом задающего воздействия.

Существуют разные методы построения модели объекта, в виде непрерывной передаточной функции (НПФ) или дискретной передаточной функции, непрерывной и дискретной переходной характеристики или импульсной переходной характеристики [1,2,3]. Популярной моделью является амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики [1]. Также ряд авторов предлагает для построения модели объекта обратиться к переменным состояния [2]. Пространство состояний предоставляет исследователю возможность работать не только с линейными системами и нулевыми начальными условиями, что характерно для моделей построенных в частотной области.

Состояние системы – это набор фазовых переменных  $x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)$ . Если известны переменные состояния, а также входные и выходные сигналы динамического объекта, то можно определить будущее поведение объекта.

Состояние системы описывается дифференциальными уравнениями первого порядка относительно каждой из переменных состояния. Уравнения состояния в общем случае имеют вид [2]:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + b_{11}u_1 + \dots + b_{1m}u_m, \\ \dot{x}_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + b_{21}u_1 + \dots + b_{2m}u_m, \\ &\dots \\ \dot{x}_n &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + b_{n1}u_1 + \dots + b_{nm}u_m. \end{aligned} \quad (1)$$

Матричная форма системы дифференциальных уравнений (1) примет вид:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & \dots & b_{nm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ \dots \\ u_m \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Матрица-столбец, состоящая из переменных состояния, называется **вектором состояния**.

Вектор входных сигналов обозначается как **u**. Тогда систему (2) можно описать в матрично-векторной форме **дифференциальным уравнением состояния**

$$\dot{x} = Ax + Bu. \quad (3)$$

Уравнение (3) часто называют просто уравнением состояния.

Матрица **A** является квадратной размерности  $n \times n$ , а матрица **B** имеет размерность  $n \times m$ . Уравнение состояние связывает скорость изменения состояния системы с самим состоянием с входными сигналами. Здесь вектор выходных сигналов **y**, представленный в виде вектора-столбца, связан с переменными состояния и входными сигналами **уравнением выхода**

$$y = Cx + Du, \quad (4)$$

Осуществим моделирование в пространстве состояний объекта, НПФ которого имеет вид ( $K$  – коэффициент передачи,  $T_1$  и  $T_2$  - постоянные времени динамического объекта):

$$G(s) = \frac{K}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)} \quad (5)$$

Это соответствует дифференциальному уравнению:

$$T_1T_2y'' + (T_1 + T_2)y' + y = Ku. \quad (6)$$

Возьмем за переменные состояния фазовые переменные. В этом случае для объекта (6) получим:

$$x_1(t) = y(t), \quad x_2(t) = y'(t) = x_1'(t). \quad (7)$$

Система уравнений состояния (3) примет вид:

$$\begin{aligned} x_1' &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + b_1u \\ x_2' &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + b_2u \end{aligned} \quad (8)$$

Тогда первое уравнение системы (8) примет вид:

$$x_1' = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = 0 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 0 \cdot u.$$



Так как  $x'_2 = y''$ , то из дифференциального уравнения объекта (6) можно получить вторую фазовую переменную. Положим  $M=T_1T_2$ ,  $N=T_1+T_2$ . Тогда второе уравнение системы (8) примет вид:

$$x'_2 = -\frac{1}{M}x_1 - \frac{N}{M}x_2 + \frac{k}{M}u.$$

Здесь  $a_{21}=-1/M$ ,  $a_{22}=-N/M$ ,  $b_2=k/M$ .  
Найдем матрицы  $A$  и  $B$ :

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{1}{M} & -\frac{N}{M} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{k}{M} \end{pmatrix}$$

Уравнение выхода системы (3) имеет составляющие:  $y(t)=x_1(t)$ ,  $C=(1;0)$ ,  $D=0$ .  
Для решения системы необходимо решить матричное уравнение:

$$\mathbf{X}(s) = [s\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} \mathbf{X}(0) + [s\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} \mathbf{B}U(s), \quad (9)$$

где можно ввести обозначение  $[s\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} = \Phi(s)$ , что является преобразованием Лапласа функции  $\Phi(t)=\exp(\mathbf{A}t)$ . Матричная экспоненциальная функция  $\Phi(t)$  описывает свободное движение системы и называется **фундаментальной матрицей** или переходной матрицей состояния.

В случае уравнения (6) обратная фундаментальная матрица примет вид:

$$\Phi^{-1}(s) = \begin{pmatrix} s & 0 \\ 0 & s \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{1}{M} & -\frac{N}{M} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s & -1 \\ \frac{1}{M} & s + \frac{N}{M} \end{pmatrix}.$$

Найдем фундаментальную матрицу:

$$\Phi(s) = \frac{1}{\Delta} \begin{pmatrix} s + \frac{N}{M} & 1 \\ -\frac{1}{M} & s \end{pmatrix},$$

$$\Delta = s^2 + Ns/M + 1/M \quad (10)$$

Далее элементы фундаментальной матрицы преобразуют во временную область. Если система совершает свободное движение, что соответствует  $u(s)=0$ , получим:

$$\begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{pmatrix} = \Phi(t) \begin{pmatrix} x_1(0) \\ x_2(0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varphi_{11}(t) & \varphi_{12}(t) \\ \varphi_{21}(t) & \varphi_{22}(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1(0) \\ x_2(0) \end{pmatrix}.$$

Взяв  $x_1(0)=x_2(0)=1$ , получим выражения переменных состояния для объекта (6):

$$\begin{aligned} x_1(t) &= \varphi_{11}(t) + \varphi_{12}(t) = 0,5e^{-2t} + 0,5e^{-2t/3} \\ x_2(t) &= \varphi_{21}(t) + \varphi_{22}(t) = 1,5e^{-2t} - 0,6e^{-2t/3} \end{aligned}$$

Таким образом, для апериодического звена второго порядка была построена каноническая система уравнений в векторно-матричной форме, найдена обратная фундаментальная матрица, собственно фундаментальная матрица, и найдено решение системы для свободного движения. Сделан вывод, что представление объекта в пространстве состояний предпочтительней выполнять в случае большой размерности вектора управляющих и выходных сигналов. Для случая одномерного объекта данное представление является слишком громоздким по сравнению с представлением объекта в виде передаточной функции.

#### Список литературы

1. Гутова С.Г., Каган Е.С. Моделирование систем автоматического регулирования. – 2020. – 224 с.
2. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – Лаб. Базовых Знаний, 2004. – 831 с.
3. Новосельцева М.А., Гутова С.Г. Анализ мультисинусоидальных сигналов на основе теории непрерывных дробей //Achievements in science-2020. – 2020. – С.45-47.

*Научный руководитель – Гутова С.Г., к.т.н., доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 004.94

### ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ФОНДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРА ВОЗНАГРАЖДЕНИЯ ЕГО МЕНЕДЖЕРАМ

**Грибовская Н.В., Хартман А.А.**

Венский государственный университет  
natalia.gribovsk98@gmail.com; anna.hartman.wien@gmail.com

*Аннотация:* рассмотрен вопрос применения автоматизированного инструментария для анализа эффективности портфеля инвестиционного фонда. Проведены вычислительные эксперименты по оценке влияния на экономическую эффективность портфеля инвестиционного фонда размера вознаграждения его менеджерам.

*Ключевые слова:* инвестиционный фонд, портфель проектов, оптимальные инвестиции, автоматизированный инструментарий, оперативный инвестиционный анализ.

При анализе стратегии развития финансовых институтов «необходимо выделить те направления их работы, операции и инструменты регулирования, которые несут в себе «инвестиционную составляющую» [1, с.64]. В этой связи актуальной является задача моделирования и автоматизированной оценки экономической эффективности таких финансовых инструментов, как инвестиционные фонды (ИФ). Их использование позволяет научно обосновать их построение в виде портфеля инвестиционных активов для физических лиц, предприятий, региональных властей и т.п. В данной работе для оценки экономической эффективности ИФ используется оптимизационный подход, основанный на применении оптимизационной математической модели ИФ [2] и соответствующего программного комплекса [3]. Применение указанной совокупности инструментов позволяет выявлять экономический потенциал портфеля ИФ в виде максимизации

добавленной к инвестициям стоимости, формируемой, как сальдо его стратегических доходов и расходов. В работах [4,5] рассмотрен модельный портфель некоторого инвестиционного фонда, состоящий из 7 проектов, основные характеристики которых приведены в таблице.

Таблица. Характеристики проектов ИФ

Номер проекта	1	2	3	4	5	6	7
Эффективности (рентабельности) проектов, %	50	35	25	20	15	10	5
Емкость рынка (спрос на продукцию), Рмлн/год	0,2	0,3	0,6	1,2	1,2	1,2	2
Ставки дисконтирования	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Моменты начала проектов, № года	1	1	1	1	1	1	1
Моменты окончания проектов, № года	7	7	7	7	7	7	7

Рассматриваемый в таблице портфель имеет следующие особенности. Проекты в нем ранжированы по убыванию рентабельностей и, соответственно, по возрастанию спросов на продукцию проектов. Ставки дисконтирования, периоды включения и исключения для всех проектов портфеля являются одинаковыми. Вычислительный эксперимент в данной работе связан с исследованием зависимостей добавленной стоимости ИФ от максимальной суммы  $I_0$  инвестиций в портфель при варьировании доли  $s$  от прибыли инвестиционного фонда, выделяемой на вознаграждение менеджерам ИФ. Задача определения оптимума показателя  $s$  является актуальной при функционировании инвестиционных фондов. Это связано с тем, что потоки финансового вознаграждения менеджерам и доходность бизнеса представляют собой противоположные критерии эффективности бизнеса. Иначе говоря, увеличение вознаграждения менеджерам, с одной стороны, приводит к заинтересованности менеджмента в результатах деятельности, а с другой, – к уменьшению прибыли организации. Поэтому получение оптимума указанных потоков представляет собой интересную исследовательскую задачу. Проведем вычислительные эксперименты по модели [2], в которых параметр  $s$  принимает следующие значения: 0;0,05;0,1;0,15. Результаты экспериментов представлены на рисунках 1,2.

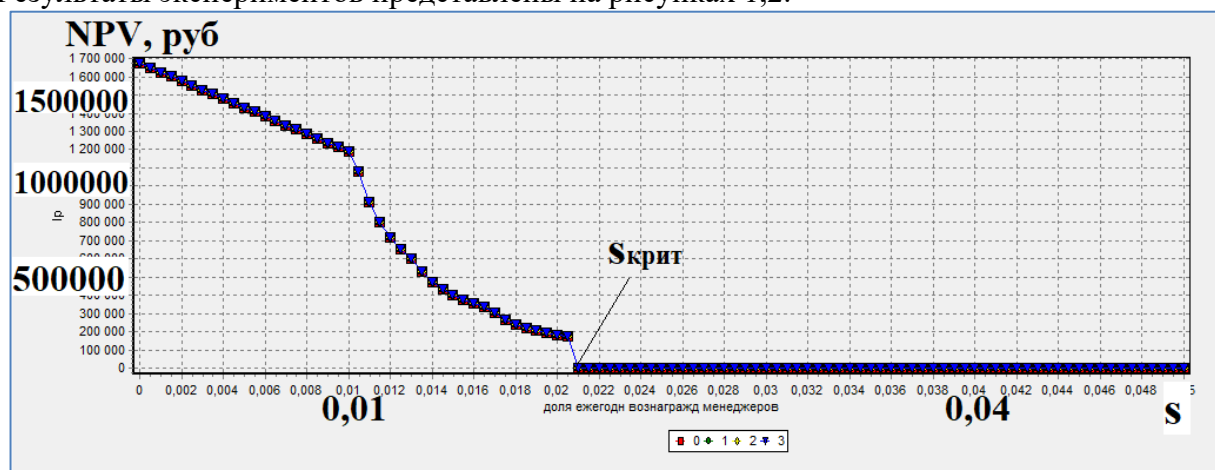


Рисунок 1 – Зависимость  $NPV(s)$

Рисунок 1 иллюстрирует зависимость добавленной стоимости (NPV) портфеля инвестиционного фонда от параметра  $s$ . Брокер (инвестиционный аналитик, финансист организации или другое лицо, принимающее инвестиционные решения) может оперативно и наглядно оценить сразу несколько фактов о рассматриваемом ИФ. Во-первых, определяется его инвестиционный потенциал (максимальные возможности добавленной

стоимости при  $s=0$ )  $NPV \approx 1700000$  рублей. Во-вторых, наглядно видна зависимость  $NPV$  портфеля от доли вознаграждения менеджеров ИФ. Из рисунка видно, что, например, при  $s \approx 2,1\%$  рассматриваемый портфель достигает нулевой добавленной стоимости, что дает заинтересованным лицам ключевую информацию для принятия их инвестиционных решений.

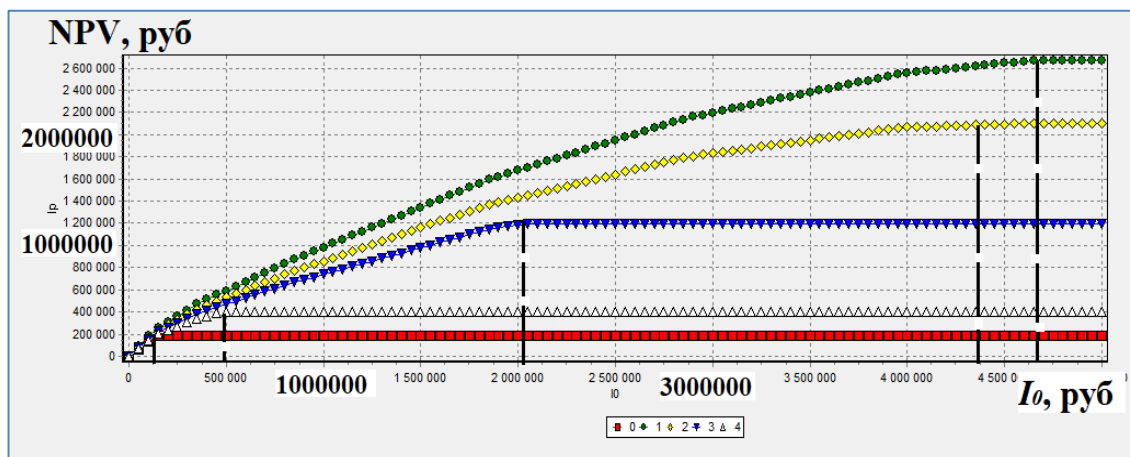


Рисунок 2 – Зависимости  $NPV(I_0)$

На рисунке 2 представлены зависимости добавленной стоимости ( $NPV$ ) портфеля инвестиционного фонда от параметра максимальной суммы  $I_0$  инвестиций в портфель ИФ. Все зависимости имеют особенность достижения верхней границы  $NPV$  (инвестиционного потенциала портфеля). Значение параметра  $I_0$ , при котором происходит это явление, можно назвать инвестиционной емкостью портфеля, или иначе, таким значением инвестиций, при котором дальнейшие вложения (или включение в портфель новых проектов) становятся нецелесообразными. Как видно из рисунка, инвестиционный потенциал и инвестиционная емкость портфеля существенно зависят от показателя  $s$  – доли от прибыли портфеля инвестиционного фонда, выделяемой для вознаграждения его менеджерам. Инвестиционный аналитик наглядно и оперативно может осуществить необходимый анализ и принять решение по управлению данным портфелем активов.

Таким образом, в работе успешно применен автоматизированный аналитический инструментарий, позволяющий оперативно получать объективную информацию о характеристиках портфеля ИФ. Такой инструментарий облегчает конечному пользователю – финансисту, инвестиционному аналитику, инвестору и другим заинтересованным в сохранении своих средств лицам принимать как инвестиционные решения по вложению финансовых средств в различные инвестиционные фонды, так и управленческие решения по взаимодействию владельцев и менеджеров этих фондов.

### Список литературы

1. Федулова, Е.А. Роль инвестиционной деятельности центральных банков в национальной экономике / Е.А. Федулова, С.А. Кононова, А.М. Матросов // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2017. – №1. – С.63-70.
2. Емохонова, Ю.М. Оптимизационная математическая модель портфеля фонда прямых инвестиций / Ю.М. Емохонова, А.В. Медведев, П.Н. Победаш, Е.А. Федулова // Фундаментальные исследования. – 2018. – №2. – С.72-76.
3. Медведев, А.В. Автоматизированная поддержка принятия оптимальных решений в инвестиционно-производственных проектах развития социально-экономических систем.

Монография / А.В. Медведев. – М.: Издательский Дом "Академия Естествознания", 2020. – 200 с.

4. Грибовская, Н.В. Автоматизированная оценка эффективности инвестиционных портфелей по рентабельности и инвестиционной емкости включенных в них проектов // *Фундаментальные и прикладные исследования в информатике и цифровизации: Материалы симпозиума XVIII (L) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, приуроченной к 50-летию КемГУ.* – Вып. 24. – Кемерово: КемГУ, 2023. – С.15-17.
5. Хартман, А.А. Определение оптимальных пропорций инвестиционных вложений при формировании инвестиционного портфеля // *Фундаментальные и прикладные исследования в информатике и цифровизации: Материалы симпозиума XVIII (L) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, приуроченной к 50-летию КемГУ.* – Вып. 24. – Кемерово: КемГУ, 2023. – С.156-159.

*Научный руководитель – Кононова С.А., к.э.н., Кемеровский государственный университет*

**УДК 004.94**

## **ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В БИЗНЕС-АНАЛИЗЕ ИНВЕСТИЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЕКТОВ**

**Коваленко Е.А.**

Кемеровский государственный университет

E-mail: kononovasa@rambler.ru

***Аннотация.** С использованием цифровых информационных технологий, на основе оптимизационной математической модели, осуществлена экономическая оценка эффективности конкретного инвестиционного бизнес-проекта по показателю стоимости комплекта его основных средств. Приведены результаты вычислительных экспериментов по выявлению параметров жизненного цикла проекта.*

***Ключевые слова:** инвестиционный проект, оценка экономической эффективности, жизненный цикл, оптимизационная математическая модель, автоматизированная информационная система.*

При планировании деятельности предприятий региона, с целью принятия эффективных управленческих бизнес-решений необходимо применение разнообразных инструментов анализа их финансово-хозяйственной деятельности, включая автоматизированные программные комплексы, ориентированные на оперативный анализ будущих финансовых потоков предприятия [1]. Разработка указанного инструментария должна соответствовать ряду принципов, обеспечивающих его практикоориентированность. Важным принципом является принцип модельной и информационно-технологической сбалансированности [2] автоматизированного инструментария, заключающийся в том, что построенная математическая модель, адекватно учитывая законы функционирования изучаемого объекта, при этом может быть эффективно рассчитана с помощью соответствующего программного комплекса. При решении задач оценки экономической эффективности инвестиционных проектов, как планово-прогнозных задач, целесообразно использовать

оптимизационные математические модели, позволяющие выявлять экономический потенциал проекта.

К одному из таких комплексов можно отнести описанный в работе [2] оптимизационный пакет многопараметрического, многокритериального финансового анализа «Карма», с помощью которого, на основе решения стандартной задачи оптимального управления – задачи линейного программирования – можно проводить многокритериальный инвестиционно-производственный и финансовый анализ бизнес-проектов различного содержания – инвестиционных, производственных, финансовых, информационно-технологических. При этом показатели инвестиционной, производственной, финансовой и финансово-хозяйственной деятельности, а также внешней рыночной среды предприятия, задаются в параметрическом виде, что позволяет всесторонне исследовать инвестиционный проект по любому из фигурирующих в нем параметров, выявлять экономический потенциал производственной деятельности предприятия по различным показателям эффективности – чистой приведенной стоимости, внутренней нормы рентабельности и периода окупаемости.

Рассмотрим инвестиционно-производственный проект (ИПП) с входными характеристиками, представленными в таблице.

Таблица – Входная информация инвестиционного проекта

№ п/п	Содержание, ед. измерения	Значение
1.	Количество видов продукции, шт	1
2.	Стоимость комплекта ОПФ*	<b>варьируется</b>
3.	Цена единицы продукции, т.р.	30
4.	Срок службы ОПФ, лет	20
5.	Производительность ОПФ, ед. прод/ед ОПФ	5110
6.	Спрос на продукцию, т.р.	100000
7.	Ставка налога на добавленную стоимость, %	20
8.	Ставка налога на имущество, %	2,2
9.	Ставка налога на прибыль, %	20
10.	Ставка страховых взносов в социальные фонды, %	30
11.	Уровень материалоемкости, %	25
12.	Уровень трудоемкости, %	30
13.	Годовая ставка дисконтирования, %	30
14.	Горизонт планирования, лет	5
15.	Максимальная сумма инвестиций в ОПФ, т.р.	1000
16.	Максимальная сумма кредитов, т.р.	6000
17.	Максимальная сумма дотаций, т.р.	1000

\*-основные производственные фонды

В таблице содержатся общие характеристики проекта (пп.1,14), характеристики продукции (пп.3,6), основных производственных фондов (пп.2,4,5), особенности производства продукции (пп.11,12), окружающей рыночной среды (пп.7-10,13,15-17). Представленный в таблице набор показателей является достаточным для описания всех циркулирующих в производственной системе предприятия инвестиционных, производственных и финансовых потоков в соответствии с моделью инвестиционно-производственного проекта, также опубликованной в [2, с.145].

Одними из самых важных характеристик проекта являются показатели его жизненного цикла, содержащиеся, например, в функциональной зависимости чистой приведенной стоимости ( $NPI$ ) проекта от горизонта планирования. Рисунок иллюстрирует



новые, полученные с использованием пакета из работы [2], результаты анализа инвестиционного проекта, представленного в таблице, в виде полученных графиков жизненных циклов проекта при изменении такого показателя, как стоимость ( $ct_a$ ) комплекта ОПФ.

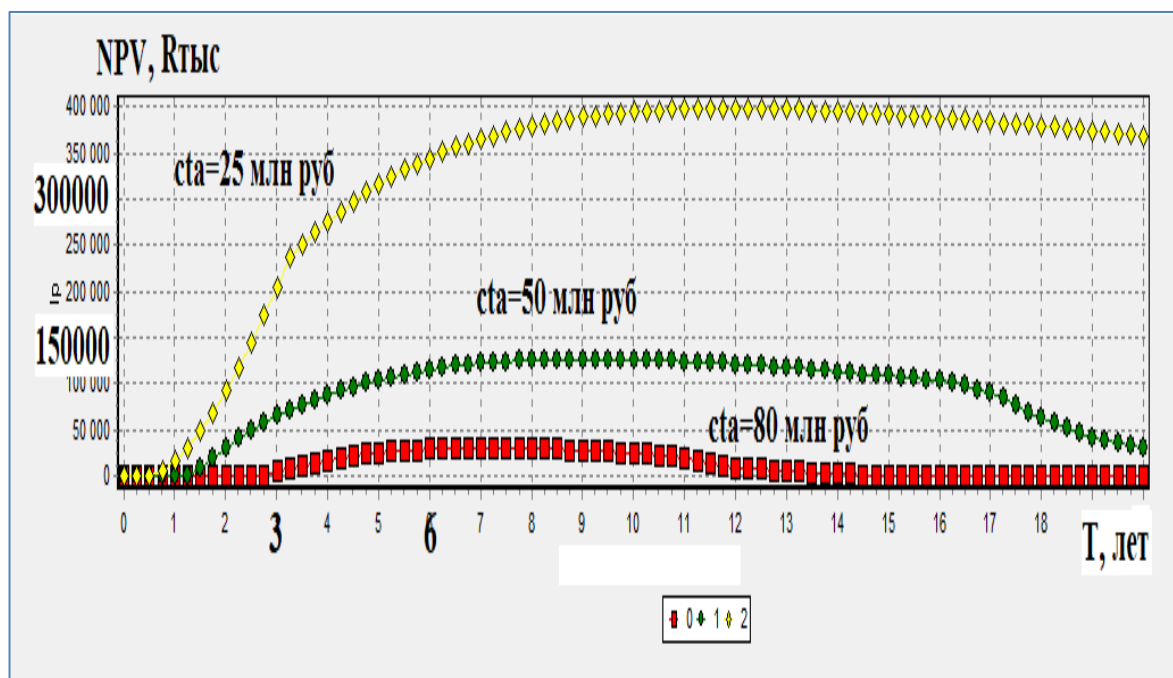


Рисунок 1 – Графики жизненных циклов в зависимости от стоимости комплекта ОПФ ( $ct_a$ )

Анализ рисунка 1 позволяет инвестиционному аналитику сделать следующие выводы об изучаемом проекте:

1. С ростом инвестиционных затрат (стоимости комплекта ОПФ) жизненные циклы проекта «сокращаются»: позже наступает период окупаемости (точки на оси абсцисс, в которых NPV становится больше нуля) и раньше начинается снижение NPV. Иначе говоря, падает его устойчивость. В частности, при  $ct_a=80$  Рмлн проект является сильно неустойчивым: диапазон горизонтов планирования с положительной добавленной стоимостью составляет от 3 лет до 14, при этом максимальная добавленная стоимость не превышает 40 Ртыс.
2. С ростом инвестиционных затрат (более, чем в 3 раза) максимальные значения NPV (экономический потенциал) резко уменьшаются (с 400 Ртыс до 40 Ртыс).
3. График жизненного цикла реалистично отражает свойства любого проекта во времени, имея период окупаемости, постепенного подъема и последующего спада, что не противоречит его экономическому смыслу.

С помощью выбранного пакета программ можно осуществить быструю экономическую оценку бизнес-проекта, оценить целесообразные горизонты планирования и моменты реинвестиций в него, проанализировать проект в разрезе динамики изменения любого их входящих в таблицу 1 параметров, а также их комплексов. В отличие от инструментария, использованного в работе [3], с помощью данного пакета можно отразить жизненный цикл проекта, что существенно повышает его эффективность по сравнению с применением традиционных графоанализаторов. Кроме того, приведенная в работе оценка бизнес-проектов позволяет использовать описанный инструментарий в центрах социально-экономического анализа при принятии решений группами экспертов в режиме онлайн-конференций и семинаров. При этом эксперты могут параметрически варьировать всеми

показателями, характеризующими продукцию, основные фонды, окружающую рыночную среду, тем самым моделируя любые инновационные изменения в них.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что информационные технологии помогают осуществлять поддержку принятия обоснованных управленческих решений в инвестиционном, производственном, финансовом направлениях бизнеса, экономя на существенных временных затратах, как правило, возникающих при традиционном анализе экономической эффективности инвестиционных бизнес-проектов. Наличие описанных цифровых инструментов позволяет решать практически важную задачу массовой, оперативной оценки инвестиционных, производственных, финансовых проектов.

#### Список литературы

1. Технологии принятия финансовых решений в предпринимательской сфере / Е.А. Федулова, Н.А. Вакутин, Е.А. Калачева [и др.]. – Кемерово: КемГУ, 2020. – 230 с.
2. Медведев, А.В. Автоматизированная поддержка принятия оптимальных решений в инвестиционно-производственных проектах развития социально-экономических систем / А.В. Медведев. – М.: Издательский Дом «Академия Естествознания», 2020. – 200 с.
3. Коваленко, Е.А. Автоматизированный анализ инвестиционного проекта развития предприятия с заданной рентабельностью основных средств // Фундаментальные и прикладные исследования в информатике и цифровизации: Материалы симпозиума XVIII (L) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, приуроченной к 50-летию КемГУ. – Вып.24. – Кемерово: КемГУ, 2023. – С.37-39.

*Научный руководитель – Кононова С.А., к.э.н., Кемеровский государственный университет*

УДК 004.94

### РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОРЕАКТОРА ПРИ АНАЭРОБНОМ БРОЖЕНИИ

**Шакерхан К.О.<sup>1</sup>, Мешечкин В.В.<sup>2</sup>, Тлеубаева А.Б.<sup>1</sup>**

1 - НАО «Университет им. Шакарима г. Семей», 2 - Кемеровский государственный университет

[q.shakerhan@shakarim.kz](mailto:q.shakerhan@shakarim.kz), [yvm@kemsu.ru](mailto:yvm@kemsu.ru), [aksaule81@bk.ru](mailto:aksaule81@bk.ru)

*Аннотация.* Работа посвящена моделированию анаэробного брожения при утилизации биоотходов. Предлагается математическая модель и компьютерная программа для процесса брожения с учетом эмпирических связей между выходом биогаза и различными параметрами, измеряемыми биосенсорными датчиками при промышленном производстве биогаза.

*Ключевые слова:* математическое моделирование, эффективная энергетика, корреляционно-регрессионный анализ, веб-программирование, обработка больших данных.

Актуальность данной работы определяется активным внедрением в настоящее время альтернативных источников энергии, одним из которых является разработка и эксплуатация биоэнергетических комплексов. Они позволяют получить не только энергию



и тепло, но и защитить окружающую среду от выброса метана, который естественным путем возникает при разложении биоотходов сельского хозяйства и пищевой промышленности. И для того, чтобы данные технологии широко применялись, необходимо разработать эффективную систему управления и прогнозирования технологическими процессами, протекающими в этих системах [1].

Новизна работы связана с созданием компьютерной программы и математической модели для описания технологических параметров биореактора при анаэробном брожении в условиях производственного промышленного масштаба в режиме реального времени. Применяемые в настоящее время модели, такие как модель Конто, Моно, Чена-Хашимото, международная модель анаэробного брожения ADM1 и др., являются обобщающими и мало пригодны в производстве, так как они описывают биохимические, физико-химические и кинетические процессы размножения анаэробных бактерий и их ингибирования в лабораторных условиях. Поэтому подобные математические модели затруднительно использовать на практике. Кроме того, такие параметры, как концентрация бактерий или коэффициент ингибирования неизмеримы в условиях реального производства. Анализ трудов ученых из разных стран мира показывает, что научная методология расчета параметров биореактора при анаэробном брожении в промышленных условиях ранее не исследовалась и не применялась [2].

Целью представляемой работы является создание математической модели для оценивания объема выхода биогаза при анаэробном брожении. В построении модели использовались показания биосенсорных датчиков о значениях различных факторов, влияющих на качество анаэробного брожения. Исходные статистические данные были получены с биогазовой станции из с. Курма в Карагандинской области (Казахстан) и биогазовой станции из провинции Манитоба (Канада).

Всего в рассмотрение было включено более 20 различных показателей, измеряемых в процессе производства, среди которых – количество макро- и микроэлементов, а также значения основных факторов процесса: калий (K), натрий (Na), кальций (Ca), магний (Mg), железо (Fe), медь (Cu), цинк (Zn), никель (Ni), кобальт (Co), молибден (Mo), хром (Cr), кадмий (Cd), углерод (C), азот (N), фосфор (P), степень измельчения (n), отношение углерода к азоту (CN), концентрация питательных веществ (L), содержание жирных кислот (VFA), период брожения ( $\tau$ ) и пр. [3, 4].

Экспериментальные исследования с достаточной достоверностью показали, что взаимосвязь между выходом биогаза и значениями параметров соответствует линейному закону, поэтому построенная в результате математическая модель представляет собой уравнение линейной регрессии. Фактически, на основе статистических данных был создан ряд математических моделей, отличающихся количеством учитываемых факторов, которые включались в модель, исходя из уровня корреляции с показателем выхода биогаза [5].

Лучший результат показала модель в виде регрессионного уравнения с двадцатью факторами:

$$\begin{aligned} V = & 163461,83 - 0,803 \times C - 7,324 \times N - 20,857 \times P - 8,289 \times K + 27,223 \times Na + \\ & + 5,969 \times Ca + 8,566 \times Mg + 1,539 \times Fe + 656,319 \times Cu + 1361,12 \times Zn + 232,807 \times Ni + \quad (1) \\ & + 299,722 \times Co + 65658,3 \times Mo + 448,421 \times Cr + 31336,1 \times Cd + 796,462 \times CN - 43,532 \times L + \\ & + 195,071 \times n + 142,868 \times VFA + 688,208 \times \tau \end{aligned}$$

Результаты расчетов по этой модели представлены на графике (см. рис. 1). Коэффициент множественной корреляции между V и рассматриваемыми факторами составил 0,84, а средняя относительная ошибка построенной модели оказалась равна 5,47 %.

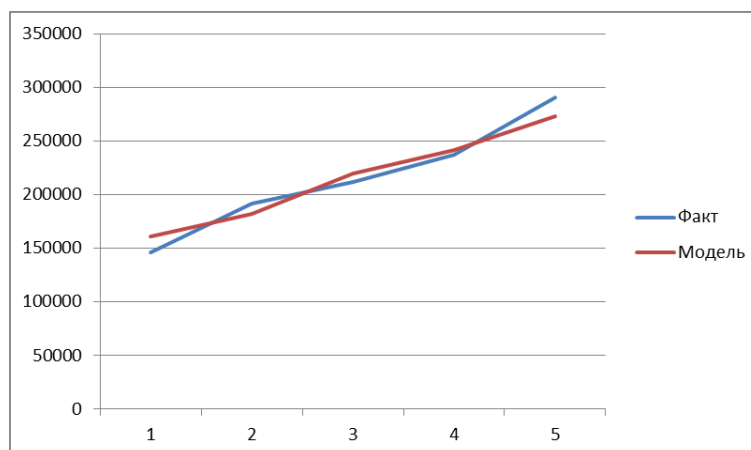


Рисунок 1 – Графики объема выхода биогаза

Компьютерная реализация модели (1) была подготовлена с использованием средств языков гипертекстовой разметки HTML, CSS, скриптовых языков PHP, Javascript, базы данных MySQL. Выбор перечисленных инструментов разработки был обусловлен необходимостью хранения, обработки и визуализации статистических данных с использованием Интернет и мобильных устройств, что позволяет экспертам получать информацию удаленно и в режиме реального времени. Для реализации данного концепта был разработан web-сайт, способный в режиме онлайн передавать измеряемые величины в базу данных (БД) и получать результаты вычислений (см. рис. 2) [6, 7].

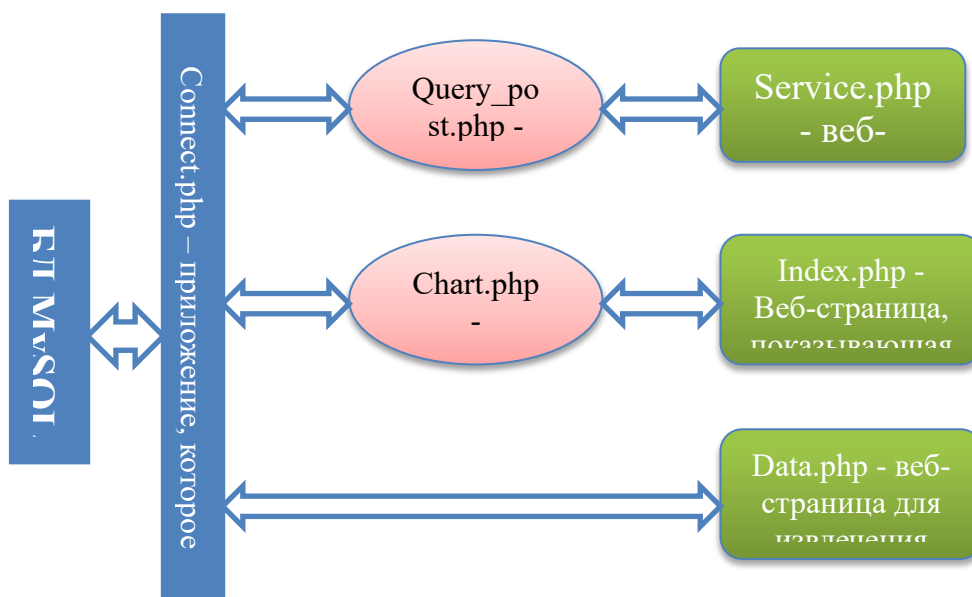


Рисунок 2 – Архитектура компьютерной программы

Основные результаты исследований следующие:

- выполнен сравнительный анализ различных математических моделей, применяемых при исследовании анаэробного брожения, изучены их преимущества и недостатки;
- разработана новая математическая модель для прогнозирования технологических процессов анаэробного брожения при производственном масштабе;
- определены коэффициент корреляции  $R$ , детерминации  $R^2$  и средняя относительная ошибка  $A$ , которые позволяют считать, что предложенная модель – достаточно точная и универсальная;

- на основе построенной модели создана компьютерная программа для прогнозирования результатов работы биоэнергетических установок средствами языков гипертекстовой разметки HTML, CSS, скриптовых языков PHP, Javascript, БД MySQL;

- разработан web-сайт, который позволяет в режиме онлайн передавать измеряемые величины в базу данных и выполнять необходимые расчеты.

Таким образом, предложенная математическая модель позволяет более конкретно прогнозировать выход биогаза в промышленных масштабах. Эта модель может применяться не только для сельского хозяйства, но и в других сферах человеческой деятельности по переработке биоотходов. Она построена с учетом тех параметров, которые измеряются на производстве в режиме реального времени при помощи различных биосенсорных датчиков. Компьютерная программа, созданная как реализация предложенной математической модели, при использовании технологий машинного обучения и интеллектуального анализа данных в перспективе позволит прогнозировать работу биоэнергетической установки и вычислять ее эффективность и производительность с учетом различных влияющих факторов.

### Список литературы

1. Мязин Ж. Биогазовые технологии / URL: <https://pandia.ru/text/78/567/20920-2.php>.
2. Review of Mathematical Models for the Anaerobic Digestion Process. Velázquez-Martí B.W. Meneses-Quelal O. Gaibor-Chavez J. Niño-Ruiz Z. Anaerobic Digestion (2019), DOI: 10.5772/intechopen.80815
3. The effects of sulfur, cattle and poultry manure addition on soil phosphorus. O. Sönmez, V. Turan, C. Kaya. Turkish Journal of Agriculture and Forestry (2016). DOI: 10.3906/tar-1601-41
4. Энергосберегающая технология переработки навоза крупного рогатого скота. Диссертационная работа/Ulan-Ude/2016, В.П. Друзьянова. – URL: <https://www.esstu.ru/uportal/dissertation/downloadFile.html?type=dissertation&typeId=499>.
5. Шакерхан К.О., Сагындыков К.М., Мешечкин В.В. Разработка биореактора горизонтального типа для фермеров Казахстана с учетом климатических и экономических условий и математической модели для управления процессами / Сборник VI Международной научно-практической конференции «Информатика и прикладная математика». – URL: [https://conf.iict.kz/wp-content/uploads/2021/11/6th\\_csam.29.09-02.10.21\\_sbornik.pdf](https://conf.iict.kz/wp-content/uploads/2021/11/6th_csam.29.09-02.10.21_sbornik.pdf). 02.10.2021.
6. Кошкина Н.Н. Реализация математических моделей финансового анализа в прикладных программах [Электронный ресурс] / Фундаментальные и прикладные исследования в информатике и цифровизации: материалы симпозиума XVIII (L) Международной научно-практической конференции «Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей». – Кемерово: КемГУ, 2023. – Вып. 24. – С.47-50.
7. Иванова В.Е., Тагунова В.Ф. Решение задачи проектного анализа процесса разработки программного обеспечения с использованием средств VBA Excel [Электронный ресурс] / Фундаментальные и прикладные исследования в информатике и цифровизации: материалы симпозиума XVIII (L) Международной научно-практической конференции «Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей». – Кемерово: КемГУ, 2023. – Вып. 24. – С.26-30.

*Научный консультант – Мешечкин В.В., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 51-77

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПЕРЕВОДА ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ В МЕТРИЧЕСКУЮ ШКАЛУ

Марченко С.А., Колесникова А.С.

Кемеровский государственный университет

[sofymar20022014@gmail.com](mailto:sofymar20022014@gmail.com), [alinka.koleso.2003@gmail.com](mailto:alinka.koleso.2003@gmail.com)

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность применения аппарата теории нечетких множеств для перевода лингвистических значений в метрическую шкалу на примере обработки данных социологического опроса на выявление склонностей студенческой молодежи к экстремистскому поведению.*

***Ключевые слова:** нечеткая переменная, шкала Лайкерта, функция принадлежности, апостериорный подход, центроиды.*

**Введение.** На сегодняшний день одной из самых актуальных проблем является проблема экстремизма. Молодежь находится в зоне риска, так как на данную группу проще всего воздействовать через различные сферы жизни.

До сих пор нет единой методики, позволяющей осуществлять комплексную оценку экстремистских проявлений. В 2017 году авторы Давыдов и Хломов [1] опубликовали свою статью, в которой было предложено производить комплексную оценку на основе 11 диспозиций. В исследовании авторов приняло участие всего 128 человек. В связи с отсутствием обучающей выборки возникла проблема формирования условных норм, которые на основании проведенных авторами исследований не могли быть получены из-за небольшого объема информации.

**Шкала Лайкерта.** Сотрудниками кафедры прикладной математики совместно с центром противодействия терроризму и экстремизму, управлением молодежной политики для данного исследования были отобраны 7 диспозиций из 11 предложенных [1], 5 из которых использовались для оценки экстремистских проявлений, 2 – как факторы риска. Оценка каждой диспозиции осуществлялась путем построения шкалы Лайкерта [2]. Каждая диспозиция оценивалась через 6 утверждений. Респондентам необходимо было высказать свое отношение к утверждению по 5-ти бальной шкале (1 – абсолютно не согласен, 5 – абсолютно согласен). Опрос проводился с использованием Google-формы. В нем приняло участие 2510 студентов КемГУ, среди которых 880 юношей и 1630 девушек.

Согласно шкале Лайкерта, комплексная оценка диспозиции представляет собой сумму кодировок ответов респондентов. Такой подход предполагает, что респондент с одинаковой вероятностью может выбрать любой вариант ответа. Однако, проведенное исследование показало, что распределение вариантов выборов ответов на утверждения, оценивающие одну и ту же диспозицию, могут носить совершенно противоположный характер: быть близки к равномерному (см. рис 1а) или иметь ассиметричный вид (см. рис. 1б).

Кроме того, такого типа различия характерны и при сравнении мужской (см. рис 2а) и женской (см. рис 2б) выборок при анализе распределений частот выборов ответов на одно и то же утверждение.

Эти аспекты необходимо учитывать для разработки подхода к комплексной оценке диспозиции и формирования условных норм для мужской и женской выборок.

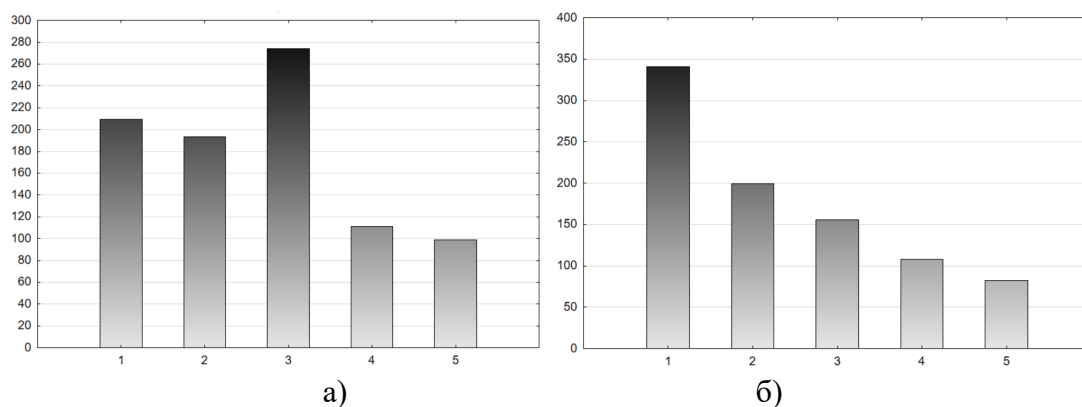


Рисунок 1 – Графическое представление ответов респондентов мужской выборки на утверждения «Не стоит церемониться с людьми, которые тебе не нравятся» (а) и «Иногда невозможно удержаться от драки» (б), используемые для оценки «допустимость агрессии»

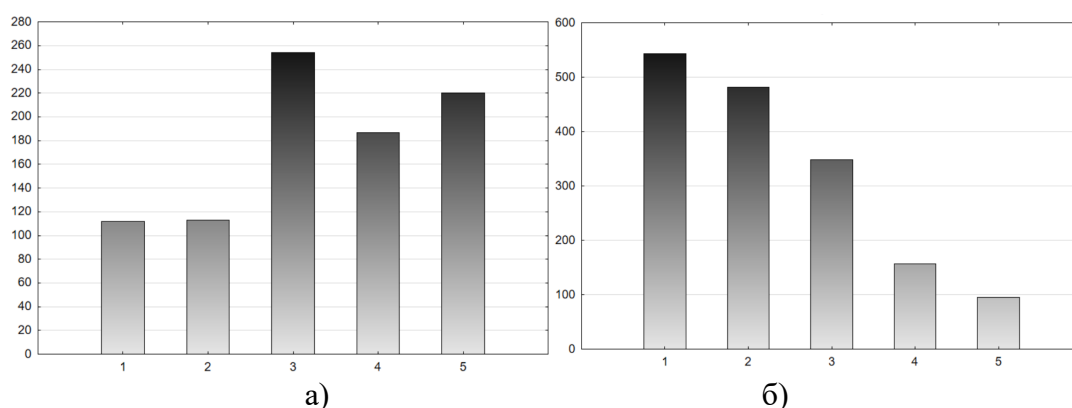


Рисунок 2 – Графическое представление ответов респондентов (а-мужская выборка, б-женская выборка) на вопрос «Человек должен уметь защищать себя, в том числе кулаками, добро может быть и с кулаками»

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что простое суммирование вариантов ответов является некорректным, так как полученная на их основе информация измерена в порядковой шкале. В данной шкале недопустимо использование алгебраических операций т.к. расстояние между соседними отсчетами не определены.

Поэтому актуальной на наш взгляд задачей является задача выбора инструментария, позволяющего осуществлять перевод данных из неметрических шкал в метрические. Данная проблема может быть решена с помощью использования аппарата теории нечетких множеств.

