

# ЮНЫЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2409-546X

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



6+

11

Часть II  
2025

# Юный ученый

## Международный научный журнал

№ 11 (96) / 2025

Издается с февраля 2015 г.

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдраисов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектуры (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук



## **Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и. о. профессора, декан (Узбекистан)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кочербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ

*Маковский Д. Н.*

Египетские дроби, или Как правильно разделить пиццу ..... 65

## ИНФОРМАТИКА

*Воротницкий С. Ю.*

Численное моделирование и экспериментальное исследование физических процессов с использованием компьютерных технологий ..... 69

*Телегин Д. В.*

Реализация алгоритма для игры «Пять в ряд» ..... 79

*Цытин Д. А.*

Применение no-code технологии для разработки мобильных приложений на примере приложения «Мастер гидропоники» ..... 88

## ФИЗИКА

*Антипина Т. В.*

Что такое электромагнитное излучение? ..... 93

*Мосос Кангро Лука*

Физика и медицина. Как увидеть боль? ..... 95

*Рыбинский М. С.*

Электрон и его место среди элементарных частиц ..... 99

## ХИМИЯ

*Базарсадаева И. Ц.*

Исследование методов получения биоэтанола второго поколения ..... 102

*Иванова С. А., Устинович Я. Ю., Дрямов Д. С.*

Фотокаталитическая очистка воды от аммиака с использованием рециклированной анодной массы щелочных батарей ..... 105

*Рахимова Р. И., Иматшоев М. У., Каримова А. А.*

Ртуть: металл, не подчиняющийся правилам. .... 107

*Юртаева Д. О.*

Никель: невидимый супергерой современной цивилизации. .... 109

## БИОЛОГИЯ

*Андин Н. А.*

Перепела: от дикой природы до домашнего разведения ..... 112

*Каримова А. А., Рахимова Р. И., Иматшоев М. У.*

Влияние цвета на настроение человека ..... 114

*Репан Е. Ю.*

Влияние инвазионного вида недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на флористическое разнообразие в парках Москвы ..... 117

## ЭКОЛОГИЯ

*Ануфриев А. В.*

Система экономии воды в жилом доме ..... 123

*Демиденко В. Д.*

Алгебра и экология: оптимизация природных ресурсов ..... 125



ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ

*Гаджиева М. А.*  
Тишина боли: цифровая и реальная агрессия в подростковой среде России и Дагестана в 2023–2024 гг.  
и стратегии сопротивления. . . . . 129

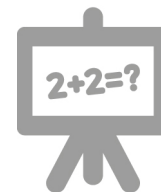
*Дрик М. А., Буракова М. П., Волосевич Е. М., Олешкевич А. Ю., Ханько Е. Д.*  
Пилотажное исследование взаимосвязи психологического благополучия и волевых качеств  
в подростковом возрасте . . . . . 131

ПРОЧЕЕ

*Грозовская А. М.*  
Развитие конного спорта в Санкт-Петербурге и его популяризация среди подростков . . . . . 134



# МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ



## Египетские дроби, или Как правильно разделить пиццу

*Маковский Дени Николаевич, учащийся 5-го класса*

**Научный руководитель:** Герц Наталья Павловна, учитель математики

МБОУ Гимназия № 36 имени Героя Советского Союза Гастелло Н. Ф. г. Ростова-на-Дону (г. Ростов-на-Дону)

*Статья посвящена истории возникновения дробей. Описано использование дробей в древности на Руси, в Египте и в Китае. Особое внимание уделено дробям, числитель которых равен единице и которые получили название египетских. Рассмотрено их использование в прикладных задачах.*

*Ключевые слова:* дробь, математика, папирус, египетская дробь, числитель, знаменатель.

Спустя не одно тысячелетие, и по сей день одними из сложных разделов в математике являются дроби [1], [3], [4]. История дробей сильно связана с пользой и выгодой.

Сам термин имеет арабское происхождение и исходит от слов «ломать», «разделять». Почти ничего в этом смысле не изменилось с древних времен. В современности определение звучит так: «дробь — это часть или сумма частей единицы». Исходя из этого, мы понимаем, что примеры с дробями представляют собой последовательное выполнение математических операций с долями чисел.

Согласно археологическим раскопкам, истории возникновения дробей пять тысяч лет. Первой дробью была  $\frac{1}{2}$ , дальше четверть, треть, и так далее. Первый раз доли числа появились на папирусах (Египет) и глиняных табличках (Вавилония). Учение о дробях всегда вырастало из практических наблюдений и насущных проблем. С древних времён приходилось измерять длину, площадь, объём, время и другие величины. Когда древний человек добывал, например, мамонта, его нужно было делить на всё племя, то есть разделить целое на части (рисунок 1).

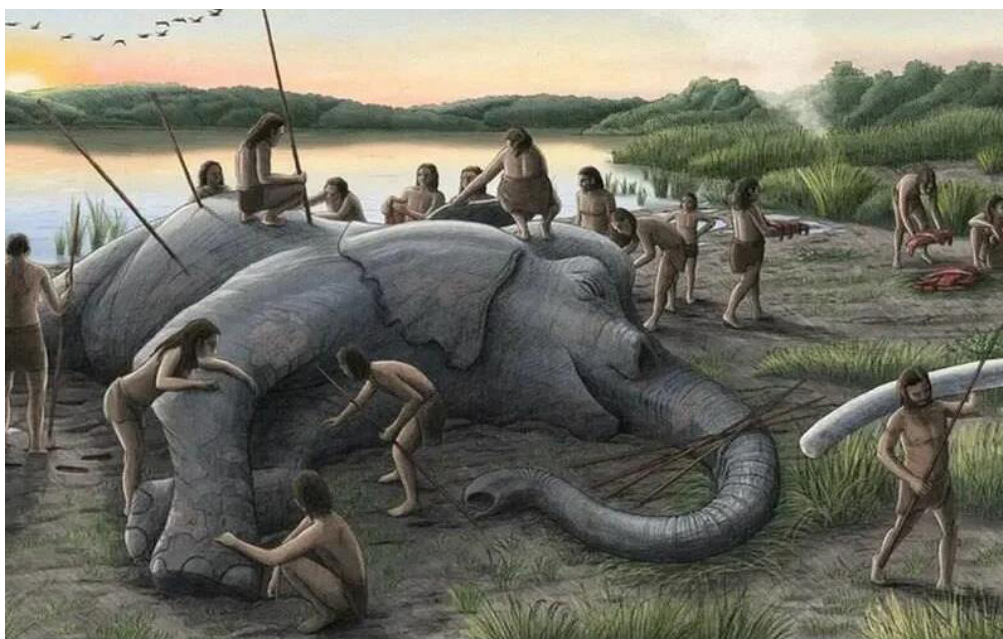


Рис. 1. Древнее племя осваивает дроби. Деление мамонта на части



Китай. Если и вышло так, что в Египте возникли обычные дроби, то десятичные впервые появились в Китае. Десятичные дроби появились после предложения китайских математиков использовать их при извлечении квадратных корней, но в итоге дроби в Китае применялись для расчета веса и объема. Со временем они всё глубже проникли в математику Китая, а гораздо позже появились в Европе. Обыкновенные

дроби описаны в фундаментальном своде знаний «Математика в девяти книгах» (рисунок 2). Умножение дробей в Китае представлялось как нахождение площади земельного участка прямоугольной формы, и длина, и ширина которого указаны дробными числами. Деление рассматривали при помощи идеи дележа. Число участников дележа могло быть дробным, например, 8 и  $\frac{1}{3}$  человека.

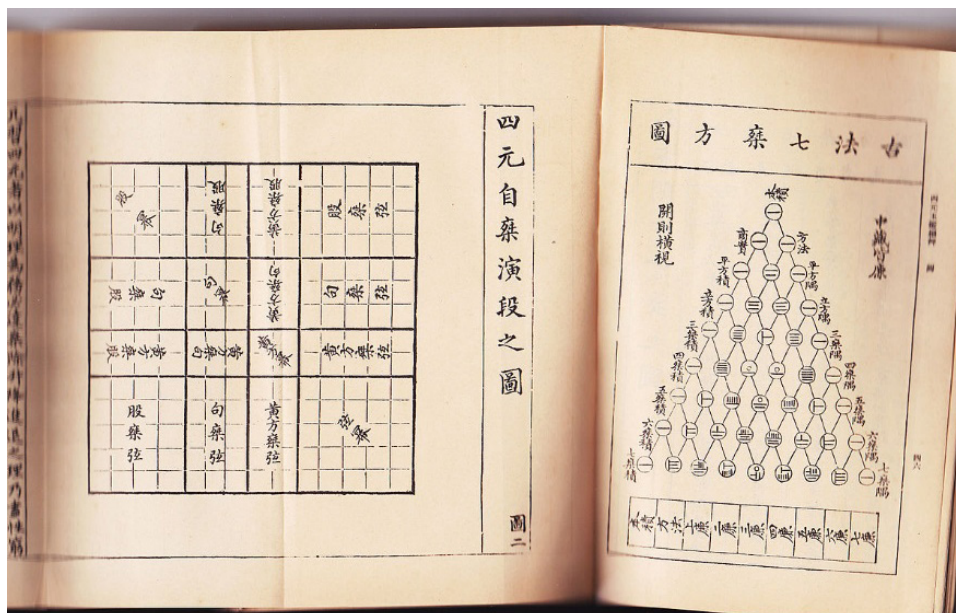


Рис. 2. Китайская «Математика в девяти книгах»

Древняя Русь. Первым математиком на Руси, изложившим деление целого на части, был монах Кирик (рисунок 3). В 1136 году он написал труд, в котором изложил метод «счисления лет». Математик занимался вопросами хронологии и календаря. Деление целого на части

применялось при расчёте налога на Руси в XV — XVII веках. Использовались операции сложения, вычитания, деления и умножения с дробными частями. Само слово «дробь» на Руси появилось в VIII веке. Оно исходит от слова «дробить», то есть, разделять на части.