**Нечеткий подход.** Каждый вариант ответа на высказывание представляется в виде нечеткой переменной (терма). В качестве функции принадлежности нечетких переменных используется функции трапецевидного вида. Достоинством таких функций является их простота. Для их построения эксперту необходимо задать только основные 4 точки:  $K_1$  – левый ноль,  $K_2$ ,  $K_3$  – начало и конец интервала толерантности,  $K_4$  – правый ноль. Для нахождения основных точек функции принадлежности используется апостериорный подход [3], при котором площадь функции принадлежности должна соответствовать частоте выборов вариантов ответов.

Респондент выставляет каждому утверждению свою оценку от 1 до 5. Обработав ответы респондентов получаем относительные частоты вариантов выборов: 1 –  $f_1$ , 2 –  $f_2$ , 3 –  $f_3$ , 4 –  $f_4$ , 5 –  $f_5$ . На основе этой информации можно произвести расчет основных точек, например, для термина «1 – абсолютно не согласен», используя соотношение (1):

$$\begin{aligned}
 K1 &= 0 \\
 K2 &= 0 \\
 K3 &= \left( \text{ЕСЛИ}(f1 < f2); \left( f1 - \frac{f2}{2} \right); \frac{f1}{2} \right), \\
 K4 &= \left( \text{ЕСЛИ}(f1 > f2); \left( f1 + \frac{f2}{2} \right); \frac{3 \cdot f1}{2} \right)
 \end{aligned} \tag{1}$$

В таком случае функция принадлежности, соответствующая нечеткой переменной «1 – абсолютно не согласен» принимает вид (2).

$$\mu_F(x, K1, K2, K3, K4) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < K2 \\ 1, & \text{если } K2 < x \leq K3 \\ 1 - \frac{x - K3}{K4 - K3}, & \text{если } K3 < x \leq K4 \\ 0, & \text{если } x > K4 \end{cases} \tag{2}$$

На следующем этапе для каждого термина были определены его четкие оценки путем применения процедуры дефаззификации центроидным способом [3].

Для функции принадлежности трапецевидной формы центроид (C) может быть определен по формуле (3).

$$C = \frac{\left( K3 \cdot K4 - K1 \cdot K2 + \frac{1}{3} \cdot \left( (K4 - K3)^2 - (K2 - K1)^2 \right) \right)}{K4 + K3 - K2 - K1} \tag{3}$$

Для перевода данных в диапазон [0;1] используется условие нормировки (4).

$$C_{i_{\text{норм}}} = \frac{C_i - C_{\min}}{C_{\max} - C_{\min}}, \tag{4}$$

где  $C_i$  значение центроида  $i$ -го термина,  $C_{\min}$ ,  $C_{\max}$ , – минимальное и максимальное значения центроид.

Комплексная оценка каждой диспозиции представляет собой сумму нормированных центроидов, соответствующих ответам на 6 утверждений. На основе таким образом полученных оценок был проведен расчет условных норм всех 7-ми диспозиций отдельно по мужской и женской выборке.

**Вывод.** В работе предлагается методика для комплексной оценки асоциального поведения студенческой молодежи, с использованием нечеткого подхода, путем перевода лингвистических значений в метрическую шкалу с целью дальнейшего использования полученной информации в статистическом анализе данных.

### Список литературы

1. Давыдов Д.Г., Хломов К.Д. Методика диагностики диспозиций насильственного экстремизма // Психологическая диагностика. – 2017. – Т.14, №1. – С.78-97.
2. Майер Р.В. Об использовании шкалы Лайкерта для оценки дидактической сложности учебных понятий // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2021. – Т.9, №2. – С.15-20.
3. Лепский А.Е., Броневиц А.Г. Нечеткие модели анализа данных и принятия решений: учебное пособие. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. – 264 с.

Научный руководитель – Каган Е.С., к.т.н., доцент, Кемеровский государственный университет.



УДК 51-7

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ДОБЫЧИ РОССИЙСКИХ УГОЛЬНЫХ КОМПАНИЙ С ГЕОВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Перепелицин Д.С.

Кемеровский государственный университет

[d.perep1989@gmail.com](mailto:d.perep1989@gmail.com)

***Аннотация.** В статье оценивается наличие пространственно-статистических зависимостей угольных предприятий РФ по объемам суммарной добычи с 2018 по 2021гг. Исследование выявило положительную пространственную автокорреляцию. Моделирование результатов производилось в геоинформационной системе GeoDa.*

***Ключевые слова:** глобальный индекс Морана, пространственная диаграмма рассеяния, матрица пространственных весов, геоинформационная система GeoDa, угольная компания.*

**Введение.** Угольная отрасль играет ключевую роль в экономике России, поэтому критически важно находить способы оптимизации объемов добычи и распределения угля российскими предприятиями. Пространственное моделирование позволяет выявить связи и тенденции, которые оказывают влияние на процесс добычи, а также позволяет прогнозировать объемы добычи, основываясь на этих данных. В рамках данного исследования проведен пространственный статистический анализ [1-3] объемов добычи угля 61 компанией РФ.

Чтобы определить пространственные зависимости по объему добычи угля среди российских угольных компаний, применим глобальный индекс Морана [1-3]:

$$I = \frac{n}{S_0} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}, \quad (1)$$

где  $z_i$  – центрированные значения объемов добычи угля;  $w_{ij}$  – пространственный вес между объектами  $i$  и  $j$  (угольными компаниями), определяемый с помощью выбранной матрицы пространственных весов;  $n=61$  – количество угольных компаний;  $S_0$  – сумма всех пространственных весов:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}. \quad (2)$$

Индекс Морана может принимать значения от -1 до 1. Положительные значения свидетельствуют о наличии пространственной автокорреляции, то есть добывающие компании, расположенные рядом, имеют схожие объемы добычи. Отрицательные значения свидетельствуют о наличии отрицательной автокорреляции, добывающие компании, расположенные рядом, имеют различные объемы добычи. Используя глобальный индекс

Морана, можно оценить степень пространственной автокорреляции среди угольных компаний и определить уровень их взаимного влияния.

Благодаря матрице пространственных весов можно учесть пространственное распределение данных. В работе использовалась матрица k-ближайших соседей, которая определяет соседство между угольными компаниями следующим образом:

$$w_{ij}(k) = \begin{cases} 0, & \text{если } i = j \\ 1, & \text{если } d_{ij} \leq d_i \\ 0, & \text{если } d_{ij} > d_i \end{cases}, \quad (3)$$

где  $d_{ij}$  – наименьшее расстояние между угольными компаниями  $i$  и  $j$ .

Для определения  $k$  рассчитывается дистанция от каждой компании до всех остальных, после чего выбираются  $k$  самых коротких расстояний. Расстояние, соответствующее  $k$ -му соседу, устанавливает границу, за которой взаимодействие игнорируется.

Затем требуется проверить значимость индекса на основе z-оценки [2]:

$$Z = \frac{I - M(I)}{\sqrt{M(I^2) - M^2(I)}}, \quad (4)$$

где  $M(I) = 1/(n-1)$  – математическое ожидание.

Геоовизуализация данных, а также расчет глобального индекса Морана выполнены с использованием геоинформационной системы GeoDa [4]. Инструмент «Менеджер весовых коэффициентов» использовался для расчета матрицы k-ближайших соседей. Глобальный индекс Морана (табл. 1) был рассчитан инструментом «Одномерный индекс Морана». Так как p-значение менее 0,05, рассчитанный индекс Морана можно считать статистически значимым, что, в свою очередь, указывает на кластеризацию угольных компаний РФ по объему добычи.

Таблица 1 – Результаты расчета глобального индекса Морана

Индекс Морана	0,3589
z-оценка	5,2602
p-значение	0,001

После проверки на статистическую значимость индекса Морана, нужно построить пространственную диаграмму рассеяния [1–3]. Для построения диаграммы необходимо на горизонтальной оси отобразить нормированные значения объема добычи  $z_j$ , а по вертикальной оси – значения пространственной задержки:

$$Wz_i = \sum_{j=1}^n w_{ij}z_j. \quad (5)$$

На диаграмме (рис. 1) изображена регрессионная прямая, где угол наклона соответствует значению глобального индекса Морана.



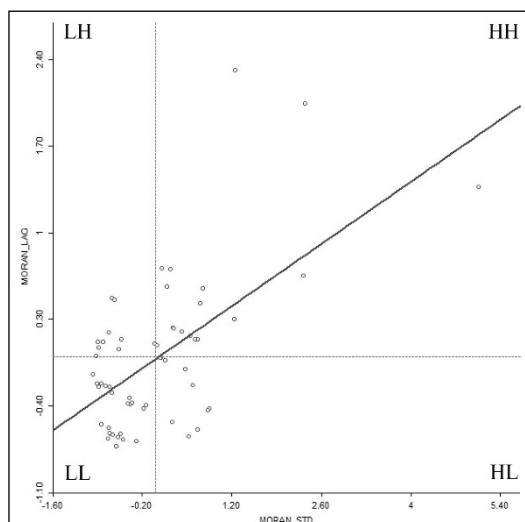


Рисунок 1 – Диаграмма рассеяния

В результате, диаграмма рассеяния дает возможность разделить угольные компании РФ по объему добычи (рис. 2) на кластеры: в квадранте HN находятся 17 компаний с высоким объемом добычи среди таких же компаний с высоким объемом добычи; в квадранте HL находятся 10 компаний с высоким объемом добычи, окруженные компаниями с малым объемом добычи; в квадранте LH находятся 9 компаний с малым объемом добычи, окруженные компаниями с высоким объемом добычи; в квадранте LL находятся 25 компаний с малым объемом добычи среди таких же компаний с малым объемом добычи.

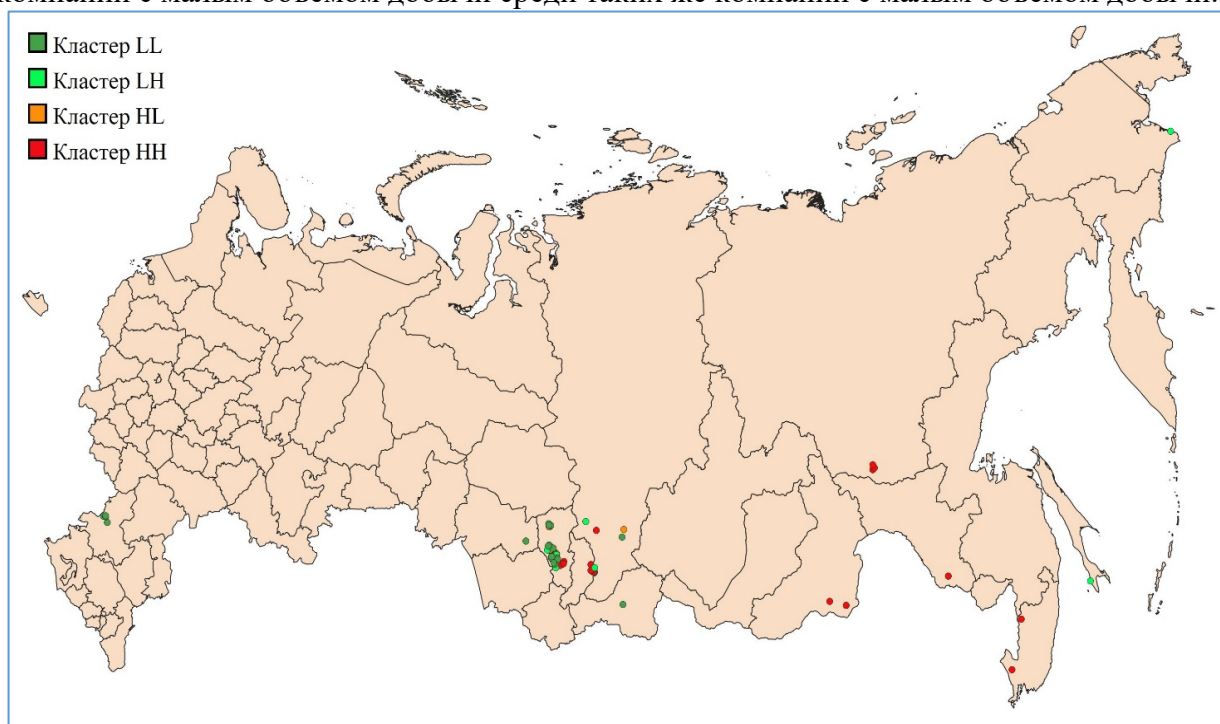


Рисунок 2 – Кластеризация угольных компаний РФ

Таким образом, исследование, выполненное с использованием геоинформационной системы GeoDa, выявило присутствие положительной пространственной автокорреляции среди угольных компаний России по объемам добычи угля. Анализ с применением пространственной диаграммы рассеяния позволил выделить четыре территориальных кластера угольных компаний РФ. Квадрант LL оказался самым многочисленным, он

включает в себя компании с малым объемом добычи угля среди таких же компаний. Причины образования этих кластеров предстоит изучить в будущем.

### Список литературы

1. Новосельцева, М.А. Пространственно-эконометрическое моделирование уровня преступности в регионах России на основе модели Дарбина-Уотсона / М.А. Новосельцева // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: III Всероссийская научная конференция с международным участием: сборник докладов, Тольятти, 21-23 апреля 2020 года. – Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2021. – С.502-508.
2. Новосельцева М.А. Исследование демографической ситуации Кемеровской области на основе глобального индекса / М.А. Новосельцева, О.Н. Инденко / Материалы I Всероссийской научной конференции "Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения". Тольятти: Тольяттинский государственный университет. – 2017. – С.213-219.
3. Каган Е.С. Пространственное моделирование демографических процессов Кемеровской области с геовизуализацией результатов исследований / Е.С. Каган, М.А. Новосельцева, С.Г. Гутова / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Управление регионом: тенденции, закономерности, проблемы". – Горно-Алтайск, 2018. – С.65-73.
4. Грекусис Д. Методы и практика пространственного анализа / Д. Грекусис; перевод с английского А. Н. Киселева. – Москва: ДМК Пресс, 2021. – 540 с.

*Научный руководитель – Новосельцева М.А., к.т.н., доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 51-77

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

**Спесивцев Д.В.**

Кемеровский государственный университет

[spesivtsev.dima@mail.ru](mailto:spesivtsev.dima@mail.ru)

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность применения аппарата теории нечетких множеств для прогнозирования и моделирования временных рядов на примере обработки статистических данных о ценах на нефть.*

***Ключевые слова:** прогнозирование, временные ряды, моделирование, дефаззификация, фаззификация.*

**Введение.** В последние десятилетия анализ временных рядов стал одной из ключевых областей в экономической и финансовой аналитике, например, при прогнозировании курса валют при изменении цены фьючерсов на нефть или уголь. В рамках этой области исследователи постоянно стремятся разработать новые методы и подходы, способные эффективно учитывать сложные и структурные изменения, происходящие в исследуемых процессах. При наличии большого объема информации и малой вариативности временных

рядов хорошо себя зарекомендовали различные статистические модели. Однако, при малом объеме информации (менее 40 наблюдений) и неизвестной закономерности изменения структуры временного ряда, такие модели будут обладать невысоким качеством. В настоящее время для работы с временными рядами, обладающими высокой степенью неопределенности, широкое распространение получило направление Time Series Data Mining, одним из подходов которого является построение моделей временных рядов с использованием аппарата нечетких множеств. Данные модели носят название моделей нечетких временных рядов. Таким образом, нечеткие временные ряды – эффективный инструмент для решения таких проблем, как сглаживание временных рядов, построение прогнозных моделей для временных рядов, обладающих высокой вариативностью.

Рассмотрение применения данного подхода на конкретном примере позволит оценить его эффективность и потенциал для решения практических задач анализа финансовых данных. Статья посвящена исследованию возможности применения нечетких временных рядов для прогноза стоимости фьючерсов на нефть по статистической информации за 2010-2024гг.

**Данные и методы.** Для анализа были отобраны данные о стоимости фьючерсов на нефть по полугодиям за период с 2010 по 2024 год.

Для обработки данных будем использовать метод нечетких временных рядов, для его реализации произведем следующие шаги:

Шаг 1: Начинаем с определения универсального множества  $U$ , основываясь на приращениях курса нефти за определенный период времени. Наибольший прирост стоимости нефти был зафиксирован во втором полугодии 2021 года, составив 21,750 доллара. Самое значительное падение курса нефти произошло в первом полугодии 2015 года, когда курс упал на 49,930 доллара. Для удобства последующего анализа мы корректируем эти граничные значения (-49,930 и +21,750) путем разбиения на девять равных интервалов и получаем диапазон  $[-50;22]$ .

Шаг 2: Полученное на предыдущем шаге множество  $U$  разбиваем на девять интервалов  $u_i$ ,  $i = \overline{1,6}$ , т. е.  $u_1 = [-50, -42]$ ,  $u_2 = [-42, -34]$ , ...,  $u_9 = [14, 22]$ .

Шаг 3: На этих интервалах задаем девять нечетких множеств  $A_i$ , отражающих лингвистическую переменную «изменение курса нефти». Для каждого из построенных интервалов  $u_i$ ,  $i = \overline{1,6}$ , степень принадлежности каждого  $u_i$  к определенному множеству  $A_k$ ,  $k = \overline{1,6}$  выражается в виде действительного числа из диапазона  $[0,1]$ :

$$\begin{aligned} A_1 &= \{1/u_1 + 0,5/u_2\}, & A_2 &= \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3\}, \\ A_3 &= \{0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,5/u_4\}, & A_4 &= \{0,5/u_3 + 1/u_4 + 0,5/u_5\}, \\ A_5 &= \{0,5/u_4 + 1/u_5 + 0,5/u_6\}, & A_6 &= \{0,5/u_5 + 1/u_6 + 0,5/u_7\}, \\ A_7 &= \{0,5/u_6 + 1/u_7 + 0,5/u_8\}, & A_8 &= \{0,5/u_7 + 1/u_8 + 0,5/u_9\}, \\ A_9 &= \{0,5/u_8 + 1/u_9\}. \end{aligned} \tag{1}$$

Шаг 4: Осуществляется процедура фаззификации, по следующему правилу. Пусть значение  $p \in u_i$ . Определяются все нечеткие множества, содержащие  $u_i$ . Из этих множеств определяется нечеткое множество  $A_k$  с максимальной степенью принадлежности. Тогда значение  $p$  фаззифицируется как  $A_k$ .

Шаг 5: Шаг формирования логических отношений:  $A_i \rightarrow A_k$ . Повторяющиеся отношения исключаются из рассмотрения:

$$\begin{aligned}
 A_1 \rightarrow A_7, & & , & & A_7 \rightarrow A_1, A_7 \rightarrow A_5, A_7 \rightarrow A_6, A_7 \rightarrow A_7, \\
 A_5 \rightarrow A_7, A_5 \rightarrow A_8, & & , & & A_8 \rightarrow A_5, A_8 \rightarrow A_6, A_8 \rightarrow A_7, A_8 \rightarrow A_8, A_8 \rightarrow A_9, \\
 A_6 \rightarrow A_5, A_6 \rightarrow A_7, A_6 \rightarrow A_9, & & A_9 \rightarrow A_7, A_9 \rightarrow A_8.
 \end{aligned} \quad (2)$$

Шаг 6: Отношения с одинаковыми левыми частями объединяются. Вычисляется нечеткое отношение  $R_i$  для каждой левой части.

$$\begin{aligned}
 R_1 &= A_1^T \times A_7, \\
 R_5 &= A_5^T \times A_7 \cup A_5^T \times A_8, \\
 R_6 &= A_6^T \times A_5 \cup A_6^T \times A_7 \cup A_6^T \times A_9, \\
 R_7 &= A_7^T \times A_1 \cup A_7^T \times A_5 \cup A_7^T \times A_6 \cup A_7^T \times A_7, \\
 R_8 &= A_8^T \times A_5 \cup A_8^T \times A_6 \cup A_8^T \times A_7 \cup A_8^T \times A_8 \cup A_8^T \times A_9, \\
 R_9 &= A_9^T \times A_7 \cup A_9^T \times A_8.
 \end{aligned} \quad (3)$$

Шаг 7: Нечеткое прогнозное значение рассчитывается по формуле  $A_i = A_{i-1} \circ R_i$ , где  $A_i$  является нечетким множеством, которое отражает прогнозные приращение на полугодие  $i$ , а  $A_{i-1}$  обозначает известное приращение за предыдущее полугодие, а символ  $\circ$  представляет оператор “max-min”.

Шаг 8: Вычисляем прогнозные значения курса нефти.

Нечеткие прогнозные приращения, полученные на предыдущем этапе, переводятся в целые числа. Каким методом будет проводиться дефаззификация – зависит от особенностей конкретной задачи. В нашем случае следует применить подход Сонга и Чиссома [1,2], в связи с тем, что он в полной мере удовлетворяет особенностям нечетких множеств и проблемам их прогнозирования. Основные методы этого подхода – “Средний максимум” и “Центр тяжести”, которые учитывают как пиковые значения нечетких множеств, так и их формы. Что дает нам достаточную точность при дефаззификации, при этом оставаясь относительно простой вычислительной процедурой.

После получения обычного приращения для рассматриваемого полугодия оно суммируется с имеющимся значением курса нефти за предыдущий месяц.

На рисунке (1) представлен график реальной стоимости фьючерсов на нефть по полугодиям за период с 2010 по 2024 год и их прогнозных значений, полученных с помощью нечетких временных рядов.

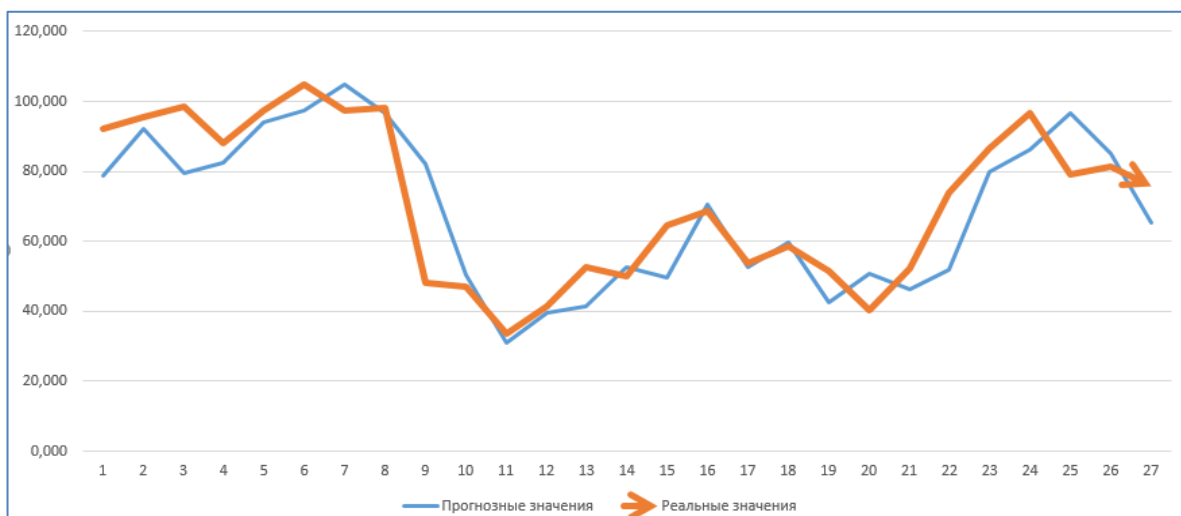


Рисунок 1 – График стоимости фьючерсов на нефть

**Вывод.** В работе была рассмотрена возможность применения аппарата теории нечетких множеств для осуществления прогнозов нестационарных временных рядов, на примере стоимости фьючерсов на нефть по полугодиям за период с 2010 по 2024 год.

#### Список литературы

1. Song Q. Forecasting enrollments with fuzzy time series – Part I / Song Q., Chissom B.S. // College of Education, The University of Alabama, Tuscaloosa, AL, USA – 1993.
2. Song Q. Forecasting enrollments with fuzzy time series – Part II / Song Q., Chissom B.S. // College of Education, The University of Alabama, Tuscaloosa, AL, USA. – 1993.
3. Афанасьева Т.В. Моделирование нечетких тенденций временных рядов // Ульяновский государственный технический университет. – 2013. – 215 с.
4. Щукина Н.А. Некоторые модели прогнозирования показателей функционирования социально-экономической системы в условиях недостаточного объема статистических данных / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. // Российский экономический вестник. – 2022. – Т.5, №3. – С.237-244.
5. Дегтярев К.Ю. Прогнозирование валютных котировок с использованием модифицированного стационарного метода, основанного на нечетких временных рядах // Институт Экспертизы Академии Технологических наук РФ, г. Москва. – 2005. – DOI:10.13140/RG.2.2.21406.84803.

*Научный руководитель – Каган Е.С., к.т.н., доцент Кемеровский государственный университет.*

УДК 519.86

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОГО ПОДХОДА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ТОЧКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

**Тюлькин Д.В.**

Кемеровский государственный университет

[tyulkin\\_danil201@mail.ru](mailto:tyulkin_danil201@mail.ru)

***Аннотация.** Рассмотрен теоретико-игровой подход к нахождению целевой точки устойчивого развития региона, а именно – конечного состояния региона, в котором гармонично развиты три сферы: экономическая, социальная и экологическая. Выявляется функция зависимости выделяемых бюджетных средств на текущий год от интегральных показателей предыдущего года.*

***Ключевые слова:** устойчивое развитие, регион, теория игр, экономическая сфера, социальная сфера, экологическая сфера.*

Любой регион для успешного функционирования в рамках страны должен постоянно развиваться. При этом данное развитие должно быть устойчивым. Складывается устойчивость из гармоничности показателей по трем основным сферам жизнедеятельности человека: экономической, социальной и экологической сфер.

Целью работы является нахождение целевой точки устойчивого развития региона.

Для этого предлагается использование теоретико-игрового подхода, а именно игры трех лиц, которыми выступают перечисленные выше сферы. Данная задача сводится к нахождению конечного состояния  $x^T = (x_1^T, x_2^T, x_3^T)$ . В связи с выбором такого подхода

появляется вопрос о построении характеристической функции и ее виде. Были проанализированы различные способы ее задания, в результате чего был выбран  $\alpha$ -способ, подробно описанный в книге основоположников теории игр Дж. фон Неймана и О. Моргенштерна [1].

Следующим необходимым этапом достижения цели является поиск статистических данных, которые позволят оценить состояние региона в различные годы путем вычисления интегральных показателей. Их расчет по каждой сфере и в общем производится с помощью метода, предложенного в статье [2]. Такое решение было принято, потому что интегральный показатель имеет достаточный набор статистических индикаторов для получения объективной картины и при этом все требуемые данные по Кемеровской области имеются. По всем сферам производился сбор данных с 2012 по 2021 гг. Такой период был выбран для объективности расчетов. Интегральный показатель формируется из трех блоков ключевых индикаторов, составляющих экономическую, социальную и экологическую сферы.

Для экономического блока используются следующие статистические показатели:

- валовый региональный продукт (ВРП) на душу населения, скорректированный с учетом покупательской способности;
- отношение средств клиентов в банках региона к ВРП;
- уровень безработицы.

Часть собранных на сайтах государственной статистики данных по экономическому блоку представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические показатели экономической сферы Кемеровской области 2017-2022 гг.

Показатель Год	Скорректированный ВРП на душу населения	Средства клиентов в банке, млн. руб.	Уровень безработицы
2017	444516,67	233618	7,1
2018	523020,19	282508	6,1
2019	449131,64	315558	5,5
2020	427708,36	323961	6,7
2021	758228,59	318205	5,4

К социальным показателям относятся:

- продолжительность жизни;
- уровень образования;
- неравенство в обществе – определяется коэффициентом Джини;
- уровень преступности предлагается оценивать по числу зарегистрированных преступлений в расчете на 100 тыс. чел.

Экологический блок определяется только одним статистическим показателем, а именно объемом выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников. Данный индикатор очень плотно связан с размера экономики региона и потому расчет итогового экологического показателя представляется отношением указанных выбросов к ВРП.

После сбора данные приводятся к нормальному распределению и производится процедура нормирования по стандартному отклонению. Полученные значения приводятся в функцию нормального стандартного распределения в значениях от 0 до 1 с помощью следующей формулы:

$$Z_i^{\text{норм}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z_i^2}{2}}, \quad (1)$$

где  $z_i$  – значение, нормированное по стандартному отклонению.



После нормировки производится распределение весов для каждого показателя сферы и рассчитываются интегральные показатели по сферам.

Для управления показателями существуют различные средства, представляющие собой законодательное, материальное и другие виды воздействия на каждую из сфер. При этом основным регулятором развития в рамках данной работы будет считаться их денежное обеспечение в год  $t, 0 \leq t \leq T, u(t) = (u_1(t), u_2(t), u_3(t))$ . Для дальнейших вычислений были собраны данные по долям расходов бюджета Кемеровской области, направляемых в каждый из секторов с 2013 по 2022 гг. Часть данных по экономической сфере представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение бюджетных ассигнований по разделам 2017-2022 гг.

Год	Экономическая сфера			
	Национальная экономика	Общегосударственные вопросы	Обслуживание государственного (муниципального) долга	Межбюджетные трансферты общего характера бюджетам бюджетной системы Российской Федерации
2017	9573782,6	2451604,2	2939265	13506912,1
2018	12034128,4	2835342,9	3166383	15416516,5
2019	19982514,3	3369322,2	830000	18755134,2
2020	21991999,9	4149548,3	822371	21302203,4
2021	19048697,7	3096594,6	2741650,0	12002365,2
2022	24686226,5	3709386,2	2727917,0	19643655,1

Для выявления зависимости между развитием сферы и её денежным обеспечением необходимо построение целевой функции:

$$u_i(t) = f(I_i(t - 1)), i = 1,2,3, \quad (2)$$

где  $t$  – текущий год,  $u_i(t)$  – «доход» сферы развития региона,  $I_i(t - 1)$  – значения интегральных показателей развития сфер в предыдущем году.

Также стоит обозначить характеристику устойчивого развития как многокритериальную модель оптимального управления:

$$x_j(t) = f_j(x_j(t - 1), u_1(t), \dots, u_m(t)), j = 1,2,3; \quad t = t_1, \dots, t_s \quad (3)$$

$$x_j(t_0) = x_j^0, j = 1,2,3; \quad (4)$$

$$x_j(t_s) = x_j^*, j = 1,2,3; \quad (5)$$

$$u_k(t) \in U_k^t, k = 1, \dots, m; \quad t = t_1, \dots, t_s; \quad (6)$$

$$F_i(x^0, u_1, \dots, u_m) \rightarrow \min(\max), i = 1,2,3, \quad (7)$$

где  $U_k^t, k = 1, \dots, m$  – множества допустимых значений управляющих параметров в момент  $t$ ;  $f_i, j = 1,2,3$  – функции, описывающие динамические возможности системы,  $F_i, i = 1,2,3$  – функционалы, оценивающие качество управления регионом.

Под воздействием выбранных в начальном состоянии  $x^0 = (x_1^0, x_2^0, x_3^0)$  управлений  $u_1(t_1) \in U_1^{t_1}, \dots, u_m(t_1) \in U_m^{t_1}$  регион переходит в новое состояние  $x(t_1)$  и так далее до  $t_s$ .

В дальнейшем планируется построение характеристической функции данной игры и разработка программы, которая будет решать задачу нахождения целевой точки устойчивого развития региона. Ее макет представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Макет интерфейса программы

Программа будет состоять из двух основных окон: ввода и вывода данных. На экране ввода можно скачать шаблоны загружаемых файлов, после чего загрузить их уже с конкретными данными. На экране вывода по каждой из сфер будут показаны: текущие и целевые интегральные показатели, а также количество средств, которое необходимо выделить для достижения целевых. Также будут присутствовать всплывающие окна: инструкций и пояснений расчетов. Активироваться они будут по нажатию кнопки.

Таким образом, в ходе работы был определен способ применения теоретико-игрового подхода к решению задачи, собраны статистические данные для интегральных показателей и бюджета по сферам, произведена их нормировка и рассчитаны веса, обозначен вид целевой функции, описывающей зависимость бюджета от показателей, определена характеристика оптимального управления и разработан макет программы для решения поставленной задачи.

### Список литературы

1. Фон Нейман, Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн; пер. с англ. под ред. и с доб. Н.Н. Воробьева. – М.: Наука, 1970. – 707 с.
2. Виноградова, Н.А. Интегральный индекс развития регионов / Н.А. Виноградова // Региональная экономика: теория и практика. – 2016. – №2. – С.70-85. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25448314> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.

*Научный руководитель – Чернова Е.С., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет*



## ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

УДК 004.42

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСЕДАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ

**Балахонцев В.И., Степанов Ю.А.**

Кемеровский государственный университет  
[vova.balaxoncev@mail.ru](mailto:vova.balaxoncev@mail.ru), [dambo290@yandex.ru](mailto:dambo290@yandex.ru)

***Аннотация.** В статье изложена методика расчета оседаний поверхности земли в зависимости от положения забоя. Приведено сравнение различных методик оседания грунта. По результатам моделирования построены графики оседания поверхности земли по различным методикам.*

***Ключевые слова:** оседание, разрабатываемый пласт, горная порода, моделирование, технологии.*

При подземной разработке угольных месторождений возникают различные оседания земной поверхности, которые влияют не только на основную часть пласта, над которой происходит разработка, но также могут затрагивать обширную часть всей поверхности, которая находится рядом с разрабатываемым угольным пластом. Разработка угольных пластов влияет не только на безопасность проводимых работ в угольных месторождениях, она также может повлиять на окружающие объекты и другие области, связанные с проведением полевых работ. При последовательной отработке угольного пласта на поверхности образуются пустоты – оседания земной поверхности.

Для детального и подробного анализа всех последствий разработки угольного массива принято рассчитывать на основе методов типовых кривых, которые включают в себя оседания, наклоны, кривизны и другие показатели деформации поверхности. При расчетах оседаний земной поверхности принято учитывать различные справочные показатели, которыми обладает сам разрабатываемый угольный пласт.

Все расчетные формулы, которые используются при анализе разработки угольных пластов, зависят от максимального оседания. Расчет максимального оседания влияет на погрешность, которая возникает при расчетах как оседания, так и других параметров типовых кривых. Рассмотрим пример расчета формулы максимального оседания, которая представлена в «ПБ 07-269-98. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях» [1].

$$\eta_m = q_0 * m * \cos \alpha * N_1 * N_2 \quad (1)$$

Показатели, представленные в формуле:  $q_0$  – относительная величина максимального оседания, безразмерная величина (в условиях бассейна: для первичной подработки - 0,8, для повторной - 0,9) [2];  $m$  – мощность пластов (измеряется в метрах);  $\alpha$  – угол падения пласта в пределах очистной выработки (измеряется в градусах);  $N_1$  и  $N_2$  – условные коэффициенты, характеризующие степень подработанности земной поверхности, соответственно, вкрест простирания и по простиранию пласта (В правиле охраны 1998 г.,

данные коэффициенты рассматриваются по каждому бассейну и зависят от отношения  $D$  (расчетной длины угольного пласта) к  $H$  (средней глубине разработки).

Входные показатели, необходимые для расчета оседания поверхности по простиранию пласта:

1. угол падения пласта;
2. длина выработки (длина добываемого угольного пласта);
3. глубина залегания угольного пласта.

После рассмотрения формулы максимального оседания, перейдем к расчету оседаний при отработке угольного пласта, для этого потребуется формула расчета оседаний в различных точках главных сечений мульды сдвижения.

$$\eta_{xy} = \eta_m * S(z) \quad (2)$$

Показатели, представленные в формуле:  $\eta_m$  – максимальное оседание поверхности (измеряется в метрах);  $S(z)$  – функция типовой кривой оседания.

Рассмотрим пример расчета оседаний поверхности по формуле, представленной в ПБ 07-269-98, на рисунке 1.

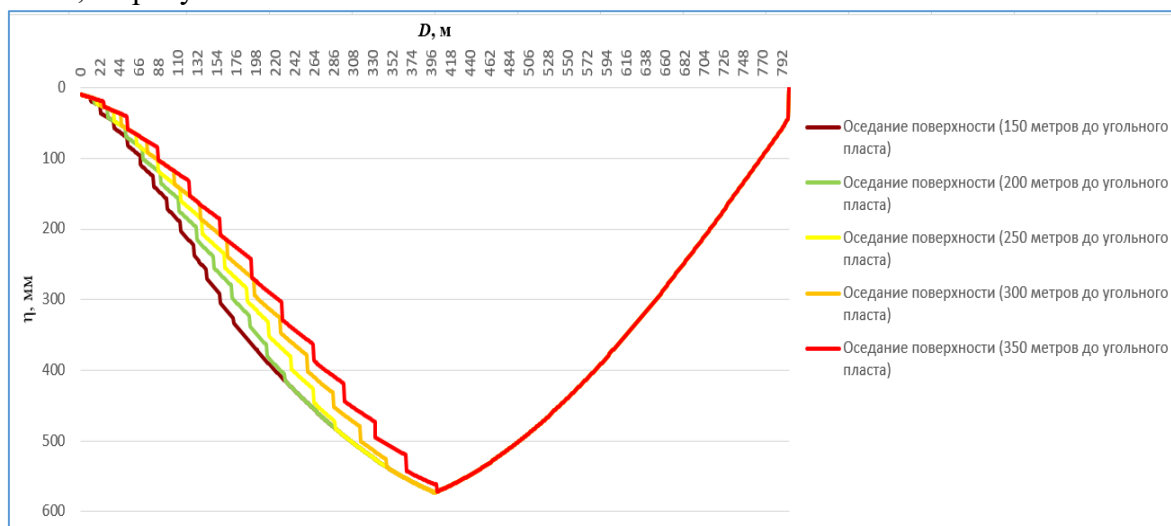


Рисунок 1 – По методике ПБ 07-269-98

У данной формулы существуют следующие недостатки, которые влияют на дальнейшие расчеты оседания поверхности:

1. не учитывается крепость пород, находящихся над разрабатываемым угольным пластом;
2. не учитывается мощность пластов, находящихся над разрабатываемым угольным пластом.

Для решения данных недостатков, была взята формула, представленная в диссертации Тетерина Е.А. [3]. Основная идея данной формулы заключается в том, чтобы добавить учет крепости и мощности пород, поверх разрабатываемого угольного пласта. Формулы выглядит следующим образом.

$$\eta_m = 1908 * q_0 * (m * \cos \alpha)^{0,3} * (N_1 * N_2)^{0,2} * P^{-4} \quad (3)$$

Добавленные показатели к формуле ПБ 07-269-98: 1908 – множитель, который был определен аналитическим путем для предложенной формулы (безразмерная величина); Р – показатель крепости пород (безразмерная величина). Формула расчета показателя крепости представлена ниже.

$$\frac{1}{H_{\text{СКВ}}} \sum_{i=1}^n f_i m_i \quad (4)$$

Показатели, представленные в формуле:  $m_i$  – мощности напластований (измеряется в метрах; учитывает все породы, которые находятся над угольным пластом);  $f_i$  – крепости пород (безразмерная величина);  $H_{\text{СКВ}}$  – глубина скважины (измеряется в метрах).

Рассмотрим пример расчета оседаний поверхности по формуле, предложенной Тетериным Е.А., на рисунке 2.

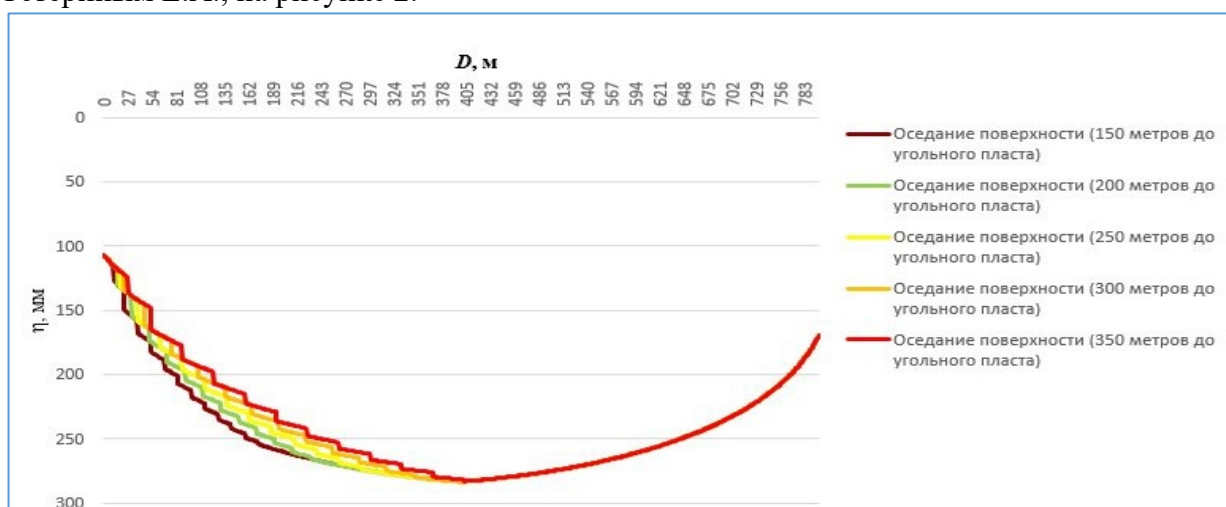


Рисунок 2 – По методике Тетерина Е.А.

Данная формула учитывает различные показатели крепости пород, а также добавляет показатель мощности напластовывания на угольный пласт, что является улучшением по сравнению со стандартной формулой расчета оседания поверхности [4]. При расчетах по данной формуле были выявлены следующие недостатки:

1. не учитывается неравномерность пластов, находящихся над угольным пластом;
2. нет анализа возможного оседания, в том случае, если на поверхности будет находиться более крепкий пласт, а внизу будет находиться пласт с меньшей крепостью;
3. нет возможности расчета и визуализации оседания в различных узлах пластов;
4. множитель рассчитан только для расчетов оседаний в бассейнах Восточного Донбасса.

Таким образом, данный модуль расчета оседаний позволяет рассчитать возможные оседания поверхности с учетом крепости пород, находящихся над разрабатываемым угольным пластом.

Разработка программного модуля расчета обосновывается следующим:

1. требуется большое количество времени для расчета оседаний через такие приложения как MS Excel, Mathcad;
2. требуется ручной ввод всех расчетных показателей;
3. большое количество хранимых значений (один расчет требует приблизительно 300 Мб памяти, без учета показателей других пластов).

Для хранения данных расчетов была разработана база данных в MongoDB, а также написан код для расчета данных на языке Python. В дальнейшем планируется доработка

формулы Тетерина (расчет новых множителей для других шахт), а также добавления в модуль расчета – расчетов по НДС каждого узла пласта.

#### Список литературы

1. Постановление Госгортехнадзора России «Об утверждении Правил охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях» от 01.10.1998 №13.
2. Посыльный, Ю.В. Методика построения типовой кривой оседания земной поверхности/ Ю.В. Посыльный // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2005. – №8. – С.83-85.
3. Тетерин, Е.А. Влияние крепости горных пород на параметры процесса сдвижения земной поверхности в условиях Восточного Донбасса: Автореф. дис. кандидат техн. наук: 25.00.16. – Новочеркасск, 2009. – 22 с.
4. Определение крепости горных пород // ankergeo.ru. URL: <https://ankergeo.ru/opredelenie-krivosti/> (дата обращения: 11.04.2024). – Текст: электронный.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.9

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНОВ КУЗБАССА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС- ТЕХНОЛОГИЙ

**Беглова И.Е., Лаврова В.И., Бурмин Л.Н., Илькевич В.В.**

Кемеровский государственный университет  
[beglovairina125@mail.ru](mailto:beglovairina125@mail.ru), [lavrova\\_vi@mail.ru](mailto:lavrova_vi@mail.ru)

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены технологии для разработки информационной системы мониторинга уровня загрязнения воздуха в Кузбассе. Описаны технологии для разработки серверной и клиентской частей веб-сервиса, а также приведен прототип информационной системы. Выполнена значительная работа, создающая основу для будущего развития этой информационной системы.*

***Ключевые слова:** серверная архитектура, экологическая обстановка, мониторинг качества воздуха, ГИС, проектирование, клиентская часть, экология.*

#### **Актуальность**

Кузбасс, как один из экологически неблагополучных регионов России, сталкивается с необходимостью проведения производственного экологического мониторинга, который становится неотъемлемой частью ответственности местных властей. Разрабатываемый сервис нацелен на улучшение экологической обстановки в Кузбассе путем предоставления более полной информации об уровне загрязнения воздуха. Это обеспечит более точную разработку стратегий по улучшению экологической ситуации и предотвращению дальнейшего увеличения загрязнений в регионе.

#### **Проблематика**

Неполнота сведений об уровне загрязнения воздуха в Кузбассе является серьезной проблемой, затрудняющей оценку экологической ситуации и разработку стратегий ее улучшения. При этом существует проблема недостатка цифровых средств мониторинга, что

затрудняет регулярное отслеживание состояния экологической обстановки. Более того, сложность ситуации усугубляется разнообразием датчиков и их форматов данных.

Проектирование клиентской части информационной системы, которое отображает экологические угрозы на карте региона, представляет собой сложную задачу, требующую учета множества факторов и особенностей. Одной из основных проблем является точность отображения данных об экологических угрозах на карте. Также важно учитывать масштабы карты, чтобы пользователи могли оценить распространение угроз и их связь с конкретными объектами.

### Серверная часть

В ходе разработки серверной части проекта были выбраны следующие инструменты для реализации функциональности системы:

1. **Django REST Framework:** Django REST Framework предоставляет удобные средства для создания RESTful веб-сервисов, обработки запросов и аутентификации. Выбор Django REST Framework обоснован его простотой в использовании, расширяемостью и обширной документацией.

2. **RestFulAPI:** Использование RESTful API позволяет создавать гибкие и масштабируемые веб-сервисы, что делает их более доступными и понятными для разработчиков.

3. **React.js:** React.js был выбран как инструмент для разработки клиентской части веб-приложения, потому что он обладает модульной архитектурой, удобным синтаксисом и широкой поддержкой сообщества.

4. **PostgreSQL с интеграцией ГИС (PostGIS):** PostGIS осуществляет поддержку геопространственных данных и операций. Выбор PostgreSQL с PostGIS обоснован его надежностью, масштабируемостью и богатым набором функций для работы с геоданными.

5. **Nginx:** Nginx был выбран в качестве веб-сервера из-за его высокой производительности, эффективной обработки большого количества одновременных подключений и низкого потребления ресурсов. Его асинхронная архитектура обеспечивает стабильность и надежность работы при высоких нагрузках, делая его идеальным выбором для масштабируемых и высоконагруженных веб-приложений.

Разработана диаграмма развертывания, которая описывает архитектурную конфигурацию системы и демонстрирует взаимодействие между ее компонентами (рисунок 1). Она необходима для понимания доступности, масштабируемости и безопасности системы.

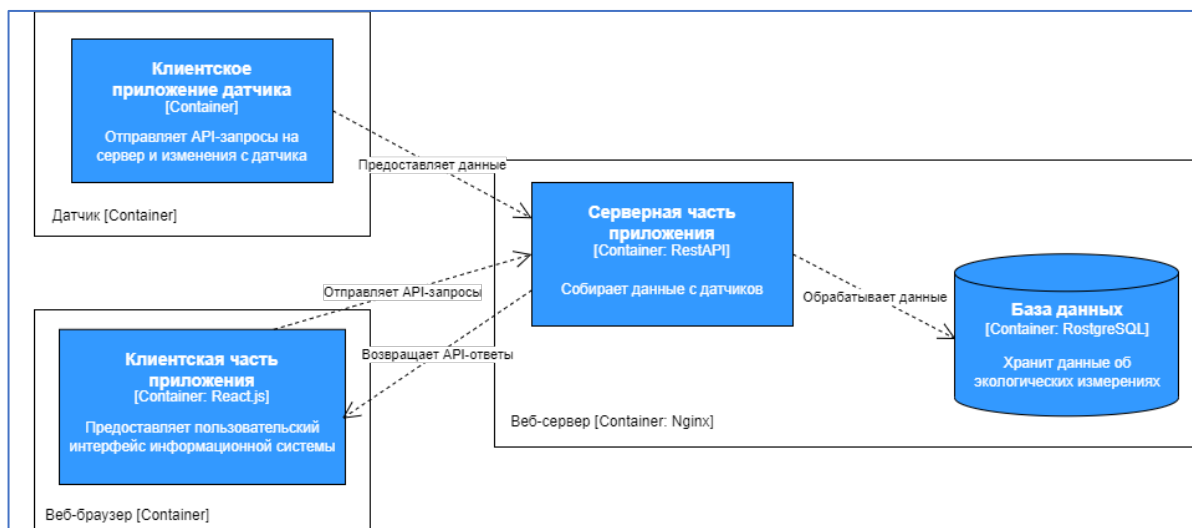


Рисунок 1 – Модель информационной системы



Общая структура показывает, как взаимодействуют между собой компоненты системы. Веб-браузер позволяет пользователям получать доступ ко всем функциям сервиса через веб-страницы. Он предоставляет пользовательский интерфейс для взаимодействия с серверной частью, позволяя пользователям отправлять запросы и получать информацию от сервера.

Серверная часть основана на архитектуре REST API, которая следует определенным правилам безопасности и валидации данных, а также может управлять уровнем доступа пользователей и другими аспектами функционирования системы.

База данных хранит данные об экологических измерениях, таких как уровень загрязнения воздуха, содержание вредных веществ и другие параметры, полученные от датчиков и других источников.

Таким образом, выбор архитектурного стиля и инструментов для серверной части проекта был сделан с учетом требований к производительности, безопасности и эффективности обработки данных.

### Клиентская часть

Для наглядной демонстрации изменений в показателях параметров на территории часто используются изолинии. Программное обеспечение SAGA предоставляет разнообразные инструменты для создания изолиний и анализа географических данных, что делает его универсальным средством для визуализации экологических угроз. Для дальнейшей интеграции созданных изолиний с картой региона используется программа QGIS. В QGIS добавляются изолинии, которые привязываются к географическим координатам и создается картографический проект, отображающий экологическое состояние муниципальных районов Кузбасса.

С помощью JavaScript, HTML, CSS и модуля qgis2web реализован веб-сервис, предоставляющий картографическое представление данных о экологических загрязнениях в Кузбассе. Интерфейс веб-сайта содержит карту с визуализацией экологических угроз и элементами управления, позволяющими фильтровать данные по различным характеристикам, включая временные параметры, которые модуль qgis2web позволяет легко преобразовывать из картографических проектов QGIS в веб-карты, которые могут быть непосредственно добавлены на веб-сайт (рисунок 2).

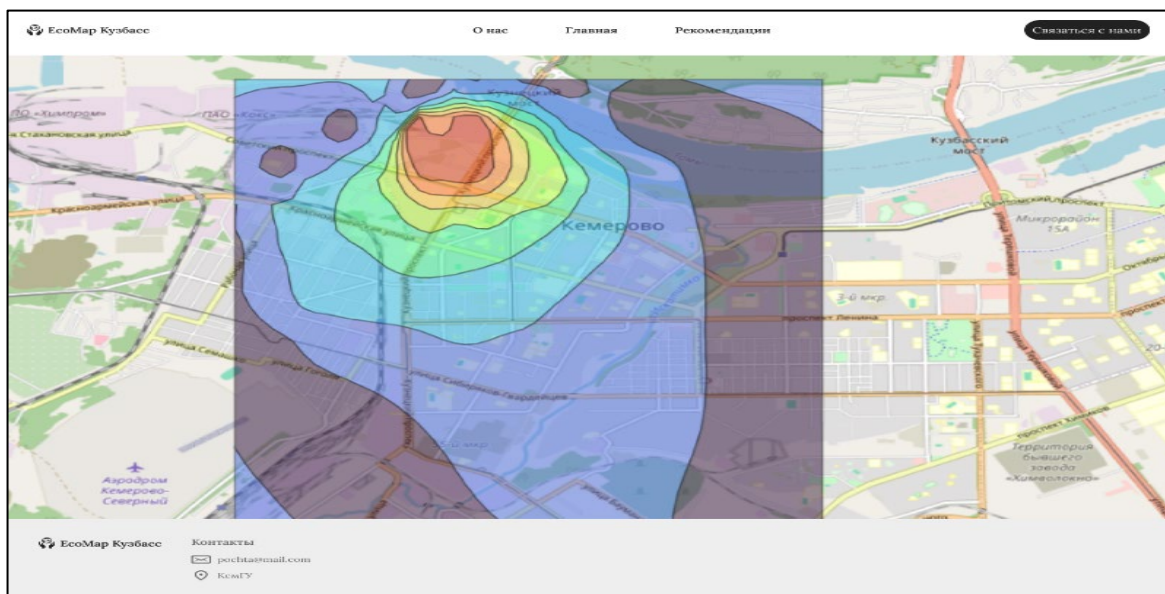


Рисунок 2 – Интерактивная карта

В интерфейсе будет раздел с рекомендациями для пользователей. Обратная связь будет использоваться для улучшения сервиса и удовлетворения потребностей пользователей, что способствует повышению общественного интереса к экологическим проблемам.

Использование ГИС-технологий в оценке экологического состояния муниципальных районов Кузбасса не только улучшает качество анализа и прогнозирование изменений, но также способствует принятию решений в области охраны окружающей среды. Внедрение современных инструментов ГИС создает надежную основу для экологического мониторинга и управления регионом.

В будущем планируется создать сервис, который будет прогнозировать уровни загрязнений, мониторинг по всей России, муниципалитет будет принимать решения, основываясь на данных с информационной системы.

#### Список литературы

1. Зель, Дж. Программирование на Python: Введение в информатику / Джон Зель; перевод с английского под редакцией Р.А. Степанова. – СПб: Питер, 2016. – 503 с.
2. Штейгер Т.К., Прадель Р., Бремзер В., Анчутина Е.А. КОМАР – Международная база данных стандартных образцов. Эталоны. Стандартные образцы. 2014. – 80 с.
3. Лисицкий Д. В., Утробина Е. С., Колесников А. А., Комиссарова Е. В. Проектирование интерфейса мультимедийного блока инструментальной справочно-аналитической ГИС // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2011. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-interfeysa-multimedijnogo-bloka-instrumentalnoy-spravochno-analiticheskoy-gis> (дата обращения: 16.02.2024).
4. The C4 model for visualizing software architecture. URL: <https://c4model.com/> (дата обращения: 16.02.2023). – Текст: электронный.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 519.876.5:622.453

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ШАХТЕ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

**Алексеев И.С., Газенаур Е.Г.**

Кемеровский государственный университет  
vanya07155@mail.ru, ketigaz@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлено программное обеспечение для проектирования и оптимизации вентиляции в шахтах с использованием сетей Петри и математических моделей. Программа включает пять модулей: ввод данных, моделирование воздушного потока, оптимизацию, визуализацию и анализ. Особенности программы включают передовые математические модели и алгоритмы оптимизации для безопасной работы шахт.

**Ключевые слова:** проектирование системы, система распределения воздуха, сети Петри, шахтная вентиляция, оптимизация, математические модели, визуализация, анализ.



Системы вентиляции играют важную роль в обеспечении здоровья и безопасности рабочих в подземных шахтах. Разрабатываемый продукт представляет собой инновационное программное обеспечение, которое объединяет сети Петри, математические модели и алгоритмы оптимизации для эффективного проектирования вентиляционных систем в шахтах.

Программа отличается несколькими ключевыми особенностями. Используются сети Петри для точного моделирования сложной динамики воздушного потока и поведения системы в шахте. Математические модели, основанные на принципах гидродинамики и уравнениях Навье-Стокса, для точного прогнозирования направления, скорости, давления и распределения температуры воздушного потока. Интеграция сетей Петри, математических моделей и алгоритмов оптимизации отличает данную программу от других решений в области вентиляции в шахтах.

Концептуальная модель разрабатываемого программного обеспечения включает в себя различные компоненты и их взаимодействие, позволяя проектировать и оптимизировать систему распределения воздуха в шахте.

Пользовательский интерфейс (UX) создается за счет интеграции Tkinter и PyQt, которые обеспечивают удобное построение интерфейса для ввода данных, визуализации и взаимодействия с программным обеспечением.

Функции импорта и экспорта обеспечивают беспрепятственную интеграцию с внешними источниками данных и позволяя пользователям импортировать соответствующие данные о шахте. Это гарантирует, что программное обеспечение может использовать актуальную информацию для точного моделирования и оптимизации.

В целом, концептуальная модель объединяет математический аппарат, стороннее программное обеспечение (Python API), компоненты пользовательского интерфейса (Tkinter, PyQt), функции импорта/экспорта данных и библиотеки для обеспечения комплексного и эффективного решения для проектирования и оптимизации системы распределения воздуха в шахте.

Модуль моделирования воздушного потока использует сети Петри в качестве инструмента для точного представления и анализа динамики системы распределения воздуха в подземной шахте. Сети Петри, являясь графическими и математическими моделями, отлично справляются с отображением сложных систем с параллельными процессами, что делает их особенно подходящими для моделирования воздушных потоков и взаимодействий в шахтной среде.

Модель сети Петри, используемая в модуле, состоит из трех основных компонентов: позиций, переходов и дуг. Позиции представляют различные состояния или условия в системе воздушного потока, а переходы изображают события или действия, которые могут произойти. Поток маркеров, которые символизируют воздушный поток, представлен дугами, соединяющими позиции и переходы.

Чтобы построить модель сети Петри для системы распределения воздуха, различные места в шахте, такие как туннели или камеры, представляются в модели как позиции. Переходы представляют события, связанные с активацией вентилятора, такие как включение или регулировка скорости вентилятора. Дуги в модели иллюстрируют поток маркеров воздушного потока, указывая направление и скорость воздушного потока между позициями и переходами.

В модели позиции могут быть помечены такими атрибутами, как давление воздуха, температура или качество воздуха, что позволяет получить полное представление о системе воздушных потоков. Переходы, представляющие работу вентилятора, могут моделировать такие действия, как включение, регулировка или отключение вентилятора. Настроив модель сети Петри с соответствующими атрибутами и переходами, модуль может точно представить поведение системы распределения воздуха. В процессе моделирования модель

сети Петри анализируется, чтобы определить, какие переходы включены или сработали на основе текущей маркировки (распределения маркеров) в позициях.

Моделирование модели сети Петри включает в себя инициирование разрешенных переходов. Это вызывает потребление маркеров (представляющих воздушный поток) из входных позиций и генерацию маркеров в выходных позициях, моделируя движение и распределение воздушного потока в шахте. Путем многократного запуска переходов и обновления распределения маркеров симуляция фиксирует динамические изменения направления, скорости и давления воздушного потока в шахте.

Результаты моделирования, полученные с помощью модели сети Петри, дают представление о поведении системы распределения воздуха. Они позволяют выявить потенциальные узкие места или неэффективность, оценить работу вентиляции при различных сценариях и точно настроить вентиляционную конструкцию для достижения оптимальной эффективности и безопасности сотрудников.

После выполнения расчетов данные передаются в модуль оптимизации вентиляции. Он использует алгоритмы оптимизации для определения оптимального расположения вентиляторов, их типов, настроек и количества. Модуль учитывает множество целей, таких как максимизация эффективности воздухообмена, минимизация потребления энергии и обеспечение безопасности работников, чтобы предложить оптимизированное решение.

Используя генетический алгоритм в качестве метода оптимизации, модуль генерирует популяцию потенциальных конфигураций вентиляторов. Каждая конфигурация представляет собой потенциальное решение с определенным расположением, типом и настройками вентилятора. Генетический алгоритм оценивает эти конфигурации, моделируя воздушный поток с помощью модуля моделирования воздушного потока и рассчитывая показатели производительности, такие как эффективность воздухообмена и потребление энергии.

После нескольких итераций генетического алгоритма модуль оптимизации вентиляции определяет оптимальное решение положения вентиляторов, типы вентиляторов (например, осевые вентиляторы), их настройки (например, скорость вращения) и количество (например, три вентилятора).

Модуль визуализации в программном обеспечении системы вентиляции шахты предлагает комплексное и интуитивно понятное представление оптимизированной вентиляционной системы. Он использует трехмерные модели для отображения схем воздушных потоков, перепадов давления, распределения температуры и других соответствующих параметров системы вентиляции шахты. Такая графическая визуализация служит ценным инструментом для понимания структуры системы, выявления потенциальных узких мест и принятия обоснованных решений по улучшению системы.

Модуль визуализации берет оптимизированные данные из модуля оптимизации. В эти данные входит такая информация, как пути воздушного потока, значения давления, распределение температуры и другие соответствующие атрибуты. Интерактивный характер модуля визуализации позволяет пользователям изучать и анализировать модели с различных точек зрения.

В дополнение к трехмерным моделям модуль визуализации также включает другие геопространственные данные, такие как схемы шахт, геологическая информация или измерения датчиков, чтобы обеспечить всестороннее понимание работы вентиляционной системы в связи с физическим окружением шахты.

Модуль анализа и отчетности оценивает результаты моделирования, полученные с помощью модулей моделирования и оптимизации вентиляции. Этот модуль выполняет комплексный анализ работы вентиляционной системы, выявляет потенциальные проблемы или узкие места и генерирует подробные отчеты с рекомендациями по улучшению системы.

Для начала анализа модуль изучает результаты моделирования, которые включают данные о таких факторах, как качество воздуха, распределение воздушного потока,

колебания температуры и энергоэффективность. Он количественно оценивает эти параметры, чтобы оценить общую эффективность работы вентиляционной системы в шахте.

На основе оценки этих факторов модуль анализа и отчетности генерирует комплексные отчеты. Эти отчеты содержат подробное резюме работы вентиляционной системы, выделяя проблемные области и предоставляя рекомендации по улучшению системы.

#### Список литературы

1. Шарифов, А.М. Сети Петри: теория, моделирование, приложения: учебное пособие / А.М. Шарифов, А.Л. Кушнир. – М.: Физматлит, 2015. – 312 с.
2. Крупкин, В.А. Моделирование дискретных систем с использованием сетей Петри: учебник / В.А. Крупкин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 432 с.
3. Прилуцкий, Е.Н. Моделирование процессов сетями Петри: учебное пособие / Е.Н. Прилуцкий. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. – 296 с.
4. Шарифов, А.М. Построение моделей на основе сетей Петри: учебное пособие / А.М. Шарифов. – М.: БИНОМ, 2017. – 224 с.
5. Петри, К.А. Коммуникация с автоматами: монография / К.А. Петри. – М.: Радио и связь, 2018. – 320 с.
6. Попов, В.П., Бобров, Н.А. Сети Петри и системный анализ: учебник. – М.: КомКнига, 2019. – 416 с.
7. Харитонов, В.Д. Сети Петри и моделирование систем: учебник / В.Д. Харитонов. – М.: Машиностроение, 2020. – 240 с.
8. Захаров, В.Н., Харитонов, В.Д. Моделирование и оптимизация процессов с использованием сетей Петри: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2017. – 384 с.
9. Бабич, Ф.А., Габриельян, Г.А., Керничная, Ю.В., Страхов, В.В. Методы анализа и синтеза дискретных систем с использованием сетей Петри. – М.: Издательство Московского университета, 2019. – 360 с.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.9

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБМЕНА ОПЫТОМ СПОРТСМЕНОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВИДОВ СПОРТА

**Гайдай А.М., Бурмин Л.Н.**

Кемеровский государственный университет  
[alexey.gaidai@gmail.com](mailto:alexey.gaidai@gmail.com), [LNBurmin@mail.ru](mailto:LNBurmin@mail.ru)

***Аннотация.** Статья затрагивает важность создания информационной системы для улучшения обучения экстремальных спортсменов. Система предлагает функции отслеживания прогресса, обучающих пособий, планирования, географических обозначений и взаимодействия с профессионалами. Предложенный проект системы позволит устранить текущие недостатки имеющихся цифровых решений и удовлетворит потребности спортсменов разного уровня опыта.*

**Ключевые слова:** экстремальный спорт, информационная система, обучение, проектирование, разработка, взаимодействие, пользовательский интерфейс.

### Проблематика и актуальность

Современный мир насчитывает большое количество экстремальных спортсменов, и наблюдается положительная тенденция к росту доли экстремальных видов спорта. Основываясь проведенных ранее исследованиях и опросах респондентов было выявлено, что существующие информационные решения не располагают необходимыми инструментами и могут стать причиной сдерживания потенциального роста эффективности обучения спортсменов. Выявленные недостатки указывают на то, что проектирование и разработка информационной системы, способной удовлетворить потребности спортсменов разного уровня, является необходимостью, в современном мире.

### Предлагаемое решение

Предлагается спроектировать информационную систему, которая должна будет включать в себя следующий функционал, позволяющий обеспечить более эффективный процесс обучения, а именно:

- отслеживание прогресса;
- система обучающих пособий;
- система планирования обучения;
- географические обозначения площадок и мероприятий;
- взаимодействие с профессиональными спортсменами.

В процессе проектирования были выделены сущности, с соответствующими атрибутами необходимыми, для обеспечения функционала и представлены на ER-диаграмме в нотации “Вороньи лапки” (Рисунок 1).

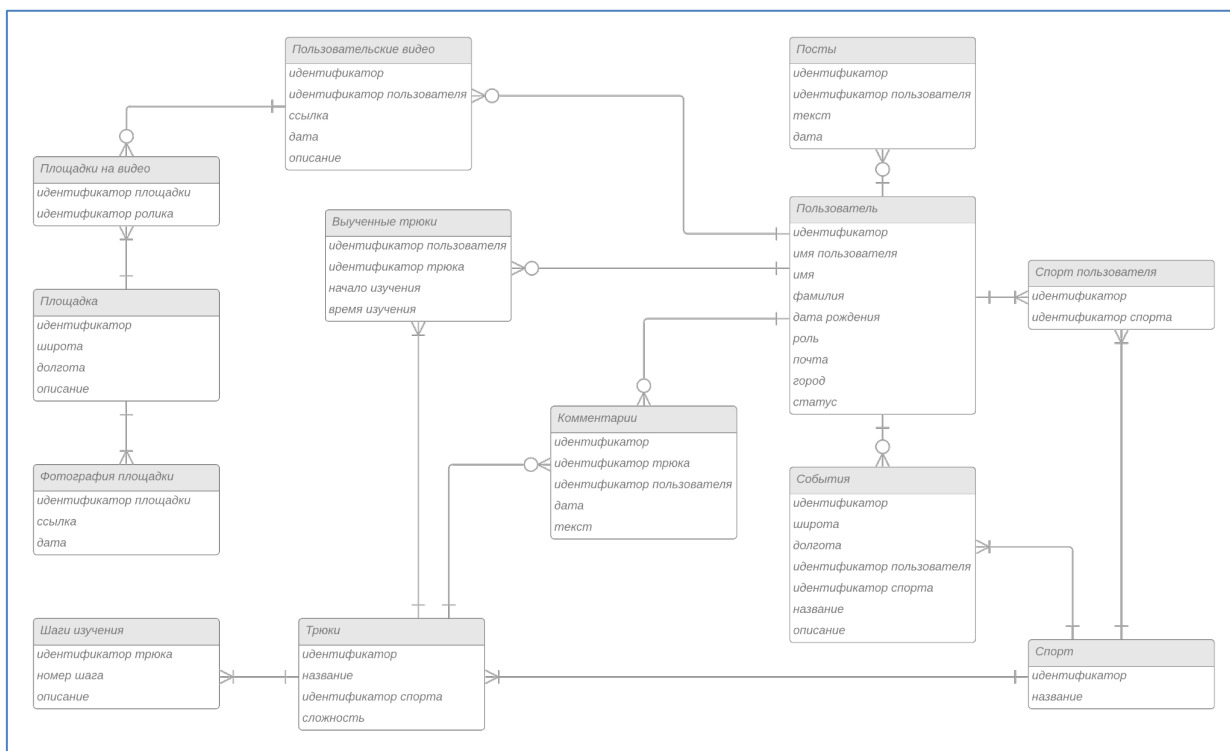


Рисунок 1 – ER-диаграмма

Для описания и схематичного отображения разрабатываемой информационной системы была использована диаграмма классов.

Диаграмма классов точно отражает структуру системы, моделируя ее классы, свойства, операции и отношения между объектами. Диаграмма классов представлена на рисунке 2.

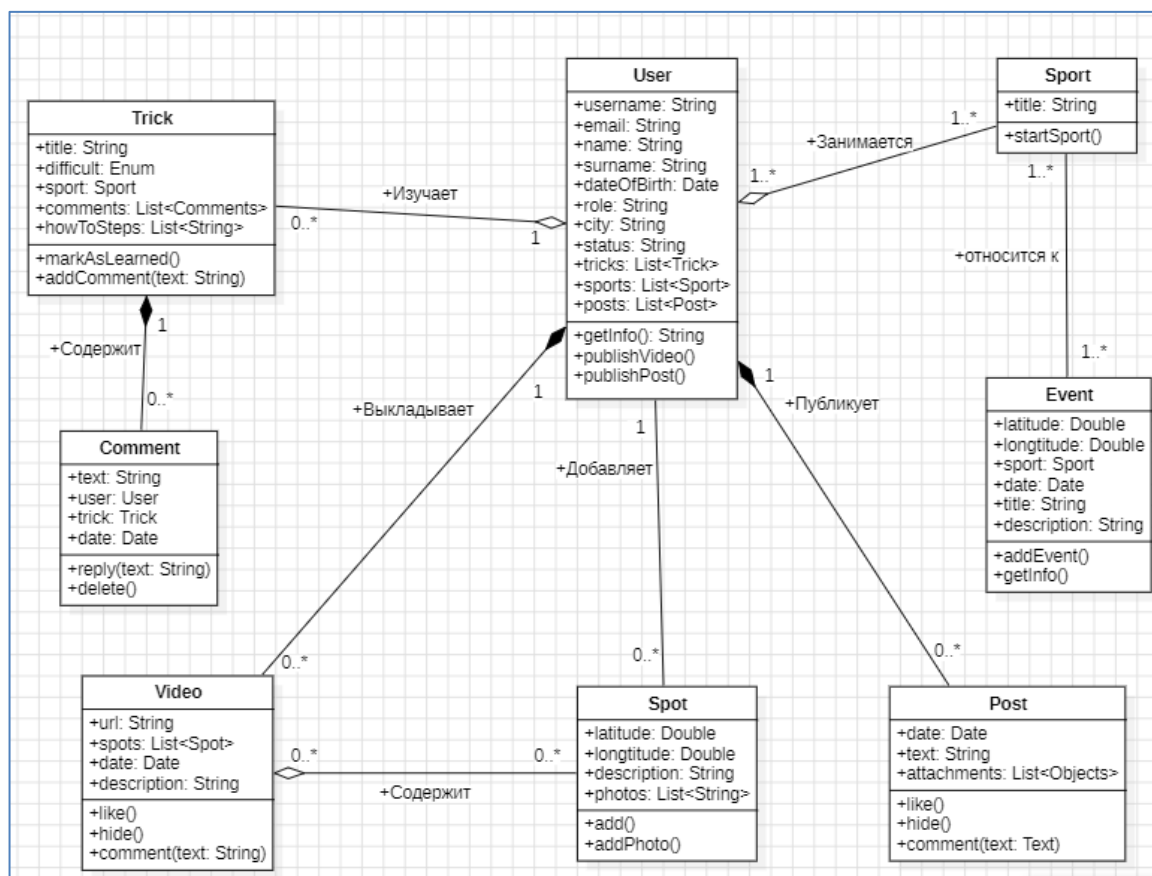


Рисунок 2 – Диаграмма классов

### Технологии

Технологии реализации были выбраны исходя из предпочтений целевой аудитории. Так как большинство спортсменов желает иметь доступ к системе непосредственной во время тренировок, исходя из этого для создания графического интерфейса была выбрана мобильная платформа Android. Разработка для данной платформы предполагается на языке Kotlin.

Для реализации хранения доступа к данным планируется развернуть REST API сервер, способный обеспечить пропускную способность в 100 запросов в секунду, чего будет вполне достаточно для стабильной работы приложения.

В качестве СУБД для хранения данных была выбрана MSSQL, так как данная СУБД имеет возможность бесплатного использования.

### Вывод

Проектирование и разработка информационной системы позволит удовлетворить потребности как новичков в спорте, так и спортсменов, имеющих опыт. Данная ИС будет направлена на создание эффективной платформы для обмена знаниями, мотивации и формирования единого сообщества и позволит построить коммуникационные каналы между группами спортсменов.

### Список литературы

1. Информационные технологии в современном спорте // INTEEU. – URL: <http://www.inteeu.com/2020/10/18/informatsionnye-tehnologii-v-sovremennom-sporte/> (дата обращения: 10.02.2024). – Текст: электронный.

- Исаков, А.Е. Влияние социальных сетей на психологическое здоровье и мотивацию спортсменов / А.Е. Исаков. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. –2023. – №32(479). – С.133-135.
- Паршакова, В.М. Развитие экстремальных видов спорта // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – №4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-ekstremalnyh-vidov-sporta> (дата обращения: 06.02.2024).
- BMX Bike Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis // Fortune Business Insights. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/bmx-bike-market-105601> (дата обращения: 06.02.2024). – Текст: электронный.
- BMX Bikes Market Statistics 2030 // Medium. – URL: <https://medium.com/@valuatesmarketreports/bmx-bikes-market-statistics-2030-cb4590f4723b> (дата обращения: 06.02.2024). – Текст: электронный.
- Skateboard Market Size, Share & Trends Analysis Report // Grand View Research. – URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/skateboard-market> (дата обращения: 06.02.2024). – Текст: электронный.
- Snowboard Equipment Market Outlook (2023 to 2033) // Fact.MR. – URL: <https://medium.com/@valuatesmarketreports/bmx-bikes-market-statistics-2030-cb4590f4723b> (дата обращения: 06.02.2024). – Текст: электронный.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

**УДК 004.42**

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ КУЛЬТМАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ТРЕНДОВ МАССОВОЙ КУЛЬТУРЫ**

**Копытов Е.А., Сибиряков М.Е., Степанов Ю.А.**  
Кемеровский государственный университет  
[egorka.kopytov.02@mail.ru](mailto:egorka.kopytov.02@mail.ru), [suburbanms@gmail.com](mailto:suburbanms@gmail.com)

***Аннотация:** В данной публикации рассматривается проектирование и структура информационной системы для планирования культурно-массовых мероприятий с целью последующего их анализа, а также методы анализа трендов в массовой культуре.*

***Ключевые слова:** информационные системы, культурно-массовые мероприятия, популярность мероприятия, проектирование системы, анализ трендов.*

На сегодняшний день у многих людей присутствует время и желание посетить какое-либо мероприятие/событие в свободное время, однако, в связи с неосведомленностью о проводимых мероприятиях, они вынуждены проводить свое свободное время занимаясь пустой тратой времени. В связи с этим нами было выдвинуто предположение, что для решения проблемы поиска интересных мероприятий, необходимо разработать информационную систему, которая бы решала эту проблему. Решение этой проблемы, по нашему мнению, поможет находить интересные культмассовые мероприятия и с пользой проводить время. Эта информационная система будет представлять собой площадку для



размещения объявлений о проведении мероприятий (как коммерческих, так и некоммерческих) с возможностью ведения чатов с посетителями и анализа актуальных направлений массовой культуры.

Также в данной статье рассмотрим подходы к анализу трендов массовой культуры, методы сбора и анализа данных о популярности мероприятий, а также возможности использования методов регрессии для прогнозирования популярности культмассовых событий. Модуль анализа может стать ценным инструментом для организаторов мероприятий, помогая им учитывать актуальные тенденции в развитии массовой культуре.

Предполагается, что системой будут пользоваться две группы пользователей – организаторы и посетители. В первом случае пользователь профессионально занимается организацией мероприятий и возможность размещения мероприятий для него вполне оправдана, в другом же случае пользователь имеет цель посетить мероприятие и на первый взгляд эти две группы не пересекаются. Но при более детальном рассмотрении, мы можем представить как то, что организатор захочет посетить мероприятие, так и то, что посетитель, после множества посещенных мероприятий, захочет организовать небольшое собрание у себя на частном участке. Исходя из этого было принято решение не делить пользователей на роли в системе (за исключением административных).

После изучения предметной области организации и управления мероприятиями был выявлен ряд возможностей, которыми должны обладать пользователи информационной системы.

Наиболее важными возможностями, на которой и строится вся система, является возможность размещать в ней мероприятия и откликаться на них. При размещении мероприятий необходимо указать следующие параметры: название мероприятия; категории, к которым относится мероприятие; дату и место проведения; формат мероприятия (ед./многораз.); описание; максимальное число посетителей; вид мероприятия (ком/неком); стоимость посещения, в случае если мероприятие коммерческое; фотографии.

Другой немаловажной частью функциональности системы является регистрация/авторизация, она позволит собирать информацию о пользователях, на основании которой им впоследствии будут рекомендоваться мероприятия для посещения. Также это позволит составлять информативный профиль пользователя в системе, благодаря чему у других пользователей будет складываться более полное представление об организаторах и посетителях мероприятий [2].

Также к важным функциональным возможностям относится возможность оставлять мероприятиям комментарии и оценки, это, как и предыдущий пункт позволит пользователям получить представление о мероприятии и о его организаторах (то насколько успешна их деятельность).

Одной из важных возможностей, которые система будет предоставлять для ее посетителей, является предоставление рекомендаций. Рекомендации будут предоставлять пользователям мероприятия, которые их могут заинтересовать. Они будут основываться на локации пользователя и категориях посещаемых им мероприятий.

Еще одним требованием к функциональности ИС является чат между участниками мероприятия, в котором посетители смогут задать интересующие их вопросы организаторам и получать информационные сообщения, касающиеся проводимого мероприятия [4].

Также, наравне с вышеописанными требованиями к функциональности, можно выявить еще одно, без которого система не будет существовать – оплата билетов на мероприятия в ИС. Покупка билетов через сайт позволит извлекать из ИС прибыль. После приобретения билетов пользователям станут доступны групповые чаты с организаторами.

Использование трендов в приложении для проведения массовых мероприятий имеет несколько преимуществ:



1. Предсказание популярности: Анализ трендов позволяет предвидеть, какие типы мероприятий или какие конкретные события будут популярными в будущем. Это поможет организаторам мероприятий более эффективно планировать свои мероприятия, привлекая большее количество участников и повышая уровень удовлетворенности.

2. Персонализированные рекомендации: Знание текущих трендов позволяет предоставлять пользователям приложения более персонализированные рекомендации о мероприятиях, соответствующих их интересам и предпочтениям. Это улучшает общий опыт пользователей и помогает им открывать новые интересные события.

3. Планирование мероприятий: Организаторы мероприятий могут использовать тренды, чтобы определять наиболее популярные дни и места для проведения мероприятий, а также адаптировать свои предложения к текущим запросам целевой аудитории.

4. Маркетинг и реклама: Знание трендов позволяет организаторам эффективнее проводить маркетинговые кампании и рекламировать мероприятия, привлекая большее количество участников.

Таким образом, использование трендов в приложении для проведения массовых мероприятий помогает улучшить планирование мероприятий, предоставлять более целевые и персонализированные рекомендации пользователям, а также повышать эффективность маркетинговых усилий и рекламы. В информационной системе планируется использовать анализ трендов. Из всех мероприятий по определенным критериям будет отбираться самое лучшее и выводиться в тренды. Благодаря анализу организаторам будет проще организовывать мероприятия, целью которых является получение максимальной денежной выгоды. Для реализации анализа трендов будет использоваться линейная регрессия. Линейная регрессия – это метод восстановления функциональных зависимостей по множеству значений опытных данных. Он особенно эффективен там, где нужно установить связь между независимой переменной (входными признаками) и зависимой переменной (целевым показателем).

Целевой переменной в данной модели может быть показатель популярности мероприятия, который может быть определен, например, на основе количества проданных билетов, числа зарегистрированных участников, объема запросов на информацию о мероприятии и т.д.

После того как данные о мероприятиях были подготовлены и очищены, модель линейной регрессии может быть применена для анализа взаимосвязей между независимыми переменными (параметры мероприятий) и целевой переменной (показатель популярности мероприятия). Модель будет искать линейные связи между параметрами мероприятий и их популярностью [3].

Затем, когда модель линейной регрессии будет построена, она может быть использована для предсказания популярности новых мероприятий на основе их параметров. Таким образом, пользователи приложения могут получать предсказания о том, насколько популярными могут быть различные мероприятия, что позволяет им принимать более информированные решения о выборе событий для посещения.

Линейная регрессия возможна в нашей информационной системе также возможна для:

1. Прогнозирование числа регистраций/продаж/просмотров мероприятий. Мы можем использовать линейную регрессию для предсказания количества регистраций или других метрик, основываясь на различных факторах, таких как дата проведения, тип мероприятия, цена, рекламный бюджет и т.д.
2. Изучение влияния факторов на популярность мероприятий. Линейная регрессия также может помочь выявить, какие конкретные факторы оказывают влияние на популярность мероприятий. Например, мы можем определить, как цена билетов или тип мероприятия влияют на число продаж.

Использование метода регрессии позволяет автоматизировать процесс определения популярности мероприятий и поможет принимать более обоснованные решения при планировании и проведении мероприятий [1].

Регрессия является необходимым инструментом, она позволяет не только выявить тренды в популярности мероприятий, но также понять, какие факторы влияют на эту популярность и какие мероприятия стоит выделять в качестве трендовых.

#### Список литературы

1. Аксенов, С.В. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / С.В. Аксенов, В.Б. Новосельцев. – Томск: НТЛ, 2006. – 128 с.
2. Кинтонова А.Ж., Сулейменова Б.Б., Енсебаев Н.А. Технологии разработки веб-приложений // Yessenov science journal. – 2023. – №2(45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-razrabotki-veb-prilozheniy> (Дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.
3. Созыкин, А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей / А.В. Созыкин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. – 2017. – Т.6, №3. – С.28-59. – DOI 10.14529/cmse170303.
4. Ясницкий, Л.Н. Интеллектуальные системы. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.

*Научный руководитель – к.т.н, доцент Бурмин Л.Н., Кемеровский государственный университет*

#### УДК 004.9

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА И СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МАСТЕР-КЛАССОВ С ЭЛЕМЕНТАМИ ГИС

**Крючков А.О., Садовиков Н.Е., Бурмин Л.Н.**

Кемеровский государственный университет

[andreykryuchkov2002@mail.ru](mailto:andreykryuchkov2002@mail.ru), [nikitasadovikov21@gmail.com](mailto:nikitasadovikov21@gmail.com), [LNBurmin@mail.ru](mailto:LNBurmin@mail.ru)

***Аннотация.** Проектирование информационной системы для мастер-классов с интеграцией ГИС. Платформа обеспечивает эргономичный поиск, безопасные платежи и связь через REST и МРА.*

***Ключевые слова:** информационная система, мастер-класс, ГИС, Django REST Framework, PostgreSQL, Socket.IO, МРА*

#### **Актуальность**

В эпоху цифровизации, разработка информационных систем для образовательных мероприятий, включая мастер-классы, становится важной задачей. Важно спроектировать серверную архитектуру, способную интегрироваться с геоинформационными системами (ГИС) для повышения функциональности поиска и навигации, а также эргономичный пользовательский интерфейс, с помощью которого участники смогут без трудностей записываться на мастер-классы, а организаторы управлять мероприятиями.

#### **Описание проблемы**

В результате проведенного глубинного интервью с участниками и организаторами мастер-классов выявлены ключевые недостатки текущих систем организации и участия в этих событиях. Основные проблемы включают разрозненную информацию в социальных

сетях, недостаточную интеграцию платежных систем, отсутствие единого канала связи для оперативного информирования об изменениях, и недостаточно удобную навигацию на существующих платформах.

К этому добавляется сложность процесса записи на мастер-класс. Наблюдается необходимость в разработке дизайна, который позволил бы пользователю за минимальное количество шагов найти интересующий мастер-класс и записаться на него. Текущая система записи часто включает многоэтапные и сложные процедуры, что может отталкивать потенциальных участников и снижать общее количество записей.

Эти аспекты подчеркивают важность создания платформы, которая обеспечит:

- централизованное и структурированное представление данных о мастер-классах для упрощения поиска;
- интегрированные платежные решения, минимизация рисков и упрощение процесса оплаты;
- единый канал связи для мгновенного информирования обо всех изменениях, связанных с мастер-классами;
- эргономичная навигация и интерфейс;

### **Решение**

Предложена разработка комплексной платформы для организации и участия в мастер-классах, которая устраняет выявленные недостатки текущих систем. Информационная система направлена на создание централизованного, структурированного хранилища данных о мастер-классах, облегчая поиск и выбор мероприятий для пользователей. Включение интегрированных платежных систем предназначено для обеспечения безопасности транзакций и удобства оплаты. Единый канал связи будет служить надежным инструментом для мгновенного информирования участников об изменениях в расписании мероприятий, а разработка эргономичного интерфейса упростит процесс регистрации и взаимодействия в системе.

### **Технические аспекты**

#### **Серверная часть**

Для серверной части платформы организации мастер-классов применяется следующая архитектура и технологии:

- Django REST Framework**: Сердцем серверной архитектуры является Django REST Framework, который расширяет возможности Django, предоставляя мощные и гибкие инструменты для создания RESTful API. Позволяет разработчикам создавать и поддерживать взаимодействие между клиентской и серверной сторонами.
- PostgreSQL с интеграцией ГИС**: В качестве системы управления базами данных выбрана PostgreSQL не только за её надёжность и гибкость, но и за интегрированную поддержку геопространственных данных через расширения, такие как PostGIS. Это позволяет эффективно работать с ГИС-данными, что критически важно для системы, ориентированной на местоположение мастер-классов.
- Socket.IO для реализации чатов**: Использование Socket.IO обеспечивает мгновенный обмен сообщениями и данными в реальном времени между участниками и организаторами. Это способствует созданию двусторонних, динамичных каналов связи, повышая интерактивность и удобство платформы.
- Интеграция с ГИС-системами**: Для расширения функциональности поиска и навигации платформа интегрируется с одной из ГИС-систем, таких как OpenStreetMap, Яндекс.Карты или Google Maps. Это позволяет улучшить визуализацию мест проведения мастер-классов и предоставить пользователям инструменты для планирования маршрутов.

#### **Пользовательский интерфейс**

Для проектирования и будущей реализации платформы будут использованы такие технологии как:

- **Figma**: Отвечает за создание дизайн-прототипов интерфейса. Figma упрощает сотрудничество в команде, позволяя разработчикам и дизайнерам вместе работать над внешним видом и пользовательским опытом.
- **Vue.js**: Используется для построения динамических интерфейсов на клиентской стороне. Vue.js обеспечивает модульность и гибкость разработки благодаря реактивным компонентам и обширной экосистеме.
- **Axios**: Применяется для HTTP-запросов к серверу, позволяя эффективно работать с RESTful API. Axios упрощает отправку запросов и обработку ответов.

### **Заключение**

Разработка комплексной информационной системы для мастер-классов с использованием REST, PostgreSQL и MPA представляет собой оптимальный подход, обеспечивающий удобство, масштабируемость и эффективное взаимодействие между участниками и организаторами мастер-классов с интеграцией ГИС.

### **Список литературы**

1. Диков А. В. Клиентские технологии веб-дизайна. HTML5 и CSS3. Учебное пособие для вузов. – М.: Лань, 2023. –186 с.
2. Сырых, Ю. Современный веб-дизайн. Настольный и мобильный. – М.: Диалектика, 2019. –384 с.
3. Киселев С.В. Веб-дизайн. – М.: Academia, 2019. –363 с.
4. Эмирова Л.Р., Петровский Д.С. Обзор современных фреймворков и инструментов, используемых для разработки web-приложений // Форум молодых ученых. - 2020. – №2500-4050. – 5 с.
5. Гвоздева, Т.В., Баллод Б.А. Проектирование информационных систем. Стандартизация: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2019. – 252 с.
6. Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. – М.: Вильямс И.Д., 2017. – 1440 с.
7. Стружкин Н.П. Годин В.В. Базы данных: проектирование: Учебник для академического бакалавриата. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 478 с.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

**УДК 004.9**

## **МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ НАРУШЕНИЙ В УГЛЕПОРОДНОМ МАССИВЕ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ**

**Лось М.А., Колбаса О.А., Бурмин Л.Н.**

Кемеровский государственный университет

[mihail.los124@gmail.com](mailto:mihail.los124@gmail.com), [773o@mail.ru](mailto:773o@mail.ru), [Lnburmin@mail.ru](mailto:Lnburmin@mail.ru)

***Аннотация.** Изложена методика определения областей интересов в файлах, полученных в результате сканирования углепородного массива методом георадиолокации. Разработан метод интерполяции радарограммы на основе существующих данных. Предложена методика визуализации геопространственных данных области георадарного сканирования.*

***Ключевые слова:** георадиолокация, радарограмма, компьютерное зрение, интерполяция, шахта.*

Настоящее исследование посвящено разработке методики автоматизированной обработки результатов георадиолокации, в частности, выявления областей интересов на временных разрезах (радарограммах), получаемых в результате сканирования массива, прогнозирования промежуточных данных между двумя радарограммами, а также наложения области проведения исследования на геопространственной карте и формирования дальнейших отчетов. Для этого необходимо проанализировать существующую методику, применяемую специалистами, для обработки радарограмм на предмет выявления областей автоматизации и предложить собственную методику, основанную на математических и программных алгоритмах.

Существует несколько информационных систем (ИС), частично решающих проблему анализа и обработки радарограмм. Например, системы «GeoScan32» и «GEOREADER» предоставляют набор программных средств, обеспечивающих считывание и ручную обработку результатов георадиолокации [1]. Однако у этих систем нет привязки к геопространственным данным, что затрудняет пространственное понимание – на какой территории возникла проблема. Помимо этого, для применения средств анализа и обработки данных необходимо использовать большое количество параметров свойств горной породы и ее электромагнитных показателей, которые требуют от специалиста богатого опыта в горном деле и зачастую отвлекают специалиста от непосредственного выявления областей интереса на радарограммах. Также ни одна из этих систем не обладает средствами прогнозирования данных между двумя радарограммами, что ограничивает общее представление о состоянии углепородного массива, в случае если сканирование проводилось не по всему периметру, а с определенными промежутками. Кроме того, в рассмотренных ИС отсутствует привязка к каким-либо хранилищам данных, что ограничивает централизованный доступ к данным с автоматизированного рабочего места (АРМ) сотрудников и вынуждает их обмениваться информацией физическими способами, либо через сторонние каналы связи.

В результате сравнительного анализа ИС выяснилось, что они не обладают автоматизированными средствами анализа и обработки радарограмм и построения области сканирования на геопространственной карте. В связи с этим целесообразно создание собственной методики автоматизации бизнес-процессов анализа состояния углепородного массива.

Для создания методики были изучены существующие технологии и алгоритмы, применяемые в современных ИС для анализа и обработки радарограмм. Результат исследования выявил, что во всех системах зачастую проводится анализ сформированного изображения радарограммы, которое представляет собой проекцию внутренней структуры углепородного массива, полученную излучением электромагнитных волн. Поскольку формат сбора данных оговорен с предприятием изначально, главный вопрос состоит в решении задачи выявления областей интересов, основанных на актуальных данных сканирования, получаемых с георадара совместно с геопространственными данными сканирования. Это позволит не только построить проекцию углепородного массива с наложенными областями интереса, но и произвести привязку области сканирования к геопространственной карте. Помимо этого, хронологический сбор этих данных позволит выстроить динамику развития аномалий в углепородном массиве, что может значительно повлиять на дальнейшее принятие решений.

В связи с этим для разработки методики обнаружения областей интереса необходимо произвести предобработку и анализ изображений радарограмм и на основании полученных результатов выделить предполагаемые аномалии на нем. Параллельно с этим, используя данные о последующем сканировании углепородного массива по заданному периметру, произвести интерполяцию существующих данных и спрогнозировать проекцию массива на



промежутках, а по геопространственным данным произвести привязку к географической карте.

Основная идея методики представляется в виде алгоритма из нескольких последовательных шагов.