Рис. 3. Монах Кирик Новгородский

Леонтий Филиппович Магницкий написал в 1701 году полную книгу по арифметике с теорией дробей. Его «Арифметика» состояла из нескольких частей. О дробях подробно рассказывается в разделе «О числах ломаных или с долями». Для названия дробей наши предки использовали специальные слова. Например,  $1/2$  обозначалась как половина или полтина,  $1/3$  — треть,  $1/4$  — четь,  $1/8$  — полчеть,  $1/16$  — полполчеть,  $1/5$  — пятина и т. д. Такая нумерация использовалась до XVI века и сменилась на десятичную при Петре I. Также существовала земельная мера, она измерялась в четверти и полчетверти (осьмина). О применении дробей в России XVII века можно прочитать в книге В.Беллюстина «Как по-

степенно люди дошли до настоящей арифметики». Например, очень интересным в этой книге было прочитать, что числитель на Руси назывался верхним числом, а знаменатель — исподним.

Египет. Как мы уже знаем, обыкновенные дроби произошли из древнего Египта и Вавилонии, им около 5 тысяч лет. Самой первой дробью, изображенной на египетском папирусе, была  $1/2$  или половина от числа. Для удобства египтяне использовали специальные таблицы, в которых дроби представлялись в виде  $1/n$ , где числитель — это единица, а знаменатель — любое натуральное число. Такие дроби получили название египетских.

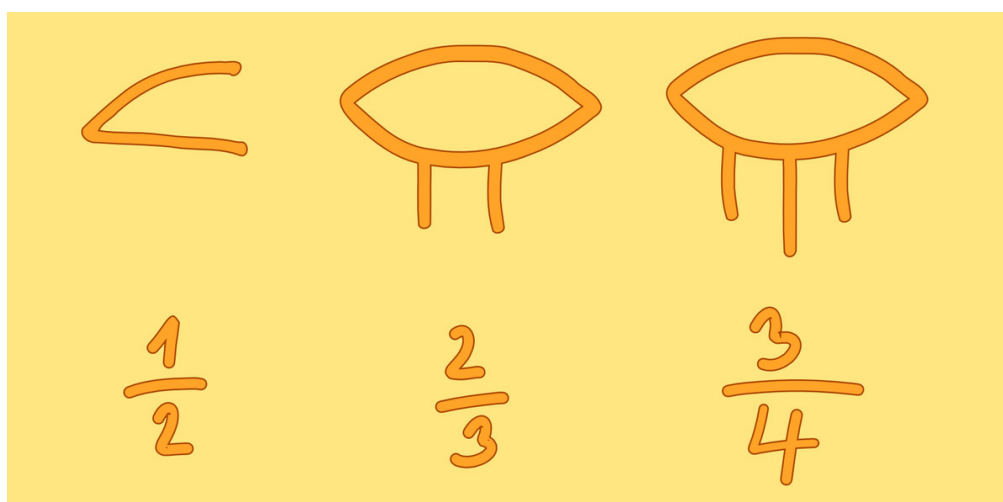


Рис. 4. Обозначение дробей на папирусе Ахмеса

При этом древние египтяне разбивали доли от числа на разные слагаемые ( $1/2 + 1/4 + 1/8$ ). Отдельными дробями были  $2/3$  и  $3/4$ . Подробным математическим сборником задач по сложению и вычитанию дробей является Математический папирус Ахмеса (рисунок 4), который был найден в Фивах в 1858 году (иногда называемый как папирус Ринда или Райнда по имени его первого владельца). Сегодня большая часть этой рукописи находится в музее Британии. Она состоит из двух частей: 32 см x 295 см и 32 см x 199 см. В папирусе Ахмеса написаны условия и решения 84 задач. Он является наиболее полным египетским задачником, дошедшим до наших дней. Московский математический папирус, который на данный момент находится в Государственном музее изобразительных искусств имени А. С. Пушкина и который состоит из 25 задач, уступает папирусу Ахмеса по полноте, но превосходит его по возрасту. Все задачи, приведенные в папирусе Ахмеса, имеют практический характер и могли быть применены в строительстве, в размежевании земельных наделов и других сферах жизни и производства. По сути, это задачи на нахождение площадей треугольника, четырехугольников и круга, разнообразные действия с целыми числами и дробями, пропорциональное деление, нахождение отношений. Вплоть до средних веков египетские дроби применялись на территории Греции и других государств.

В книге [2] про древний Египет написано: «несмотря на то, что греки приписывали египтянам мудрость философов, ни один народ не испытывал такого отвращения к отвлеченным размышлениям и не был так чистосердечно предан материальным интересам, как египтяне». Египтяне никогда не думали и не говорили о числе «восемь» как об абстрактном числе, они думали о восьми овцах, либо же о восьми хлебах. Они вычисляли угол наклона стороны пирамиды потому, что им нужно было объяснять каменщикам, под каким углом надо обтесывать камень, чтобы известняк не срывался вниз под собственным весом.

Попробуем и мы применить знания из папируса Ахмеса. Допустим, после дня рождения остались лишние 5 пицц и их нужно разделить на 8 гостей, чтобы они унесли их с собой. Если делать просто, нужно число 5 разделить на число 8. То есть, каждому нужно дать 5 кусочков по  $1/8$  пиццы, то есть, пять полчетей пиццы. Но это некрасиво: резаная пицца на мелкие кусочки.

А по-египетски будет так:

$$5/8 = 1/8 + 1/8 + 1/8 + 1/8 + 1/8$$

$$5/8 = 1/4 + 1/4 + 1/8$$

$$5/8 = 1/2 + 1/8$$

Значит, каждому уходящему гостю с собой нужно дать половину пиццы и ещё восьмушку. Гости будут довольны! Вот так нам помогли очень культурно разделить пиццу египетские дроби.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Магомедов, М. А. История возникновения дробей // <https://www.prodlenka.org>.
2. Кларк, С., Энгельбах Р. Строительство и архитектура в Древнем Египте. — М.: Центрполиграф, 2009, 367 с.
3. Реферат о дробях // <https://yandex.ru>.
4. История дробей // <https://blog.slonum.ru>.



# ИНФОРМАТИКА



## Численное моделирование и экспериментальное исследование физических процессов с использованием компьютерных технологий

*Воротницкий Степан Юрьевич, учащийся 10-го класса*

Научный руководитель: *Каменко Дмитрий Александрович, магистр, учитель информатики*  
ГУО «Средняя школа № 30 г. Минска» (Беларусь)

В работе рассматривается подход к численному моделированию сложных физических процессов, основанный на непосредственной дискретизации по времени самого процесса на уровне физической модели. Это позволяет заменить дифференциальные уравнения, описывающие эти процессы, алгоритмами, доступными учащимся средней школы. Предлагаемый подход иллюстрируется решением физической задачи. Анализируются источники ошибок предлагаемого подхода к дискретизации. Результаты численного моделирования сравниваются с экспериментальными данными, для получения которых использовалась компьютеризированная экспериментальная установка на базе универсального микроконтроллерного устройства.

**Ключевые слова:** численное моделирование, алгоритм, физический процесс, компьютерные технологии, микроконтроллер.

### Введение

В настоящее время большое внимание в нашей стране уделяется подготовке инженеров [1]. В школах созданы инженерные классы. Автор работы решил применить разработанный им ранее аппаратно-программный микроконтроллерный комплекс для моделирования и экспериментального исследования модели в механике. Предложенные алгоритмы и экспериментальная установка могут использоваться при проведении факультативных занятий в инженерных классах, а также в курсе физики.

В работе решается задача применить разработанное автором работы микроконтроллерное устройство «Будущему инженеру» [2] для математического моделирования и экспериментального исследования физических процессов, модели которых обычно строятся с помощью методов высшей математики, недоступных школьнику.