1. *Конвертация исходных данных георадара в унифицированный формат.* Результаты сканирования, получаемые с георадара, сохраняются в форматах, уникальных для каждой модели. В случае модели георадара «ОКО-2», с которым производится наша работа, сохранение осуществляется в формате GPR2, который имеет закрытую структуру данных, поддерживаемую ИС того же производителя. Таким образом, первым шагом необходимо конвертировать исходный файл в унифицированный формат хранения геофизических параметров, например, SEG-Y, поддерживаемый большинством открытых программных библиотек [3], используя средства существующих системы, описанных ранее: «GeoScan32», либо «GEOREADER».

2. *Конвертация унифицированных результатов сканирования в графический формат.* Изначально происходит извлечение амплитуд электромагнитного сигнала и временных меток отражения сигналов от поверхности углепородного массива из файла SEG-Y. Затем, на основе извлеченных данных генерируется графический файл радарограммы, где по оси X отображаются номера трасс, отражающие пройденное расстояние, а по оси Y – временные, показывающие глубину сканирования. Используя различную интенсивность цветов, исходя из значений амплитуд сигналов, радарограмма визуализирует проекцию структуры углепородного массива. Для реализации данного этапа можно использовать существующие программные библиотеки языка Python, например, ObsPy – для интерпретации файлов радарограмм и OpenCV совместно с NumPy – для конвертации характеристик сигнала в графический формат.

3. *Наполнение базы данных.* Предполагается, что база данных будет содержать большой объем как исходных, так и полученных в результате анализа данных. Вследствие этого предлагается использовать модель «хранилища данных», имеющую следующие категории данных: пространственные – данные, представляющие собой пространственные характеристики объектов; хронологические – данные, которые позволяют хранить хронологические составляющие объектов, связанные со временем создания, изменения и т.д.; накопительные – данные, которые в момент исследования уже устарели, но вследствие содержания информации о состоянии модели не могут быть удалены и сохраняются с меткой версии.

Для загружаемых данных необходимо заранее предопределить набор правил их хранения, так, например, пространственные данные необходимо хранить в зашифрованном виде, так как сведения о расположении горных выработок имеют стратегическое значение и недопустимы к разглашению. После описания, проектирования и построения структуры базы данных необходимо ее заполнить результатами сканирования и геопространственными данными. Для программной реализации этого этапа можно воспользоваться СУБД с открытым исходным кодом PostgreSQL с расширением PostGIS для хранения геопространственных данных.

4. *Фильтрация изображений радарограмм от волн-помех.* Заключается в наложении различных визуальных фильтров на изображение для минимизации шумов, возникаемых вследствие отражения волн от посторонних объектов в структуре углепородного массива, таких как электропроводка, узлы вентиляции и т.п., а также минеральных включений. Фильтры применяются последовательно до достижения отделения максимального количества осей синфазности на изображении. Реализация осуществляется с использованием открытой библиотеки Python – OpenCV, предоставляющей следующие

методы обработки: медианный фильтр, Гауссовский фильтр, фильтр среднего, вейвлет-преобразование и фильтр Ниблека.

5. *Применение цветowych фильтров к изображению.* После применения фильтров, повышающих качество изображения, происходит его фильтрация по цветовым диапазонам модели HSV, расширяющей версию RGB, позволяя помимо цвета изменить тон изображения, его насыщенность и яркость [2]. Цвета применяются последовательно с изменением параметров HSV от нижней до верхней границы, пока не будет обнаружено максимально возможное количество областей интересов. Реализация фильтрации изображения в цветовой модели HSV доступна с применением открытой библиотеки OpenCV.

6. *Выделение областей интереса на радарограмме.* Изображение анализируется с применением методов сегментации, таких как k-means и пороговая сегментация для разделения изображения на области с однородными характеристиками. Выделенные области используются для определения потенциальных аномалий. Реализация осуществляется посредством открытых программных библиотек sklearn и OpenCV.

7. *Интерполяция радарограммы.* Алгоритм интерполяции радарограммы между двумя существующими изображениями включает в себя подготовку данных, выбор метода интерполяции, его реализацию и визуализацию результата. В ходе практического сравнения установлено, что использование линейной интерполяции более предпочтительно за счет лучшего качества прогнозирования по сравнению с аналогичными методами. В процессе реализации выбранный метод применяется к каждому пикселю на изображении. Визуализация результата позволяет оценить качество интерполяции и ее соответствие поставленным требованиям. Способы и методы реализации включают в себя набор стандартных библиотек для обработки изображений – OpenCV и PIL.

8. *Визуализация геопространственных данных.* После построения всех моделей для обработки радарограмм, происходит визуализация геопространственных данных, предоставленных дополнительно, на географической карте. При этом учитываются такие параметры, как географические координаты области сканирования, длина и глубина периметра углепородного массива. Реализуется с применением сторонней ГИС с открытым исходным кодом – QGIS.

В результате исследования предложено создать методику автоматизации выявления аномалий в углепородном массиве по результатам георадиолокации. Описан существующий бизнес-процесс анализа и обработки радарограмм в специализированных ИС, а также его недостатки. Предлагаемая методика – первый шаг к повышению временной и экономической эффективности обработки результатов георадиолокации, а также повышению безопасности ведения горных работ. В будущем планируется реализовать программный комплекс с описанной методикой и апробировать результаты ее работы на реальных данных горнодобывающих предприятий.

#### Список литературы

1. Барабанов, В.Ф. Сбор и автоматизированная обработка данных электромагнитного сканирования с последующей визуализацией / В.Ф. Барабанов, А.О. Калашников, А.М. Нужный // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2020. – Т.16, №5. – С.32-37.
2. Станчик, Г.А. Детектирование теней на спутниковых изображениях на основе обучения в цветовой схеме HSV / Г.А. Станчик, А.М. Недзьведь // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии (в образовании): материалы



международного научного конгресса, Минск, 22-23 октября 2020 года. – Минск: Белорусский государственный университет, 2020. – С.179-184.

3. Шахатова, А.Т. Анализ современных программных обеспечений для интерпретаций радарограмм / А.Т. Шахатова, Т. Мирғалиқызы // Труды университета. – 2021. – №3(84). – С.275-279.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., д.т.н., доцент, Кемеровский государственный университет*

**УДК 504.05**

## **МЕТОД ОЦЕНКИ УРОВНЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

**Михайлова Е.П., Бурмин Л.Н., Илькевич В.В.**

Кемеровский государственный университет

[k2414@mail.ru](mailto:k2414@mail.ru), [Lnburmin@mail.ru](mailto:Lnburmin@mail.ru)

***Аннотация:** В статье рассматривается идея использования математической модели Гауссовой струи как метод анализа выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников.*

***Ключевые слова:** Математическое моделирование, Гауссова модель, ГИС в экологии, оценка вредности производства.*

Загрязнение окружающей среды является одной из важнейших экологических проблем современного мира. Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу, оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Математические модели являются важным инструментом для оценки воздействия различных источников загрязнения на окружающую среду. Они позволяют прогнозировать распространение вредных веществ в окружающей среде, оценивать их концентрацию в различных точках, а также разрабатывать меры по снижению выбросов.

Целью работы является подбор математической модели для оценки негативного воздействия различных видов производств на окружающую среду от стационарных источников.

Для оценки и прогнозирования распространения вредных веществ в окружающей среде рациональнее использовать специализированные ГИС с точки зрения привязки данных к пространственной компоненте, что позволяет это визуализировать на тематических картах. Они предоставляют возможности для систематизации и комплексного анализа пространственно-атрибутивных данных, упрощающих процесс интерпретации результата исследования. К сожалению, в существующих ГИС не всегда есть необходимый математический аппарат, позволяющий решить эту задачу.

При подборе математической модели для решения поставленной задачи необходимо руководствоваться несколькими важными критериями:

- универсальность (модель должна быть применима в широком диапазоне условий: тип местности, метеорологические условия, характер источника выбросов).
- эффективность (расчеты с помощью модели должны быстро и эффективно выполняться, даже для сложных случаев с множеством источников загрязнения).
- точность (расхождения между моделью и реальными данными должно быть минимально).

- рациональность (необходимо максимально просто описать анализируемое явление, учитывать только те связи и зависимости, которые существенно значимы) [1].

Гауссова модель, основанная на предположении о нормальном распределении примеси, обеспечивает простоту и эффективность оценки распространения примесей в простых условиях, когда турбулентность невелика и отсутствуют химические реакции. При этом необходимо учитывать влияние различных факторов, таких как высота источника выбросов, диффузия примесей, скорость ветра, на распределение выбросов от стационарного точечного источника в атмосфере [2]. Так, формула (1) отражает распределение объёма выброшенных веществ от описанного источника, при условии постоянного ветра однонаправленного вдоль оси  $x$  [3].

$$c(x, y, z) = \frac{q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} e^{-\frac{y^2}{\sigma_y^2}} \left[ e^{-\frac{(z-h)^2}{\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z+h)^2}{\sigma_z^2}} \right] \quad (1)$$

где  $q$ [г/с] – мощность источника,  $h$ [м] – высота,  $u$ [м/с] – скорость ветра (усредненное значение), ось  $y$  – поперечно-горизонтальное направление, ось  $z$  направлена вертикально вверх.

Значения  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$  – функции рассеяния от источника, отражающие зависимость ширины гауссовой струи и удаления от источника загрязнения. На рисунке 1 представлена схема распределения примеси на основе Гауссовой струи.

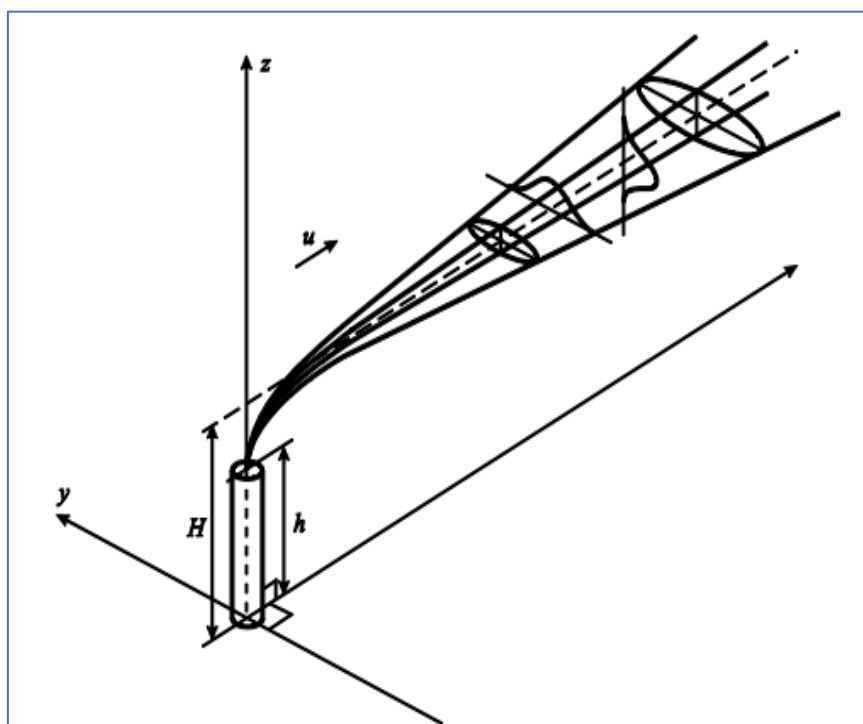


Рисунок 1 – Схема гауссовой струи

Модель Паскуилла-Бриггса является более точной и универсальной моделью рассеяния по сравнению с другими Гауссовыми моделями. Она учитывает класс устойчивости атмосферы, что позволяет более точно предсказать распределение концентрации загрязняющих веществ. В зависимости от класса, выбирается функция рассеяния (рис.2).

Класс устойчивости атмосферы Паскуилла	Состояние устойчивости	$\sigma_y$ (м)	$\sigma_z$ (м)
Открытая местность			
A	Сильно неустойчивое(1)	$0.22x(1+0.0001x)^{-1/2}$	$0.2x$
B	Неустойчивое (2)	$0.16x(1+0.0001x)^{-1/2}$	$0.12x$
C	Слабо неустойчивое (3)	$0.11x(1+0.0001x)^{-1/2}$	$0.08x(1+0.0002x)^{-1/2}$
D	Равновесное (4)	$0.08x(1+0.0001x)^{-1/2}$	$0.06x(1+0.0015x)^{-1/2}$
E	Слабоустойчивое (5)	$0.06x(1+0.0001x)^{-1/2}$	$0.03x(1+0.0003x)^{-1}$
F	Устойчивое (6)	$0.04x(1+0.0001x)^{-1/2}$	$0.016x(1+0.0003x)^{-1}$
Городская местность			
A–B	Неустойчивое (1–2)	$0.32x(1+0.0004x)^{-1/2}$	$0.24x(1+0.001x)$
C	Слабо неустойчивое (3)	$0.22x(1+0.0004x)^{-1/2}$	$0.2x$
D	Равновесное (4)	$0.16x(1+0.0004x)^{-1/2}$	$0.14x(1+0.0003x)^{-1/2}$
E–F	Устойчивое (5–6)	$0.11x(1+0.0004x)^{-1/2}$	$0.08x(1+0.0015x)^{-1/2}$

Рисунок 2 – Формулы Бриггса для выбора функций рассеяния

Параметры выбора класса устойчивости: скорость ветра и степени дневной инсоляции (ночной облачности) [4]. В зависимости от класса устойчивости атмосферы Паскуилла выбирается соответствующее значение функции рассеивания.

В городской местности встречается сразу несколько стационарных источников, что в разы усложняет процесс визуализации, поэтому расчёты необходимо проводить для  $n$  источников загрязнений. Для того чтобы применить формулу (1) к источнику, расположенному в координатах  $(x, y)$ , выполним параллельный перенос координат по формулам:

$$x^* = x - x_i \tag{2}$$

$$y^* = y - y_i \tag{3}$$

Следовательно, суммарная концентрация загрязнения может быть рассчитана как сумма концентраций веществ от отдельных источников, формула (4):

$$(x, y, z) = \sum_{i=1}^n c(x - x_i, y - y_i, z) = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{2\pi u \sigma_y \sigma_x} e^{-y_i^2/2e_{y_i}^2} (e^{-(z-h_i)^2/2e_z^2} + e^{-(z+h_i)^2/2e_z^2}) \tag{4}$$

Рисунок получен путем расчета рассмотренной модели в программе Maxima по существующему алгоритму. По формуле (4) было рассчитано поле концентраций, для случая выбросов от трех источников, с началом координат в основании трубы первого источника.

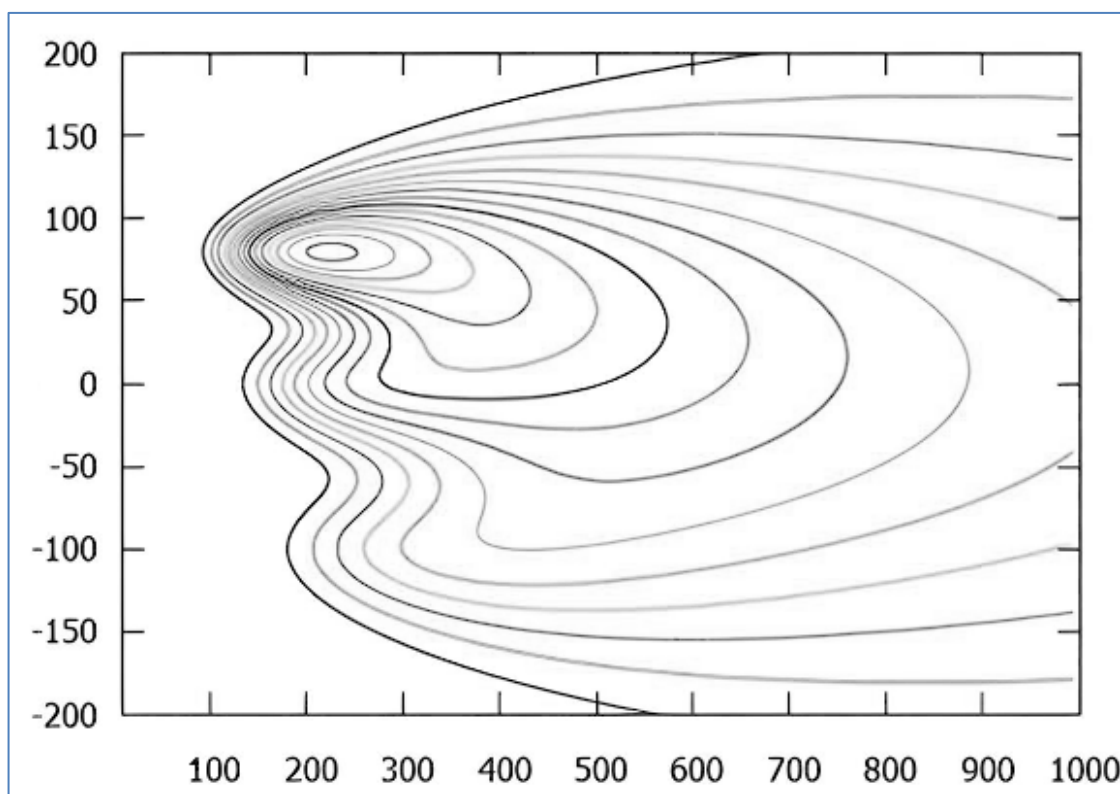


Рисунок 3 – Распределение загрязняющих веществ от трех точечных источников

Изолинии, или линии равных концентраций, представляют собой ценный инструмент для визуализации и анализа пространственного распределения выбросов загрязняющих веществ. Построение изолиний позволяет не только наглядно представить зоны с различным уровнем загрязнения, но и получить количественную информацию о масштабах нанесенного вреда. Гауссова модель, основанная на формулах Бриггса достаточно проста в реализации и четко обрисовывает процесс распространения загрязняющих веществ.

#### Список источников

1. Ложкин В.Н., Ложкина О.В. Прогнозирование загрязнения воздуха отработавшими газами двигателей судов и автотранспорта // Транспорт Российской Федерации, 2017. – №1. – С.59–62.
2. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнений атмосферы. Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 272 с.
3. Брук В.В., Берешко И.Н. Математические модели в экологии. Ч.2. Учебное пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. Ун-т, 2006. – 68 с.
4. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельных: методическое пособие / Томский политехнический университет; сост. Л.И. Бондалетова, В.Т. Новиков, Н.А. Алексеев. – Томск: ТПУ, 2000. – 39 с.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.9

## МОДУЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

Подберезен Г.И, Николаев М.В., Бурмин Л.Н.

Кемеровский государственный университет»  
podberezen@mail.ru, LNBurmin@mail.ru

***Аннотация.** В статье представлено создание информационной системы для анализа данных полученных при электроразведке. Система содержит модуль принятия решений, основанных на машинном обучении, а также модуль визуализации, чтобы облегчить работу эксперта при анализе данных и помочь принять решение о качестве грунта на исследуемом объекте.*

***Ключевые слова:** Электроразведка, машинное обучение, визуализация данных*

Электроразведка является одним из методов исследования, основанный на анализе параметров искусственно созданных и естественных электромагнитных полей в горных породах. Для анализа данных, полученных при электроразведке, необходима информационная система электроразведки (ИСЭР). Эта система представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для автоматизации процесса сбора, обработки и анализа данных электроразведки. Применение ИСЭР позволяет существенно повысить эффективность и точность исследований, а также снизить затраты на проведение полевых работ. [1] Статья посвящена разработке методики интеллектуального поиска аномалий в результатах электромагнитного исследования горного массива. Описывается подход, основанный на использовании алгоритмов машинного обучения для анализа данных и выявления скрытых закономерностей. Разработанная методика позволяет повысить точность и надежность обнаружения аномалий, что может существенно улучшить процесс разведки и добычи полезных ископаемых в горных массивах.

Реализация информационной системы начнется с модуля загрузки данных. Данные представлены в виде таблицы и имеют следующие атрибуты:

- Номер измерения (#)
- Номера или координаты питающих электродов (A, B, m)
- Номера или координаты измерительных электродов (M, N, m)
- Кажущееся удельное электрическое сопротивление (Rho, Ом·м)
- Входное напряжение (U, мВ)
- Выходной ток (I, мА)
- Относительное отклонение (Q, %)
- Кажущаяся поляризуемость (C, мс)

Файл с данными конвертируется из формата d2d в csv. далее файле изменяется тип разделителей и данные записываются в переменную в виде таблицы для дальнейших взаимодействий. В таблицу был добавлен столбец name, который обозначает название грунтовой породы, которая находится по координатам измерения. Данный столбец позволит применить один из методов искусственного интеллекта, для того чтобы проанализировать грунтовые залежи.

Следующий блок необходим для расчета координат по горизонтали и вертикали. Координаты по горизонтали, рассчитываются по следующей формуле  $x = \frac{M_i + N_i}{2}$ , где (M, N, m) координаты измерительных электродов. Координаты, отвечающие за вертикальное

положение, находятся по формуле  $z = \frac{B_i + A_i}{2}$ , где (A, B, m) координаты питающих электродов. Это необходимо, чтобы визуализировать результат замеров удельного сопротивления на плоскости.

Визуализация представляет собой двухмерный разрез земной коры, который может продемонстрировать специалисту тип грунта и аномалии, если они имеются. Для визуализации использовалась гексагональная сетка, которая демонстрирует результат удельного сопротивления в каждой ячейке с выбранной цветовой палитрой, соответствующих координатам в пространстве [2]. В блоке кода программы (рисунок 1) продемонстрирован выбор типа диаграммы и цветовая палитра, результат визуализации представлен на рисунке 2.

```
# plot:
fig, ax = plt.subplots()

N = 8

mid_val = (max(R) - min(R))/N

all_classes = [int((i+1) * mid_val) for i in range(N)]

hb = ax.hexbin(x, z, R, gridsize = (24,11), cmap = 'Accent')

plt.ylim(max(z), min(z))

cb = plt.colorbar(hb)

plt.show()
```

Рисунок 1 – Блок кода программы

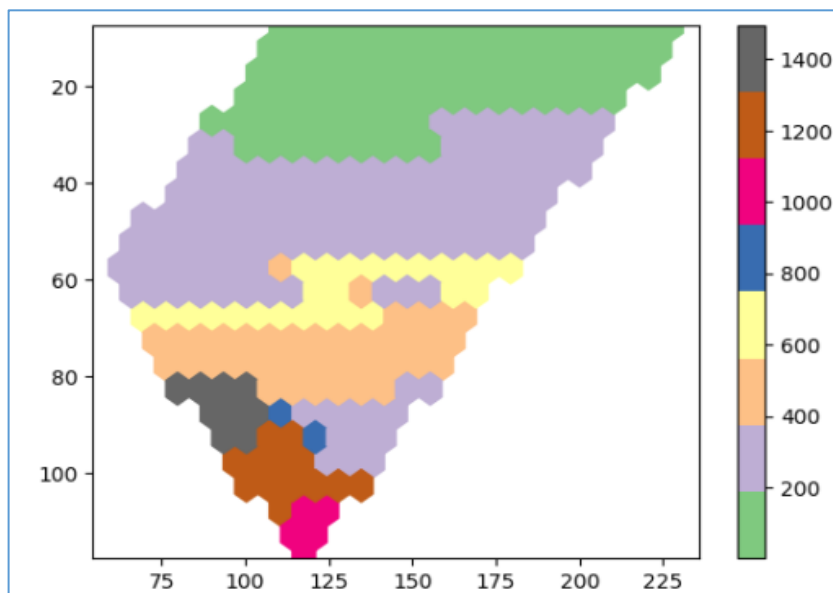


Рисунок 2 – Результат визуализации

Визуализация четко разделила границы грунтовых пород в зависимости от их сопротивления. Справа находится шкала, которая показывает значение удельного сопротивления. В зависимости от этого значения происходит градация цветовой палитры.

Следующим модулем информационной системы является модуль машинного обучения. Модель была обучена с помощью метода RandomForestClassifier [3]. Данный



модуль позволит определить тип пласта. Вначале происходит обращение к данным. Выбирается целевой столбец «name», который содержит информацию о том, какой результат должен быть получен в результате работы модели. Далее данные разделяются на тренировочную и тестовую выборку, в соотношении 60% на 40%, после чего начинается обучение модели. Для обучения необходимо найти оптимальные параметры для модели. Для этого была использована функция GridSearch. После обучения модели на подобранных параметрах была выведена оценка точности модели. Точность модели представлена на рисунке 3.

```

Оптимальный вариант: RandomForestClassifier(n_estimators=20)
Оценка случайного леса: 0.9658119658119658

```

	precision	recall	f1-score	support
basalt	1.00	1.00	1.00	58
hard_coal	0.98	1.00	0.99	57
marble	0.98	0.88	0.93	58
send	0.91	0.98	0.94	61
accuracy			0.97	234
macro avg	0.97	0.97	0.97	234
weighted avg	0.97	0.97	0.97	234

Рисунок 3. Точность обучения модели

Как можно заметить, модель обладает достаточной точностью. Такая точность достигается путем того, что для обучения модели датасет был сгенерирован вручную. Для более точных результатов необходимо работать вместе со специалистами, чтобы составить датасет для обучения из реальных данных. Также ввод дополнительных данных, которые не учитывает система, может способствовать увеличению точности модели. Такие данные, как влажность, температура и место проведения, могут оказать влияние и выдать более достоверный результат.

Для нахождения аномалий в горном пласте предполагается отдельный модуль. Данный модуль позволяет обнаруживать отклонения от нормы в данных электроразведки, которые могут указывать на наличие геологических объектов или водных залежей. Этот модуль использует алгоритмы машинного обучения и анализа данных для выявления аномалий и определения их характеристик. Результатом работы модуля поиска аномалий является набор координат на карте, где были обнаружены аномалии. Эти координаты могут быть использованы для проведения дополнительных исследований и уточнения геологической структуры исследуемой территории. Принцип работы модуля заключается в сканировании ячеек матрицы. Если удельное электрическое сопротивление отличается одной ячейки матрицы кардинально отличается от ближайших к ней, это говорит об аномальной активности в этой области. Система сообщит об этом пользователю, после чего специалистом будет принято решение о проведении дополнительных исследований на объекте.

Также представлены модули для анализа данных для комплекса «angel-m». Это программно-аппаратный комплекс оборудования, обеспечивающий прием электромагнитных волн, вызванных процессами разрушения горных пород, накопление и анализ данных, а также запись результатов в память для вывода на компьютер и последующего документирования. Информационная система имеет модуль визуализации сопротивления электромагнитных волн для каждого замера [4]. Визуализация позволяет увидеть удельное сопротивление на каждом пикете, за несколько промежутков времени. Это поможет эксперту, определить состояние грунта и оценить деформацию. Результат работы модуля визуализации представлен на рисунке 4.





Рисунок 3 – Визуализация сопротивления для комплекса «angel-m».

### Заключение

Электроразведка является важным инструментом в изучении земной коры и определении залежей полезных ископаемых. Однако для эффективного использования данных методов необходимо применение современных информационных систем, которые позволяют автоматизировать процесс анализа данных и повысить точность полученных результатов.

### Литература

1. Гутман, Л. Б. Электромагнитные зондирования: теория и практика / Л.Б. Гутман, А.Л. Лайтерман – М.: Научный мир, 2009.
2. Пилгрим, М. Погружение в Python 3 / М. Пилгрим. – М.: ДМК, 2015. – 237 с.
3. Дахнов, В. Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин / В. Н. Дахнов. – М.: Недра, 1972. – 448 с.
4. Воробьев, А.А. Изменение электропроводности и радиоизлучения горных пород и минералов при физико-химических процессах в них / А.А. Воробьев, Е.К. Заводовская, В.Н. Сальников // Доклады АН СССР. – 1975. – Т.220, №1. – С.82-85.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

**УДК 004.9**

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ АКУСТИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ**

**Сабуров К.В., Бурмин Л.Н.**

Кемеровский государственный университет  
krizis265@bk.ru, Lnburmin@mail.ru

*Аннотация: в данной научной статье исследуется проектирование методики на основе акустических данных дегазационных скважин. Основной целью исследования является создание методики на основе акустических данных, проанализировать полученный результат. В рамках статьи была рассмотрена концептуальная идея, ее*

*реализация на построенной модели и был проведен анализ полученной геометрической модели.*

**Ключевые слова:** *имитационная модель, геометрическая модель, дегазационная скважина, акустика, обработка данных.*

В процессе выбора технологии очистных подземных работ приходится решать ряд сложных проблем, обусловленных геомеханическим состоянием углеродного массива. Сложность решения комплекса горнотехнических задач заключается в том, что массив горных пород является открытой природно-техногенной системой, поведение которой в пространстве и во времени зависит от суммарного разновекторного воздействия ряда внутренних и внешних геологических, механических, технических и других факторов. Выбор технологии горных работ, адекватной состоянию массива в пределах конкретного выемочного столба требует максимально достоверной оценки степени влияния всех указанных факторов.

Как вытекающее следствие возникает потребность в оптимизации мероприятий, одним из которых является проектирование работ внутри шахт. Помимо этого, в целях безопасности горнодобывающих работ требуется четкий анализ происходящих геомеханических работ внутри шахты. Шахты являются опасной средой, где имеют возможности возникновения пожара, наводнения, взрыва и обрушения. Условия работ внутри шахт состоят из наборов неблагоприятных факторов, которые не только сопровождаются серьезными рисками для жизни и здоровья шахтеров, но и негативно сказываются на природно-климатическую атмосферу региона. На это с подвигло идею - создание методики визуализации трехмерной модели предполагаемого пустотелого пространства с возможностью динамического отслеживания процессов на визуальной сцене. Помимо реализации методики визуализации нужно оценить окружение (сама шахта) и зависимости полученных данных, на которых будет строиться модель.

При завале дегазационных скважин является показателем либо напряженно-деформированного состояния пласта, либо же эффектом дегазации метана. Обычно шахтеры, после первого бурения и замера скважины, через некоторое время приходят для повторного снятия замера. Такая процедура может по результатам замер скважин показать не только насколько интенсивно выходит метан из пласта, но и может быть проанализирована область образования газа. Таким образом можно узнать, насколько по величине пустое пространство внутри угольного пласта. Это дает возможность для дополнительного анализа и возможности принятия дополнительных мер по добыче пласта.

Для определения размера пустотелого пространства была разработана соответствующая методика. При наличии данных о скважинах, собранных в разные временные точки, можно определить, как пространство образования метана расширится в процессе его дегазации.

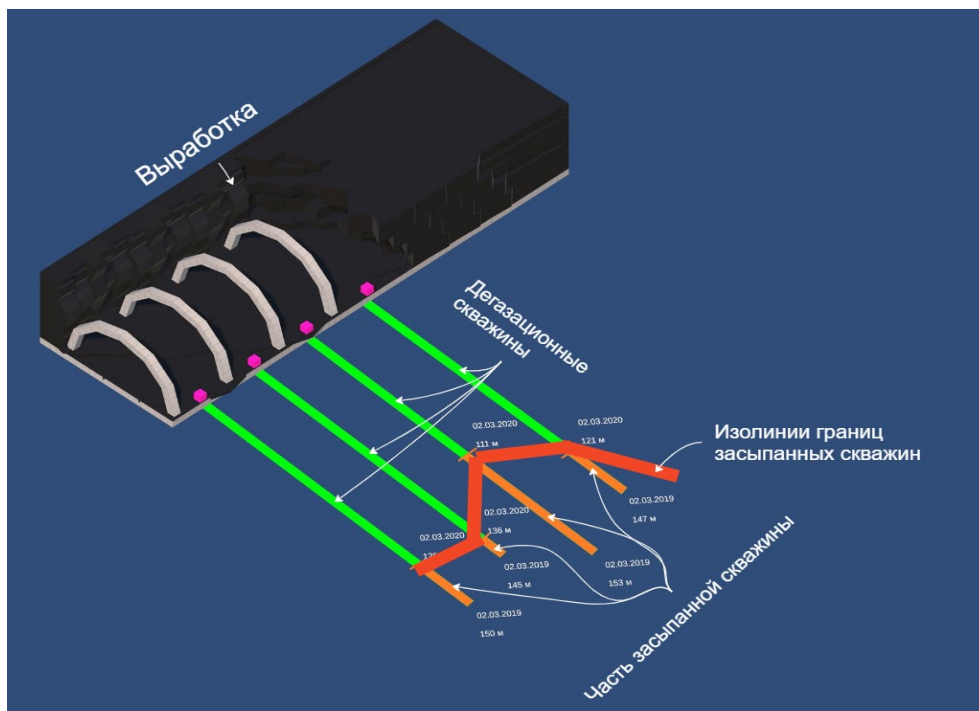


Рисунок 1 – Имитационная модель шахты с разницей замеров в год

На рисунке 1 показана имитационная модель шахты, на которой изображено различие между замерами, проведенными с разницей в год. При использовании точек завалов скважин можно приблизительно выделить границу пустотелого пространства (показана красными линиями).

Однако, если вокруг пласта пробурены дополнительные скважины, образуется целая область, предполагаемого пространства, которая может быть проанализирована. На рисунке 2 показана имитационная модель шахты с построенной геометрической моделью пустотелого пространства.

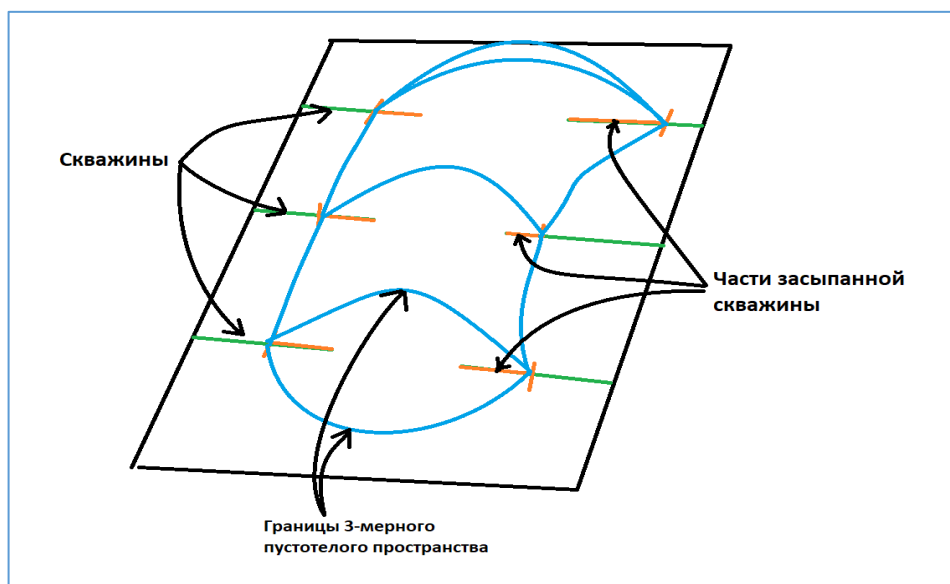


Рисунок 2 – Имитационная модель пласта с построенной геометрической моделью пустотелого пространства вид сверху

Данная геометрическая модель характеризуется набором точек и изолиний, связанных между собой. Расположения точек и направлений изолиний реализовано при

помощи расчетов векторов. Точки на концах скважин коррелируют при расчетах, выдавая результаты относительно соседних точек. Таким образом, визуализируется трехмерная геометрическая модель в виде купола, которую можно проанализировать на плотность и (или) количество метана, и определить возможную вероятность обрушения выработки.

При построении геометрической модели геологической формации использование математических методов позволяет получить модель профиля, которая точно соответствует реальному разрезу. Методы трехмерной интерполяции позволяют использовать данные из трехмерных исследований для построения модели поверхности. Эти методы могут быть использованы для заполнения пропущенных значений и позволяют построить модель на основе неполных данных. Для построения недостающих вершин используются методы интерполяции и экстраполяции. Интерполяция используется для заполнения пропущенных значений между имеющимися данными, используя соседние значения в качестве аппроксимации. Экстраполяция используется для заполнения пропущенных значений за пределами имеющихся данных, используя известные значения.

Геометрическая модель пустотелого пространства будет строиться на основе кривых Безье. Основной идеей заключается в использовании алгоритма де Кастельжо для трех точек:

$$P = (1 - t)^2 P_1 + 2(1 - t)t P_2 + t^2 P_3.$$

$P_i$  - Координата опорных точек кривой  $(x_i, y_i)$

$t$  – Параметр пути отрезка с шагом 0.05 [0, 1].

Данный алгоритм будет применяться для соединения двух противоположных друг от друга точек, поскольку другие соседние на одной стороне точки будут соединяться прямыми отрезками. Это позволит получить капсула образную форму геометрической модели (видом сверху).

В заключении отметим, что модель может также быть двухмерной, здесь используются математические методы для построения геометрической модели разреза. При построении модели графа с узлами и вершинами, используются алгоритмы, которые отображают связи между узлами и вершинами на карте. Эти связи могут представлять собой отношения между геологическими формациями в геоморфологической структуре. Далее, при построении модели до шахты, модель графа может быть дополнена информацией о поперечных разрезах горного массива и родников в зоне разведки.

#### Список литературы.

1. Геофизика: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения / под редакцией В.К. Хмелевского. – М.: «КДУ», «Добросвет», 2015. – 320 с.
2. Технология добычи полезных ископаемых подземным способом: Издание 2-е / Ю.А. Боровков, В.П. Дробатенко, Д.Н. Ребриков. – СПб: Лань, 2017. – 272 с.
3. Нестеренко, Е.А. Возможность использования сплайн-поверхности для построения поверхностей по результатам съемок / Е.А. Нестеренко // Записки Горного института. – 2013. – Т.204. – С.127-133.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 004.42

## РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ОСЕДАНИЙ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ

Ткач А.А., Степанов Ю.А.

Кемеровский государственный университет»  
annatkach225@gmail.com, dambo290@yandex.ru

***Аннотация.** В статье рассматривается архитектура и программные средства для разработки программного обеспечения для расчета оседаний, при ведении выемочных горных работ. Рассматриваются необходимые модули и их особенности.*

***Ключевые слова:** программное обеспечение, добыча полезных ископаемых, горные породы, архитектура ПО.*

На данный момент добыча полезных ископаемых, в частности, угольная промышленность является ключевым аспектом Кузбасса, в связи с этим необходимость добывать большой объем данной горной породы растет ежедневно. Однако со временем участки, на которых возможность добывать уголь без учета сложности местности сокращаются, и появляются проблемы при его добыче на неоднородных и географически сложных объектах, например, если в области добычи полезных ископаемых находятся какие-либо сооружения.

При выработке угля в таких условиях появляется необходимость расчета деформации поверхности земли, после его добычи. Такие расчеты можно проводить вручную, или при использовании программного обеспечения, которые позволяют осуществлять расчеты, а также их визуализацию, однако при ручном расчете процесс занимает достаточно много времени, и конечно же, не стоит исключать человеческий фактор, из-за которого в результате больших и долгих вычислений, возможно появление ошибок и неточностей. Для расчета деформаций поверхности земли, при выработке угля, на данный момент, в основном используют Mathcad и Excel. В связи с этим появляется необходимость в разработке специализированного программного обеспечения, которое бы позволило осуществлять расчеты более точно и быстро.

Для создания программного обеспечения был выбран язык программирования python, для пользовательского интерфейса использовалась библиотека PyQt5, в качестве библиотеки для визуализации объектов на графике была выбрана matplotlib, для отображения географической карты использовалась библиотека Leaflet, для взаимодействия с базой данных использовалась библиотека pymongo, для работы с Excel использовалась библиотека openpyxl.

Архитектуру программного обеспечения можно увидеть на рисунке 1. На рисунке можно увидеть, что контроллер связывает пользователя и систему, также можно увидеть кластер, который объединяет взаимодействующие друг с другом модули, в них показаны их возможности. После действий пользователя, происходит отображение в модуле визуализации. Также на рисунке показан контур базы данных.

Рассмотрим программное обеспечение подробнее, оно состоит из нескольких модулей: модуля подготовки данных, модуля редактирования данных и модуля расчета.

Модуль подготовки данных включает в себя создание и заполнение стратиграфических колонок необходимыми горными породами, каждая стратиграфическая колонка добавляется на интерактивной карте.

Модуль редактирования данных включает в себя выбор двух ранее созданных стратиграфических колонок, между которыми затем простирается область горного массива, после построения, при необходимости устанавливаются крепи, а затем область

разбивается на треугольную сетку, в которой при необходимости можно отредактировать узлы.

В модуле расчета выбирается ранее построенная область, по которой в дальнейшем рассчитываются оседания горных пород, помимо этого имеется возможность просмотреть информацию о каждом элементе, а также осуществить градиентную заливку по напряжению.

Также для хранения данных используется СУБД, в которую входят коллекция пород, хранящая данные о крепости, их названиях и других характеристиках, коллекция крепей хранит в себе размеры крепей, допустимую нагрузку и их названия, и последняя коллекция стратиграфических колонок, она содержит в себе всю информацию о созданных стратиграфических колонках, включая их координаты и другие важные аспекты.

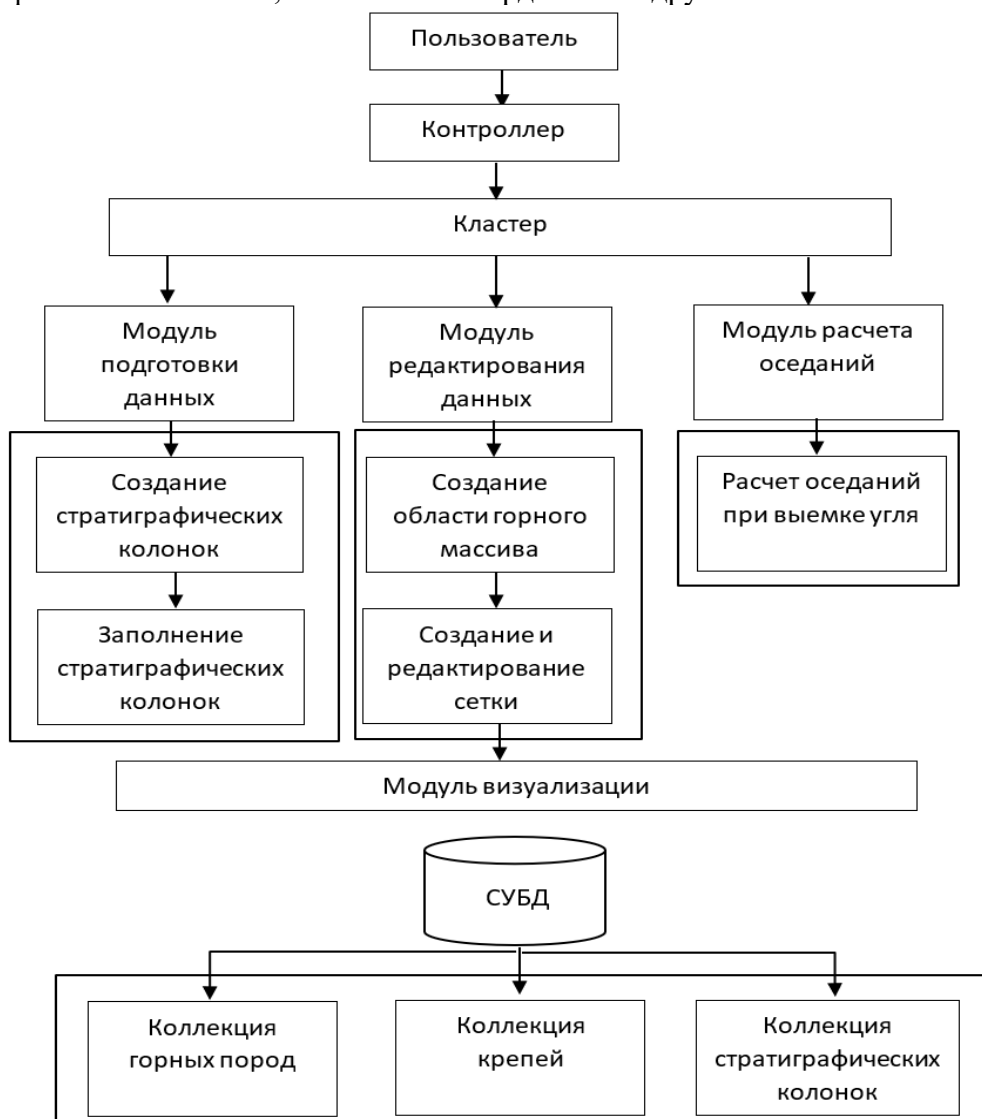


Рисунок 1 – Архитектура ПО

Специализированное программное обеспечение позволит осуществлять расчеты быстрее, чем при использовании ручных средств и неспециализированного программного обеспечения. Помимо этого, благодаря автоматизации процесса и гибкой настройке, результаты расчетов будут иметь высокую точность и меньшую вероятность ошибок. Благодаря такой архитектуре появляется возможность гибкой настройки параметров, что позволит проводить расчеты, даже с учетом неоднородной географической местности.



### Список литературы

1. Дрыгин, М.Ю. Оценка перспектив добычи угля в Кузбассе // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2020. – №2(138). – С.87-96. – DOI 10.26730/1999-4125-2020-2-87-96.
2. Биленко, Е.А. Основные этапы проектирования информационных систем // Научный Лидер. – 2021. – №29(31). – С.6-9.
3. Современные технологии создания desktop-приложений / Д.А. Викулина, С.Н. Макаров, К.В. Кунгурцева, Е.А. Гаранина // Наука и современность. – 2012. – №18. – С.180-186.
4. Чистая архитектура // habr.com. – URL: <https://habr.com/ru/articles/269589/> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.
5. Python и чистая архитектура // habr.com. – URL: <https://habr.com/ru/articles/787814/> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.
6. Мартин Р.С. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. – СПб: Литрес, 2018. – 401 с. – URL: <https://www.litres.ru/book/robert-s-martin/chistaya-arhitektura-iskusstvo-razrabotki-programmnogo-obe-39113892/>. (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.
7. Любанович Б. Простой Python. Современный стиль программирования. – СПб: Литрес, 2020. – 592 с. – URL: <https://www.litres.ru/book/b-lubanovich/prostoy-python-sovremennyy-stil-programmirovaniya-64073626>. (дата обращения: 10.04.2024). Текст: электронный.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 004.9

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

**Юпатов М.А., Кононенко Ф., Бурмин. Л.Н.**

Кемеровский государственный университет

[maxim42lk@gmail.com](mailto:maxim42lk@gmail.com), [bazzlo525@gmail.com](mailto:bazzlo525@gmail.com), [LNBurmin@mail.ru](mailto:LNBurmin@mail.ru)

***Аннотация.** В данной статье рассматривается процесс проектирования системы управления инцидентами в логистической компании. Проведен анализ потребностей пользователей, выбран подход и технологии для реализации системы.*

***Ключевые слова:** проектирование, распределение ролей, управление инцидентами, анализ потребностей, технологии реализации, сценарии использования.*

Использование мессенджеров электронной почты или таблиц Excel имеют ограниченные возможности отслеживания, что влияет на эффективность управления заявками, так как невозможно точно контролировать и отслеживать их статус, приоритеты и сроки выполнения. Из-за отсутствия автоматизации рутинных задач в исследуемом бизнес-процессе, у заявок могут быть сорваны сроки, а в некоторых случаях они могут быть и вовсе не выполнены. Отсутствие координации команды с помощью цифровых решений может привести к дублированию работ и ошибкам при выполнении задач. Корпоративные

информационные системы (JIRA, Yandex.Tracker, Kaiten, Youtrack) отслеживания задач имеют перегруженный интерфейс, непривычный для рядового пользователя.

В связи с этим была поставлена цель - выполнить проектирование системы с учетом анализа требований и потребностей пользователей.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать потребности и желания пользователей для определения необходимой функциональности интерфейса клиентской части управления заявками;
2. Определить подход и технологии для реализации подсистемы.

В ходе опроса потенциальных пользователей были выявлены пользовательские истории, на основе которых разработаны сценарии использования. Для визуализации результатов этого исследования была составлена диаграмма прецедентов, как основа для дальнейшей разработки системы (рис. 1).

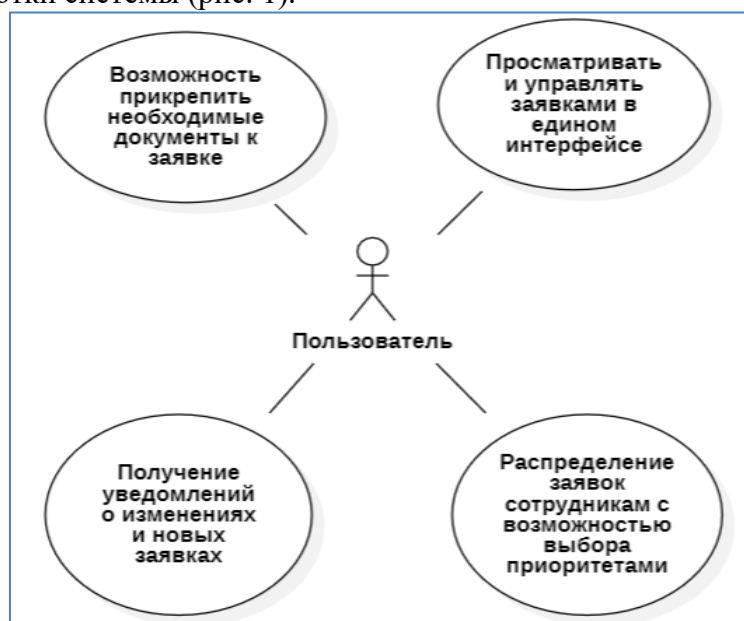


Рисунок 1 – Диаграмма прецедентов

Исходя из потребностей пользователей была предложена диаграмма взаимодействия, которая позволяет визуализировать очередность действий пользователя с различными компонентами подсистемы (рис. 2).

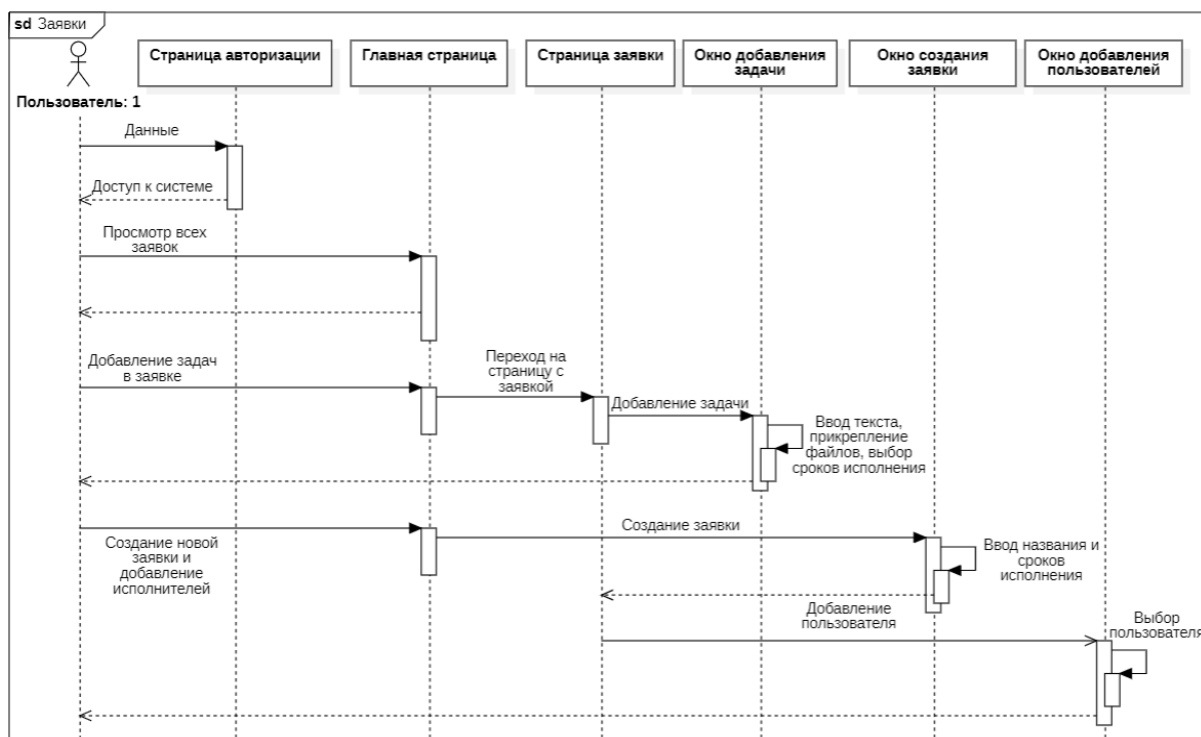


Рисунок 2 – Диаграмма взаимодействия

Для выбора наилучшего подхода для реализации подсистемы обработки заявок рассмотрим особенности: веб-технологий и десктопных приложений. Десктопные приложения обычно работают быстрее и более отзывчиво, чем веб-сайты или мобильные приложения, так как они могут использовать полную мощность процессора и памяти компьютера. Имеется возможность работы в оффлайн режиме. Из минусов можно выделить то что использование десктопного приложения требует установки на конкретном устройстве, что может быть неудобно для пользователей, особенно если они хотят получить доступ к приложению с разных устройств. Обновление и поддержка десктопных приложений может быть сложным и требовать больше времени и ресурсов по сравнению с другими решениями. Веб-технологии предлагают ряд преимуществ, таких как возможность работы на любых операционных системах и устройствах без установки приложений, пользователю не требуется ничего обновлять, легко масштабируется.

Исходя из проведенного анализа, наилучшим подходом для реализации подсистемы будет веб-приложение за счет возможности доступа с любого устройства и масштабирования для работы с большим количеством пользователей.

Интерфейс управления заявками включает в себя доску для отображения всех заявок с возможностью фильтрации, страницу для создания новых заявок с подробной информацией, окно добавления пользователей и систему уведомлений о важных изменениях. В разрабатываемом интерфейсе также должны быть учтены принципы юзабилити, чтобы обеспечить легкость использования даже для неопытных пользователей.

Для создания интерфейса будут применены следующие технологии:

- CSS: будет применяться для стилизации и оформления элементов интерфейса, что сделает сайт более привлекательным для пользователей и позволит корректно отображать страницы на всех устройствах.
- JavaScript с библиотекой React: будет использоваться для добавления интерактивности на сайт, например, для плавного перетаскивания задач между колонками, создания форм и обновления данных на странице без ее перезагрузки.

Это позволит повысить удовлетворённость пользователей и сделает работу с заявками более эффективной и приятной.

Для создания серверной части будут применены следующие технологии:

- Node.js: будет применяться для бэкенд части и обеспечит высокую производительность благодаря одновременной обработке большого количества запросов и асинхронной модели.

- PostgreSQL: будет использоваться в качестве базы данных, которая обеспечит надежность хранения данных за счет ACID, транзакций и механизмов восстановления.

В результате проведенного анализа и проектирования клиентской части для сайта по управлению заявками были успешно достигнуты поставленные цели. Анализ требований и потребностей пользователей позволил определить необходимую функциональность интерфейса, а также выявить ключевые особенности, которые должны быть реализованы. Для достижения цели были решены следующие задачи: проведен анализ потребностей и желаний пользователей, определена необходимая функциональность интерфейса клиентской части управления заявками. Также был выбран подход и технологии для реализации подсистемы, что позволит создать эффективный и удобный инструмент для пользователей.

#### Список литературы

1. Кириллина, Ю.В. Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие / Ю.В. Кириллина, И.А. Семичастнов. – М.: РТУ МИРЭА, 2022. – 140 с.
2. Минязев, Р.Ш. Скриптовые языки web-программирования (JavaScript, PHP, html/CSS): учебно-методическое пособие. – Казань: КНИТУ-КАИ, 2022. – 60 с.
3. Заяц, А.М. Проектирование и разработка WEB-приложений. Введение в frontend и backend разработку на JavaScript и node.js / А.М. Заяц, Н.П. Васильев. – СПб: Лань, 2023. – 120 с.
4. Технологии разработки // vc.ru. – URL: <https://vc.ru/u/419764-paradigma-google-ads/100736-kakie-tehnologii-ispolzuyutsya-pri-razrabotke-saytov> (дата обращения: 05.04.2024). – Текст: электронный.
5. Оптимизация и автоматизация в бэкенд-разработке // habr.com. – URL: [https://habr.com/ru/companies/uchi\\_ru/articles/781656/](https://habr.com/ru/companies/uchi_ru/articles/781656/) (дата обращения: 05.04.2024). – Текст: электронный.
6. Бэкенд веб-архитектура // <https://appmaster.io>. – URL: <https://appmaster.io/ru/blog/veb-arkhitektura-zadnei-chasti> (дата обращения: 05.04.2024). – Текст: электронный.

*Научный руководитель – д.т.н., доцент Степанов Ю.А., Кемеровский государственный университет*

УДК 004.9

## ПРИЛОЖЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ УГЛЕРОДНОГО МАССИВА

Чертова А.Е., Бурмин Л.Н.

Кемеровский государственный университет

[nastyayfcnzrjirf@mail.ru](mailto:nastyayfcnzrjirf@mail.ru) , [LNBurmin@mail.ru](mailto:LNBurmin@mail.ru)

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены формулы для визуализации трехмерной геопространственной модели углеродного массива. Представлена методика создания модели, а также ее визуализация с использованием специализированного программного обеспечения. Обсуждаются возможности применения данного приложения для анализа и исследования углеродных массивов, а также его преимущества и недостатки. Представленные результаты и выводы могут быть полезны для специалистов в области геологии, геоэкологии и других наук, связанных с изучением углеродных массивов.*

***Ключевые слова:** углеродный массив, трехмерная визуализация, метод кригинга, скважины.*

### Проблематика и актуальность

В горнодобывающей промышленности широко используются современные технологии для трехмерной визуализации углеродных массивов. Однако часто возникают проблемы с точностью построения трехмерной модели и интерполяцией данных. Поэтому разработка приложения для трехмерной визуализации не пространственной модели углеродного массива и ее уточнение при помощи геологоразведочных работ, играет важную роль в совершенствовании процессов горнопромышленного производства. Это позволит научным и промышленным организациям получать более точные и надежные данные о структуре горных массивов для принятия обоснованных решений в области добычи полезных ископаемых. В данной статье рассмотрим методы и инструменты, необходимые для построения трехмерной визуализации угольного массива, а также ее преимущества и недостатки [1].

### Предлагаемое решение

Одним из инструментов является формула для построения скважины в трехмерном пространстве в методе геологической моделирования, которая представлена в параметрических уравнениях сферических координат (1). Она использует математическую модель, которая учитывает геометрические параметры скважины (направление, уклоны, глубины) и физические свойства грунта.

$$\begin{aligned}x &= x_0 + R * \cos(\theta) * \sin(\varphi) \\y &= y_0 + R * \sin(\theta) * \sin(\varphi) \\z &= z_0 + R * \cos(\varphi),\end{aligned}\tag{1}$$

где  $(x_0, y_0, z_0)$  – координаты центра скважины,  $R$  – радиус скважины,  $\theta$  – угол поворота в плоскости  $XU$ ,  $\varphi$  – угол наклона от вертикали.

Эта формула позволяет определить координаты точек скважины в трехмерном пространстве, и использоваться при моделировании геологических структур и прогнозировании размещения запасов полезных ископаемых.

По итогу выполнения данной формулы получаются построенные скважины в трехмерном пространстве, как показана на рисунке 1.

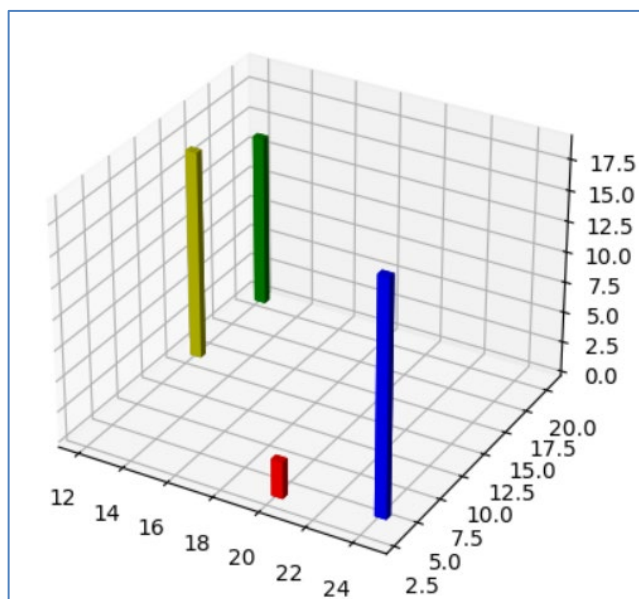


Рисунок 1 – Результат работы формулы 1, построенные скважины

Формула метода кригинга для интерполяции представлена формулой 2:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i) \quad (2)$$

где  $Z(s_i)$  – измеряемое значение в местоположении  $i$ ,  $\lambda_i$  – неизвестный вес для измеряемого значения в местоположении  $i$ ,  $s_0$  – местоположение прогноза,  $N$  – количество измеряемых значений.

Метод кригинга основан на использовании корреляции между значениями переменной на различных точках в пространстве. Предполагается, что переменная, которую необходимо интерполировать (например, толщина пласта или его свойства), имеет корреляцию между различными точками в пространстве [2].

В результате выполнения метода кригинга получается угольный массив (рисунок 2).

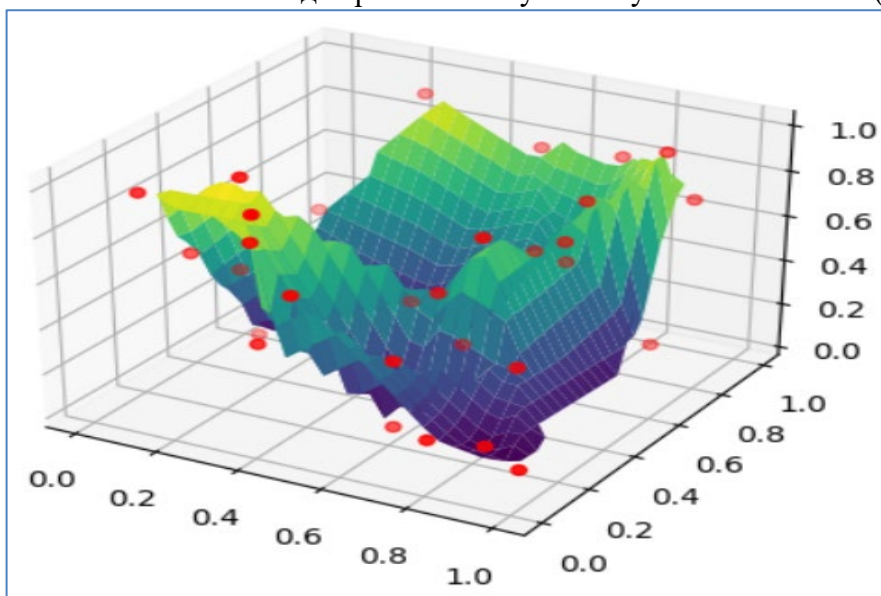


Рисунок 2 – Построение угольного массива при помощи метода кригинга



Данное приложение трехмерной визуализации геопространственной модели углеродного массива имеет широкий спектр возможностей для анализа и исследования углеродных массивов. Возможность визуализации геометрии и структуры углеродного массива в трехмерном пространстве, что позволяет исследователям получить более полное представление о его форме, размерах и связях с окружающими геологическими структурами. Анализ взаимодействия углеродного массива с окружающей средой, такой как пористость, проницаемость, температура и химические свойства, благодаря чему можно более точно определить потенциал углеродного массива для хранения или выделения углерода. Возможность проведения виртуальных экспериментов и моделирования изменений в углеродном массиве при различных условиях, что помогает предсказать его поведение в будущем и принять обоснованные решения по его использованию [3, с. 30].

Преимущества приложения трехмерной визуализации включают улучшенное понимание структуры и свойств углеродных массивов, возможность быстрой и эффективной аналитики данных, а также удобство визуализации сложных геологических объектов.

Недостатки могут включать высокую стоимость программного обеспечения и оборудования для создания трехмерных моделей, а также необходимость обучения специалистов для работы с такими сложными инструментами. Кроме того, ограничения в точности данных и достоверности результатов моделирования также могут быть недостатками данного подхода [4, с. 15].

#### **Вывод**

В результате получилось рассмотреть визуализацию трехмерного углеродного массива с его свойствами. Такие модели помогают исследователям лучше понять расположения полезных ископаемых, что в свою очередь способствует более эффективной борьбе с изменением климата. Благодаря этому приложению можно в реальном времени наблюдать и анализировать различные сценарии динамики углеродного массива, что делает его незаменимым инструментом для ученых и специалистов в области охраны окружающей среды.

#### **Список литературы**

1. У геологов свой майнкрафт: как построить то, что не знаешь, по тому, что знаешь [Электронный ресурс] / URL: <https://habr.com/ru/companies/bashnipineft/articles/512052/> (Дата обращения: 09.04.2024 г.)
2. Как работает инструмент Кригинг. [Электронный ресурс] / URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm> (Дата обращения: 09.04.2024 г.)
3. Кобзаренко, Д.Н. Геоинформационное моделирование в задачах оценки распределения геотермальных ресурсов: специальность 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Махачкала, 2011. – 35 с.
4. Кириллов, С.А. Информационно-аналитическая система для трехмерного моделирования залежей углеводородов по комплексу сейсмических и скважинных данных: специальность 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Москва, 2011. – 47 с.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.41

### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ДЕТСКОГО САДА

Беломытцев В.Р., Искандиров М.Р., Зимин А.И.

Кемеровский государственный университет

[vlxdBelom@gmail.com](mailto:vlxdBelom@gmail.com), [iskandirovmaratr@yandex.ru](mailto:iskandirovmaratr@yandex.ru)

***Аннотация.** В статье предлагается система, реализующая функциональность организации работы детского сада по взаимодействию со статистическими данными диагностик и рекомендаций по работе с детьми.*

***Ключевые слова:** информационная система, веб-приложение, организационная система.*

#### Введение

В сфере детских садов современные информационные технологии приобретают все более весомое значение, внедряясь для оптимизации процессов и улучшения качества образования. На сегодняшний день существует неотложная необходимость в создании эффективных информационных систем, направленных на автоматизацию процессов диагностики детей и предоставление рекомендаций для возможности проведения воспитателями адаптационной деятельности, направленной на улучшение учебного взаимодействия с воспитанниками детского сада.

В детском садике 2 раза в год дети проходят тесты по разным критериям (мелкая моторика, письмо, речь и т.д). Далее для ребенка высчитывается средний балл в каждой категории и на основе этих баллов, дети делятся на 3 категории: высокий, средний или низкий уровень развития. В условиях отсутствия какой-либо информационной системы для расчетов по диагностикам, воспитателям приходится тратить много времени на расчет средних баллов и вычисления категории для каждого ребенка, используя бумажные носители. В связи с использованием бумажных носителей составление рекомендаций по адаптиванию подхода работы с детьми также вызывает затруднения ввиду сложности восприятия диагностической информации. Кроме того, в этом случае из-за большого объема информации возможно возникновение ошибок в расчетах вследствие человеческого фактора.

Существует решение – Автоматизированная информационная система «Мониторинг освоения ребенком основной образовательной программы в дошкольном образовательном учреждении» [1]. Этот инструмент позволяет только хранить данные по диагностикам, но у него есть свои недостатки: подкатегории для диагностики занесены жестким списком, без возможности редактирования. В этом решении полностью отсутствует необходимая для решения проблемы функциональность – автоматизация расчетов результатов диагностики. Существует ООО «Мирит», который предоставляет полномасштабную ИС для детских садиков [2]. Однако в их системе отсутствует функциональность для работы с диагностиками.

Таким образом, актуальна разработка и реализация системы, которая позволит цифровизовать бумажный учет, избавиться от необходимости ручных вычислений,

просматривать статистические и аналитические данные, получать рекомендации по адаптации работы с детьми.

### Требования к информационной системе

Для системы были выдвинуты следующие требования, разграниченные на роли Воспитателя, Администратора и Аналитика:

- Внесение/редактирование диагностических данных.
- Просмотр рекомендаций по всем детям.
- Просмотр статистических данных.
- Создание новых пользователей (воспитателей).
- Создание/редактирование групп, добавление/редактирование данных о детях.
- Создание категории с подкатегориями для внесения данных по диагностике способностей ребенка. (для одной группы создавать бланк по диагностике, в котором будут n категорий, у которых будут m подкатегорий с диапазоном возможных значений [min..max]).
- Внесение/удаление/редактирование рекомендаций по работе с детьми.
- Внесение новых детских садов.

### Реализация

Основной частью системы является frontend (клиентская) часть системы, отвечающая за представление данных, обработку действий пользователя, передачу вводимых пользователем данных. Frontend часть системы реализуется с помощью языка Javascript с использованием фреймворка React [3], библиотек управления состоянием приложения и кэширования – Redux Toolkit, Redux Toolkit Query. В разработке мы стремимся сделать компоненты страницы максимально автономными, чтобы включить возможность их дальнейшего переиспользования и/или доработки, изменения.

Архитектура системы представлена на рисунке 1.

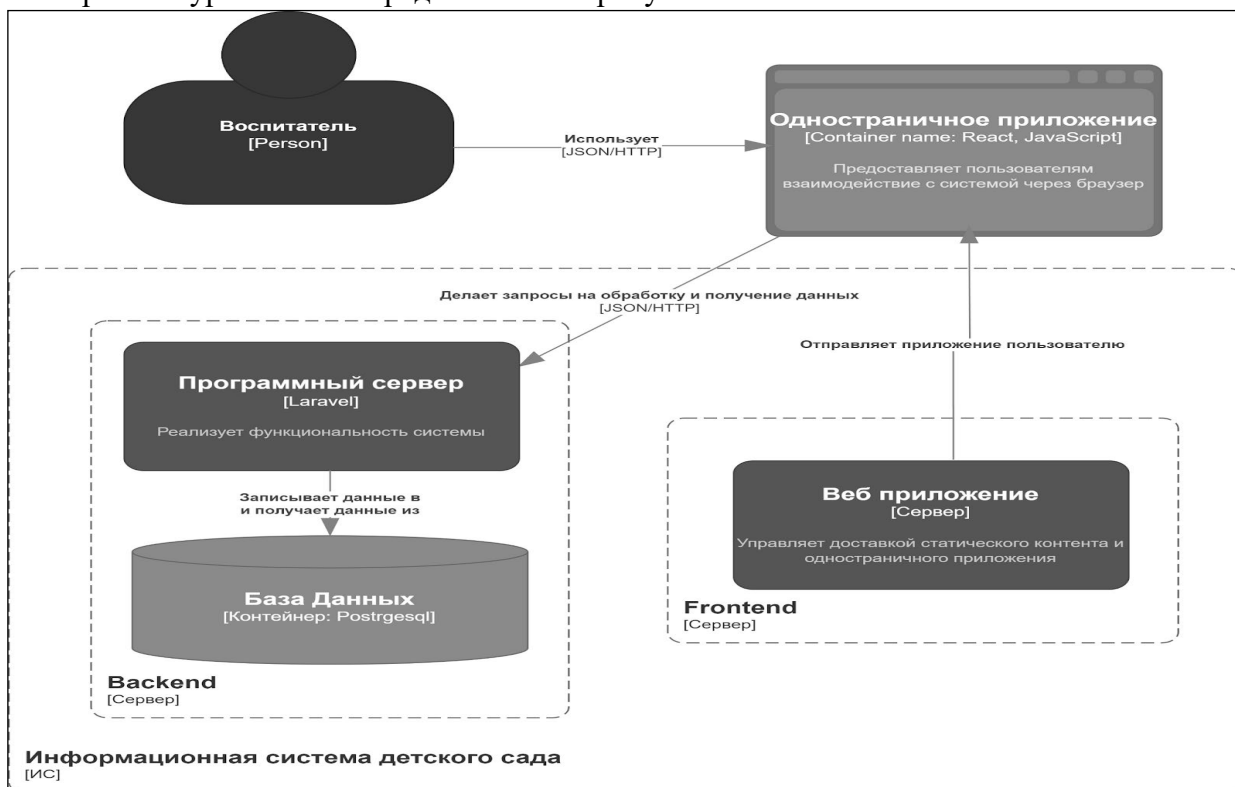


Рисунок 1 – Архитектура системы

Для организации соединения клиентской и серверной частей используется архитектурный стиль REST API [4,5]. Основные эндпоинты в системе – /diagnostics, /recommendations, /children, /groups, /categories. Используются основные HTTP методы. Так получается убрать жесткую зависимость между клиентской и серверной частями системы, что добавляет возможность вести их асинхронную разработку и предоставляет возможность дальнейшего расширения системы по функциональности.

За реагирование на запросы клиентской части отвечает Backend сервис, использующий PHP Laravel [6], где прописаны конечные точки возможных запросов, методы их обработки (контроллеры), сервисы, где находится логика расчетов диагностических данных, включающая в себя составление статистических данных по диагностикам, для представления в виде диаграммы, а также организованы ORM модели, отвечающие за получение и запись данных в/из СУБД.

За хранение данных отвечает СУБД PostgreSQL [7], полностью подходящая для всех манипуляций с данными в рамках нашей системы.

В базе данных 7 таблиц, хранящие: категории диагностик, рекомендации к этим категориям, результаты прохождения детьми диагностик, ФИО детей, группы и кто в какой группе находится.

### **Заключение**

Подводя итоги, стоит сказать, что разработка информационной системы для детских садов представляет собой значимый шаг в направлении современной цифровизации образовательных процессов. Внедрение нашей системы позволит значительно облегчить работу воспитателей и аналитиков. Основная задача системы заключается в предоставлении безошибочной статистической информации по успеваемости детей.

Проектная архитектура, основанная на веб-технологиях и принципах REST API и использованная в нашем приложении, обеспечивает гибкость и масштабируемость системы, что позволит успешно интегрировать ее в работу различных детских садов. Использование современных инструментов разработки, таких как React, Redux Toolkit, и Laravel, обеспечивает высокую производительность и надежность системы.

### **Список литературы**

1. Автоматизированная информационная система «Мониторинг освоения ребенком основной образовательной программы в дошкольном образовательном учреждении». [Электронный ресурс] / URL: <https://ais-dou.ru/> (дата обращения 12.04.2024).
2. МИРИТ [Электронный ресурс] / URL: <https://mirit42.ru/> (дата обращения 12.04.2024).
3. React [Электронный ресурс] / URL: <https://react.dev/> (дата обращения 12.04.2024).
4. Руководство по REST API [Электронный ресурс] / URL: <https://restapitutorial.ru/> (дата обращения 12.04.2024).
5. Masse M. REST API design rulebook: designing consistent RESTful web service interfaces. – Beijing, Cambridge, Farnham, Köln, Sebastopol, Tokyo: O'Reilly Media, Inc., 2011. – 116 pp.
6. Laravel [Электронный ресурс] / URL: <https://laravel.com/> (дата обращения 12.04.2024)
7. PostgreSQL [Электронный ресурс] / URL: <https://www.postgresql.org/> (дата обращения 12.04.2024).

*Научный руководитель – Зимин А.И., к.ф.-м.н., Кемеровский государственный университет*

УДК 004.056.5

## МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ SQL-ИНЪЕКЦИИ НА WEB-ПОРТАЛ НА КИБЕРПОЛИГОНЕ AMPIRE

Болотов А.К.

Кемеровский государственный университет  
[bolotov160600@gmail.com](mailto:bolotov160600@gmail.com)

*Аннотация.* Работа посвящена изучению атаки SQL-инъекции на WEB-портал на примере киберполигона Ampire, а также поиску методов устранения уязвимости.

*Ключевые слова:* SQL-инъекция, киберполигон, информационная безопасность, базы данных, веб-портал.

В настоящее время вопрос кибербезопасности занимает особое место как у частных компаний, так и в государственной политике. Злоумышленники активно пользуются уязвимостями в программных продуктах, так согласно отчету компании Positive Technologies, количество инцидентов выросло на 19% относительно прошлого года [1]. Данная работа будет посвящена разбору SQL-инъекции на разработанный на php Web-портал, и эта уязвимость остается одной из самых популярных [2]. Кроме того, CISA и ФБР в марте 2024 выпустили уведомление, где призвали разработчиков программного обеспечения закладывать безопасность на уровне планирования и назвали SQL-инъекцию «непростительной уязвимостью» [3].

Киберполигон Ampire – комплекс, который предназначен для обучения специалистов по информационной безопасности в условиях, приближенным к реальным инцидентам [4]. Создается виртуальная инфраструктура предприятия и проводится на нее атака теми же методами, что используют настоящие хакеры. В ходе тренировки производится изучение отчетов системы обнаружения вторжений, чтобы понять, когда и куда была направлена вредоносная активность. Затем производится закрытие уязвимостей и устранение последствий. В данной работе будет рассмотрен сценарий атаки на веб-портал с использованием SQL-инъекции.

Целью работы является изучение механизма исполнения и поиск метода противодействия SQL-инъекции на веб-портал в среде киберполигона Ampire. Задачи исследования:

1. Изучить теоретические принципы внедрения SQL-кода.
2. Расследовать последовательность действий злоумышленника.
3. Устранить уязвимости, которые злоумышленник смог успешно эксплуатировать.

На рисунке 1 представлена структура атаки: злоумышленник с IP-адресом 185.88.181.55, находящийся во внешней сети, атакует находящийся в демилитаризованной зоне DMZ сервер компании WebPortal1 с адресом 185.88.181.95.



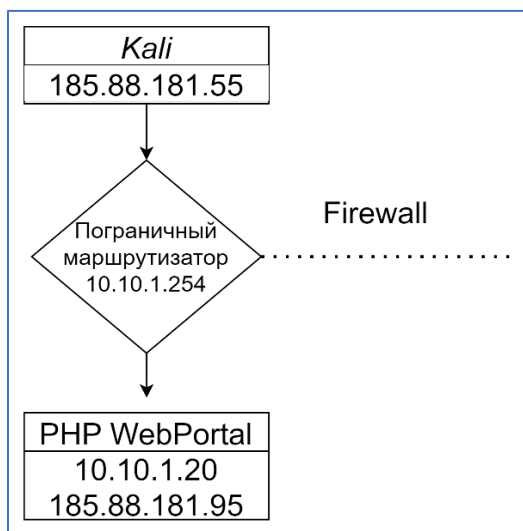


Рисунок 1 – Структура атаки

На рисунке 2 представлен фрагмент событий, зафиксированных системой обнаружения вторжений компании на уровне сетевого трафика.

●	14:32:43.3...	web-applica...	ET WEB_SERVER PHP System Command i...	185.88.181.55	44928	10.10.1.20	80
●	14:32:43.3...	web-applica...	AM EXPLOIT Generic Command Injection: '...	185.88.181.55	44928	10.10.1.20	80
●	14:32:43.3...	web-applica...	AM EXPLOIT Generic Possible PHP Injectio...	185.88.181.55	44928	10.10.1.20	80
●	14:32:43.3...	web-applica...	ET WEB_SERVER Exploit Suspected PHP In...	185.88.181.55	44942	10.10.1.20	80
●	14:32:43.3...	web-applica...	AM EXPLOIT Generic Command Injection i...	185.88.181.55	44942	10.10.1.20	80
●	14:32:43.3...	web-applica...	AM EXPLOIT Generic XSS in URI var 1	185.88.181.55	44958	10.10.1.20	80
●	14:32:43.3...	web-applica...	ET WEB_SERVER Exploit Suspected PHP In...	185.88.181.55	44958	10.10.1.20	80
●	14:32:43.3...	attempted-a...	ET WEB_SERVER Suspicious Chmod Usage...	185.88.181.55	44958	10.10.1.20	80
●	14:32:43.3...	web-applica...	AM EXPLOIT Generic Command Injection i...	185.88.181.55	44958	10.10.1.20	80
●	14:32:43.4...	policy-violat...	ET POLICY Executable and linking format (...)	185.88.181.55	4444	10.10.1.20	52172
●	14:33:42.6...	attempted-r...	ET SCAN Sqlmap SQL Injection Scan	185.88.181.55		10.10.1.20	80

Рисунок 2 – Фрагмент отчета VipNet IDS NS о многочисленных попытках SQL-инъекций

Атака на веб-портал началась с массового сканирования устройств, находящихся в DMZ. Злоумышленник воспользовался известной программой SqlMap – инструментом пентестера с открытым исходным кодом, который в автоматическом режиме позволяет искать и эксплуатировать sql-инъекции. Он поддерживает огромное количество видов СУБД, включая и MySQL, которая хранила данные для веб-портала компании. В конце концов, программа обнаруживает уязвимость. Оказалось, веб-сервер некорректно запрашивает данные из базы данных, открывая брешь для злоумышленника. Можно закодировать sql-инъекцию в URL через браузер, и сервер ее обработает, например, так, как показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Уязвимый запрос в браузере к разделу новостей компании

Среди нескольких сотен событий, зафиксированных IDS NS, обнаружен GET-запрос, который успешно был обработан сервером: GET/news/view/?id=-6150 UNION ALL SELECT



NULL,NULL,CONCAT(0x71626a7671,IFNULL(CAST(LENGTH(LOAD\_FILE(0x2f7661722f7777772f68746d6c2f6874646f63732f6e65777732f766965772f746d7075746c6c722e706870)))

AS. Это Union Select уязвимость, которая позволяет объединить два SELECT запроса в один, зная количество столбцов в таблице. Расшифровав шестнадцатеричное значение внутри вызова функции LOAD\_FILE, был выявлен путь и имя загружаемого файла – это /var/www/html/htdocs/news/view/tmpu1lr.php. Дальнейшее изучение событий и сетевого трафика в IDS NS показало, что этот файл является вредоносной программой класса «php reverse shell», которая устанавливает соединение с компьютером злоумышленника, обходя правила фильтрации сетевого трафика.

```
# ls -la
total 40
drwxrwxrwt  9 root    root    4096 Apr 13 13:30 .
drwxr-xr-x 22 root    root    4096 Sep  5 2019 ..
drwxrwxrwt  2 root    root    4096 Apr 13 10:17 .font-unix
drwxrwxrwt  2 root    root    4096 Apr 13 10:17 .ICE-unix
-rwxrwxrwx  1 www-data www-data 250 Apr 13 10:32 lnFlmW
drwx----- 2 root    root    4096 Apr 13 13:27 mc-root
drwx----- 2 user    user    4096 Apr 13 11:06 mc-user
drwxrwxrwt  2 root    root    4096 Apr 13 10:17 .Test-unix
drwxrwxrwt  2 root    root    4096 Apr 13 10:17 .X11-unix
drwxrwxrwt  2 root    root    4096 Apr 13 10:17 .XIM-unix
```

Рисунок 4 – Закрепление и повышение привилегий в системе

Используя данное соединение, злоумышленник закрепляется на web-портале и повышает свои привилегии. На рисунке 4 видно, что на сервер для этого был загружен бинарный ELF-файл с именем lnFlmW. Это действие приводит к тому, что злоумышленник проникает во внутреннюю сеть и может проводить дальнейшую атаку на ресурсы компании. Виной всему – некорректно написанный код web-приложения. Для исправления данной уязвимости необходимо исправить php-функцию findById() в файле CModel.php, которая принимает id без валидации значения (рисунок 5). На рисунке 6 представлен вариант устранения уязвимости.

```
public function findById($id)
{
    $db = CDb::getConnection();
    $table = $this->tableName();

    $result = $db->prepare("SELECT * FROM $table WHERE id = $id");

    $result->execute();
    return $result->fetch();
}
```

Рисунок 5 – Функция, уязвимая для SQL-инъекции

```
public function findById($id)
{
    $db = CDb::getConnection();
    $table = this->tableName();

    if (is_numeric($id))
    {
        $result = $db->prepare("SELECT * FROM $table Where id = $id");
    }
    else
    {
        $result = $db->prepare("SELECT * FROM $tableWHERE id=1");
    }

    $result->execute();
    return $result->fetch();
}
```

Рисунок 6 – Исправленная функция

Таким образом, используя киберполигон Ampire, можно на практике провести расследование ИБ-инцидента в условиях, максимально приближенным к реальным.

#### Список литературы

1. Актуальные киберугрозы: IV квартал 2023 года [Электронный ресурс] / URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2023-q4/> (дата обращения 09.04.2024).
2. Болотов А.К. Варианты реализации SQL-инъекций в веб-приложениях // Фундаментальные и прикладные исследования в информатике и цифровизации: Материалы симпозиума XVIII (L) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, приуроченной к 50-летию КемГУ. Вып. 24. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023. – С.122-124.
3. Secure by Design Alert: Eliminating SQL Injection Vulnerabilities in Software [Электронный ресурс] / URL: <https://www.ic3.gov/Media/News/2024/240325.pdf> (дата обращения 09.04.2024).
4. Киберполигон Ampire [Электронный ресурс] / URL: <https://amonitoring.ru/product/ampire> (дата обращения 09.04.2024).

*Научный руководитель – Карабцев С.Н., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.42

#### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ НАСТРОЕНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

**Большаков С.С., Пичугин Д.А., Спиридонова А.А.**

Кемеровский государственный университет

[2ndbol@mail.ru](mailto:2ndbol@mail.ru), [dima.pic@yandex.ru](mailto:dima.pic@yandex.ru), [anyaspiridon@gmail.com](mailto:anyaspiridon@gmail.com)

*Аннотация. В работе представлено проектирование информационной системы анализа общественного мнения на основе данных из социальной сети «ВКонтакте». Продемонстрирован алгоритм сбора, анализа и представления данных для*

*формирования списка актуальных обсуждаемых в обществе проблем. Проведено тестирование и показан пример результата работы системы.*

**Ключевые слова:** *Анализ общественного мнения, анализ социальных сетей, сбор данных, тематическое моделирование, визуализация данных.*

В настоящее время для органов власти всех регионов очень важным является сбор и анализ информации о доминирующих настроениях в обществе для выбора направлений проведения внутренней и внешней политики. С целью проведения подобного анализа с декабря 2020 года по поручению президента [1] во всех субъектах РФ были созданы Центры управления регионами (ЦУР), единые пункты мониторинга и обработки поступающих от жителей жалоб в разных сферах жизни региона, которые на основе заявок смогут формировать картину общественной жизни региона. Впрочем, здесь видна очевидная проблема: люди должны сами проявлять инициативу в такой системе. Потенциально полезным, возможным улучшением такого решения является анализ социальных сетей. Выбор именно социальных сетей как источника данных прост: для многих людей социальные сети являются тем самым местом, куда часто выкладываются мнения о тех или иных проблемах. Однако сами по себе данные из социальных сетей в «грязном виде» очень тяжелы для анализа. Впрочем, сама идея анализа социальных сетей не является чем-то новым. Подобные системы часто используются в бизнесе: аналитики в компаниях таким образом изучают отзывы о своих товарах и услугах и так далее. Часть таких систем даже доступна для использования в открытом доступе. Однако все они созданы в первую очередь для решения бизнес-задач, следовательно, для получения общей картины в них нет достаточно обширных аналитических функций. По этой причине возникает идея создания собственной системы, которая будет открытой и при этом сможет удовлетворять возникающие потребности и постоянно изменяющиеся конкретные цели (например, поиск внутри определенной тематики). Таким образом, цель работы – разработка информационной системы (далее – ИС), которая смогла бы в автоматическом режиме собирать данные и затем обрабатывать их с целью нахождения ключевых актуальных вопросов, поднимающихся среди населения. Саму систему по функционалу можно разбить на три основных блока: блок сбора данных, блок анализа данных и блок визуализации данных.

На первом этапе ИС должна производить сбор данных. Для каждой социальной сети процесс сбора будет отличаться. Например, для социальной сети «ВКонтакте», которая была выбрана на начальном этапе как одна из самых популярных и распространенных социальных сетей в России и странах СНГ, обладающей огромным количеством пользователей разных возрастов, которые активно взаимодействуют друг с другом, генерируя большой объем данных на различные тематики, существует официальный API-интерфейс для получения данных [2]. Очевидно, что собирать все имеющиеся данные нерентабельно, поэтому на этапе запроса необходимо формировать критерии сбора. В частности, нужно «отбрасывать» источники и записи, которые не несут полезной для анализа информации. Это могут быть заброшенные группы, закрытые и частные группы, группы без возможности оставлять комментарии или предлагать записи на стену и т. д. Второй важный фильтр – это поля возвращаемого объекта, которые будут использоваться. Здесь опять нужно оставлять только полезную информацию. Для каждого источника (группы) это количество подписчиков, название и город (он может быть не указан, поэтому сохраняется название группы для возможности по нему определить город или район). Для каждой записи необходимо получить сам текст записи, а также количество лайков, репостов, просмотров. Помимо этого, следует собирать комментарии и их количество, потому что они тоже пригодятся для анализа отношения людей к той или иной проблеме.

Следующий шаг работы ИС – анализ собранных данных. В первую очередь необходимо провести анализ текстовых данных, чтобы определить тематики, а затем – сформировать

параметрическое описание тематик. Существует большое количество уже реализованных в прикладных библиотеках методов анализа, однако на практике самым популярным и одним из самых качественных методов является метод латентного размещения Дирихле (LDA) [3]. Еще один метод – «надстройка» над LDA – ARTM [4] – также заслуживает внимания, так как при дополнительной настройке может показывать более качественные результаты. Впрочем, вне зависимости от метода, перед кластеризацией необходимо провести предварительную обработку данных: удалить лишние символы и стоп-слова, провести лемматизацию и т. д. На этом предварительная обработка заканчивается, и начинается кластеризация (стоит уточнить, что вообще все данные изначально имеет смысл разделять на временные интервалы, например, группировать по месяцам). В использованной библиотеке BigARTM необходимо создать модель и подать ей сформированные из слов-токенов батчи данных. Так модель обучается и сразу определяет полученные на обучение документы по кластерам. Обученную модель можно использовать для оценки новых данных.

Для описания кластеров используется метод `top tokens`, который выдает самые «значимые» слова в каждой тематике (для возможности определения тематики как существующей сферы жизнедеятельности, вроде «экологии», «ЖКХ» и пр.), а также  $\theta$ -матрицу, позволяющую получить информацию о том, к какому кластеру относится каждый документ. За счет нее формируются числовые параметры, описывающие кластер: складываются количества лайков, репостов и другие параметры. Итоговый объект – массив кластеров с ключевыми словами и числовыми критериями – передается пользовательскому интерфейсу для визуализации.

В пользовательском интерфейсе изначально имеет смысл отобразить только сами кластера с упором на ключевые слова. Цель – предоставить пользователю возможность дать названия кластерам, чтобы затем при помощи визуализации предоставить подробный сравнительный между тематиками отчет. Для отображения самого отчета данных нужно придерживаться определенных принципов, чтобы сохранить информативность. Например, по шести принципам Эдварда Тафти [5], посвященных тому, как сделать графики данных полезными. Поскольку цель ИС – определить самые важные темы, можно проводить сравнение наборов тематик по своим весам (процентам упоминания) в виде круговой диаграммы. Такой вид сравнения позволяет визуально сравнить тематики и определить, какие упоминались больше всего, а, значит, больше волнуют пользователей социальной сети. Помимо этого, сравнивать данные можно по количественным характеристикам, например, сколько было упоминаний каждой тематики за определенный период. Таким образом, сравнение тематик возможно не только по весам, но и по количеству постов. Согласно второму принципу, на хороших визуализированных данных должны отображаться данные таким образом, чтобы была понятна причинно-следственная связь (или была хотя бы в теории определяема). Поэтому сравнительный анализ кластеров по временному диапазону лучше всего делать в рамках всех полученных тематик сразу, чтобы наблюдать изменение их значений по конкретным месяцам (для этого перед кластеризацией и проводилось разбиение по месяцам).

Анализ социальных сетей – очень полезная идея для получения представления об общественном мнении. В рамках проекта была разработана система из трех блоков, выполняющая сбор, анализ и визуализацию данных. Также было проведено тестирование на реальных данных: собраны данные по самым популярным ресурсам по Кемеровской области. Суммарно по 76 источникам было собрано 240874 начальных записей за 2023-ий год, из них 224617 осталась после предобработки и на их основании были сформированы 8 кластеров. Самыми популярными тематиками оказались «происшествия», «региональное развитие» и «транспорт», основные города на эти темы – Кемерово, Ленинск-Кузнецкий и Новокузнецк. В дальнейшем функционал всех блоков ИС может быть расширен. Например,

добавлены новые источники сбора, дополнительные результаты анализа и дополнительные возможности по отображению результатов.