Используя компьютерное устройство, можно упростить решение физических задач, рассматривая описывающие их процессы в дискретные моменты времени и заменяя математические уравнения алгоритмами. Уменьшая промежутки между дискретными моментами времени, мы получим решение, соответствующее реальному миру. Это же устройство можно использовать для автоматизации физического эксперимента, подтверждающего результаты моделирования.

Принцип дискретизации физической модели использовался для компьютерного моделирования процесса посадки спускаемого аппарата на Луну [3]. Иные примеры такого подхода автор найти не смог. Рассматриваемая ниже задача о цепочке, точно решается только методами высшей математики [4].

Известны работы по автоматизации физического практикума на основе специализированных экспериментальных установок и готового программного обеспечения персонального компьютера (см., например, [5]). В частности, там предлагается использовать оптоэлектронный датчик для измерения промежутков времени. Преимуществом предлагаемого в настоящей работе решения является использование универсального микроконтроллерного устройства, которое легко подключается к оборудованию для эксперимента и программируется самим учеником.

Целью проекта является применение универсального микроконтроллерного устройства для моделирования и экспериментального исследования физического процесса. В качестве такого процесса как пример решается задача о сваливающейся со стола цепочке.

### Метод дискретизации по времени

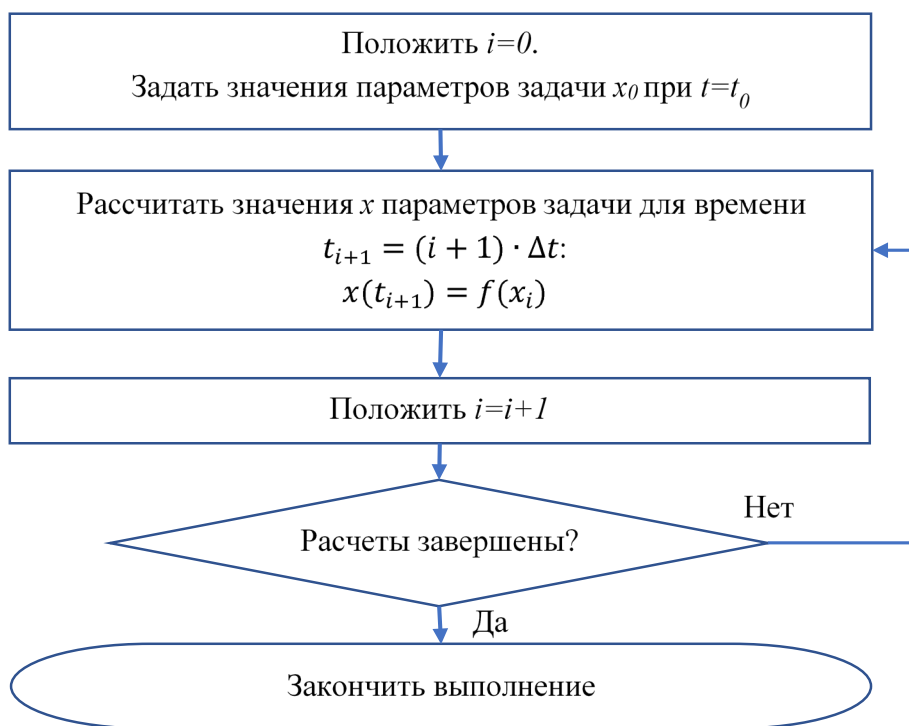
Время и физические величины в нашем мире непрерывны. Они могут принимать любые значения — вещественные числа.

Чтобы упростить решение сложных задач, будем рассматривать физические явления и значения физических величин в дискретные моменты

Рассматривая время как дискретную величину, необходимо получить формулы, описывающие переход значений параметров физической задачи из состояния в момент времени  $t_i = i \cdot \Delta t$  к их значениям в момент времени  $t_{i+1} = (i + 1) \cdot \Delta t$ . Эти формулы, обычно достаточно простые, заменят дифференциальные уравнения. Их простота объясняется тем, что мы будем считать, что изменяющиеся параметры задачи остаются постоянными в пределах интервала  $\Delta t$ . Затем можно будет составить алгоритм, с помощью которого выполняется расчет параметров задачи последовательно для моментов времени  $t_i = i \cdot \Delta t, i = 0, 1, 2, \dots$ . Таким образом, традиционные уравнения можно заменить алгоритмами.

Общая схема такого алгоритма показана на рис. 2. Можно предположить, что решение, полученное для дискретного времени, будет близким к решению в реальном мире, если интервал между значениями времени будет очень маленьким.

Традиционно, численное решение сложных задач получают, записывая сложные математические уравнения (математическую модель) и затем применяя к ним численные методы решения с дискретизацией по времени к математической модели. Отличие предлагаемого подхода заключается в том, что такая дискретизация применяется непосредственно к физическому процессу.



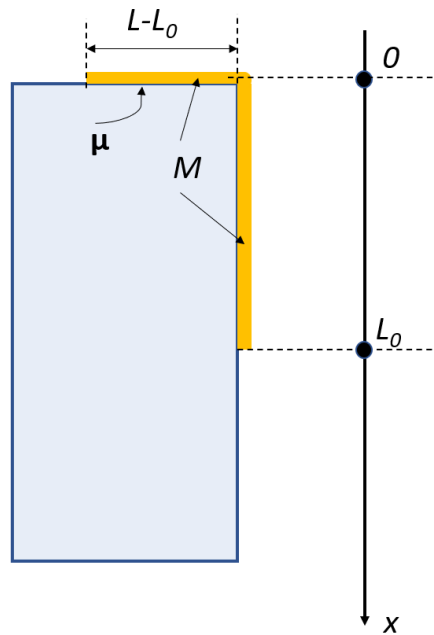
### Задача о цепочке

Рассмотрим на примере, как, используя предложенный подход, можно сложную задачу решить школьными методами.

Рассмотрим цепочку длиной  $L$  которая свисает с шероховатого стола на длину  $L_0$ , которой достаточно, чтобы цепочка начала соскальзывать (рис. 2). Длина цепочки меньше высоты стола. Необходимо построить график зависимости положения конца свисающей цепочки от времени, найти время, за которое цепочка полностью соскользнет со стола, а также ее скорость в этот момент. Коэффициент трения цепочки о стол  $\mu$ .

Рассмотрим силы, действующие на части цепочки (Рис.4). На все звенья свисающей части действует сила тяжести. Пусть в момент  $t$  со стола свисает часть цепочки  $x'$  массой  $M' = Mx'/L$ . На нее действует сила тяжести

$$P = Mgx'/L.$$



На столе в этот момент времени лежит часть цепочки длиной  $L - x'$  и массой  $m = M(L - x')/L$ . Пусть на столе лежат  $r$  звеньев цепи. Масса каждого звена  $m_3 = m/r$ . На каждое звено действует сила тяжести  $p_3 = m_3g$  и сила реакции опоры  $N_3 = p_3 = m_3g$ . Сила трения, действующая на каждое звено  $F_3 = \mu N_3 = \mu m_3g = \mu mg/r$ . Силу трения, действующую на лежащую часть цепочки в момент времени  $t$  найдем, суммируя силы трения, действующие на звенья цепочки. Получаем, что на всю часть цепи на столе действует сила трения

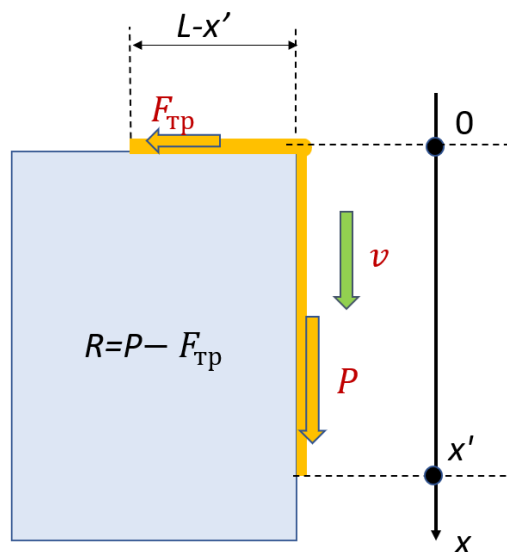
$$F_{\text{тр}} = rF_3 = \mu mg.$$

В процессе скольжения цепочка будет двигаться под действием разности сил  $P = \frac{Mgx'}{L}$  и  $F_{\text{тр}} = \frac{\mu Mg(L-x')}{L}$

$$R = P - F_{\text{тр}} = Mg \left( \frac{x' (1+\mu)}{L} - \mu \right).$$

Движение начнется, только если в начальный момент  $R$  больше 0 (рис.3).

Проблема точного решения этой задачи состоит в том, что разность сил  $R$  — величина переменная и зависит от положения цепочки. Поэтому движение цепочки не будет ни равномерным, ни равноускоренным. Записать уравнение, описывающее такое движение, в рамках школьных знаний нельзя.