### Список литературы

1. Перечень поручений по итогам заседания Совета по развитию местного самоуправления от 1 марта 2020 года. Пр-354, п.3 // URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/62919> (дата обращения: 17.02.2024). – Текст: электронный.
2. Знакомство с API ВКонтакте // URL: <https://dev.vk.com/ru/api/overview> (дата обращения: 29.02.2024). – Текст: электронный.
3. Blei David M, Ng Andrew Y, Jordan Michael I. Latent dirichlet allocation. Journal of machine Learning research. – 2003. – Т.3. – № Jan. – pp.993-1022.
4. BigARTM – тематическое моделирование на Python // URL: <https://newtechaudit.ru/bigartm-tematicheskoe-modelirovanie-na-python/> (дата обращения: 06.04.2024). – Текст: электронный.
5. Edward R Tufte. Beautiful Evidence. Graphics Press. – 2006. – 196 pp.

*Научный руководитель – Стуколов С.В., канд. физ.-мат. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 004.418

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ХОДА ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ КЕМГУ

**Сергеев В.С., Буданцев А.А.**

Кемеровский государственный университет

[v1a05@ya.ru](mailto:v1a05@ya.ru), [artem120702iks@mail.ru](mailto:artem120702iks@mail.ru)

***Аннотация.** В работе описывается разработка информационной системы с использованием открытого программного обеспечения для анализа данных приемной кампании КемГУ, позволяющей принимать решения на основе актуальных показателей.*

***Ключевые слова:** data-driven, Business Intelligence, open-source software, приемная кампания, визуализация данных, интеграция данных, Apache Superset, ClickHouse.*

В современных реалиях перед высшими учебными заведениями встает необходимость перехода на отечественное программное обеспечение или с открытым исходным кодом, в том числе для задач бизнес-аналитики [1]. Управление приемной кампанией университета требует эффективной обработки и анализа больших объемов данных для принятия своевременных решений.

Прослеживается устойчивая тенденция к переходу организаций от традиционных методов управления к data-driven подходу, который использует инструменты и методы бизнес-аналитики (Business Intelligence) [2, 3]. Переход к data-driven подходу в организации приемных кампаний в университетах может принести следующие потенциальные преимущества:

1. Повышение качества приема за счет зачисления наиболее перспективных абитуриентов с высокими баллами ЕГЭ или вступительных испытаний.
2. Принятие решений на основе актуальных данных, а не на интуиции или субъективном опыте приемной комиссии.



3. Оптимизация использования ресурсов, таких как время работы сотрудников приемной комиссии, технические и бюджетные средства.

Задача рационального использования накопленной информации является приоритетной и требует тщательного рассмотрения всех источников данных, их подготовки, сбора необходимых сведений и представления в удобной для анализа форме с целью создания единого достоверного источника аналитики.

Целью работы является создание и внедрение информационной системы, позволяющей принимать решения на основе актуальных количественных и качественных показателей о наборе абитуриентов, с применением программных решений с открытым исходным кодом.

#### Постановка задачи

КемГУ в ходе проведения приемной кампании оперирует следующими данными: контрольные цифры приема, баллы ЕГЭ и достижений абитуриентов, количество поданных заявлений и согласий. На основе имеющихся данных требуется разработать информационную систему, способную предоставлять актуальные показатели, необходимые для принятия своевременных решений по ключевым аспектам приемной кампании.

#### Используемые методы решения

В работе с данными, требующими высокого уровня безопасности, необходимость использования self-hosted решений становится критической. Платформы бизнес-аналитики с самостоятельным хостингом позволяют компаниям работать со своими данными в собственной инфраструктуре, обеспечивая полный контроль над хранилищем данных и соблюдение требований безопасности.

В разработке были использованы решения с открытым исходным кодом: аналитическая СУБД ClickHouse и платформа бизнес-аналитики Apache Superset. ClickHouse позволяет организовать хранилище данных и выполнять аналитические запросы с высокой производительностью. Apache Superset обладает широкими возможностями визуализации данных и построения интерактивных отчетов на основе различных источников. Для загрузки и преобразования исходных данных в формат ClickHouse используется инструмент Airbyte, поддерживающий разнообразные источники, включая СУБД Oracle.

Развертывание всего программного стека было произведено в виртуальной среде Docker Compose для обеспечения переносимости решения. На рисунке 1 представлена диаграмма размещения ИС: клиент через веб-обозреватель может просматривать аналитические отчеты, предоставляемые Apache Superset по протоколу HTTP. Apache Superset обращается к СУБД ClickHouse для получения актуальных данных о приемной кампании. Данные в СУБД ClickHouse регулярно обновляются с помощью средства Airbyte.

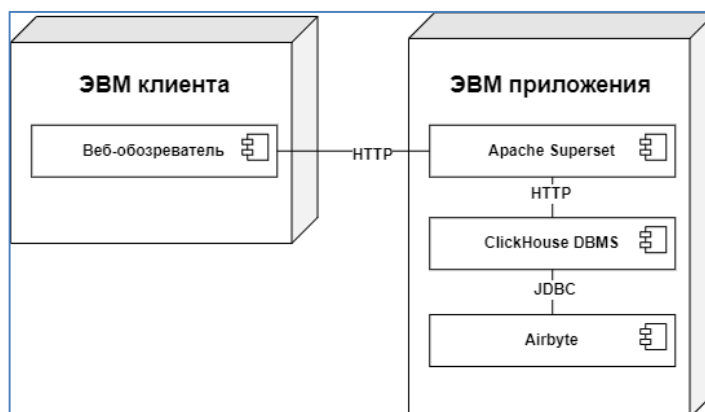


Рисунок 3 – Диаграмма размещения ИС

Для хранения сведений о ходе приемной кампании была создана база данных “Приемная кампания”, схема которой представлена на рисунке 2.



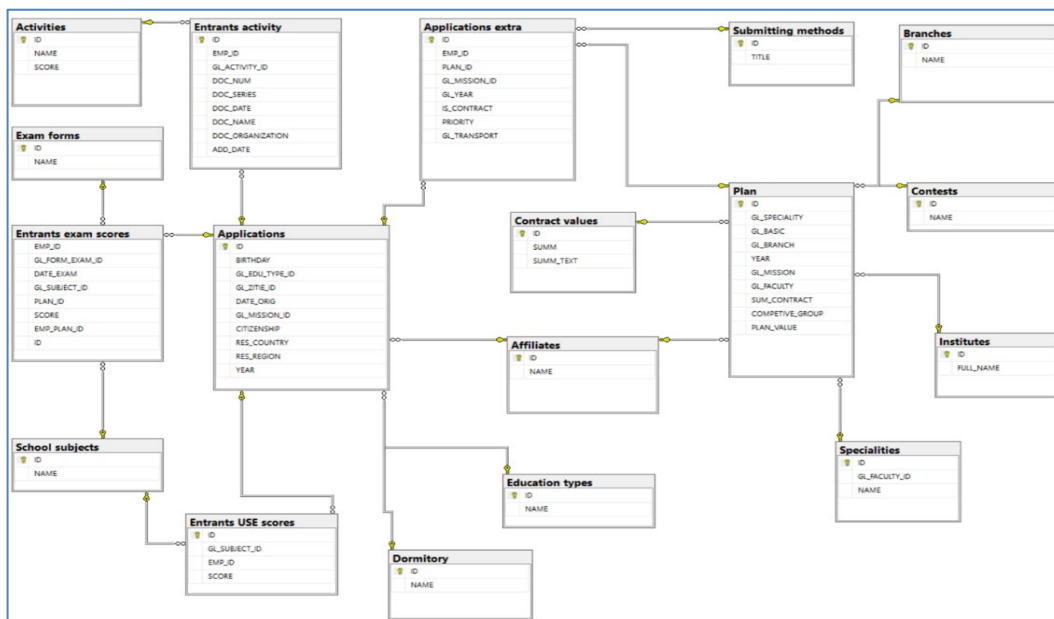


Рисунок 4 – Диаграмма базы данных “Приемная кампания”

После настройки СУБД ClickHouse и создания базы данных “Приемная кампания” был сконфигурирован и запущен автоматический процесс выгрузки данных из ИС “Абитуриент”, использующей для хранения данных СУБД Oracle. Кроме того, был развернут и сконфигурирован веб-сервер для просмотра отчетов в средстве визуализации данных Apache Superset. Apache Superset поддерживает функцию Row Level Security (RLS), которая позволяет определить контроль доступа к данным на уровне строк для различных пользователей или ролей. Так, были созданы роли для ректора и руководителей институтов.

В качестве итогового результат разработан и опубликован интерактивный аналитический отчет “Приемная кампания” (рисунок 3) с визуальными элементами, отражающими качественные и количественные показатели.

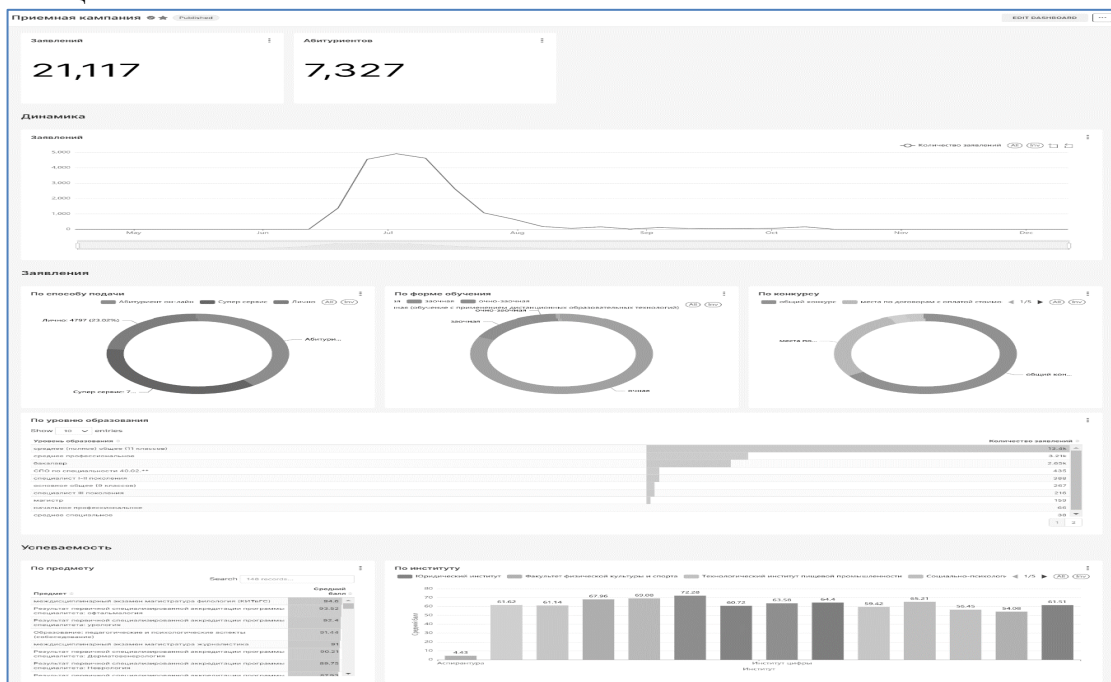


Рисунок 3 – Интерактивный отчет

Данный аналитический отчет планируется к использованию в приемной кампании КемГУ в 2024 году.

#### Список литературы

1. Карабцев С.Н., Котов Р.М., Давзит И.П., Гуров Е.С. Поддержка принятия решений в управлении контингентом образовательного учреждения на основе Business Intelligence // Прикладная информатика. – 2022. – Т.17, №5. – С.125-142. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-5-125-142.
2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 384 с.
3. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. – 2-е изд., испр. – СПб.: Питер, 2013. – 704 с

*Научный руководитель – Карабцев С.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.9

### ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В КАМЕРУНЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**Вылегжанина А.В., Ванжи Й.Р.**

Кемеровский государственный университет  
[alina\\_com@rambler.ru](mailto:alina_com@rambler.ru), [wanjirodrigue@gmail.com](mailto:wanjirodrigue@gmail.com)

***Аннотация.** Камерун является развивающейся страной, цифровизация в которой находится на начальном уровне. Это дает возможность ускорить процессы за счет анализа и частичного заимствования опыта стран, уже прошедших этот путь. Также предложены специфические решения, нацеленные на проблемы населения.*

***Ключевые слова:** Камерун, цифровизация, цифровые услуги*

Цифровизация различного уровня государственных и муниципальных услуг стала привычным процессом в развитых странах, имеющих значительный образовательный ресурс в области естественных наук и информационных технологий и сложившиеся традиции взаимодействия государства, бизнеса и общества. В развивающихся странах процесс цифровизации или не является объектом внимания, или носит догоняющий характер, хотя именно цифровизация обычно обеспечивает экономию ресурсов, массовую доступность услуг и образования, способствует информационной связности общества, расширяет возможности каждого члена общества и повышает комфорт повседневной жизни.

Идея исследования появилась при субъективном сравнении возможностей, предоставляемых российским порталом Госуслуги, с состоянием этой сферы в Камеруне.

В исследовании мы опирались на данные Национального института статистики республики Камерун и результаты прямого интервьюирования. Количество опрошенных респондентов (50) не позволяет формулировать статистические гипотезы, однако позволяет сформулировать основные ожидания людей в области цифровизации. Так как фактически число активных пользователей Интернет в Камеруне невелико, и значительное их число концентрируется в институтах и других образовательных учреждениях, проведение

исследования в онлайн-формате неизбежно внесет значительные искажения в результаты. Именно поэтому кроме онлайн-опросов были организованы прямые интервью.

Респондентами были люди в возрасте старше 18 лет, поло-возрастное распределение респондентов соответствует поло-возрастной пирамиде в Камеруне/

Респондентам были заданы следующие вопросы:

- Что вы знаете о цифровизации в Камеруне?
- Имеете ли Вы доступ к Интернет? Он постоянный или эпизодический?
- С каких устройств Вы выходите в интернет?
- Что ограничивает Вас в использовании продуктов цифровизации – новостей, социальных сетей, получении государственных и муниципальных услуг в цифровом виде, дистанционном образовании, цифровых услуг в области финансов и других сферах?
- Какие результаты развития цифровой среды в Камеруне Вам хотелось бы видеть?
- Предложите, пожалуйста, некоторые меры по повышению уровня цифровизации в Камеруне, без оглядки на финансовые ограничения.

Результаты опросов обрабатывались вручную, поскольку в опроснике задавались открытые вопросы, ответом на которые не является выбор из ограниченного числа вариантов. По данным национального института статистики республики Камерун [2] пользователями Интернета в Камеруне являются 43,9 % населения, среди них 29% приходится на учащихся и преподавателей высших учебных заведений. Таким образом за исключением этой группы лиц постоянный доступ в Интернет имеют 14,9% населения, что принципиально отличается от данного показателя в развитых странах. В результате анализа ответов респондентов были выявлены следующие особенности отношения их к цифровизации:

Одним из основных препятствий на пути цифровизации в Камеруне является отсутствие надлежащей инфраструктуры [3], включая надежное подключение к Интернету и электроснабжение. Многие сельские районы не имеют доступа к базовой инфраструктуре, что исключает внедрение цифровых технологий. Также отмечается низкий уровень владения информационными технологиями.

Более половины опрошенных (28 из 50) не имеют представления о том, что из себя представляет цифровизация государства и общества. Остальные имеют самое общее представление об этих процессах, и в целом готовы доверять цифровому формату взаимодействия с государством, если бы это стало возможным. При этом респонденты отмечают, что у них лично нет возможности получать такого рода услуги, так как отсутствует техническая возможность (устройства для выхода в интернет, электричество для поддержания работоспособности устройств, доступ к Интернет), а при наличии таковой сами цифровые услуги не предоставляются, доступен лишь традиционный аналоговый формат.

Среди ограничивающих факторов было отмечено отсутствие устройств для выхода в Интернет, также имеет место плохое качество соединения (низкая скорость и стабильность работы) в сельских и удаленных территориях, где также есть проблемы с сетевым электричеством. Также отдельными людьми отмечается, что для повышения доступности услуг требуется добавить возможность аудио-интерфейсов, так как эти люди имеют ограниченные возможности взаимодействия с текстовыми интерфейсами (возрастное снижение качества зрения, невозможность чтения на одном из государственных языков и др.).

Среди активных пользователей Интернет отмечается, что даже при готовности получения услуг в цифровом виде подобные сервисы в Камеруне практически отсутствуют.

Среди положительных моментов от ожидаемой цифровизации люди отмечают снижение стоимости образования и повышение таким образом его доступности, возможность получения образования людьми, не получившими его в детстве, а также возможность получения государственных и муниципальных услуг в удаленном формате при невозможности на практике переместиться на удаленные расстояния до ближайших государственных представительств чтобы, например, оформить идентификационные карты и сертификаты о рождении детей.

Нормативно-правовая база в Камеруне является громоздкой, при этом наблюдаются пробелы в сферах, связанных с информационными технологиями [1]. Это затрудняет работу предприятий и предпринимателей, создает препятствия для инноваций и инвестиций в цифровые технологии. Также следует отметить, что в целом у опрошенных имеется положительное отношение к цифровизации.

Для решения сформулированных проблем респонденты предлагают следующее:

Целенаправленно принимать шаги по развитию инфраструктуры. Создать общественные пункты для зарядки телефонов, подвести к этим пунктам электричество или солнечные панели.

Необходимо приложить усилия для преодоления цифрового разрыва путем реализации целенаправленных инициатив по обеспечению доступа к цифровым технологиям. Это включает в себя организацию программ обучения цифровой грамотности, субсидирование доступа к интернету, а также поощрение использования доступных цифровых устройств.

Инвестиции в программы образования и обучения, направленные на повышение технологической грамотности. Только после овладения технологиями граждане смогут полноценно участвовать в цифровой экономике и использовать цифровые инструменты для личного и профессионального развития.

Упорядочение нормативно-правовых процессов и создание благоприятной среды для цифровых инноваций имеют большое значение. Это включает в себя упрощение процедур регистрации бизнеса, развитие электронных государственных услуг, а также принятие четких и эффективных законов о кибербезопасности и защите данных.

На сегодняшний день проблема цифровой трансформации общества с традиционным укладом является достаточно сложной задачей. Следует постепенно ликвидировать отставание информационной инфраструктуры государства за счет разработки и внедрения соответствующих программных продуктов, предоставляющих государственные и муниципальные услуги, образовательные программы. С учетом догоняющего характера развития можно и нужно брать за образец похожие разработки других стран, это позволит значительно ускорить процессы создания собственных программ.

Следует уделить время и образовательным программам, необходимо активизировать процесс подготовки IT-специалистов, возможно даже за счет грантов на обучение студентов по зарубежным программам бакалавриата и магистратуры.

Проблемы цифровизации в развитых и развивающихся странах принципиально различаются. В развитых странах на первый план выходит формирование различных цифровых сервисов, в развивающихся странах остро стоит проблема обеспечения доступа пользователей к устройствам и собственно сервисами связи, и только параллельно с этим развивать наполнение цифровой среды. Догоняющий характер развития цифровых сервисов дает значительное преимущество в скорости, так как можно использовать уже опробованные решения, за счет локализации разработки снижается ее стоимость.

Решение проблем цифровизации в Камеруне требует согласованных усилий со стороны правительства, частного сектора, гражданского общества и международных партнеров. Инвестируя в развитие инфраструктуры, способствуя расширению доступа к цифровым технологиям, повышая технологическую грамотность, укрепляя кибербезопасность и реформируя нормативно-правовую базу, Камерун сможет полностью раскрыть потенциал цифровизации и стимулировать инклюзивное социально-экономическое развитие.

### Список литературы

1. Data for better lives in Cameroon / Режим доступа: <https://blogs.worldbank.org/en/digital-development/data-better-lives-cameroon> (Дата обращения: 14.04.2024). – Текст: электронный.
2. National Institute of statistics / Режим доступа: <https://ins-cameroun.cm/en/> (Дата обращения: 14.04.2024). – Текст: электронный
3. Prfait B.B. Challenges and Opportunities of Digitalisation on the Future of Work in Africa / NKAUFU Policy Institute, 2023.

*Научный руководитель – Вылегжанина А.В., канд. техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 004.9

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Вылегжанина А.В., Касоса Д.М., Фрис Е.Г.

Кемеровский государственный университет

[alina\\_com@rambler.ru](mailto:alina_com@rambler.ru), [kasosajilowa@gmail.com](mailto:kasosajilowa@gmail.com), [fris.evgeniy@mail.ru](mailto:fris.evgeniy@mail.ru)

*Аннотация.* Для анализа временных рядов существует большое количество методов, среди них относительно новым является применение методов машинного обучения. В работе использованы методы SARIMA и XGBoost. Анализ показал, что методы машинного обучения достаточно эффективны при анализе временных рядов.

*Ключевые слова:* временные ряды, машинное обучение, задача регрессии, SARIMA, XGBoost.

В современном мире данные играют ключевую роль в принятии решений. С развитием технологий обработки данных и машинного обучения возникает возможность анализировать большие объемы информации и делать прогнозы на основе имеющихся данных. Для извлечения ценной информации и обнаружения закономерностей в огромных объемах данных часто используется машинное обучение. Разрабатываются новые методы и алгоритмы машинного обучения, специально предназначенные для работы с временными рядами.

Одной из задач нашей работы была разработка приложения, которое позволит пользователям прогнозировать значения временных рядов на основе особенностей используемых данных. Пользовательский интерфейс приложения позволяет загружать данные, выбирать признаки, указывать временной период для обучения модели и количество дней для прогноза.

После загрузки данных проводится их предварительный анализ, включающий в себя оценку качества данных, выявление пропущенных значений и выбросов. Предварительная обработка повышает качество последующей обработки данных [1]. Также проводится анализ распределения целевого признака и его зависимости от других признаков.

Приложение позволяет выбирать методы прогнозирования SARIMA и XGBoost[1, 3]. После обработки данных и выбора метода пользователь может получить прогнозируемые значения для использованного набора данных и визуализацию результатов.

Работа системы показана на примере анализа временного ряда температуры окружающего воздуха в г. Кемерово методами машинного обучения. На рисунке 1 показан



общий вид интерфейса программы после загрузки и визуализации данных, также визуализированы прогнозируемые значения.

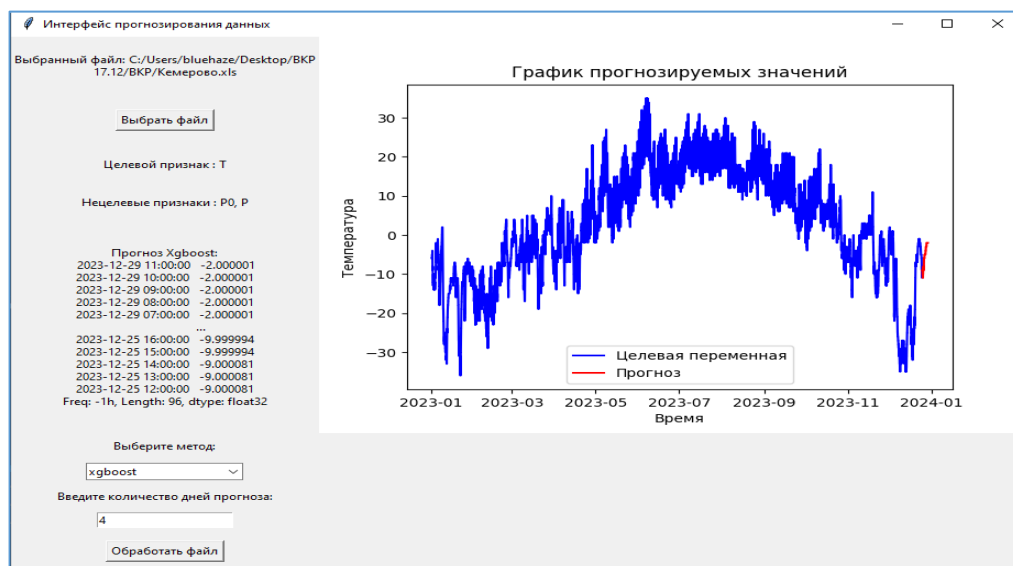


Рисунок 1 – Результат анализа методом XGBoost

Сравним прогнозируемые значения температуры методом XGBoost с фактическими зафиксированными значениями – таблица 1. Видно, что прогнозируемые значения близки или совпадают с реальными данными выборки, таким образом на основе этого и других тестов можно утверждать, что получаемое решение задачи регрессии имеет высокую точность.

Таблица 1 – Фактические и спрогнозированные значения

Дата и время	Фактические значения	Прогноз методом XGBoost
29.12.2023 11:00	-2,0	-2,0
10:00	-2,0	-2,0
09:00	-1,0	-2,0
08:00	-1,0	-2,0
07:00	-1,0	-2,0
25.12.2023 16:00	-8,0	-8,0
15:00	-7,0	-10,0
14:00	-7,0	-10,0
13:00	-8,0	-9,0
12:00	-8,0	-9,0

Таким образом, созданный программный модуль обладает достаточным уровнем функциональности, чтобы дать пользователю возможность решать задачи регрессии, даже для пользователей, не имеющих подготовки в области машинного обучения. Реализованные методы показали свою эффективность, а структура программы позволяет при необходимости расширять диапазон используемых методов. Полученные результаты демонстрируют в целом высокую эффективность применения методов машинного обучения в анализе и прогнозировании временных рядов.

### Список литературы

1. Артамонов Н.В. Введение в анализ временных рядов: учебное пособие для вузов / Н.В. Артамонов, Е.А. Ивин, А.Н. Курбацкий, Д. Фантаццини; МГУ имени М. В. Ломоносова,



- Московская школа экономики, Кафедра эконометрики и математических методов экономики. – Вологда: ВолНИЦ РАН, 2021. – 134 с.
2. Маккинни У. Python и анализ данных: Первичная обработка данных с применением pandas, NumPy и Jupiter / пер. с англ. А.А. Слинкина. 3-е изд. – М.: МК Пресс, 2023. – 536 с.
  3. Chen, Yitian & Kang, Yanfei & Chen, Yixiong & Wang, Zizhuo. Probabilistic Forecasting with Temporal Convolutional Neural Network. / Текст: электронный. Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/333716898\\_Probabilistic\\_Forecasting\\_with\\_Temporal\\_Convolutional\\_Neural\\_Network](https://www.researchgate.net/publication/333716898_Probabilistic_Forecasting_with_Temporal_Convolutional_Neural_Network). (Дата обращения: 14.04.2024).

*Научный руководитель – Вылегжанина А.В., канд. техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

**УДК 004.8**

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ YOLO ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА КЕМГУ**

**Ельчищев В.А., Стуколов С.В.**

Кемеровский государственный университет

[05maker05@gmail.com](mailto:05maker05@gmail.com), [unesco@kemsu.ru](mailto:unesco@kemsu.ru)

***Аннотация:** В данной работе была предложена альтернатива классификатору изображений системы контроля доступа КемГУ на основе нейронной сети YOLOv8n, исследован принцип работы классификатора и проведен анализ производительности исходного алгоритма.*

***Ключевые слова:** система контроля доступа, распознавание лиц, нейронные сети.*

В Кемеровском государственном университете реализована система контроля доступа на основе алгоритма распознавания лиц при помощи нейронных сетей, но в ходе ее развертывания были выявлены проблемы в общей производительности алгоритма, не позволяющие полноценно ее внедрить в эксплуатацию.

Ключевым этапом работы системы распознавания лиц является этап распознавания, а также считывания метрик, все эти функции выполняет классификатор – программный блок, выполняющий все этапы обработки изображения. В виду своей временной ресурсоемкости именно этот этап может быть оптимизирован для улучшения общей эффективности системы.

Информационная система контроля доступа в КемГУ состоит из следующих элементов:

1. Хранилище изображений – база данных, содержащая исходные изображения сотрудников и посетителей университета необходимых для идентификации в системе.
2. База данных идентификаторов – база, содержащая обезличенные данные, в виде вектора признаков для каждого изображения из хранилища изображений.
3. Турникет, оснащенный встроенной камерой Intel RealSense и одноплатным компьютером NVIDIA Jetson Nano с локальной базой идентификаторов.
4. Камера Intel RealSense.
5. Экран вывода изображения с камеры Intel RealSense.
6. Сканер пропусков.
7. Одноплатный компьютер NVIDIA Jetson Nano.

8. Локальная копия базы данных идентификаторов.
9. Программное обеспечение управления турникетами.
10. Классификатор изображений для извлечения вектора признаков.

Главной частью работы алгоритма является классификатор изображения. Алгоритм работы классификатора изображения состоит из следующих этапов:

1. Получение кадра из видеопотока камеры.
2. Обработка кадра нейросетью для получения идентификатора.
3. Проверка наличия идентификатора в базе сотрудников.
4. Предоставление доступа или отказ в доступе.

На диаграммах рисунка 1 представлены временные затраты с извлечением признаков и без извлечения признаков из изображения.

На рис. 1 использованы следующие обозначения для временных затрат блоков используемого алгоритма:

- blur (0.001s) – проверка изображения на размытость;
- landmarks (0.003s) – антиспуфинг изображения на основе сравнения ландмарков;
- ssd\_detector (0.014s) – извлечение изображения лица из изображения;
- find\_id (0.015s) – сравнения векторов признаков;
- facenet (0.087s) – извлечение вектора признаков.

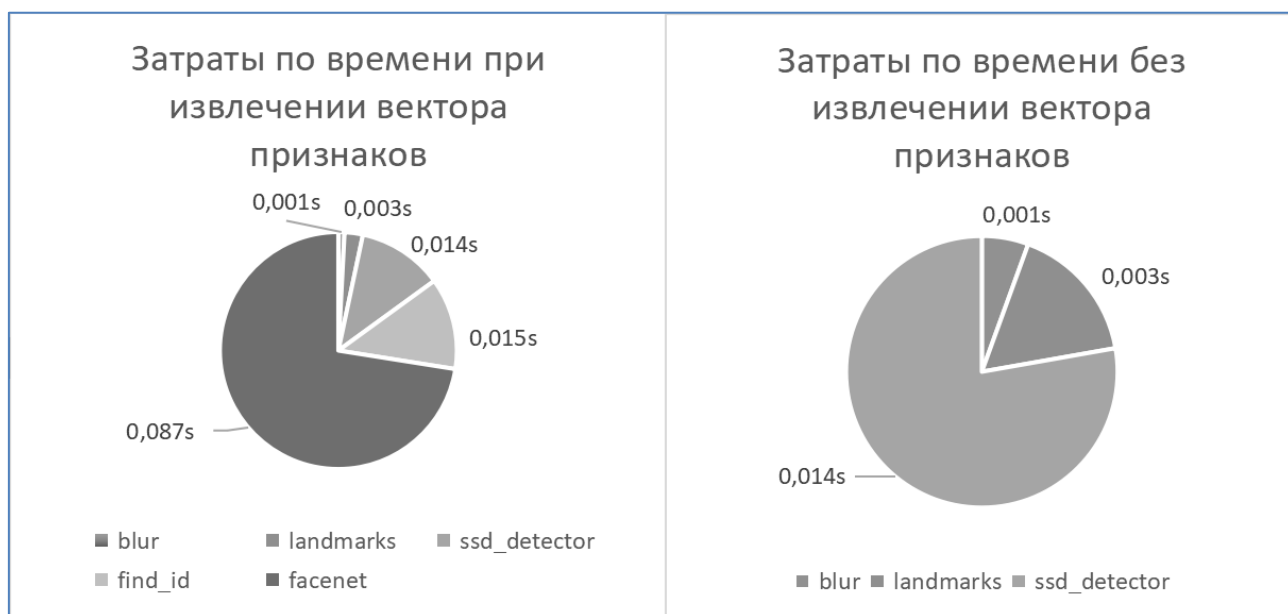


Рисунок 1 – Диаграммы временных затрат алгоритма

На основе приведенных диаграмм можно сделать следующие выводы:

- Этап извлечения вектора признаков занимает 73 процента общего времени алгоритма. Когда в классификатор приходят кадры, удовлетворяющие всем условиям и ограничениям, сравнение извлеченного идентификатора с хранящимися в базе данных занимает столько же времени, сколько и нахождение лица на изображении. При прохождении кадром валидации этап с нахождением лица занимает больше 75 процентов общего времени валидации.
- Одним из возможных способов сокращения времени работы классификатора может быть оптимизация процесса считывания кадров с камеры, так как исходный классификатор работает с каждым кадром, не учитывая информацию о том, что человек

прошедший идентификацию не нуждается в извлечении признаков на всех последующих кадрах [1].

Для решения описанной выше проблемы в работе предлагается внедрение в классификатор функции трекинга объектов, в рассматриваемом случае – лиц. Это позволит повысить эффективность алгоритма при условии, что отслеживание лиц на изображении с функцией трекинга будет проходить быстрее, чем извлечение признаков и повторная идентификация [2].

На основании предложенного способа решения проблемы была разработана модель прототипа классификатора на основе нейронной сети YOLOv8n и проведено тестирование прототипа с внесенными изменениями. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты тестирования производительности YOLO

Разрешение изображения в обработке	Без отслеживания объекта (сек)	С отслеживанием объекта (сек)
640x384	0.050	0.068
256x160	0.019	0.033
192x128	0.015	0.029
128x96	0.010	0.026
96x64	0.008	0.024
64x64	0.007	0.021

Более детальное изучение особенностей работы нейронной сети YOLO позволило выяснить, что данное решение позволяет динамически менять размер изображения, которое будет использовано при анализе нейросетью, не переобучая при этом модель нейронной сети [3].

Результаты тестирования показывают, что понижение разрешения повышает скорость обработки нейронной сети, но понижает точность распознавания на дальних дистанциях и мелких объектах, последний недостаток для нашей задачи не критичен.

Для разработки прототипа классификатора предлагаются следующие дополнения к исходному классификатору:

1. При извлечении лица с кадра до прохождения этапа идентификации будет использована модель YOLO с настройками обрабатываемого изображения 96x64 без включения функции отслеживания объекта.
2. После прохождения идентификации модель YOLO переключается в режим отслеживания объектов с настройками обрабатываемого изображения 192x128.
3. Модель находится в режиме отслеживания до тех пор, пока человек не выйдет из кадра.

Результаты тестирования показали, что до внедренных изменений среднее время обработки кадра занимало 0.1 сек. (~сумма затрат на каждый этап обработки изображения). Прототип классификатора выдает среднее время обработки кадра, равное 0.027 сек. (значение стремится к времени работы модели YOLO с включенным отслеживанием объектов). Можно сделать вывод: предлагаемые модификации заметно сократили время обработки на тестовых данных.

В результате работы была исследована структура информационной системы, изучен принцип работы классификатора, проведены тесты эффективности работы исходного алгоритма. На основе полученных данных были предложены направления для улучшения классификатора, разработана модель прототипа классификатора на основе алгоритма YOLO, проведено тестирование прототипа классификатора, которое показало снижение среднего времени обработки изображения при идентификации. В дальнейшем планируется провести тестирование разработанного классификатора на работающей базе данных сотрудников и студентов Кемеровского государственного университета.

### Список литературы

1. Кондратьев, В.А. Разработка алгоритма распознавания лиц / В.А. Кондратьев, П.А. Емелин, Б.П. Белин // Научные перспективы-2023: Материалы региональной молодежной научно-технической конференции, Дзержинск, 20-21 апреля 2023 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2023. – С.32-33.
2. Хтет А., Бобков А. В. Обнаружение лиц в реальном времени на основе алгоритма YOLO // Science, Engineering and Business. – 2022. – С.184-191.
3. Переверзев, В.А. Особенности нейросетевого подхода к распознаванию человека с использованием нейросети YOLO / В.А. Переверзев, М.Д. Недорезова // Информационные технологии, системный анализ и управление (ИТСАУ-2017): сборник трудов XV всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / Южный федеральный университет. Том 2. – Ростов-на-Дону-Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. – С.44-47.

*Научный руководитель – Стуколов С.В., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 004.41

### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КАФЕДРЫ ГЕНЕТИКИ И ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ КЕМЕРОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Завозкин С.Ю., Кузив П.В., Колесников А.Л.**

Кемеровский государственный университет

[shade\\_s@mail.ru](mailto:shade_s@mail.ru), [ilovekemsu@gmail.com](mailto:ilovekemsu@gmail.com), [lloidtm@gmail.com](mailto:lloidtm@gmail.com)

***Аннотация.** В работе представлено описание процесса разработки информационной системы для кафедры генетики и фундаментальной медицины Кемеровского государственного университета. Информационная система предоставляет возможности ведения новостей, статей о научной деятельности, анкетирования, онлайн-образования, а также включает в себя Telegram-бота для прохождения анкетирования.*

***Ключевые слова:** анкетирование, образование, генетика, новости, научная деятельность.*

В современном мире, на фоне стремительного развития информационных технологий и науки, область генетики занимает важное место, играя ключевую роль в понимании и изучении живых организмов. Кузбасс, обладая богатыми природными ресурсами и уникальной экосистемой, является плодородной почвой для исследований в области генетики. Одними из тех, кто занимается изучением указанных вопросов, является кафедра генетики и фундаментальной медицины Кемеровского государственного университета [1]. В ее задачи входит разработка и выполнение научно-исследовательских фундаментальных и прикладных проектов в области физиологии, молекулярной биологии и генетики, а также углубленная подготовка широкопрофильных специалистов-биологов для работы в специализированных медицинских, медико-биологических, экологических и природоохранных научных и образовательных учреждениях.

Наличие информационной системы в современном информационном обществе дает неоспоримые плюсы для организации, обладающей такой системой. Информационная

система позволяет делиться событиями, произошедшими с участием данной организации, со всем миром; рекламировать себя, проводить опросы респондентов для сбора определенного рода информации с возможным последующим анализом оной; позволяет организовать интернет-пространство для проведения обучения, в том числе различного рода тренингов, как внутри данной организации, так и для пользователей извне. Кафедра генетики и фундаментальной медицины также пришла к пониманию необходимости создания информационной системы, которая бы позволила генетикам взаимодействовать для решения различного рода задач через интернет-сеть, а также автоматизировать процесс анкетирования людей [3]. Важной задачей является создание виртуального пространства, объединяющего генетиков Кузбасса, предоставляя им площадку для обмена знаниями, опытом и последних научных достижений. Информационная система, разработанная специально для генетиков региона, предоставит ценный ресурс для исследователей, студентов, профессионалов и всех, кто увлечен этой наукой. Помимо объединения генетиков Кузбасса, такое виртуальное пространство способно предоставить кафедре возможность делиться своими внутренними событиями с внешним миром, что также поможет и в привлечении новых умов в ряды сотрудников кафедры.

Цель текущей работы – разработка информационной системы, осуществляющей информационную поддержку процессов предоставления новостной информации, образовательных и научных процессов, а также процессов анкетирования пользователей для кафедры генетики и фундаментальной медицины.

Общие требования к информационной системе:

1. Возможность размещения и просмотра новостей и информации о грядущих событиях (Новостной модуль).
2. Наличие образовательной среды для создания курсов с обучающими материалами (Образовательный модуль).
3. Возможность размещения информации о проводимых на кафедре исследованиях и научных проектах (Научный модуль).
4. Анкетирование с автоматизированной обратной связью (Модуль анкетирования).
5. Телеграм-бот для прохождения анкетирования.

Для системы были выделены следующие роли:

1. Администратор – обладает способностью регистрировать новых пользователей в системе.
2. Модератор – владеет возможностью модерировать систему путем работы с новостями, научными статьями и анкетами.
3. Преподаватель – создает курсы в образовательном блоке, а также управляет ими.
4. Студент – имеет доступ к курсам в образовательном блоке.
5. Гость – может наблюдать новости, научные статьи, проходить анкеты и просматривать курсы в свободном доступе.

Информационная система состоит из веб-приложения для клиентской стороны, HTTP запросы от которого отправляются внутреннее приложение через предоставленные им веб-сервисы по стандарту REST, а от внутреннего приложения запросы в случае необходимости направляются к серверу управления базами данных [2].

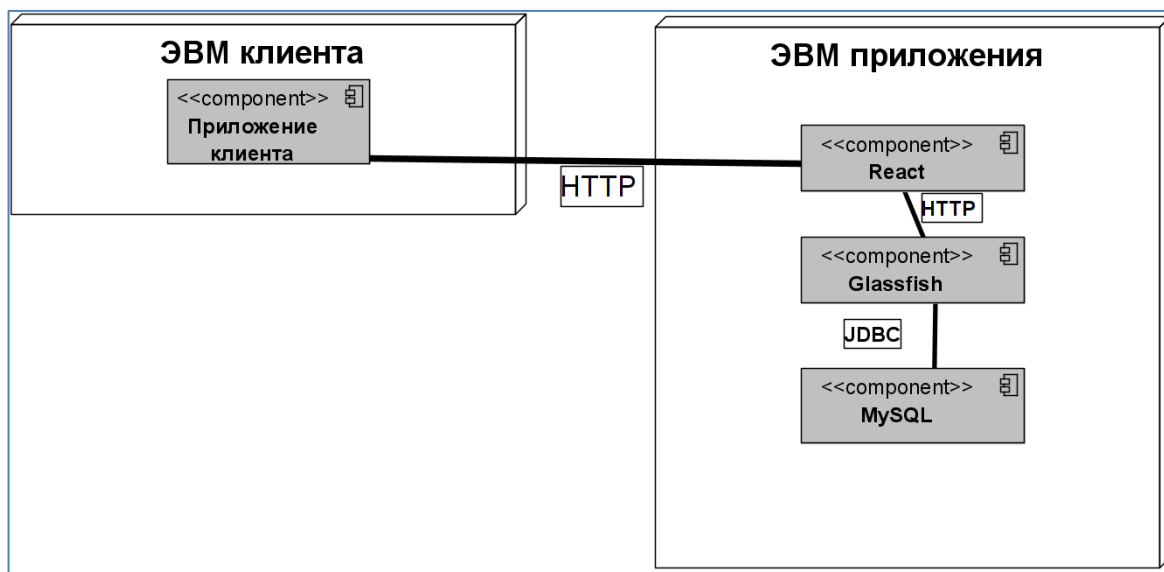


Рисунок 5 – Диаграмма развертывания

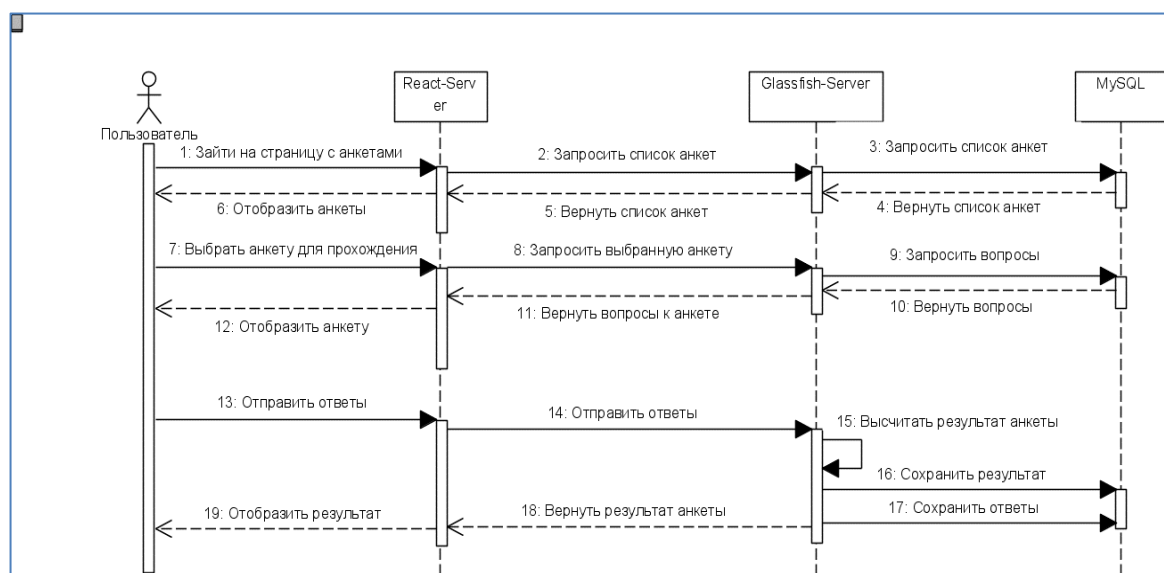


Рисунок 6 – Диаграмма последовательности

На диаграмме развертывания в нотации UML [2] на рисунке 1 можно увидеть процесс взаимодействия программных и аппаратных компонентов системы: приложение клиента(браузер) работает с приложением, написанным на библиотеке React, по протоколу HTTP. React делает REST-запросы (HTTP) к приложению на GlassFish (сервер приложений на java), а GlassFish взаимодействует с системой управления базами данных MySQL через JDBC.

На диаграмме последовательности в нотации UML на рисунке 2 можно видеть последовательность прохождения анкеты пользователем.



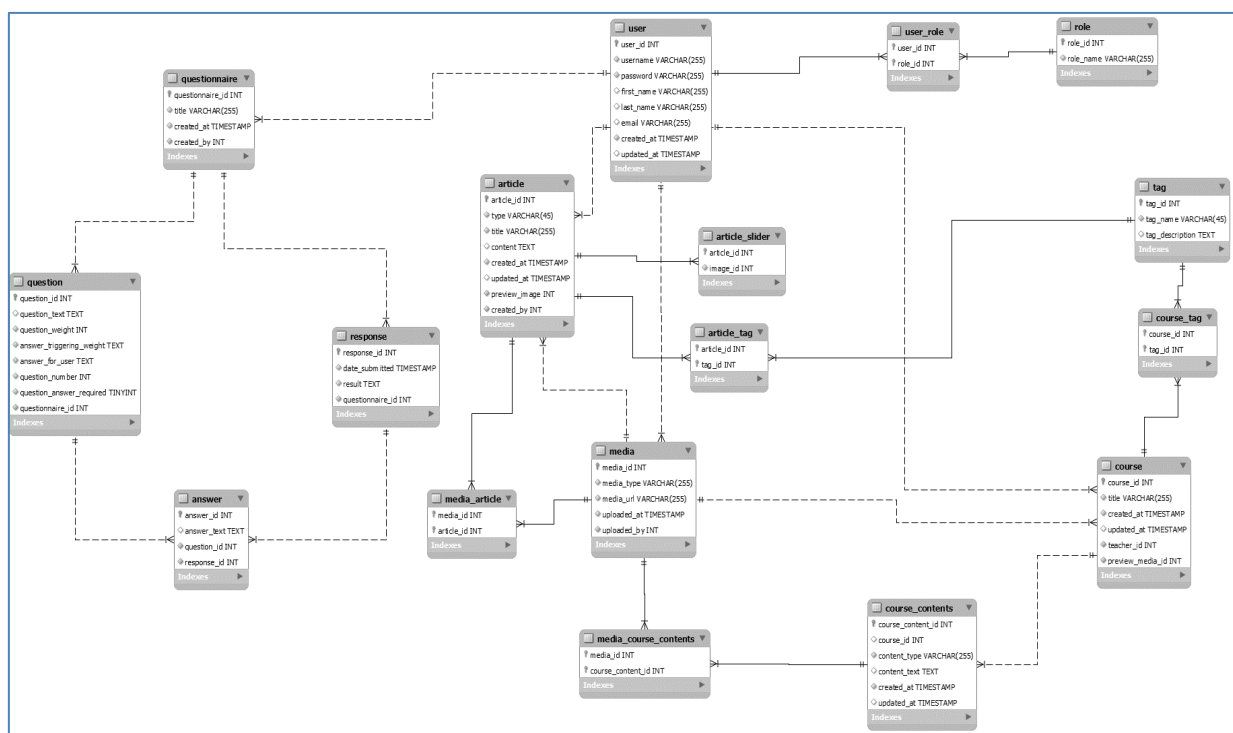


Рисунок 7 – Физическая модель данных

На рисунке 3 изображена физическая модель данных, то есть представление данных для конкретной СУБД (MySQL), а также связи между сущностями. Основные таблицы модели:

1. user - содержит информацию о пользователях.
2. role - таблица для хранения ролей пользователей.
3. questionnaire - таблица для опросов, с ней связаны таблицы question (представляет собой отдельный вопрос анкеты) и response (является ответом респондента на анкету), к таблице response привязана таблица answer, являющаяся ответом на отдельный вопрос анкеты.
4. article - таблица для статей в новостном модуле или в модуле научной деятельности.
5. course - таблица для курсов обучения.
6. media - таблица для мультимедийных данных, таких как изображения или видео.

Модель также включает связующие таблицы, такие как user\_role, media\_article, article\_tag и course\_contents, которые обеспечивают связи между основными сущностями.

В текущий момент в требуемой информационной системе разработана загрузка, редактирование и просмотр новостей (а также предпросмотр новости перед созданием), работа со статьями научного модуля, создание, прохождение, удаление анкет.

В дальнейшем планируется реализовать модуль образования, включающий в себя прохождение различных образовательных курсов, просмотр материалов и ответы на тесты; а также Telegram-бота для быстрого и удобного прохождения анкетирования.

### Список литературы

1. Кафедра генетики и фундаментальной медицины [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://kemsu.ru/university/structure/institutes/institute-of-biology-ecology-and-natural-resources/kafedra-genetiki-i-fundamentalnoy-meditsiny/> (Дата обращения 06.04.2024).

2. Кэри И. Амриш, Хавар Заман Ахмед Разработка корпоративных Java-приложений с помощью J2EE и UML. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. – 272 с.
3. Шишлова, С.В. Анкета и анкетирование. – М.: Лаборатория книги, 2010. – 58 с.

*Научный руководитель – Завозкин С.Ю., к.т.н., доцент Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.41

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННЫХ ТОРГОВ ООО ТД “СДС-ТРЕЙД”

Завозкин С.Ю., Сурин А.Е., Кучерин А.А., Султанова Е.О.  
Кемеровский государственный университет  
alienyt@yandex.ru

***Аннотация.** В работе представлено описание процесса разработки информационной системы, предназначенной для проведения онлайн-торгов. В рамках выполнения работы проведен анализ 6 систем торгов, построены диаграммы в нотации UML, выбраны средства реализации, ведется разработка информационной системы.*

***Ключевые слова:** лот, СЭТ, купля-продажа, специалист по снабжению, поставщик, МЦ, ОМТС.*

С развитием информационных технологий и электронной коммерции в современном мире онлайн-торговля стала частью мирового бизнес-пространства, предоставляя разнообразные возможности для продажи и покупки товаров и услуг. Система онлайн-торгов, включающая лоты (единицу купли-продажи во время торгов) и конкурентный лист (документ, отражающий сравнительный анализ предложений поставщиков), актуальна в контексте современной глобальной экономики тем, что позволяет проводить торги в дистанционном формате и сокращает время на ознакомление с лотом, оформление заявки и выявление лучшего предложения за счет сортировки заявок по наименьшей стоимости.

Разнообразие участников и требования по безопасности и аутентификации требуют постоянного улучшения систем онлайн-торгов для удовлетворения потребностей рынка. Необходимость в совершенствовании систем онлайн-торгов исходит из постоянно изменяющихся потребностей и требований делового сообщества, а также конечных потребителей. Существующие системы часто сталкиваются с проблемами ограниченной функциональности, неустойчивости к изменениям в рыночной конкуренции, а также с ограниченными возможностями аналитики и контроля.

ООО СДС-Трейд обеспечивает поставки материально технических ресурсов для предприятий, входящих в АО ХК «СДС-Уголь» [1]. Для быстрого и удобного проведения поставок необходима СЭТ (Система электронных торгов для управления процессом закупок). В данный момент в компании имеется лишь устаревшая СЭТ, в которой реализована только часть необходимых требований, при этом система написана на устаревшей версии языка программирования без возможности обновления. Для дальнейшей работы компании необходима новая СЭТ.

Целью данной работы является создание системы онлайн-торгов для СДС-Трейд, осуществляющей управление процессом закупок посредством глобальной сети.

В начале работы был проведен обзор ИС, имеющих возможность проводить онлайн-торги. Были рассмотрены такие ИС, как:

- Snab.online
- Росэлторг
- B2B–Center
- КонтурЗакупки
- РТС-Тендер
- ТЭК-Торг

В результате анализа преимуществ и недостатков рассмотренных ИС было принято решение разработать собственную ИС в виде веб-приложения, которое будет взаимодействовать с базой данных (далее БД) с помощью веб-сервисов. Далее были сформированы пользовательские требования к веб-приложению. Основные требования к ИС:

- Для роли “Администратор”:
  1. Администрирование пользователей (создание/редактирование/настройка прав доступа);
  2. Заведение групп лотов участвующих в СЭТ (название, описание, загрузка данных/прикрепление файла с ЛОТом, ФИО подписантов для конкурентного листа по группе, текст для рассылки уведомлений поставщикам, когда в группе размещается новый лот);
  3. Предоставление доступа к СЭТ (поставщик будет иметь доступ к СЭТ только после одобрения СЭБ его регистрации на сайте);
  4. Предоставление специалистам ОМТС (отдел материально-технического снабжения) доступа к определенным группе/ам ЛОТов (задается в параметрах учетной записи).
- Для роли “Специалист по снабжению”:
  1. Формирование (создание) лотов для торгов: позиции заявок от предприятий заносятся в файл MS Excel определенного формата. Обязательные поля для заполнения:
    - № позиции в лоте;
    - Предприятие (получатель);
    - Наименование МЦ (материальных ценностей);
    - Единица измерения;
    - Количество;
    - Дата обеспечения (с ДД.ММ.ГГГГ по ДД.ММ.ГГГГ);
    - Создание списков рассылки (на электронный адрес поставщика);
    - При наличии заявок от поставщиков - формирование конкурентного листа;
  2. Выбор победителя – выбор поставщика и лучших предложений. В электронном виде конкурентного листа должна быть возможность отмечать победителя по конкретным позициям, при этом выбранная позиция по поставщику закрашивается другим цветом. Работа с конкурентным листом может продолжаться до тех пор, пока инженер окончательно не утвердит свой выбор (нажатием специальной кнопки «Утвердить победителей»);
  3. Продление даты обеспечения по лоту при необходимости продолжения торгов (если дата обеспечения ЛОТа меньше текущей даты, ЛОТ выбывает из торгов и переносится в подраздел «Не обеспечено»).

- Для роли “участник СЭТ (поставщик)”:

  1. Регистрация на сайте (заполнение всех обязательных реквизитов ЮЛ/ИП);
  2. Подача заявок по ЛОТам: попозиционно проставляется цена и задаются общие условия поставки по всему лоту. Возможность уточнения срока поставки по конкретной позиции в рамках ЛОТа;
  3. Анализ предложений других участников (в случае предоставления администратором СЭТ такой возможности);
  4. Редактирование своей заявки до того момента пока по ЛОТу окончательно не выбран победитель (или не наступила дата обеспечения);
  5. Формирование заявок на поставку ТМЦ (товарно-материальных ценностей), если данный поставщик выбран победителем. Предоставление заверенной заявки в ТД.

Для реализации ИС были выбраны следующие технологии: JS, HTML5 и CSS3, Java, Redux и React, Glassfish выступает в качестве веб-сервера. Данные информационной системы хранятся и обрабатываются в СУБД MySQL.

Далее на контекстной С4-диаграмме представлена архитектура системы. Модель С4 описывает архитектуру программных систем, отражая ее с разных точек зрения, объясняющих декомпозицию системы на контейнеры и компоненты, а также связи между этими элементами и, там, где это уместно, связи между ее пользователями [2].

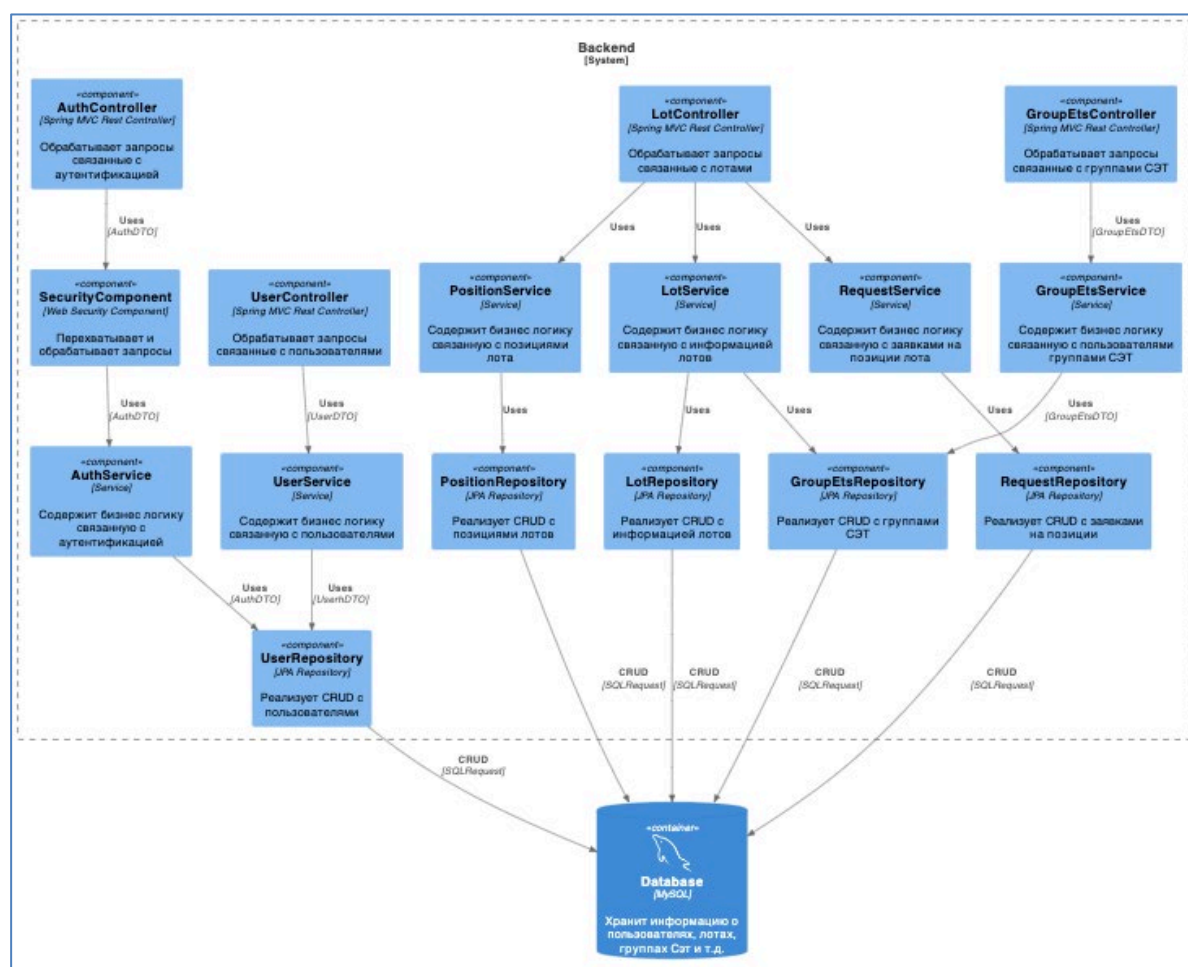


Рисунок 1 – Архитектура бэкенд-части системы

На данный момент готова авторизация пользователей, экраны для неавторизованных пользователей и экраны для роли специалист по снабжению. Уже доступны функции создания, удаления, редактирования, поиска и просмотра лотов. После доработки и тестирования система будет внедрена в ТД “СДС-Трейд”.

#### **Список литературы**

1. СДС-Трейд [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.tdsds.ru/> (Дата обращения 20.09.2023).
2. Модель С4 для визуализации архитектуры программного обеспечения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://c4model.com/> (Дата обращения 23.03.2024).
3. Мамедова, Н.А. Практика и перспективы функционирования системы электронных торгов для обеспечения государственных и муниципальных нужд в России // Актуальные вопросы экономических наук: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Уфа, июнь 2014 г.). – Уфа: Лето, 2014. – с.32-34.
4. Java. Полное руководство, 12-е изд.: Пер. с англ. – СПб: ООО “Диалектика”, 2023. – 1345 с.

*Научный руководитель – Завозкин С.Ю., к.т.н., доцент Кемеровский государственный университет.*

**УДК 004.41**

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ ПУТЕШЕСТВИЙ ПО КУЗБАССУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВЫХ МЕХАНИК**

**Зимин А.И., Воробьев М.В., Иванов П.М., Пасютин А.С.**

Кемеровский государственный университет

[maximvorobev57@gmail.com](mailto:maximvorobev57@gmail.com), [peterivan5555@gmail.com](mailto:peterivan5555@gmail.com), [nockerox@gmail.com](mailto:nockerox@gmail.com)

***Аннотация.** В работе рассматривается разработка информационной системы для планирования и проведения путешествий по Кемеровской области с использованием игровых механик и элементов социального взаимодействия. В работе представлены анализ предметной области и существующих решений, сформулированы требования, разработана архитектура системы.*

***Ключевые слова:** региональный туризм, геймификация, цифровизация, информационная система, мобильная разработка.*

#### **Введение**

Кемеровская область относится к регионам с недостаточным уровнем развития туристского продукта, но обладающим значительным потенциалом для перспективного развития. Одной из наиболее важных проблем развития туризма в регионе является отсутствие полной информации о состоянии, составе и динамике развития туристских ресурсов, туристской инфраструктуры, туристском продукте. Важную роль играет информированность о достопримечательностях и возможность составления собственного туристического маршрута. Большинство людей получают информацию из интернета, но часто не знают, где искать нужные данные. Туристам и жителям региона необходим доступ к некоторому количеству ресурсов для получения информации о местных



достопримечательностях. Из-за траты времени на поиск информации люди теряют интерес и мотивацию для посещения туристических мест региона.

Актуальность разработки информационной системы для планирования и проведения путешествий по Кузбассу обусловлена рядом факторов. Во-первых, создание такой системы позволит повысить информированность потенциальных туристов о туристских ресурсах, инфраструктуре и продуктах Кемеровской области. Во-вторых, использование игровых механик даст возможность персонализировать туристический опыт, позволяя путешественникам самостоятельно создавать маршруты, соответствующие их интересам и темпу [1]. В-третьих, внедрение элементов социального взаимодействия, таких как общение с единомышленниками и обмен впечатлениями, сделает путешествия более увлекательными и запоминающимися.

Целью данной работы является создание информационной системы, помогающей людям познакомиться с достопримечательностями Кузбасса, а также планировать путешествия, применяя игровые механики и элементы социального взаимодействия.

Для проведения сравнительного анализа были выбраны следующие критерии: возможность создания персональных маршрутов, наличие информации о достопримечательностях Кузбасса, использование игровых механик и возможность совместного прохождения маршрутов. В ходе анализа были рассмотрены такие приложения, как «Maps.me» [2], «Куда» [3], «RoutePerfect» [4], «Юный турист Кузбасса» [5] и «Sygic Travel Maps» [6]. Каждое из них обладает своими преимуществами и недостатками, но ни одно не удовлетворяет всем выбранным критериям.

Таким образом, целесообразна разработка собственной информационной системы для планирования и проведения путешествий по Кузбассу.

### **Требования к информационной системе**

На основе анализа предметной области были разработаны функциональные требования к информационной системе для планирования и проведения путешествий по Кузбассу с использованием игровых механик. Требования включают в себя следующие основные разделы:

1. Авторизация и регистрация:
  - Возможность регистрации и авторизации пользователей в системе.
  - Проверка уникальности и корректности введенных данных.
2. Достопримечательности и маршруты:
  - Наличие информации о достопримечательностях Кузбасса с возможностью оценки и комментирования.
  - Возможность создания, редактирования и удаления маршрутов с помощью конструктора.
  - Фильтрация и сортировка достопримечательностей и маршрутов по различным критериям.
  - Прохождение маршрутов с использованием геолокации и учетом прогресса.
  - Возможность группового прохождения маршрутов.
3. Игровая система:
  - Наличие рейтинга и достижений, которые пользователи могут получать за свои действия в системе.
  - Отслеживание прогресса выполнения достижений и награждение пользователей.
4. Социальное взаимодействие:
  - Возможность просмотра и редактирования профилей пользователей.



- Создание и управление чатами для общения и совместного прохождения маршрутов.
- Добавление пользователей в список друзей и управление этим списком.

### Реализация информационной системы

Для удовлетворения вышеперечисленных функциональных требований предлагается следующая архитектура информационной системы. Приложение состоит из клиентской и серверной частей. Клиентская часть представляет собой мобильное приложение, разработанное с использованием фреймворка Flutter. Серверная часть реализована на языке PHP с использованием фреймворка Laravel.

При разработке мобильного приложения в качестве основного архитектурного паттерна была применена чистая архитектура (Clean Architecture) [7]. Данный подход предполагает разбиение приложения на функциональные модули, каждый из которых состоит из трех слоев: Data, Domain и Presentation. Взаимодействие между слоями осуществляется посредством интерфейсов, что позволяет обеспечить инверсию зависимостей и следовать принципу разделения ответственности. Для реализации управления зависимостями (Dependency Injection) была задействована библиотека injectable [8].

Для обеспечения взаимодействия между слоем представления (Presentation) и доменным слоем (Domain), а также управления состоянием в мобильном приложении используется паттерн BLoC (Business Logic Component) в сочетании с библиотекой bloc [9]. События (Events) отправляются из слоя представления в BLoC, где они обрабатываются и преобразуются в состояния (States). Состояния, в свою очередь, передаются обратно в слой представления для обновления пользовательского интерфейса.

На рисунке 1 представлена диаграмма контейнеров информационной системы в нотации C4 (Context, Containers, Components, Code) [10]. Данная нотация позволяет описать систему на различных уровнях абстракции, начиная от общего контекста и заканчивая детальным описанием компонентов и их взаимодействия.

Серверная часть обрабатывает запросы, выполняет необходимую бизнес-логику и взаимодействует с базой данных MySQL для сохранения и получения данных. Для работы с геоданными используется стороннее API - OpenStreetMap API.

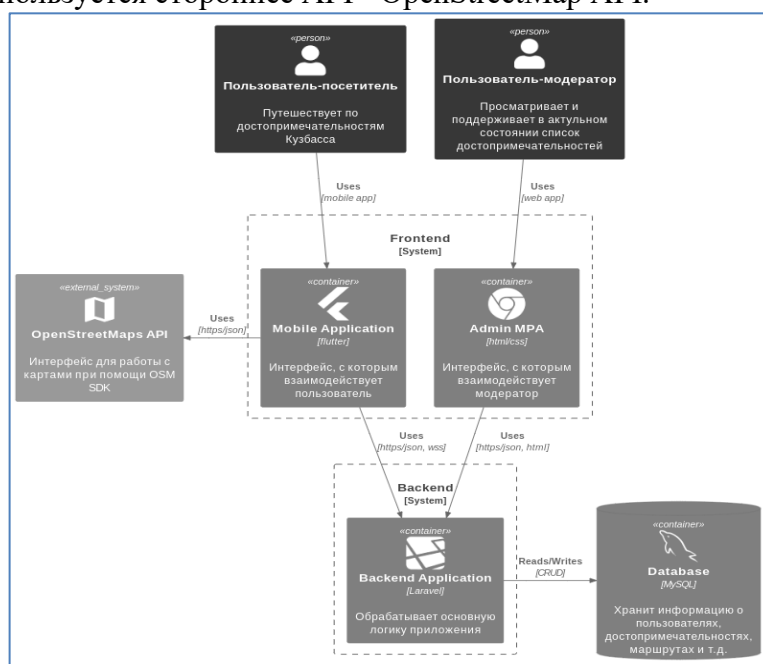


Рисунок 1 – Диаграмма контейнеров C4 информационной системы

В качестве языка программирования на серверной части используется PHP в сочетании с фреймворком Laravel [11]. Данная связка выбрана по причине того, что предоставляет множество встроенных инструментов и функций для решения типичных задач веб-разработки. Laravel использует встроенные механизмы защиты от межсайтового скриптинга (XSS), межсайтового запроса подмены (CSRF) и SQL-инъекций.

При проектировании базы данных было принято решение использовать реляционную базу данных. Этот выбор обусловлен необходимостью получения в системе согласованности и целостности данных. В качестве системы управления базой данных была выбрана MySQL [12]. Данная СУБД высоко масштабируема и способна обрабатывать большие объемы информации.

Для разработки клиентской части приложения были применены язык программирования Dart и фреймворк Flutter [13]. Кроссплатформенный подход, реализуемый с помощью Flutter, дает возможность создавать единую кодовую базу для различных операционных систем, таких как Android и iOS, что позволяет сократить время и затраты на разработку, а также обеспечивает консистентность пользовательского опыта на разных платформах.

### Заключение

В данной работе была рассмотрена разработка информационной системы для планирования и проведения путешествий по Кемеровской области с использованием игровых механик и элементов социального взаимодействия. Анализ предметной области и существующих решений подтвердил актуальность и целесообразность создания такой системы.

На основе сформулированных функциональных требований была разработана архитектура информационной системы и выбран стек технологий. Разработанная информационная система позволит повысить привлекательность Кузбасса для туристов, персонализировать туристический опыт и будет способствовать социально-экономическому развитию региона.

### Список литературы

1. Зикерманн Г., Линдер Дж. Геймификация в бизнесе: как пробиться сквозь шум и завладеть вниманием сотрудников и клиентов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 272 с.
2. MAPS.ME // URL: <https://ru.maps.me/> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.
3. Наш Урал // URL: <https://nashural.ru/blog-nashego-urala/udobnoe-mobilnoe-prilozhenie-dlya-avtoputeshestvennikov-i-velosipedistov-dlya-lyubitelej-novogo-i-uvlekayushhej-turisticheskoy-igrы/> (дата обращения: 12.01.2024). – Текст: электронный.
4. RoutePerfect // URL: <https://www.routeperfect.com/> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.
5. Юный Турист Кузбасса // URL: <https://travelkuzbass.ru/> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.
6. Sygic Travel Maps // URL: <https://www.sygic.com/travel> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.
7. Мартин Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. – СПб: Питер, 2018. – 352 с.
8. Injectable // pub.dev URL: <https://pub.dev/packages/injectable> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.

9. Bloc // pub.dev URL: <https://pub.dev/packages/bloc> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.
10. The C4 model for visualising software architecture // C4 Model. – URL: <https://c4model.com/> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.
11. Laravel - The PHP Framework for Web Artisans // Laravel. – URL: <https://laravel.com/> (дата обращения: 10.04.24). – Текст: электронный.
12. MySQL // URL: <https://www.mysql.com/> (дата обращения: 08.04.24). – Текст: электронный.
13. Flutter // URL: <https://flutter.dev/> (дата обращения: 10.04.2024). – Текст: электронный.

*Научный руководитель – Зимин А. И., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.056.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CANARY TOKENS ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Исхаков Л. Г.

Кемеровский государственный университет

[levchik-z@mail.ru](mailto:levchik-z@mail.ru)

***Аннотация.** В данной работе приведен обзор средства для обнаружения неправомерного доступа Canarytokens и литература по данной теме. Рассмотрены варианты создания различных маячков и методы их работы. Рассмотрены преимущества и недостатки инструмента, а также продемонстрирована его работа.*

***Ключевые слова:** маячки, canary tokens, мониторинг, обнаружение взлома, ловушка для хакера.*

В настоящее время крайне трудно создать информационную систему без наличия уязвимостей в безопасности. В любой момент может произойти неправомерный доступ к конфиденциальным ресурсам. Поэтому необходимо иметь надежную и гибкую систему мониторинга событий безопасности. В данной работе рассмотрен инструмент, позволяющий обнаружить факт исполнения различных файлов и использования ресурсов [1].

Целью данной работы является ознакомление с инструментом Canarytokens для обнаружения неправомерного доступа к информации. В задачи исследования входит:

- изучить работу инструмента для отслеживания утечек информации и способы его реализации;
- интегрировать сервис на свой сервер и продемонстрировать его работу.

Canarytokens [2] – это инструмент, предназначенный для обнаружения утечек информации. Он используется для мониторинга сетевого трафика и выявления инцидентов безопасности и утечки данных. Принцип работы Canarytokens заключается в создании уникальных токенов, которые затем распространяются внутри сети организации или через Интернет. Если файл с токеном был использован, то это указывает на нелегитимный доступ к информации.

Для создания файлов с токенами можно использовать два варианта:

- воспользоваться онлайн-сервисом;

– установить из открытых источников программу на свое устройство.

Также есть возможность приобретения платной версии программы, в которой больший функционал и гибкость в настройке [3].

Основным принципом работы этого инструмента является создание маячка, встраиваемым в какие-либо сегменты файла специального триггера, который при открытии документа будет информировать владельца об открытии этого файла. В основном этот триггер представляет собой запрос на переход по определенному URL-адресу, который генерирует сервис при создании файла [4].

Одним из преимуществ Canarytokens является большое разнообразие видов файлов, которые можно создавать с встроенным маячком: от файлов типа MS Word до дампов баз данных, от рисунков и QR-кодов до исполняемых файлов.

Для использования в системах, не требующих серьезной защиты, можно использовать онлайн-сервис (рисунок 1). Он достаточно прост в использовании и позволяет создавать файлы с токенами даже неопытному пользователю. Для этого необходимо указать тип файла, который необходимо отслеживать, электронную почту для получения уведомлений и памятку для идентификации конкретного файла в письме.

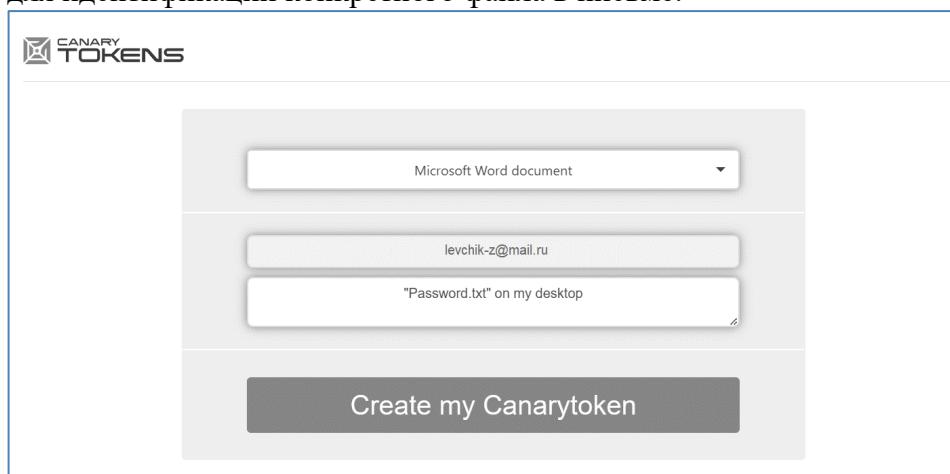
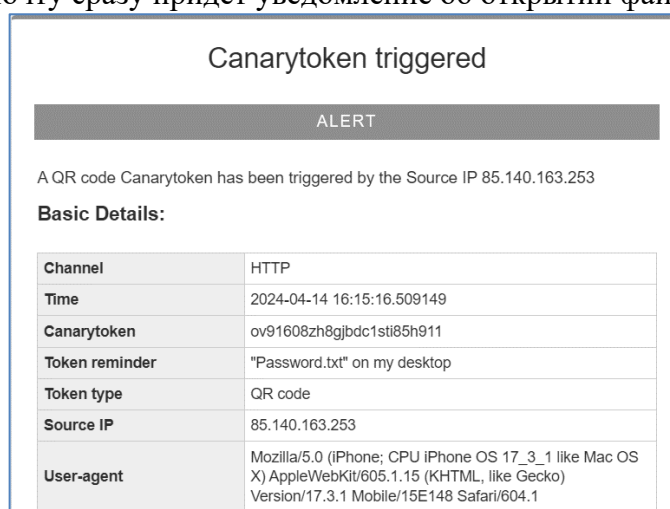


Рисунок 1 – Создание токена на веб-сайте CanaryTokens

Далее необходимо скачать созданный сервисом файл, переименовать и разместить в системе на видном месте. Таким образом, злоумышленник или пользователь, получивший доступ к системе случайно, скорее всего, захочет открыть привлекательный файл, после чего на указанную почту сразу придет уведомление об открытии файла (рисунок 2).



Canarytoken triggered

**ALERT**

A QR code Canarytoken has been triggered by the Source IP 85.140.163.253

**Basic Details:**

Channel	HTTP
Time	2024-04-14 16:15:16.509149
Canarytoken	ov91608zh8gjbdc1sti85h911
Token reminder	"Password.txt" on my desktop
Token type	QR code
Source IP	85.140.163.253
User-agent	Mozilla/5.0 (iPhone; CPU iPhone OS 17_3_1 like Mac OS X) AppleWebKit/605.1.15 (KHTML, like Gecko) Version/17.3.1 Mobile/15E148 Safari/604.1

Рисунок 2 – Оповещение на почту

Однако если говорить о более серьезном подходе к созданию ловушек и защите от профессиональных злоумышленников, то необходимо воспользоваться возможностью установки сервиса на собственном сервере. Это предоставляет доступ к широкому спектру настроек, в том числе к настройке доменного имени и отправки писем через SMTP-сервер.

Это необходимо из-за того, что в некоторых типах файлов можно заранее посмотреть, какие операции и на какие веб-ссылки будет совершен запрос при использовании файла. Так, например, при наведении камеры на QR-код приложение предварительно покажет ссылку, по которой будет осуществлен переход (рисунок 3).

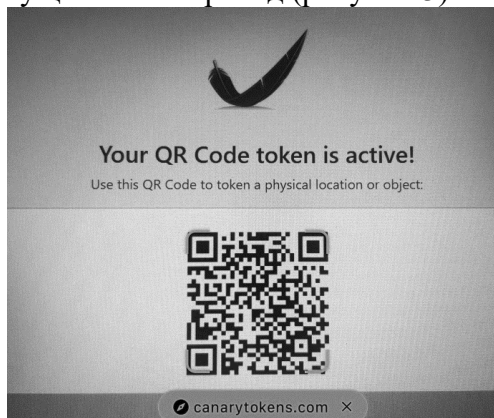


Рисунок 3 – Использование QR-кода

Следовательно, для введения в заблуждение опытного хакера потребуется указать доменное имя компании для работы сервиса, что можно сделать при установке Canarytokens на своем сервере. Самым простым вариантом установки сервиса является использование docker-контейнера Canarytokens. После загрузки образа из репозитория и разворачивании его в программе Docker, необходимо настроить конфигурационные файлы, в которых нужно указать как минимум домен компании и IP-адрес, по которому будет работать сервис на сервере (рисунок 4).

```
GNU nano 5.4 frontend.env
# Required Settings
CANARY_PUBLIC_IP=82.179.3.50 #str
CANARY_DOMAINS=kemsu.ru #list[str]
CANARY_NXDOMAINS=nx.yourdomain.com #list[str]
LOG_FILE=frontend.log #str
```

Рисунок 4 – Настройка IP-адреса и домена

Также потребуется указать доменное имя и сгенерированный приватный ключ. После представленных выше настроек можно использовать Canarytokens на собственном сервере и создавать токены непосредственно на нем (рисунок 5).

```
GNU nano 5.4 switchboard.env
# Required Settings
CANARY_PUBLIC_DOMAIN=kemsu.ru #str
CANARY_WG_PRIVATE_KEY_SEED=qIgxtdPcMA3GwaA9mTJl+wm0k8sQ I=
LOG_FILE=switchboard.log #str
```

Рисунок 5 – Настройка доменного имени и ключа

В заключении следует сказать, что Canarytokens является отличным вспомогательным средством для обеспечения информационной безопасности, как в рамках персональной защиты, так и для использования в крупных организациях. Его простая настройка и

различные виды токенов позволяют создавать гибкую систему контроля за конфиденциальностью данных. В работе была продемонстрирована работа с Canarytokens при помощи онлайн-сервиса, а также интеграция данного сервиса на свой сервер для использования большего функционала и его последующая настройка.

#### Список литературы

1. Гаврилин Ю.В., Бедеров И.С. Установление личности владельцев цифровой валюты: методологические основы // Труды Академии управления МВД России. – 2021. – №4 (60). – С.101-108.
2. Официальный сайт CanaryTokens [Электронный ресурс] / URL: <https://canarytokens.com> (дата обращения: 12.04.2024).
3. ThinkstCanary [Электронный ресурс] / URL: <https://canary.tools/> (дата обращения: 12.04.2024).
4. Ловушки для хакера. Обнаруживаем взлом на раннем этапе с помощью Canarytokens [Электронный ресурс] / URL: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/495466/> (дата обращения: 12.04.2024).

*Научный руководитель – Карабцев С.Н., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 519.6

### ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ ВЛАГИ ИЗ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ В СУШИЛЬНОМ АППАРАТЕ

**Кузнецов А. В., Стуколов С.В.**

Кемеровский государственный университет  
[artem626897@bk.ru](mailto:artem626897@bk.ru), [unesco@kemsu.ru](mailto:unesco@kemsu.ru)

***Аннотация.** Работа посвящена исследованию процесса сушки угольной шихты в результате ее нагрева в СВЧ камере. Применена математическая модель многофазной среды в нестационарной одномерной постановке. Приведены численные результаты, демонстрирующие зависимость остаточного влагосодержания шихты от температуры внутри камеры и скорости движения шихты.*

***Ключевые слова:** сушка, угольная шихта, многофазные среды, численное моделирование.*

Истощение запасов нефти и газа требует перехода к альтернативным видам топлива, такие как сланцы, бурые и суббитуминозные каменные угли. В результате сложившейся политической обстановки экспортная активность угольной промышленности упала, тогда как ценовые показатели пошли вверх. Применение технологий углеобогащения способствует улучшению потребительских свойств твердого топлива, что, в свою очередь, стимулирует рост интереса к продукту на локальных и глобальных рынках.

Кузбасс является угольным регионом и естественно, что уголь является основным источником энергии на теплоэлектростанциях, малых котельных и производственных объектах. Для повышения качества данного вида топлива применяют технологии измельчения, а затем сушки, так как природные угли имеют высокую влажность.



Анализ научно-технической и патентной литературы показал, что существует необходимость модернизации процессов подготовки топлива с целью повышения эффективности сушки угля для снижения затрат на подготовку твердого топлива.

Традиционный подход сушки угля, заключающийся в нагреве угольной массы через стенки камеры, отличается долгим процессом и локальным перегревом, из-за которого прогрев топлива происходит неравномерно. Инновационный подход заключается в использовании микроволновой энергии (СВЧ) [1]. Данный метод, во-первых, дает возможность контролировать необходимый процент влажности угля, исключая локальный перегрев, не допуская его возгорания. Во-вторых, обеспечивает равномерный процесс сушки с минимальными потерями микроволновой энергии, благодаря чему на выходе можно получить качественный продукт с сохранением его физических свойств.

Эти агрегаты пока не стали массовыми и остаются объектами для научного исследования.

В данной работе приведена методика численного моделирования температурного режима в сушильном аппарате для моделирования сушильной установки туннельного типа в виде вертикальной трубы, где нагрев достигается посредством микроволнового излучения.

Сушильная камера заполняется однородной смесью угольной шихты – с одним химическим составом, с одинаковыми плотностью и теплоемкостью. Поскольку объем в установке ее неизменен, предполагаем, что она заполнена полностью с определенной насыпной плотностью. Это позволит сделать допущение о заполнении установки однородным материалом. В установку непрерывно подается СВЧ-излучение, нагревающее материал. Скорость движения угольной массы в установке регулируется внизу камеры специальным контролируемым устройством. Оптимальная скорость движения шихты обеспечивает получение на выходе шихты с заранее заданным влагосодержанием.

На основе анализа принципа работы установки составлен алгоритм для численного моделирования, состоящий из следующих этапов:

- 1 этап: нагрев угольной шихты в установке происходит с помощью микроволнового излучения – необходимо рассчитать источники тепла внутри шихты, для описания данных физических явлений существует несколько различных уравнений Максвелла, связанных с электромагнетизмом;
- 2 этап: для нахождения распределения температуры в шихте используется уравнение теплопроводности;
- 3 этап: в процессе работы установки (нагрева угольной шихты) происходят фазовые переходы (вода превращается в пар или, наоборот, пар в воду), которые описываются уравнениями теплообмена [3];
- 4 этап: возникающий пар создает избыточное давление газа в нагревательной камере, что влечет движение потоков пара к отводящему отверстию с внешним атмосферным давлением.

Благодаря СВЧ обеспечивается равномерный прогрев угольной шихты, что упрощает процесс моделирования без 1 этапа за счет введения источников тепла в уравнение теплопроводности [1, 2]:

$$c\rho \left( \frac{dT}{dt} + u \frac{dT}{dx} \right) = \lambda \frac{d^2T}{dx^2} + Q,$$

$c$  – теплоемкость угольной шихты  $\left( \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \times \text{К}} \right)$ ,  $\rho$  – насыпная плотность  $\left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$ ,

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности  $\left( \frac{\text{Дж}}{\text{с} \times \text{м} \times \text{К}} \right)$ ,  $Q$  – внутренние источники тепла  $\left( \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \times \text{с}} \right)$ ,

$u$  – скорость движения шихты  $\left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ .

Расчеты испарения и конденсации выполнены с использованием уравнения Клапейрона-Клаузиуса [4]

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Delta_{\text{исп}}H}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right),$$

где  $\Delta_{\text{исп}}H = 40,66 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$  – константа,  $T_1$  – температура кипения воды (К),  $T_2$  – температура кипения для найденного давления (К),  $P_1$  – давление в сосуде (Па),  $P_2$  – давление атмосферное (Па),  $R$  – универсальная газовая постоянная.

Таблица 1 – Результаты расчетов

Время (с)	температура угля (С°)	Коэффициент удаления пара из трубы	Давление насыщенного пара (Па)	Количество испаряющегося вещества в молях (Па)	Количество испаряющегося вещества гр. в секунду	Масса жидкости в угле (кг)
1	20,000	0,931	2336,439	0,031	0,001	8,726
2	20,087		2349,117	0,031	0,001	8,725
3	20,175		2361,855	0,031	0,001	8,725
4	20,262		2374,655	0,031	0,001	8,724
5	20,349		2387,516	0,031	0,001	8,724
...	...	...	...	...	...	...
995	106,787	0,931	148471,235	1,714	0,031	0,137
996	106,874		148950,548	1,720	0,310	0,106
997	106,961		149913,124	1,725	0,311	0,075
998	107,000		149913,325	1,730	0,031	0,044
999	107,187		150396,846	1,736	0,031	0,013
1000	107,274		150880,846	1,741	0,031	0

Результаты расчетов представлены в таблице 1 с заданными следующими коэффициентами:

$c - 1300 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \times \text{К}} \right)$ ,  $\rho - 750 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$ ,  $\lambda - 0,45 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{с} \times \text{м} \times \text{К}} \right)$ ,  $Q - \frac{900 \times 11}{3600 \times 0,2} \left( \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \times \text{с}} \right)$ ,  $u - 0,001 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ , при начальной температуре  $T_0 = 20\text{С}^\circ$ .

На рис. 1а приведена зависимость изменения влагосодержания шихты на выходе из сушильной камеры в зависимости от времени, на рис. 1б – температуры. Следует отметить характер данных зависимостей: при линейном изменении температуры шихты, изменение влагосодержания имеет нелинейный характер.



Рисунок 1 – а) – изменение влагосодержания, б) – температуры шихты на выходе из сушильной камеры

В результате работы предложен алгоритм, позволяющий при заданной мощности СВЧ излучателей определять оптимальную скорость движения шихты по сушильному аппарату для достижения требуемого влагосодержания на выходе. При этом было сделано допущение о том, что испарение влаги из шихты производится сразу в атмосферу. Дальнейшее развитие работы предполагает выполнение численного моделирования отвода пара из сушильной установки на основе математической модели, представленной системой уравнений Навье-Стокса в приближении Буссинеска [5].

#### Список литературы

1. Коновалов, Н.П. Микроволновое излучение в технологии сушки угля / Н.П. Коновалов, П.Н. Коновалов, А.А. Хайдурова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2015. – №1(12) – С.74-79.
2. Крайнов, А.Ю. Численные методы решения задач тепло и массопереноса: Учебное пособие / А.Ю. Крайнов, Л.Л. Миньков. – Томск: Общество с ограниченной ответственностью "СТТ", 2016. – 92 с.
3. Руднев, В.П. Фазовые превращения рабочей среды в закрытой термодинамической системе / В.П. Руднев, М.В. Иванова, П.В. Руднева // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2011. – №2. – С.138-140.
4. Черепкова, И.А. Химико-технологические системы: Учебное пособие / И.А. Черепкова – СПб: Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет», – 2008. – 132 с.
5. Гершуни, Г.З. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости / Г.З. Гершуни, Е.М. Жуховицкий // М.: Наука, 1972. – 392 с.

*Научный руководитель – Стуколов С.В., канд. физ.-мат. наук, доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.4

### ОПТИМИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА КЕМГУ С БАЗОЙ ДАННЫХ ДЕСКРИПТОРОВ ЛИЦ

**Меньшиков Д.А., Стуколов С.В.**

Кемеровский государственный университет  
[mda20menshikov@yandex.ru](mailto:mda20menshikov@yandex.ru), [unesco@kemsu.ru](mailto:unesco@kemsu.ru)

***Аннотация.** В данной работе приводится описание существующего алгоритма сравнения дескрипторов лиц, извлеченных из изображения с камеры, с дескрипторами, имеющимися в базе данных сотрудников и студентов КемГУ. На основе временной оценки алгоритма были предложены варианты оптимизации работы системы в области взаимодействия с базой данных.*

***Ключевые слова:** вектор признаков, система распознавания лиц, сравнение дескрипторов.*

В эпоху развития цифровых технологий и активного использования интернета вопрос безопасности, а также вопросы сохранности имущества и различного характера данных становится все более актуальным. Система контроля и управления доступом является удобным способом ограничения доступа к различным объектам. Одним из наиболее

эффективных решений для таких систем может быть система распознавания лиц на основе системы распознавания образов [1].

Ключевым этапом данной системы является взаимодействие с базой данных, которое в задаче занимает большое количество времени и, исходя из этого, этап взаимодействия с базой данных может стать тем фрагментом данной задачи, который может быть оптимизирован.

В внедренной системе контроля доступа КемГУ для сопоставления фото лица, полученного с помощью камеры, находящейся на пропускном пункте, и набора дескрипторов лиц, занесенных в базу данных сотрудников и студентов КемГУ, используется функция нахождения евклидова расстояния между векторами признаков [2]. Извлечение признаков может осуществляться различными методами, например, с помощью алгоритмов глубокого обучения (сверточные нейронные сети) [3]. В системе распознавания лиц вектор признаков представляет собой числовое представление характеристик лица, которые описывают уникальные особенности лица.

Сложность этапа сравнения векторов для данного алгоритма составляет  $O(3n)$ , что требует для выполнения этого алгоритма времени, пропорционального тройному произведению длины вектора признаков на количество векторов в базе данных. Для идентификации последнего занесенного вектора в базу данных необходимо выполнить операцию сравнения с каждым вектором в базе до первого совпадения. Это означает, что для каждого вектора признаков в базе нужно выполнить  $3 \cdot n$  операций, где  $n$  равно 128 (длина вектора признаков), а  $m$  – количество векторов в базе. Таким образом, общее количество операций для идентификации последнего занесенного вектора составляет  $3 \cdot n \cdot m$ . Этот подход к классификации может быть эффективным для небольших баз данных, но может стать затратным по времени при работе с большими объемами данных. В связи с этим для улучшения производительности алгоритма следует рассмотреть возможность оптимизации функции сравнения векторов или использование других методов классификации, более подходящих для работы с большими объемами данных.

В соответствии с описанной выше проблемой актуальными являются задачи нахождения и тестирования способов, позволяющих сократить время поиска, соответствующего искомому вектору лица.

Первым из предлагаемых вариантов улучшения работы алгоритма классификатора лиц является сбор статистики использования идентификаторов. На основании собранной статистики возможно будет выделять некоторые группы пользователей, с различными типами и категориями, например, время суток или день недели и соответственно система будет осуществлять проверку по людям из этого списка, это может позволить значительно уменьшить время работы алгоритма для людей, чье использование системы контроля доступа можно обобщить какой-либо категорией.