Будем рассматривать положение конца цепочки в дискретные моменты времени  $t_i = i\Delta t$ . Считаем, что в пределах малого, но конечного интервала времени  $\Delta t$  силы, действующие на цепочку, не изменяются:  $P_i = \frac{Mgx'_i}{L}$  и  $F_{\text{тр}i} = \frac{\mu Mg(L-x'_i)}{L}$ . Рассмотрим движение цепочки с момента времени  $t_i$  до  $t_{i+1} = t_i + \Delta t$ . В пределах этого интервала  $t_i \leq t < t_{i+1}$   $R_i$  будем считать неизменным, таким же как в момент времени  $t_i$ :

$$R_i = Mg \left( \frac{x'_i(1+\mu)}{L} - \mu \right);$$

Тогда скорость в конце этого интервала в момент  $t_{i+1}$  из второго закона Ньютона:

$$M(v_{i+1} - v_i) = R_i \Delta t.$$

Отсюда

$$v_{i+1} = v_i + \frac{R_i \Delta t}{M}.$$

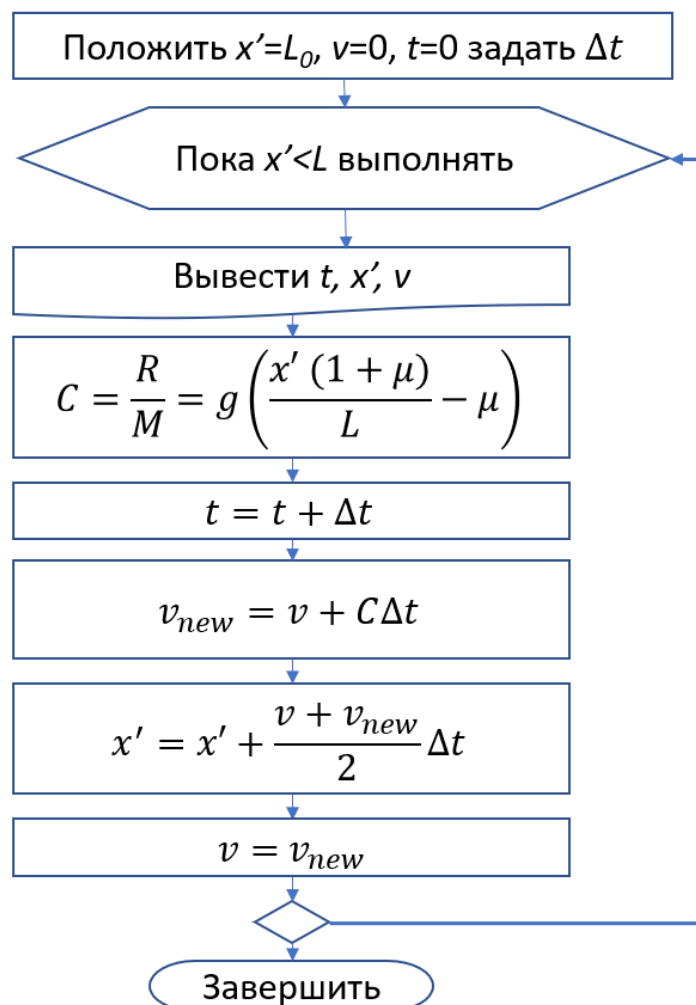
Новую координату свисающего конца цепочки  $x'_{i+1}$ , найдем, прибавив к ее координате в момент времени  $t_i$   $x'_i$  перемещение ее конца, равное произведению средней скорости цепочки за отрезок времени  $[t_i, t_{i+1}]$  на прошедшее время  $\Delta t$ :

$$x'_{i+1} = x'_i + \frac{v_i + v_{i+1}}{2} \Delta t.$$

Наконец, зная координату конца цепочки  $x'_{i+1}$  в момент времени  $t_{i+1}$  пересчитаем новое значение  $R_{i+1}$  в этот момент времени:

$$R_{i+1} = Mg \left( \frac{x'_{i+1}(1+\mu)}{L} - \mu \right);$$

Полученные формулы простые и не требуют знаний высшей математики. Из этих формул получаем алгоритм расчета (рис.4): вместо сложных уравнений мы получили простейший алгоритм, который сможет запрограммировать школьник, имеющий даже малый опыт программирования.



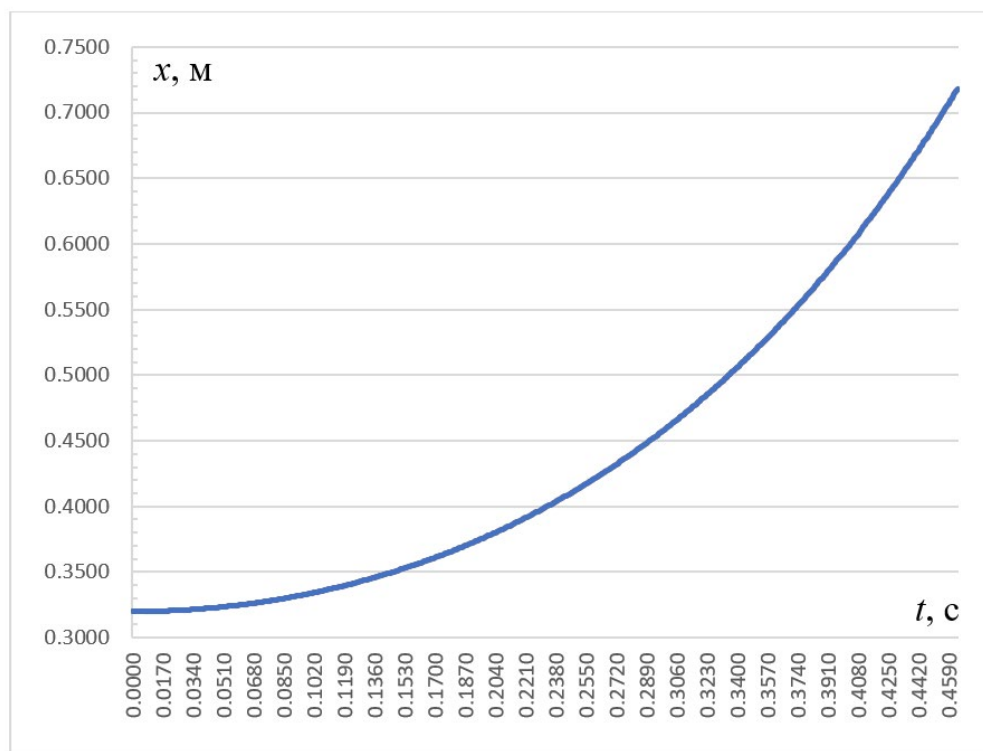
Коэффициент трения цепочки о стол можно найти экспериментально, наклоняя стол и определив, при каком угле наклона стола начинается соскальзывание цепочки. Формула для вычисления коэффициента трения известна из школьного курса физики  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \mu$ . Средний по трем изменениям угол начала скольжения цепочки, использовавшийся в дальнейшем в эксперименте,  $\alpha = 16,8^\circ$ .  $\mu = \operatorname{tg} \alpha = 0,3$ .

Расчеты по написанной на C++ программе выполнялись на микроконтроллерном устройстве для следующих параметров задачи:

- Длина цепочки  $L = 0,72$  м.
- Начальная длина свешивающейся части  $L_0 = 0,32$  м.
- Коэффициент трения  $\mu = 0,3$
- Шаг по времени  $\Delta t = 10^{-3}$  с

По результатам расчетов был построен график зависимости координаты (длины) свешивающегося конца от времени (рис. 5). Были получены следующие числовые значения:

- Время сваливания 0,46 с.
- Скорость в момент сваливания 2,23 м/с.
- 



### Экспериментальное исследование

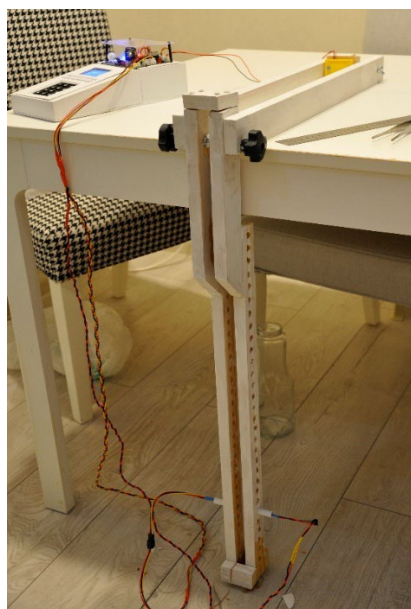
Экспериментальная установка была построена на базе разработанного автором этого проекта прототипа программно-аппаратного микроконтроллерного комплекса для подготовки будущих инженеров [2] (рис. 6).