Вторым предложенным вариантом является использование кэша для хранения данных последних пользователей системы контроля доступа, таким образом, после того как вектор признаков посетителя был обработан, он некоторое время будет храниться в кэше и в последствие, данные следующего идентифицированного пользователя будут сначала сравниваться с данными из кэш-памяти для избегания повторного сравнения признаков со остальными элементами базы данных.

Третьим же предлагаемым улучшением является оптимизация взаимодействия системы контроля доступа КемГУ с базой дескрипторов лиц, посредством внедрения в прототип классификатора нейронной сети YOLO, в особенности работы которой входит детекция ключевых точек лица, таких как: глаза, нос, края рта, и в дальнейшем исходя из положения данных точек относительно друг друга, можно будет вычислять примерное положения лица человека, что вместе с доработкой исходной базы, путем добавления поля для положения лица, может помочь тем, что полученный вектор признаков будет сразу

сравниваться с наиболее близким, исходя из верно подобранного положения лица, что значительно сократит количество операций необходимых для работы алгоритма.

Каждый из данных вариантов был встроен в прототип классификатора и на тестовых данных было замечено сокращение времени работы этапа сравнения полученного вектора с вектором признаков, находящимся в базе данных. Следующим шагом для данного этапа разработки будет тестирование предложенных улучшений на базе данных сотрудников КемГУ с последующим анализом полученных результатов и корректировкой созданных методов.

Для того, чтобы внедрить изменения в работу с базой данных, необходимо также дополнить ее полями, необходимыми для предлагаемых улучшений [3]. На рисунке 1 представлено описание структуры разработанной базы данных с учетом необходимых изменений.

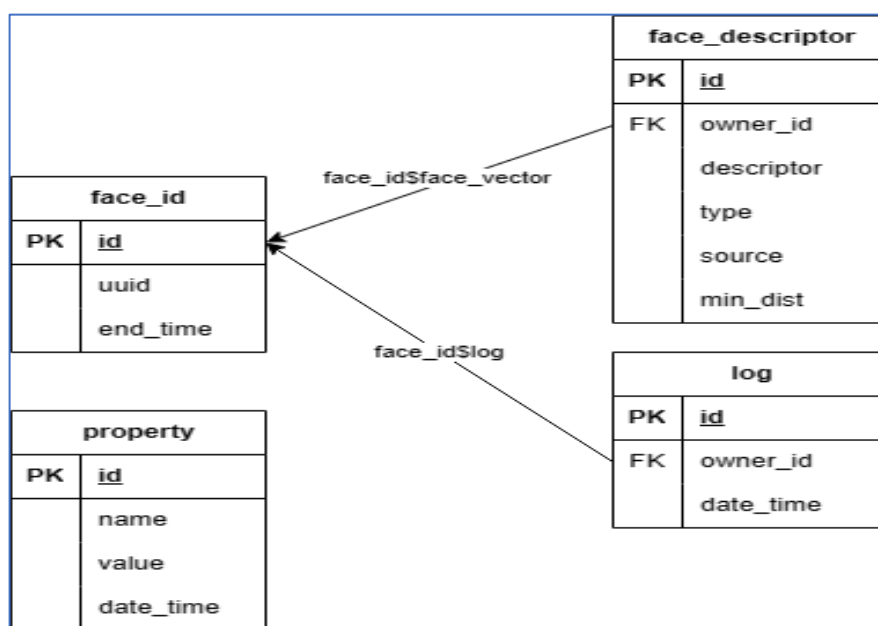


Рис. 1 – Описание структуры модифицированной базы данных

Модифицированная база данных будет содержать в себе 4 таблицы, три из связанных, четвертая же таблица будет использоваться только для дальнейших обновлений базы.

Первая с названием face-id является таблицей идентификаторов посетителей и персонала университета и содержит 3 поля:

1. id – уникальный идентификатор записи;
2. uuid – уникальный идентификатор посетителя;
3. end\_time – время окончания действия идентификатора.

Второй таблицей является таблица face\_descriptor – таблица векторов признаков посетителей и содержит 6 полей:

1. id – уникальный идентификатор записи;
2. owner\_id – уникальный идентификатор посетителя;
3. descriptor – вектор признаков, извлеченных из полученного изображения, 128 чисел;
4. type – положение лица на исходном фото из базы данных сотрудников КемГУ;
5. source – путь к фото находящемуся в базе данных;
6. min\_dist – минимальная дистанция данной фотографии во всей базе данных.

Третьей таблицей является таблица log – сохраняющая время использования идентификатора:

1. id – уникальный идентификатор записи;
2. owner\_id – уникальный идентификатор посетителя;
3. date\_time – время успешной идентификации посетителя.

Четвертой таблицей является таблица property – содержащая информацию о версии базы данных:

1. id – уникальный идентификатор записи;
2. name – наименование параметра;
3. value – значение параметра;
4. date\_time – время изменения записи.

Используя данную модифицированную базу данных и предложенные методы для улучшения эффективности, можно будет заметно снизить время, необходимое на поиск и сравнений векторов признаков, полученных с камеры на пропускном пункте, с векторами из базы данных сотрудников и студентов КемГУ.

В результате работы был изучен и описан существующий алгоритм сравнений векторов в классификаторе, отмечены недостатки данного метода сравнения. Были предложены и протестированы способы, позволяющие уменьшить время, затрачиваемое на этап поиска и сравнения векторов признаков. Также для внесенных в алгоритм изменений потребовалась модификация существующей базы данных дескрипторов лиц сотрудников и студентов КемГУ.

#### Список литературы

1. Друки А. А. Система поиска, выделения и распознавания лиц на изображениях // Известия Томского политехнического университета, 2011. – Т.318. – №5. – С.64-70.
2. Кобзистый С.Ю. и др. Анализ и выбор алгоритмов преобразования изображений в методах биометрической идентификации по контурам лица // Вестник Воронежского института ФСИН России, 2018. – №2. – С.82-86.
3. Гришанов, К.М. Модель сверточной нейронной сети в задачах машинного зрения / К.М. Гришанов, Ю.С. Белов // Электронный журнал: наука, техника и образование, 2017. – №СВ1(11). – С.100-106.

*Научный руководитель – Стуколов С.В., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.41

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

**Петухов Д.А., Завозкин С.Ю.**

Кемеровский государственный университет

[streel778@gmail.com](mailto:streel778@gmail.com), [shade\\_s@mail.ru](mailto:shade_s@mail.ru)

***Аннотация.** В работе представлено описание процесса разработки программного обеспечения для сегментации дефектов дорожного покрытия, которое используется на базе передвижных дорожных лабораторий. В рамках выполнения работы проведен анализ доступных методов сегментации, реализована и обучена нейронная сеть для сегментации дефектов дорожного покрытия, ведется дальнейшая разработка программного обеспечения.*

***Ключевые слова:** дефекты дорожного покрытия, методы машинного обучения, сегментация, сверточные нейронные сети, дорожная лаборатория.*



Существующая проблема поддержания и обслуживания дорожной инфраструктуры привлекает большое внимание исследователей из области алгоритмов машинного обучения и компьютерного зрения. Состояние дорожного покрытия оказывает значительное воздействие на безопасность дорожного движения, комфорт участников движения, а также общий экономический и экологический контекст. Состояние дорожного полотна является критическим фактором для обеспечения безопасности движения и качества транспортной инфраструктуры. Дефекты, такие как трещины, ямы и износ, приводят не только к повышенным издержкам на техническое обслуживание, но и могут стать источником аварий и несчастных случаев на дорогах. В условиях постоянно увеличивающейся нагрузки на дорожную сеть и ограниченных бюджетных ресурсов, эффективные методы мониторинга и диагностики состояния дорожного покрытия становятся неотъемлемым элементом устойчивого развития транспортной инфраструктуры.

С 2019 года в Российской Федерации активно реализуется национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги», в рамках которого, одной из целей является приведение автомобильных дорог регионального, межмуниципального или местного значения в нормативное состояние. В ходе реализации данного проекта, проектным организациям поставлены задачи по комплексной диагностике и оценке состояния автомобильных дорог. Исполнителям необходимо проводить паспортизацию дорог, предоставлять ведомости дефектов дорожного полотна и отчеты с оценкой их технического состояния [2].

На данный момент существуют готовые программные комплексы для инспекции автомобильных дорог. Они представляют собой интегрированные системы, объединяющие различные технологии и методы для детального анализа состояния дорожного покрытия. Один из таких комплексов – «RDT Line» компании «Росдортех». Программный комплекс представляет собой совокупность систем и программных модулей в составе комплекса измерительного аэродромно-дорожной лаборатории «КП-514 RDT» (рис. 1), предназначенных для решения широкого круга задач связанных с проведением работ по диагностике и паспортизации автомобильных дорог. Системы комплекса работают на основе полученных изображений, которые необходимо анализировать и разметить на них возможные дефекты дорожного полотна. На данный момент анализ и разметка проводится в ручном режиме, что требует большого объема человеческих ресурсов. В программном комплексе предусмотрена возможность подключения программных модулей, поэтому необходимо разработать и подключить программный модуль для автоматической разметки и сегментации дефектов дорожного покрытия на изображениях внутри комплекса.



Рисунок 8 – Передвижная дорожная лаборатория КП-514 RDT

Целью данной работы является реализация программного обеспечения для сегментации дефектов дорожного покрытия в составе программного комплекса RDT Line.

В начале работы был проведен анализ имеющихся методов машинного обучения (далее МО) для сегментации изображений. Были рассмотрены традиционные методы на основе порогового определения, сегментации по регионам, обнаружения краев, методы на основе кластеризации. Далее рассмотрены современные методы МО – нейронные сети. Применение в задачах сегментации изображений нашли сверточные нейронные сети (CNN), основной идеей которых заключается в использовании сверток для автоматического извлечения иерархии признаков объектов. В ходе анализа стало ясно, что именно сверточные нейронные сети являются лучшим инструментом для достижения цели данной работы, так как требуется обработка больших объемов данных и максимальная точность результатов. Для реализации программного обеспечения были выбраны такие сверточные нейронные сети, как U-net и Mask R-CNN (модификация стандартной R-CNN).

Для реализации U-net был выбран язык программирования Python и основная библиотека для глубокого обучения TensorFlow (Keras). В качестве вспомогательных библиотек взяты: NumPy для эффективной работы с массивами данных, OpenCV для чтения изображений, Scikit-learn для использования готовых алгоритмов МО, Pandas для анализа и обработки данных, Matplotlib для визуализации данных и построения графиков.

Первым делом необходимо загрузить входные данные (датасет). Был взят набор данных из открытого источника и разделен на обучающую, тестовую, валидационную выборки. Датасет имеет готовые маски для дефектов типа выбоина и трещина. Маски имеют бинарное представление, это означает, что каждый пиксель в маске принимает одно из двух значений: 0 или 1. Бинарной маской также является результат предсказания обученной нейронной сети [3].

Визуализируем загруженные данные (рис. 2):

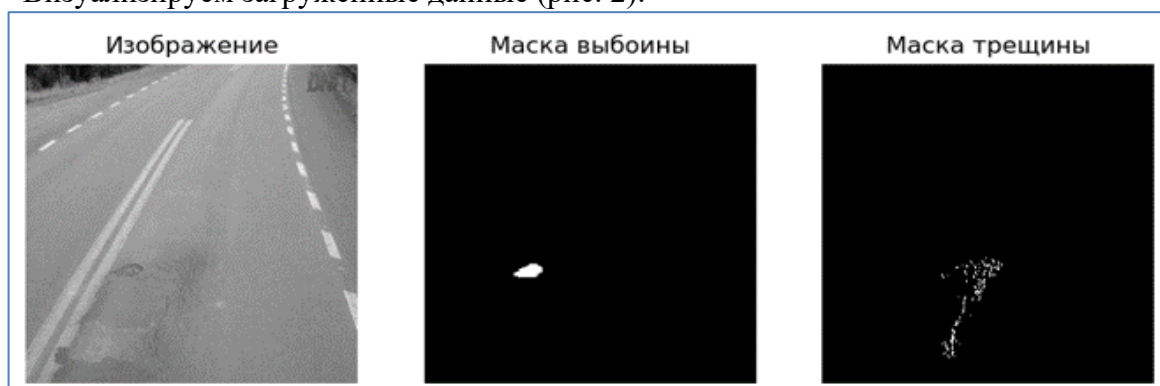


Рисунок 9 – Пример загруженных данных

Далее была реализована архитектура U-net, опишем ее структуру:

- Входной слой (Input layer). Принимает на вход изображения 256 на 256 пикселей.
- Энкодер (Encoder). Часть, в которой изображение проходит через несколько сверточных слоев для извлечения признаков изображения, а после каждого двух таких слоев выполняется операция пулинга для уменьшения размера изображения в 2 раза.
- Декодер (Decoder). Часть, в которой изображение проходит путь обратного увеличения размера с последующим объединением извлеченных признаков из энкодера.
- Выходной слой (Output layer). Финальный сверточный слой с функцией активации softmax. Генерирует карты сегментации с вероятностями принадлежности каждого пикселя к какому-либо классу дефектов.

Ключевым отличием разработанной модели от базовой архитектуры U-net является использование функции активации softmax на выходном слое вместо сигмоиды, что позволяет модели работать с несколькими классами, а не только с двумя. Кроме того, в

конец используется многоклассовая кросс-энтропийная функция потерь для обучения сети на данных с множеством классов [3].

Всего в систему загружено 2235 изображений дорожного покрытия и по 2 маски к каждому, что является не большим количеством по меркам глубокого обучения. Для увеличения объема обучающих данных была проведена аугментация данных, с использованием генератора данных из библиотеки TensorFlow. Были настроены такие параметры генерируемых изображений, как угол поворота, диапазон сдвига по ширине и высоте, масштабирование, отражение по горизонтали. С помощью аугментации объем обучающих данных вырос в 4 раза.

Для обучения полученной модели был выбран оптимизатор Adam [1], с параметром скорости обучения равным 0.001. Функция потерь – категориальная кросс-энтропия [1]. В качестве метрики выбрана точность (Accuracy). Количество эпох обучения – 100, с функцией на раннюю остановку. Размер деления данных (батч) – 16. Обучение проводилось на базе графического процессора Nvidia GeForce RTX3060 12Gb, с 30 гигабайтами свободной оперативной памятью компьютера.

К концу обучения удалось достичь максимальной точности Accuracy = 0.8446579 на 20 эпохе, лучшая модель была сохранена и проведен процесс предсказания на валидационных данных.

Визуализируем полученный результат для класса «выбоина» (рис. 3):

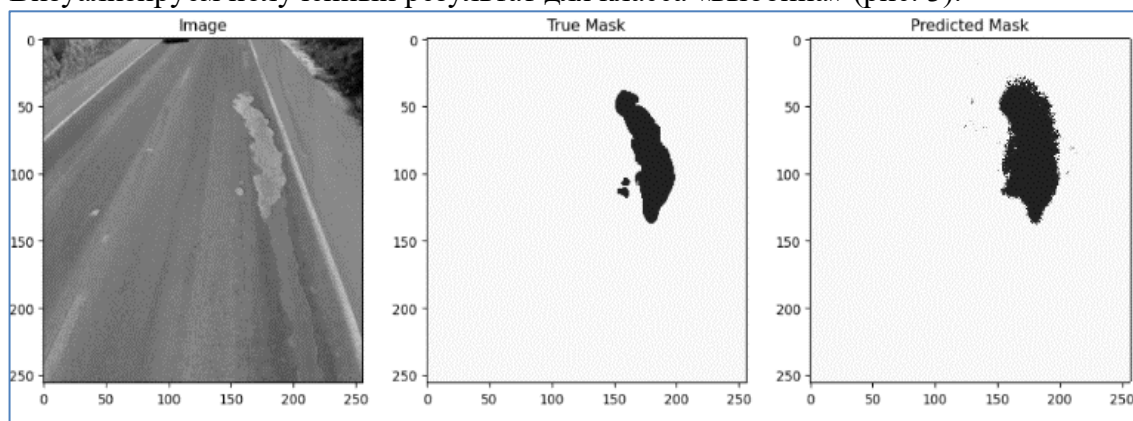


Рисунок 10 – Результат предсказания обученной модели

В ходе работы была рассмотрена возможность применения нейронных сетей при решении задачи сегментации дефектов дорожного покрытия. Модель U-net была обучена, получены результаты сегментации выбоин и трещин на изображениях дорожного полотна. Дальнейшая работа предполагает получение результатов модели Mask R-CNN и их сравнение с U-net. Обе модели планируется обучить с использованием данных с передвижной дорожной лаборатории КП-514 RDT, намечается план внедрения нейронных сетей в программный комплекс.

### Список литературы

1. Багаев, И.И. Анализ понятий нейронная сеть и сверточная нейронная сеть, обучение сверточной нейросети при помощи модуля TensorFlow // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2020. – Т.8, №1. – С.15.
2. Канаева И.А., Иванова Ю.А., Спицын В.Г. Сегментация дефектов дорожного покрытия на основе формирования синтетических выборок с помощью глубоких генеративно-состязательных сверточных сетей //Компьютерная оптика. – 2021. – Т.45, №6. – С.907-916.

3. Siddique N. et al. U-net and its variants for medical image segmentation: A review of theory and applications // Ieee Access. – 2021. – Т.9. – С.82031-82057.

*Научный руководитель – Завозкин С.Ю., к.т.н., доцент Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.9

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ АКУСТИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

*Сабуров К.В., Бурмин Л.Н.*

Кемеровский государственный университет  
krizis265@bk.ru, [Lnburmin@mail.ru](mailto:Lnburmin@mail.ru)

*Аннотация:* в данной научной статье исследуется проектирование методики на основе акустических данных дегазационных скважин. Основной целью исследования является создание методики на основе акустических данных, проанализировать полученный результат. В рамках статьи была рассмотрена концептуальная идея, ее реализация на построенной модели и был проведен анализ полученной геометрической модели.

*Ключевые слова:* имитационная модель, геометрическая модель, дегазационная скважина, акустика, обработка данных.

В процессе выбора технологии очистных подземных работ приходится решать ряд сложных проблем, обусловленных геомеханическим состоянием углепородного массива. Сложность решения комплекса горнотехнических задач заключается в том, что массив горных пород является открытой природно-техногенной системой, поведение которой в пространстве и во времени зависит от суммарного разновекторного воздействия ряда внутренних и внешних геологических, механических, технических и других факторов. Выбор технологии горных работ, адекватной состоянию массива в пределах конкретного выемочного столба требует максимально достоверной оценки степени влияния всех указанных факторов.

Как вытекающее следствие возникает потребность в оптимизации мероприятий, одним из которых является проектирование работ внутри шахт. Помимо этого, в целях безопасности горнодобывающих работ требуется четкий анализ происходящих геомеханических работ внутри шахты. Шахты являются опасной средой, где имеют возможности возникновения пожара, наводнения, взрыва и обрушения. Условия работ внутри шахт состоят из наборов неблагоприятных факторов, которые не только сопровождаются серьезными рисками для жизни и здоровья шахтеров, но и негативно сказываются на природно-климатическую атмосферу региона. На это с подвигло идею - создание методики визуализации трехмерной модели предполагаемого пустотелого пространства с возможностью динамического отслеживания процессов на визуальной сцене. Помимо реализации методики визуализации нужно оценить окружение (сама шахта) и зависимости полученных данных, на которых будет строиться модель.

При завале дегазационных скважин является показателем либо напряженно-деформированного состояния пласта, либо же эффектом дегазации метана. Обычно шахтеры, после первого бурения и замера скважины, через некоторое время приходят для повторного снятия замер. Такая процедура может по результатам замер скважин показать

не только насколько интенсивно выходит метан из пласта, но и может быть проанализирована область образования газа. Таким образом можно узнать, насколько по величине пустое пространство внутри угольного пласта. Это дает возможность для дополнительного анализа и возможности принятия дополнительных мер по добыче пласта.

Для определения размера пустотелого пространства была разработана соответствующая методика. При наличии данных о скважинах, собранных в разные временные точки, можно определить, как пространство образования метана расширяется в процессе его дегазации.

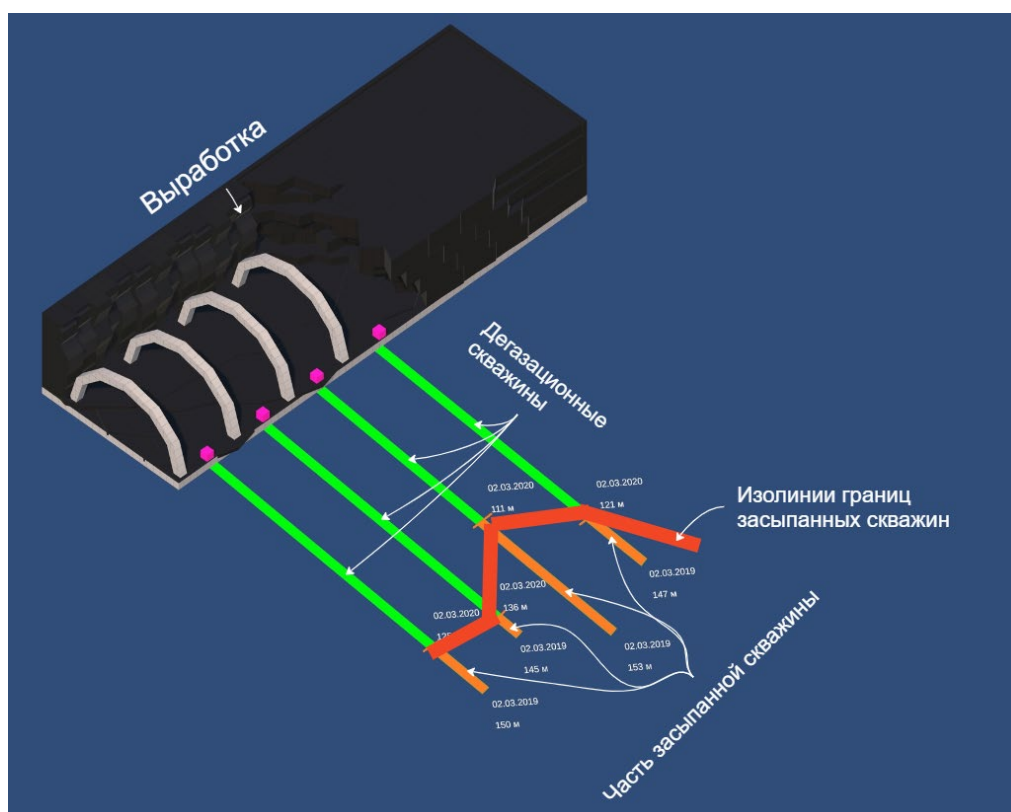


Рисунок 1 – Имитационная модель шахты с разницей замеров в год

На рисунке 1 показана имитационная модель шахты, на которой изображено различие между замерами, проведенными с разницей в год. При использовании точек завалов скважин можно приближенно выделить границу пустотелого пространства (показана красными линиями).

Однако, если вокруг пласта пробурены дополнительные скважины, образуется целая область, предполагаемого пространства, которая может быть проанализирована. На рисунке 2 показана имитационная модель шахты с построенной геометрической моделью пустотелого пространства.



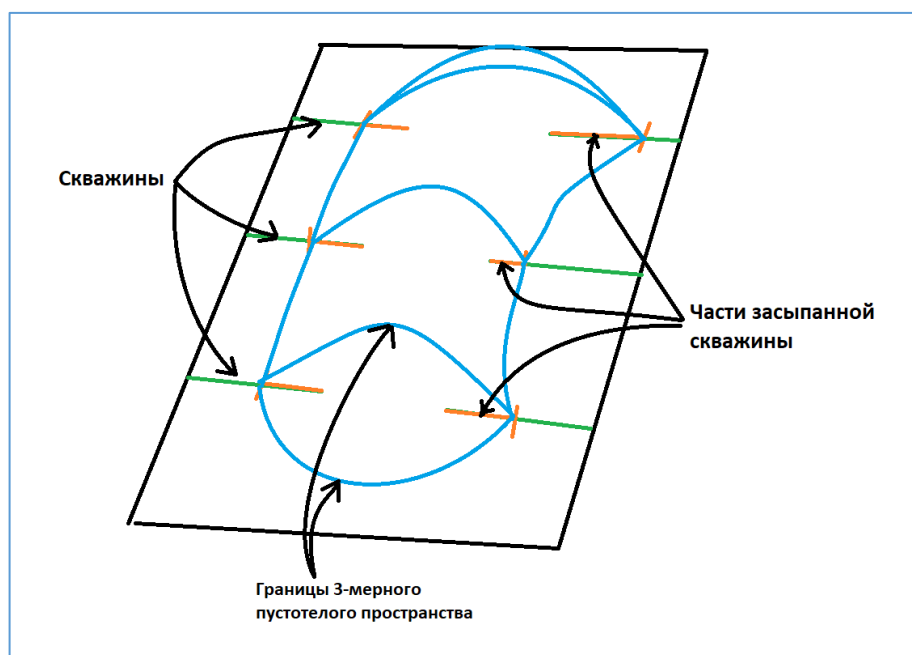


Рисунок 2 – Имитационная модель пласта с построенной геометрической моделью пустотелого пространства вид сверху

Данная геометрическая модель характеризуется набором точек и изолиний, связанных между собой. Расположения точек и направлений изолиний реализовано при помощи расчетов векторов. Точки на концах скважин коррелируют при расчетах, выдавая результаты относительно соседних точек. Таким образом, визуализируется трехмерная геометрическая модель в виде купола, которую можно проанализировать на плотность и (или) количество метана, и определить возможную вероятность обрушения выработки.

При построении геометрической модели геологической формации использование математических методов позволяет получить модель профиля, которая точно соответствует реальному разрезу. Методы трехмерной интерполяции позволяют использовать данные из трехмерных исследований для построения модели поверхности. Эти методы могут быть использованы для заполнения пропущенных значений и позволяют построить модель на основе неполных данных. Для построения недостающих вершин используются методы интерполяции и экстраполяции. Интерполяция используется для заполнения пропущенных значений между имеющимися данными, используя соседние значения в качестве аппроксимации. Экстраполяция используется для заполнения пропущенных значений за пределами имеющихся данных, используя известные значения.

Геометрическая модель пустотелого пространства будет строиться на основе кривых Безье. Основной идеей заключается в использовании алгоритма де Кастельжо для трех точек:

$$P = (1 - t)^2 P_1 + 2(1 - t)t P_2 + t^2 P_3.$$

$P_i$  - Координата опорных точек кривой  $(x_i, y_i)$

$t$  - Параметр пути отрезка с шагом 0.05  $[0, 1]$ .

Данный алгоритм будет применяться для соединения двух противоположных друг от друга точек, поскольку другие соседние на одной стороне точки будут соединяться прямыми отрезками. Это позволит получить капсула образную форму геометрической модели (видом сверху).

В заключении отметим, что модель может также быть двухмерной, здесь используются математические методы для построения геометрической модели разреза. При построении модели графа с узлами и вершинами, используются алгоритмы, которые отображают связи между узлами и вершинами на карте. Эти связи могут представлять собой отношения



между геологическими формациями в геоморфологической структуре. Далее, при построении модели до шахты, модель графа может быть дополнена информацией о поперечных разрезах горного массива и родников в зоне разведки.

#### Список литературы

1. Геофизика: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения / под редакцией В.К. Хмелевского. – М.: «КДУ», «Добросвет», 2015. – 320 с.
2. Технология добычи полезных ископаемых подземным способом: Издание 2-е / Ю.А. Боровков, В.П. Дробатенко, Д.Н. Ребриков. – СПб: Лань, 2017. – 272 с.
3. Нестеренко, Е.А. Возможность использования сплайн-поверхности для построения поверхностей по результатам съемок / Е.А. Нестеренко // Записки Горного института. – 2013. – Т.204. – С.127-133.

*Научный руководитель – Степанов Ю.А., доктор техн. наук, доцент, Кемеровский государственный университет*

УДК 004.451

### ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРАМИ DOCKER PORTAINER

**Торгулькин В.В., Колмогоров Д.П., Кушнир Н.А.**

Кемеровский государственный университет

[torgulkin@kemsu.ru](mailto:torgulkin@kemsu.ru), [kolmogorov@kemsu.ru](mailto:kolmogorov@kemsu.ru), [kushnir@kemsu.ru](mailto:kushnir@kemsu.ru)

***Аннотация.** В данной работе проведено исследование актуальности использования инструментов контейнеризации приложений и управления ими в рамках работы информационной сети КемГУ. Рассмотрены преимущества и недостатки внедрения инструментов в работу информационной сети КемГУ.*

***Ключевые слова.** Контейнеризация, виртуализация, Docker, оптимизация работы.*

Существует множество систем контейнеризации, позволяющих создавать изолированные экземпляры пространства операционной системы для последующего развертывания приложений. Иными словами, контейнеризация предоставляет возможность развернуть отдельное приложение с необходимым окружением вместо виртуальной машины с высоким потреблением ресурсов.

Сегодня в сфере контейнеризации лидирует Docker. На данный момент он является стандартом формата контейнеризации. Это программное обеспечение для автоматизации развертывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации. Docker используется во многих компаниях и организациях, которые занимаются разработкой и сопровождением ПО. Используя Docker, разработчики могут создавать, упаковывать приложения со всеми зависимостями, доставлять и разворачивать их как единые сущности в виде легких, портативных, самодостаточных контейнеров.

В основе понятия технологии Docker лежат образы и контейнеры. Образ содержит все необходимое для запуска программного обеспечения: код, среду выполнения, драйверы, инструменты, сценарии, библиотеки и прочие настройки, необходимые для корректной работы приложения. Контейнер представляет собой работающий на ядре операционной системы сервера экземпляр образа.

На рисунке 1 изображена диаграмма распределения рынка ПО контейнеризации.

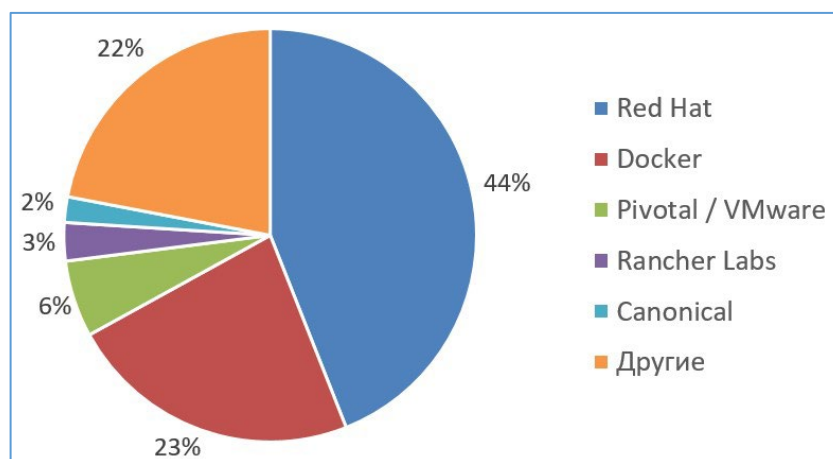


Рисунок 1 – Распределение рынка ПО контейнеризации

Среди наиболее важных преимуществ Docker можно выделить следующие:

– Переносимость приложений. Контейнеры решают проблему несовместимости версий программного обеспечения и настроек системы для различных приложений.

– Изоляция процессов. Контейнеризация обеспечивает работу приложения вместе с его зависимостями в изолированной среде, обособленной от основного пространства операционной системы.

– Оптимизация разработки. Docker дает возможность упаковать приложение и конфигурацию в контейнер, который можно перенести и развернуть в любой среде с поддержкой контейнеризации.

– Экономия ресурсов. Можно запустить одновременно несколько приложений или процессов на одном сервере, даже если они предъявляют взаимоисключающие технические требования.

– Организация эффективной микросервисной архитектуры. Поскольку каждый Docker-контейнер содержит и изолирует одно приложение, построить микросервисную архитектуру, где различные процессы единой системы работают независимо, с их помощью становится проще.

Несмотря на вышеперечисленные достоинства, в системе контейнеризации Docker присутствуют и определенные недостатки, с которыми приходится сталкиваться при работе.

– Необходимость оркестратора. Встроенный инструмент Docker Compose подходит для управления небольшим числом контейнеров. Но для архитектуры, состоящей из десятков контейнеров, ресурсов платформы контейнеризации может быть недостаточно. В таких случаях в систему внедряют некоторую технологию оркестрации для обеспечения лучшей надежности.

– Снижение производительности. Появление дополнительного слоя абстракции приводит к затратам больших вычислительных ресурсов. Без контейнеризации приложение работает в среднем на 2-4% эффективнее.

Большинство серверов в КемГУ располагаются на виртуальных машинах, каждая из которых отвечает за конкретный сервис. Такими сервисами являются почтовый и файловый серверы, система мониторинга сетевых устройств, ЭИОС, веб-сайт и т.д. Для каждой из них выделяется вычислительный ресурс из кластера виртуализации.

Нередко возникает ситуация, когда у студентов или преподавателей появляется необходимость в виртуальной машине, на которой они могут располагать проекты, научные, дипломные и иные работы. Для создания такой машины нужно выделить определенный вычислительный ресурс, время на создание виртуальной машины и

установку операционной системы, собственный «белый» IP-адрес. Эти ресурсы ограничены, но их использование можно оптимизировать с помощью контейнеризации.

Вместо создания виртуальной машины на отдельном виртуальном сервере с Docker создается контейнер с необходимым сервисом, доступ к которому предоставляется в собственной виртуальной системе. Создание контейнера с операционной системой более эффективно по времени и затрачиваемым ресурсам в сравнении с процессом создания аналогичной виртуальной машины. Использование системы контейнеризации приводит к значительной экономии IP-адресов, так как контейнеры получают свой адрес автоматически от Docker, экономии вычислительных ресурсов и дискового пространства.

Другая проблема заключается в том, что образами и контейнерами неудобно управлять из командной строки сервера. Для решения этой проблемы принято решение воспользоваться сервисом, предоставляющим удобный графический интерфейс для Docker.

Kinematic – Стандартный GUI для пользователей Docker в Mac OS X и Windows. Имеет минимальный набор функций, обеспечивающих загрузку образов из Docker Hub, управление базовыми настройками контейнеров (включая тома, сети и т.д.), просмотр логов и подключение к консоли. Данный вариант не соответствует нашим требованиям, так как его нужно устанавливать на операционную систему с графическим интерфейсом, который избыточен для серверного программного обеспечения.

Shipyards – это система управления ресурсами Docker, в основу которой заложено наличие API, совместимого с архитектурным стилем REST и Docker Remote API, предлагающая дополнительные возможности (в частности – аутентификацию и управление списками доступа, логирование всех выполняемых операций). Веб-интерфейс позволяет управлять контейнерами, образами, узлами кластера Docker Swarm, приватными реестрами. Данный вариант не соответствует нашим требованиям из-за обилия функций, которые в данной области работы не являются необходимыми.

Portainer – наиболее популярный веб-интерфейс для работы с узлами системы Docker и кластерами Docker Swarm. Развертывание данного веб-интерфейса происходит тривиально с помощью создания соответствующего контейнера из публичного образа Portainer. Система позволяет управлять контейнерами, образами, сетями, томами, секретами. При просмотре контейнеров для каждого из них доступна базовая статистика, логи, подключение к консоли. Имеются свои списки доступа, позволяющие ограничивать пользователям Portainer права на различные операции в интерфейсе.

После изучения доступных инструментов в качестве подходящего под требования в работе отдела администрирования был выбран Portainer. Он предоставляет доступ через веб-интерфейс, что дает возможность работать с контейнеризацией без установки дополнительных программ на рабочее место системного администратора, не содержит необязательных для работы функций, которые могут дополнительно нагружать сервер.

Решающими преимуществами данного инструмента являются:

- Удобный и интуитивно понятный интерфейс.
- Графическое представление контейнеров, сетей и томов.
- Совместимость с разными версиями Docker.
- Доступность, бесплатность и открытость.

Вместе с тем Portainer не обеспечен продвинутыми функциями, доступными в других инструментах. Для крупных предприятий с высокими требованиями к масштабируемости и безопасности могут подойти более специализированные решения, расширенные дополнительной функциональностью. Кроме того, в официальной репозитории образов Docker отсутствуют некоторые наиболее известные операционные системы, разработанные на территории Российской Федерации, что накладывает на системных администраторов обязанность создавать подобные образы самостоятельно.

Несмотря на то, что КемГУ является крупным учебным учреждением, Portainer способен удовлетворить необходимые требования.

Таким образом, проблемы, вызванные использованием виртуализации для предоставления доступа к публичным сервисам и организации работы студентов и преподавательского состава, были решены с помощью контейнеризации. Применение системы контейнеризации Docker позволило в значительной степени сократить затрачиваемые на выполнение описанных выше задач временные и физические ресурсы, а удобный графический интерфейс, предоставляемый системой Portainer, упростил управление контейнерами. Однако, контейнеризация не заменяет виртуализацию в полной мере. Организациям, оперирующим большими данными и соответствующими вычислениями, необходимо использование виртуальных машин и виртуальных вычислительных кластеров.

#### Список литературы

1. Что такое Docker? [Электронный ресурс] / URL: <https://www.oracle.com/cis/cloud/cloud-native/container-registry/what-is-docker/> (дата обращения 09.04.2024).
2. Docker: определение и практическое применение технологии контейнеров [Электронный ресурс] / URL: <https://mchost.ru/articles/docker-opredelenie-i-prakticheskoe-primenenie-tekhnologii-kontejnerov/> (дата обращения 09.04.2024).
3. Кочер, П.С. Микросервисы и контейнеры Docker: руководство / П.С. Кочер; перевод с английского А.Н. Киселева. – Москва: ДМК Пресс, 2019. – 240 с.
4. Маркелов, А.А. Введение в технологию контейнеров и Kubernetes / А.А. Маркелов. – Москва: ДМК Пресс, 2019. – 194 с.

*Научный руководитель – Торгулькин В.В., Кемеровский государственный университет.*

УДК 004.056.55

### СТЕГАНОГРАФИЯ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

**Турукина А.П.**

Кемеровский государственный университет

<mailto:turuk2021nas@mail.ru>

***Аннотация.** В данной работе приведены краткие сведения о стеганографии, описан один из способов реализации защиты данных при помощи стеганографии: внедрение текста в картинку без ее видимых изменений при помощи языка программирования Python.*

***Ключевые слова:** стеганография, Python, метод наименее значащих битов.*

Стеганография – это способ защиты информации путем сокрытия факта существования самой информации. Пока криптография шифрует переданные вами данные, стеганография делает так, что никто, кроме вас, не будет знать, что эти данные вообще существуют. Большинство авторов [1, с. 11] выделяет 5 видов стеганографии, классификация эта основана в основном на источнике сокрытия информации: изображение, текст, аудио, видео, сеть.

В данной работе представлен самый часто используемый вид – стеганография изображений. Естественно, что у этого вида также есть свои методы реализации, например, метод наименее значащих битов. Он основан на том, что происходит замена последних битов пикселей изображения на биты шифруемой информации. При такой замене даже самый зоркий человек не заметит разницы, так как глаза просто не способны воспринимать столь незначительные изменения.

В задачи исследования данного метода стеганографии и его способа реализации входит:

- изучить метод наименее значащих битов и способы его реализации;
- написать программу на Python [2], реализующую данный метод, и проверить ее работоспособность.

На первом этапе работы необходимо:

- изучить библиотеки выбранного языка программирования и выбрать подходящую для работы с битами изображения;
- написать основные функции, необходимые для реализации метода.

В работе использовалась популярная библиотека «Pillow», которая является ответвлением более устаревшей библиотеки «Python Imaging Library». Основными функциями программы являются:

- **genData(data)**: функция преобразует данные в 8-битный бинарный формат, используя ASCII-значения символов. Возвращает список бинарных кодов заданных данных.
- **modPix(pix, data)**: функция модифицирует пиксели изображения в соответствии с 8-битными бинарными данными и возвращает их. Использует вспомогательную функцию genData(data) для получения бинарных данных. Модификация пикселей происходит таким образом, чтобы значения пикселей были нечетными для "1" и четными для "0".
- **encode\_enc(newimg, data)**: функция кодирует данные в изображение. Принимает изображение и данные, модифицирует изображение с помощью функции modPix(pix, data) и сохраняет результат в новое изображение.
- **encode()**: функция запрашивает у пользователя имя изображения и данные для кодирования. Затем вызывает encode\_enc(newimg, data) для кодирования данных в изображение и сохранения результата в новом изображении.
- **decode()**: функция декодирует данные из изображения. Считывает пиксели изображения и восстанавливает данные, используя механизм кодирования. Возвращает декодированные данные.
- **main()**: основная функция программы. Предлагает пользователю выбрать действие (кодировать, декодировать или выйти из программы) и вызывает соответствующие функции в зависимости от выбора пользователя.

На рисунке 1 представлен фрагмент кода реализованного алгоритма.

```
#Основная функция
def main():
    print("Добро пожаловать в стеганографию:\n")
    while True:
        print ("1. Кодировать\n2. Декодировать\n3. Выход\n Выберите действие: ")
        a=int(input())
        if (a == 1):
            encode()
        elif (a == 2):
            print("Декодированные данные: " + decode())
        elif (a == 3):
            print("Выход из программы")
            break
        else:
            print("Пожалуйста, выберите корректное действие")

#Запуск основной функции
if __name__ == "__main__":
    main()
```

Рисунок 11 – Фрагмент программы (главная функция)

На втором этапе работы необходимо проверить, что программа в полной мере реализует метод наименее значащих битов. На рисунке 2 представлен снимок экрана с запуском программы для кодирования текстовой информации: в файл изображения с именем 1.png будет добавлена скрытая фраза – The main university of Kuzbass. Имя файла, а также кодируемая строка запрашиваются во время работы приложения из консоли. Исходное изображение с закодированной строкой будет сохранено в файле с именем 2.png.

```
Добро пожаловать в стеганографию:  
1. Кодировать  
2. Декодировать  
3. Выход  
Выберите действие:  
1  
Введите название изображения (с расширением) : 1.png  
Введите данные, которые будут закодированы : The main university of Kuzbass  
Введите название нового изображения (с расширением) : 2.png
```

Рисунок 12 – Реализация функции кодирования текста в изображение

На рисунке 3 представлен снимок экрана с запуском программы для декодирования текстовой информации из созданного ранее изображения (файл с именем 2.png). На рисунке 3 также видно, что текст полностью расшифрован.

```
1. Кодировать  
2. Декодировать  
3. Выход  
Выберите действие:  
2  
Введите название изображения (с расширением) : 2.png  
Декодированные данные: The main university of Kuzbass
```

Рисунок 13 – Реализация функции декодирования текста из изображения

На рисунке 4 представлен исходный файл 1.png и созданный программой рисунок 2.png. Как было сказано ранее, видимых отличий не наблюдается.

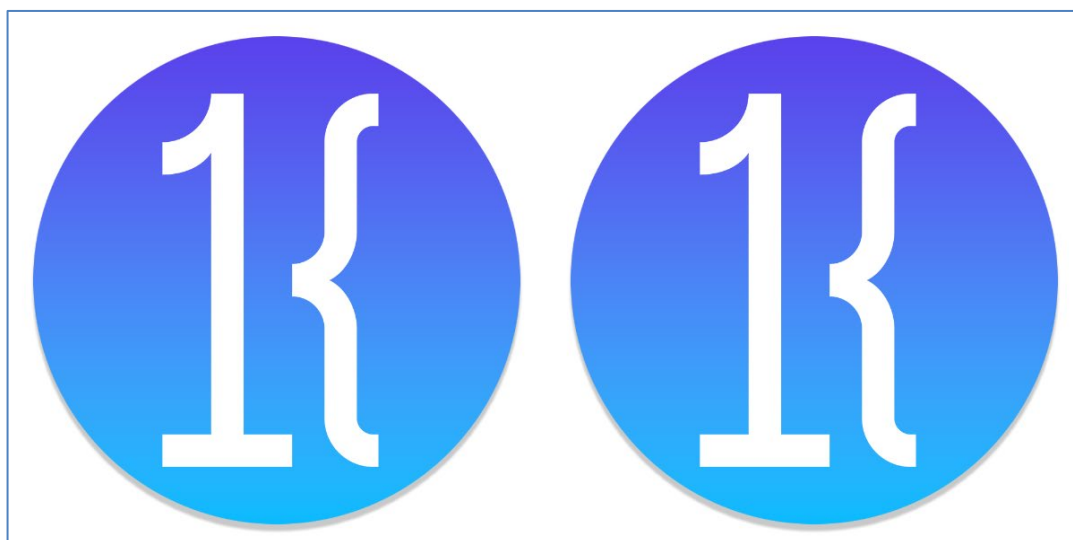


Рисунок 14 – Сравнение исходного изображения и изображения с зашифрованным текстом



В заключение необходимо отметить, что с поставленной задачей код написанной программы справляется. В ходе проверки работоспособности были выделены следующие характеристики:

Преимущества:

- простой, понятный интерфейс;
- выполнение требований.

Недостатки программы:

- ограниченный набор расширений, с которыми она работает;
- возможность шифрования только английских фраз.

Существование недостатков позволяет задуматься над тем, что программе требуется доработка, что вполне возможно осуществить в ближайшем будущем для достижения более качественного результата.

#### **Список литературы**

1. Хасанов, Р.И. Основы стеганографии: учебное пособие / Р.И. Хасанов. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 101 с.
2. Северанс, Ч.Р. Python для всех / Ч.Р. Северанс; перевод с английского А.В. Снастина. – Москва: ДМК Пресс, 2021. – 262 с.

*Научный руководитель – Карабцев С.Н., к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный университет.*

**Научное издание**

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНФОРМАТИКЕ И  
ЦИФРОВИЗАЦИИ**

Материалы симпозиума в рамках  
XIX (LI) Международной научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Образование, наука, инновации: вклад молодых  
исследователей»

Выпуск 25

16+

Материалы печатаются в авторской редакции

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кемеровский государственный университет» (КемГУ).  
650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6.

Объем 8 Мб