Основой стенда является печатная плата, на которой размещен микроконтроллер, множество датчиков, собирающих информацию о температуре, атмосферном давлении, влажности, освещенности, движении людей, разъемы для подключения внешних устройств. Открытые интерфейсы позволяют изменять конфигурацию и расширять возможности стенда,

На основе этого прототипа в Белорусском государственном университете разработаны промышленные образцы этого комплекса. Комплекс был удостоен диплома международной выставке Digital Expo 25

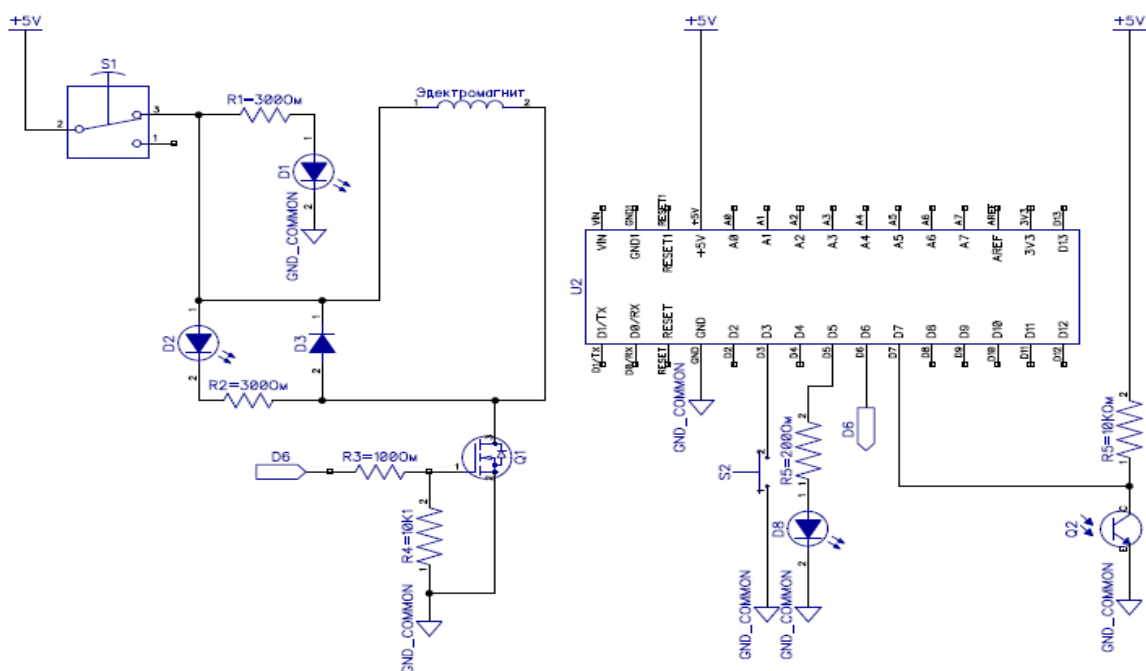
Для проведения эксперимента была построена специальная установка (рис. 7), которая позволяла измерять время, когда конец цепочки проходит определенные расстояния в процессе его падения. Для этого в начальный момент времени цепочка фиксировалась электромагнитом. Пару светодиод-фототранзистор можно было перемещать по вертикальным рейкам, изменяя расстояние, на котором фиксировалось время пересечения светового луча концом цепочки. К свисающему концу цепочки был приклеен маленький кусочек фольги, который пересекал инфракрасный луч от светодиода к фототранзистору, который работал в ключевом режиме. Когда световой луч



падал на транзистор, он был открыт, и цифровой пин микроконтроллера замыкался через него на землю. В момент пересечения луча концом цепочки транзистор закрывался и на пин поступало напряжение 5 В. Время с момента отпускания цепочки до срабатывания фототранзистора фиксировалось микроконтроллером и выводилось на экран. Перемещая пару светодиод-фототранзистор вдоль направления падения, получили зависимость времени от расстояния. На рис. 8 показана часть электрической схемы стенда, которая использовалась для



автоматизации эксперимента. К силовому выходу стенда, который управляется Mosfet транзистором, подключается электромагнит. К цифровым пинам 5 и 7 подключаются светодиод и фототранзистор. При нажатии кнопки на электромагнит подается напряжение, и он отпускает цепочку. Начинается измерение времени, которое останавливается, когда свисающий конец цепочки пересекает луч инфракрасного светодиода.



Установка управляется программой, алгоритм которой показан на рис.9.



Эксперимент проводился для тех же начальных параметров, которые использовались для расчетов. Усреднялись результаты пяти измерений для каждого выбранного расстояния от уровня стола. Расстояние выбиралось местом установки пары светодиод-фототранзистор в отверстиях стенда, расстояние между которыми составляло 2 сантиметра.

В результате эксперимента были получены значения, приведенные в табл. 1.

Имея таблицу с экспериментальными результатами, можем наглядно сравнить их с расчетом, нанеся их на график рис. 10.

Таблица 1

Длина свешивающейся части $x$ , м	Измеренное время $t$ , с.	Расчетное время $t$ , с.	Абсолютное отклонение $t$ , с.	Относительное отклонение, %
0,32	0	0	0	0
0,345	0,141	0,134	0,007	5,2
0,365	0,180	0,178	0,002	1,1
0,425	0,262	0,264	-0,002	-1,1
0,465	0,329	0,305	0,024	7,8
0,545	0,388	0,369	0,019	5,1
0,605	0,439	0,407	0,032	7,9
0,685	0,476	0,449	0,027	6,0

Из таблицы и рисунка видно, что результаты расчетов подтверждаются экспериментально. Максимальная относительная погрешность измерения времени относительно расчетного значения составила менее 8 %. Некоторый разброс значений можно объяснить тем, что на больших расстояниях листочек фольги, прикрепленный к концу цепочки иногда касался боковых направляющих и тормозился о них. В целом, эксперимент подтверждает возможность применения разработанного аппаратно-программного комплекса для измерения малых интервалов времени с использованием датчика на основе фототранзистора.

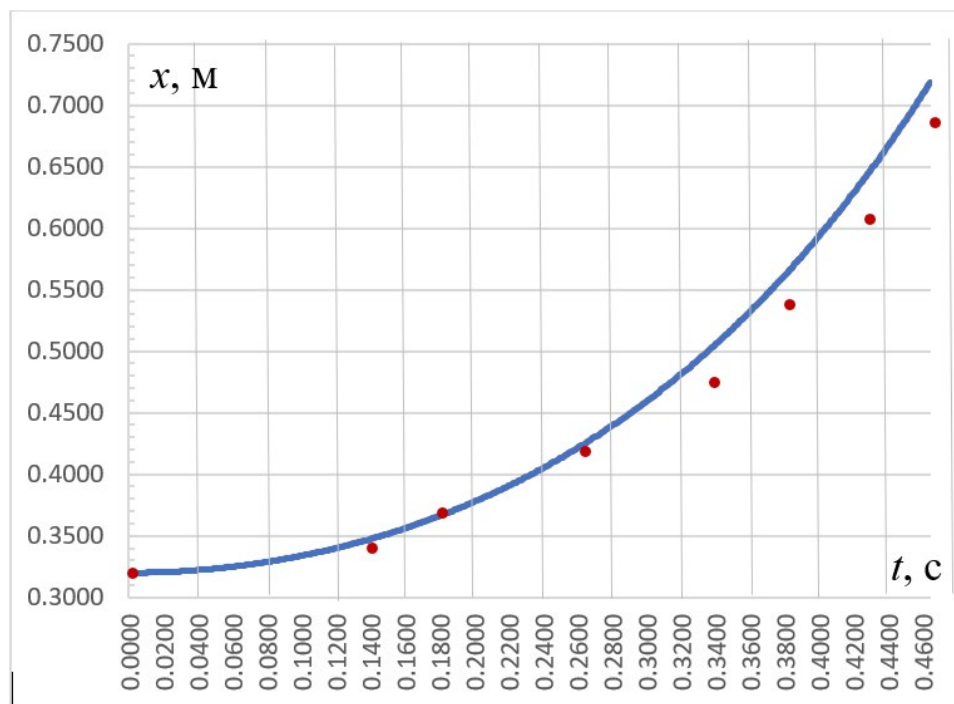


Рис. 10. Сравнение расчетов и эксперимента

Оценка скорости цепочки на последних сантиметрах сваливания была получена как изменение координаты цепочки 0,08 м, которое разделили на интервал времени 0,041 с. Таким образом, экспериментальная оценка скорости сваливания дает результат 1,95 м/с, что неплохо согласуется с расчетной скоростью 2,23 м/с. Оценка скорости получена с ошибкой 12,6 %, что для данного способа оценки можно считать удовлетворительным.

### Исследование численного решения

Сравним результаты расчета с точным решением, которое можно получить, решив соответствующее дифференциальное уравнение:

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} = Mg \left( \frac{(1 + \mu)x}{L} - \mu \right)$$

$$x(t) = \frac{L_0 - a}{2} (e^{-kt} + e^{kt}) + a;$$

$$v(t) = \frac{L_0 - a}{2} k (e^{kt} - e^{-kt});$$

$$k = \sqrt{\frac{(1 + \mu)g}{L}};$$

$$a = \frac{\mu g}{k^2};$$

$$g \approx 9,8; e \approx 2,72;$$

$$L_0 = 0,14; L = 0,36.$$

Сравнение результатов расчетов при  $\Delta t = 10^{-3}$  с, теории, результатов численного моделирования и эксперимента приведены в табл. 2. Для сравнения взяты моменты времени, зафиксированные в ходе эксперимента. Видим, что результаты расчета для дискретного времени совпали с точным решением, полученным по теоретическим формулам с точностью не хуже трех значащих цифр.

Таблица 2

Время t, с.	Длина свешивающейся части x', м		
	Теория	Расчет по дискретной модели	Эксперимент
0	0,32	0,32	0,32
0,141	0,347	0,347	0,345
0,180	0,366	0,366	0,365
0,262	0,423	0,423	0,425
0,329	0,492	0,492	0,465
0,388	0,574	0,574	0,545
0,439	0,665	0,665	0,605
0,476	сваливание	сваливание	0,685

Было выполнено исследование зависимости погрешности численных расчетов положения конца цепочки от шага дискретизации  $\Delta t$  и достигнутого времени. Для этого были выполнены расчеты для трех значений шага дискретизации, сведенные в таблицу 3. Расчетные значения сравнивались со значениями, вычисленными по теоретическим формулам, приведенным выше. На рис. 11 для наглядности показана зависимость относительной погрешности численных расчетов по предложенному алгоритму от времени.

Таблица 3

Время, с	Теория, м	$\Delta t = 10^{-3}$ с		$\Delta t = 10^{-2}$ с		$\Delta t = 5 \cdot 10^{-2}$ с	
		Расчет, м.	Отн. погр-сть, %	Расчет, м	Отн. погр-сть, %	Расчет, м	Отн. погр-сть, %
0.00	<b>0.3200</b>	0.3200	<0.0001	0.3200	<0.0001	0.3200	<0.0001
0.05	<b>0.3234</b>	0.3234	<0.0001	0.3234	<0.0001	0.3234	<0.0001
0.10	<b>0.3338</b>	0.3338	<0.0001	0.3338	<0.0001	0.3337	0.0300
0.15	<b>0.3516</b>	0.3516	<0.0001	0.3515	0.0284	0.3512	0.1138
0.20	<b>0.3777</b>	0.3777	<0.0001	0.3774	0.0794	0.3764	0.3442
0.25	<b>0.4132</b>	0.4131	0.0242	0.4125	0.1694	0.4104	0.6776
0.30	<b>0.4596</b>	0.4595	0.0218	0.4584	0.2611	0.4545	1.1097
0.35	<b>0.5191</b>	0.5189	0.0385	0.5171	0.3853	0.5103	1.6952
0.40	<b>0.5943</b>	0.5939	0.0673	0.5910	0.5553	0.5802	2.3725
0.45	<b>0.6884</b>	0.6879	0.0726	0.6834	0.7263	0.6668	3.1377

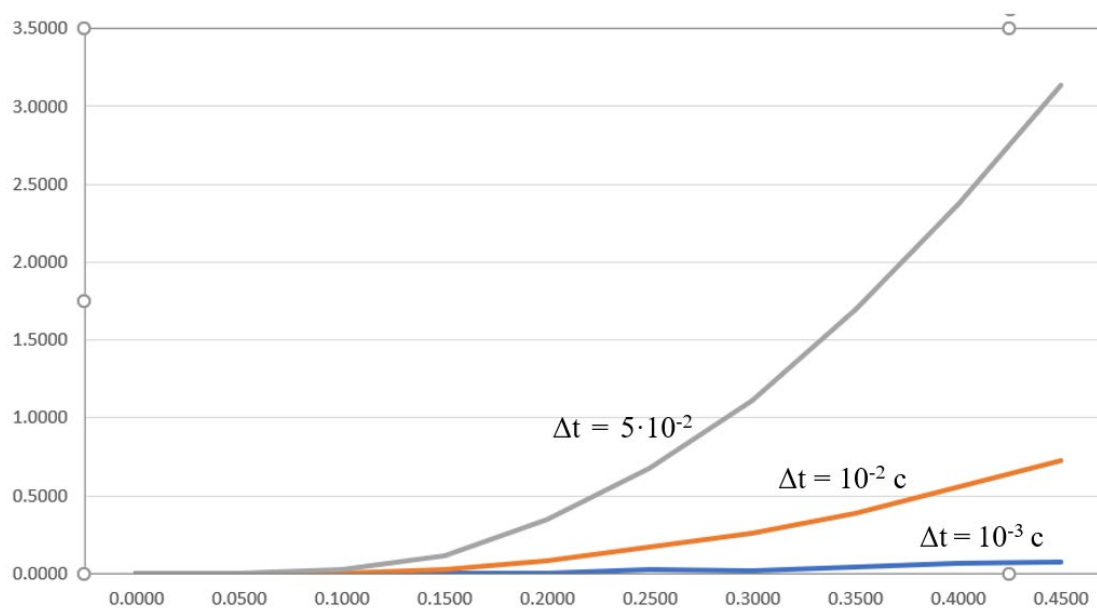


Рис. 11. Зависимость относительной погрешности вычислений от времени

Из табл. 3 и рис. 11 можно сделать следующие выводы:

- с уменьшением шага дискретизации по времени абсолютная и относительная погрешности расчетов уменьшаются;
- с ростом времени и, соответственно с ростом числа шагов по времени, относительная и абсолютная погрешности возрастают.

Рост погрешности с числом шагов по времени объясняется тем, что, по сути, полученные для численных расчетов формулы являются рекуррентными. Это значит, что каждое новое значение координаты цепочки  $x_{i+1}$  рассчитывается на основе предыдущего  $x_i$ . Такая рекурсия характерна тем, что погрешности, возникающие на каждом шаге из-за конечной точности чисел в памяти компьютера и конечного значения шага по времени накапливаются в процессе вычислений.

#### Заключение

Решение физических задач возможно путем замены непрерывного времени на дискретные значения и уравнений на алгоритмы. Благодаря этому такие решения могут быть намного проще. На примере показано при применении предложенного метода погрешность расчетов снижается при уменьшении шага дискретизации. Вместе с тем, с увеличением числа шагов по времени может нарастать накапливающаяся погрешность, что объясняется рекурсивным характером расчетных формул.

Показано, что ранее разработанный автором работы прототип программно-аппаратного микроконтроллерного комплекса для подготовки будущих инженеров может успешно использоваться при проведении физического эксперимента для измерения малых интервалов времени. Результаты расчетов подтверждены экспериментально.

В процессе выполнения работы были предложены оригинальные алгоритмы численного моделирования физических задач, разработано реализующее их программное обеспечение на языке C++. Разработана экспериментальная установка и программа автоматизации измерений для микроконтроллерного комплекса. Поставлен эксперимент. Выполнено исследование погрешностей предложенного метода моделирования.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Лукашенко: подготовка образованных и ответственных специалистов — стратегическое направление для экономики. — Беларусь сегодня. 17.10.2025 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/lukashenko-podgotovka-obrazovannykh-i-otvetstvennykh-spetsialistov-strategicheskoe-napravlenie-dlya-.html>. Дата доступа: 05.11.2025 г.
2. В БГУ разработали комплекс для подготовки будущих инженеров. — Беларусь сегодня. 28.05.2025 г. [электронный ресурс] <https://www.sb.by/articles/v-bgu-razrabotali-kompleks-dlya-podgotovki-budushchikh-inzhenerov.html> Дата доступа: 05.11.2025 г.

3. Посадка на Луну. Информация для пользователя. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ik.imagekit.io/79xdah2uoq/games/moon-lander/Moon\\_lander\\_1\\_1\\_IbWZv1w7v.pdf?ik-sdk-version=javascript-1.4.3&update-dAt=1650300772430](https://ik.imagekit.io/79xdah2uoq/games/moon-lander/Moon_lander_1_1_IbWZv1w7v.pdf?ik-sdk-version=javascript-1.4.3&update-dAt=1650300772430). Дата доступа: 05.11.2025 г.
4. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. М. Бином, 2020.
5. Общий физический практикум: механика / П. Н. Кривцов и др. ФГБОУ ВО «Университет «Дубна», 2022.

## Реализация алгоритма для игры «Пять в ряд»

Телегин Дмитрий Валентинович, учащийся 11-го класса

Научный руководитель: Туманов Николай Витальевич, учитель информатики  
ГБОУ Школа № 1502 «Энергия» г. Москвы

*В статье автор исследует процесс разработки мобильного приложения для игры «Пять в ряд» с использованием языка Kotlin и UI-фреймворка Jetpack Compose.*

*Ключевые слова: алгоритмы выбора хода, мобильное приложение.*

### 1. Алгоритмы

Развитие рынка мобильных гаджетов привело к тому, что на сегодняшний день жизнь практически каждого человека связана с этими устройствами.

Большинство задач в IT разрешимы алгоритмически, и алгоритмы активно используются в работе с ними.

Алгоритм — это четкая последовательность действий, выполнение которой дает какой-то заранее известный результат.

Сейчас под этим словом понимают любые последовательности действий, которые можно четко описать и разделить на простые шаги и которые приводят к достижению какой-то цели.

Алгоритмы в информатике — инструкции для компьютеров, набор шагов, который описывается программным кодом.

Алгоритмы в информатике нужны для эффективного решения различных задач, в том числе тех, выполнение которых «в лоб» имеет высокую сложность или вовсе невозможно.

Например, отсортировать массив можно в ходе полного перебора — это самое очевидное решение.

Существуют алгоритмически неразрешимые задачи, для решения которых нет и не может существовать алгоритма.

Алгоритмы применяются во всех направлениях IT и во многих других отраслях.

Далее мне предстояло погрузиться в мир мобильной разработки.

### 2. Операционная система Андроид.

#### 2.1 Почему Андроид?

В настоящий момент существует несколько популярных мобильных операционных систем.

Основной выбор был между этими двумя системами.

— большой охват пользователей и количество устройств в мире;

— помимо мобильных телефонов на операционной системе Андроид работают телевизоры, мультиме-

диа системы в автомобилях, носимая электроника, планшеты, электронные книги и даже ноутбук;

— для разработки не требуется ноутбук или компьютер компании Apple.

— большое комьюнити разработчиков, много прикладных библиотек, инструментов разработки и источников информации;

— доступность и разнообразие мобильных телефонов.

Также для распространения приложения на базе операционной системы Андроид не требуется оплата ежегодного взноса.

Эти преимущества стали причиной выбора Андроид.

### 3. Инструменты для разработки мобильного приложения.

В качестве платформы для разработки приложения была выбрана операционная система Андроид.

Компания Google предоставляет широкий набор инструментов разработки.

Помимо Android Studio ключевым элементом является Android SDK.

Текущая версия SDK имеет номер 13 или API 33 (Application Programming Interface — описание способов взаимодействия одной компьютерной программы с другими).

Также не обойтись без эмулятора для отладки приложения и ряда плагинов.

Мной была настроена среда разработки, установленные необходимые плагины, sdk и эмулятор.

### 4. Пользовательский интерфейс.

#### 4.1. Выбор подхода в реализации пользовательского интерфейса.

Выбор стоял между привычным в андроид среде императивными фреймворками и декларативным подходом.

Декларативное программирование — это парадигма, которая позволяет нам задавать программы, не описывая control flow.



Этот пример не про UI, но позволяет объяснить разницу на реальном коде.

#### How

```
fun sum(arr: Array<Int>) {
    var result = 0
    for (i in 0 until arr.size) {
        result += arr[i]
    }
    return result
}
```

#### What

```
fun sum(arr: Array<Int>): Int {
    return arr.reduce { acc, item ->
        acc + item
    }
}
```

Пожалуй, главным трендом мобильной разработки за последние несколько лет стал декларативный UI.

Официальная история Jetpack Compose начинается с мая 2019, когда он был представлен публике на конференции Google I/O.

4.2. Какие же преимущества у декларативного подхода?

Итак, чем же хорош Jetpack Compose и, главное, чем он кардинально отличается от существующего на данный момент UI-фреймворка Android?

- Jetpack Compose не зависит от конкретных релизов платформы, а значит, не нужно использовать Support Library.
- Больше не нужно переключаться между классами и xml-файлами — вся работа с UI происходит в одном Kotlin-файле.
- Каждый UI-компонент представляет собой обычную composable-функцию, отвечающую только за ограниченный функционал, т. е.
- Одна из основополагающих концепций Jetpack Compose это движение данных в одном направлении.
- Обратная совместимость: для использования Compose не требуется начинать проект с нуля.
- Меньше кода: тут, как говорится, «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать».

#### 5. Язык программирования Kotlin.

Современный, лаконичный и безопасный язык разработки от компании JetBrains, работающий поверх Java Virtual Machine (JVM).

Это статически-типизированный, объектно-ориентированный язык программирования.

Объектно-ориентированными называют языки, в которых все операции происходят с объектами — блоками кода, куда можно «складывать» несколько значений.

Статическая типизация означает, что типы переменных задаются разработчиком до выполнения программы.

В отличие от своего предшественника, Java, Kotlin более безопасен.

Kotlin полностью совместим с Java.

В 2017 году на Google I/O анонсировали поддержку языка Kotlin для разработки приложений под Android с помощью IDE Android Studio.

Согласно статистике Google (I/O 2021), Kotlin сейчас и самый популярный язык разработки под Android.

Потенциально Kotlin можно использовать везде, где работает Java — а это и бэкенд, и веб, и десктоп, и куча других задач.

Тем не менее у каждого языка есть своя ниша — та сфера, где его используют больше всего программистов.

#### 6. Пять в ряд или крестики-нолики без границ.

В рамках проекта необходимо разработать мобильную игру в «крестики-нолики» или «пять в ряд» с реализацией пользовательского интерфейса на языке высокого уровня и с использованием объектно-ориентированного подхода.

А «пять в ряд» — это естественное развитие обычных «крестиков-ноликов».

— Игровое поле теперь «бесконечное», то есть ограниченное только размерами листа бумаги (а не 3×3, как в обычных «крестиках-ноликах»);

— Для победы нужно выстроить ряд из пяти крестиков или ноликов по горизонтали, вертикали или диагонали (а не три, как в обычных «крестиках-ноликах»).

Обычно договариваются также, что ряд из шести (или большего количества) крестиков или ноликов также обеспечивает победу своему игроку.

Зачем вообще нужно было как-то развивать обычные «крестики-нолики»?

Игра до 4 одинаковых знаков на бесконечном поле интересна, ибо начинающий довольно быстро строит «вилку» и выигрывает.

Прародителем игры являются логическая игра головоломка, имеющая японское название «Гомоку» или китайское «Рэндзю».

6.1. Как определить конец игры, победу одного из игроков?

Изначально мною был выбран самый простой алгоритм.

На рисунке приведен пример победного хода ноликом.

Для упрощения реализации игрового поля мною было сделано допущение, что оно будет иметь ограниченный размер, который можно будет задавать в приложении.

Но это же упрощение навело меня на мысль, что можно упростить алгоритм определения победного хода в игре.

Я так и сделал.

6.2. А что, если, заполнив все игровые клетки никто так и не сможет выиграть?

Для обычной игры 5 в ряд такой вариант обычно невозможен, так как поле не имеет границ.

Такая ситуация в играх называется Ничьей.

Возможно 2 варианта реализации определения ничьи. Первый — это проверка всех игровых клеток на наличие свободной.

На рисунке можно увидеть вариант игры завершившейся в ничью.

#### 7. Выбор алгоритма

Научившись определять разные состояния игры можно приступить к выбору алгоритма выбора хода-кандидата.



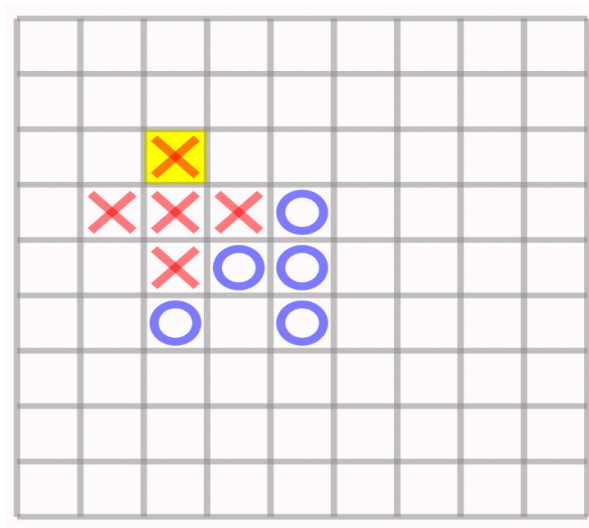


Рис. 2. Рисунок с тройными комбинациями

Открытая тройка.  
Открытая тройка 2х.  
Атакующий ход имеет больший вес, чем аналогичный ход защиты.  
По аналогии можно описать и другие комбинации с двойками и единицами.  
8.1. Легкая сложность  
Для упрощения этой операции я решил придумать формулу вычисления веса текущей клетки.  
Из описанных ранее комбинаций можно увидеть, что единственным ходом, гарантирующим победу, является закрытие своей четверки пятым крестиком или ноликом.  
Примем, для удобства рассуждений, что мы (компьютер, наш алгоритм) играем крестиками, а человек (соперник) играет ноликами.  
Будем рассчитывать количество подряд идущих крестиков или ноликов в строке и складывать их значение до пустой клетки, границ нашей доски или знака соперника. Для четверки сумма будет равна 4.  
Вес клетки = 10 \* количество подряд идущих знаков \* 2 (если это наши знаки, т. е.

Четверка наших крестиков будет иметь вес  $10 * 4 * 2 = 80$ , а четверка ноликов —  $10 * 4 = 40$ .  
Тройка наших крестиков будет иметь вес  $10 * 3 * 2 = 60$ , а четверка ноликов —  $10 * 3 = 30$ .  
С этим алгоритмом уже вполне можно играть с компьютером.  
В нашем расчете можно заметить, что вес нашей тройки больше, чем вес четверки соперника.  
Очевидно, что текущий результат нас не может устроить и наш алгоритм нужно совершенствовать далее.  
8.2. Средняя сложность  
Нам нужно улучшить работу нашего алгоритма и для начала исправить проблему, что вес нашей тройки больше веса четверки соперника.  
Как нам этого добиться?  
Наша задача сделать так, чтобы вес четверок был на порядок больше веса тройки и всегда «побеждал» при подсчете.  
Степень числа — это результат многократного умножения числа на себя, что показано на рис. 3.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 <sup>n</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 <sup>n</sup>	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
3 <sup>n</sup>	3	9	27	81	243	729	2187	6561	19683	59049
4 <sup>n</sup>	4	16	64	256	1024	4096	16384	65536	262144	1048576
5 <sup>n</sup>	5	25	125	625	3125	15625	78125	390625	1953125	9765625
6 <sup>n</sup>	6	36	216	1296	7776	46656	279936	1679616	10077696	60466176
7 <sup>n</sup>	7	49	343	2401	16807	117649	823543	5764801	40353607	282475249
8 <sup>n</sup>	8	64	512	4096	32768	262144	2097152	16777216	134217728	1073741824
9 <sup>n</sup>	9	81	729	6561	59049	531441	4782969	43046721	387420489	3486784401
10 <sup>n</sup>	10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	1000000000	10000000000

Рис. 3 Многократное умножение

Можно выбрать любую степень, главное, чтобы ее основание было достаточно большим.

Моя формула приобрела следующий вид:

Вес клетки =  $(10^{\text{количество подряд идущих знаков}}) * 2$  (если это наши знаки, т. е.

Проверим нашу формулу на расчете веса четверки и тройки.

Четверка наших крестиков будет иметь вес  $2 * 10^4 = 20\,000$ , а четверка ноликов —  $10^4 = 10\,000$ .

Тройка наших крестиков будет иметь вес  $2 * 10^3 = 2\,000$ , а четверка ноликов —  $10^3 = 1\,000$ .

Проверяем на наличие недостатка из прошлой формулы.

Данная реализация алгоритма играет намного интереснее первого варианта и с ней уже можно посоревноваться.

Но все-таки она не лишена ряда недостатков.

Одним из таких является то, что не учитывается в расчете веса факт того, что данная последовательность является открытой (нет ограничений с двух сторон и можно продолжить ставить знаки с любой стороны).

Например, закрытая тройка будет иметь тот же вес, что и открытая.

На рисунке можно увидеть, что закрытая тройка крестиков не имеет перспектив к победе в отличие от открытой тройки ноликов.

### 8.3. Тяжелая сложность

Для учета разницы между открытыми и закрытыми последовательностями нужно внести изменение в формулу расчет веса.

Как нам это сделать?

Одним из вариантов сразу пришедшим в голову было вычитание некоего веса из суммы закрытой последовательности, чтобы она была меньше открытой.

Путем экспериментов с изменением формулы я стал вычитать коэффициент из степени и тем самым влиять на вес:

Вес клетки =  $(10^{\text{количество подряд идущих знаков} - \text{количество ограничений последовательности}}) * 2$  (если это наши знаки, т. е.

Для понимания приведем пример:

— Старый вес закрытой тройки ( $_{-}xxx_{-}$ ) =  $2 * 10^3 = 2000$

— Новый вес закрытой тройки с одной стороны ( $_{-}xxxo$ ) =  $2 * 10^{(3-0.5)} = 632$

— Новый вес закрытой тройки с обеих сторон ( $oxxxo$ ) =  $2 * 10^{(3-1)} = 200$

Поясним:

x — наш символ

o — символ соперника

\_ — пустая клетка

Проверим на нашей формуле вес нашей закрытой с одной стороны четверки и открытой четверки соперника.

Наша закрытая четверка ( $_{-}xxxx_{-}$ ):  $2 * 10^{(4-0.5)} = 6324$

Открытая четверка соперника ( $_{-}oooo_{-}$ ):  $10^4 = 10000$

Мы видим, что новая формула неверно оценивает выгодность хода.

Наша закрытая четверка ( $_{-}xxxx_{-}$ ):  $4 * 10^{(4-0.5)} = 12649$

Открытая четверка соперника ( $_{-}oooo_{-}$ ):  $10^4 = 10000$

Итак, мы видим, что наша четверка вновь более предпочтительна при выборе хода.

Новая версия алгоритма уже может заставить попутать начинающего игрока пять в ряд и осуществить немало интересных комбинаций на игровом поле.

Дальнейшие проверки, совершенствования и учет ключевых комбинаций могут улучшить алгоритм.

## 9. Разработка мобильного приложения

Выбрав в качестве платформы, для реализации алгоритма для игры пять в ряд, Андроид я осознавал стоящие передо мной сложности.

Первым делом я изучил материалы по первоначальной настройке среды разработки на сайте [d.android.com](http://d.android.com).

Дополнительно я установил эмулятор и запустил конфигурацию с последней версией Android SDK API 33 для отладки приложения.

Пройдя несложный пошаговый onboarding я создал первый проект.

9.1. Что мне предстояло изучить для разработки мобильного приложения?

Передо мной стояли следующие задачи:

Разобраться с архитектурой мобильного приложения андроид.

Сконструировать пользовательский интерфейс

Научится навигироваться между экранами и передавать информацию

Реализовать алгоритм игры пять в ряд

Опубликовать приложение в Google Play

9.2. Архитектура мобильного приложения андроид.

Архитектура Android приложений основана на идее многократного использования компонентов, которые являются основными строительными блоками.

Система Android выстроена таким образом, что любое приложение может запускать необходимый компонент другого приложения.

Когда система запускает компонент, она запускает процесс приложения, которому принадлежит компонент, если он еще не запущен, и создает экземпляры классов, необходимых компоненту.

Можно выделить четыре различных типа компонентов, каждый тип служит для достижения определенной цели и имеет свой особый жизненный цикл, который определяет способы создания и разрушения соответствующего компонента.

Активность (Activity) — это видимая часть приложения (экран, окно, форма), отвечает за отображение графического интерфейса пользователя. При этом приложение может иметь несколько активностей, например, в приложении, предназначенном для работы с электронной почтой, одна активность может использоваться для отображения списка новых писем, другая активность — для написания, и еще одна — для чтения писем.

Сервис (Service) — компонент, который работает в фоновом режиме, выполняет длительные по времени операции или работу для удаленных процессов.



Контент-провайдер (Content provider) управляет распределенным множеством данных приложения. Данные могут храниться в файловой системе, в базе данных SQLite, в сети, в любом другом доступном для приложения месте.

Приемник широковещательных сообщений (Broadcast Receiver) — компонент, который реагирует на широковещательные извещения. Большинство таких извещений порождаются системой, например, извещение о том, что экран отключился или низкий заряд батареи.

Мною был выбран подход при создании андроид приложения, когда используется только одна основная активность (Single Activity).

### 9.3. Пользовательский интерфейс.

Выбранный подход с единственной активностью позволил внедрить Jetpack Compose и декларативный стиль создания UI.

Поскольку Jetpack Compose применяет декларативный подход, то единственный способ обновить визуаль-

ный компонент представляет повторный вызов функции этого компонента, в которую передаются новые значения. И чтобы упростить обновление компонентов и вообще визуального интерфейса Jetpack Compose предоставляет концепцию состояния или state. Состояние представляет некоторое значение, которое хранится в приложении и которое в процессе его работы может изменяться.

Разберем реализацию первого экрана приложения (MainScreen). Этот экран отображается при старте приложения. Контент на экране помещается в контейнер Box.

Здесь есть два основных параметра:

- `horizontalAlignment: Alignment.CenterHorizontal`
- и `verticalArrangement: Arrangement.Center`.

`Alignment.CenterHorizontal` определяет выравнивание вложенных элементов по горизонтали.

`VerticalArrangement` определяет, как будут распределяться элементы по вертикали.

Рассмотрим код.

```
val padding = 32.dp
Box { this: BoxScope
    Column(
        Modifier
            .fillMaxSize()
            .padding(padding),
        horizontalAlignment = Alignment.CenterHorizontally,
        verticalArrangement = Arrangement.Center
    ) { this: ColumnScope
        Image(
```

С помощью задания параметра `fillMaxSize` можно указать, что контейнер Box должен быть максимального размера и занять весь доступный экран.

Для понимания как элементы располагаются на экране обратим внимание на скриншот, изображенный на рис. 4



Рис. 4. Крестики нолики

В первый контейнер Column входит ряд элементов.

```
Image(
    painter = painterResource(id = R.drawable.tictactoe),
    contentDescription = null,
    Modifier.fillMaxWidth(),
    contentScale = ContentScale.FillWidth
)
Spacer(Modifier.size(padding))
Text(
    text = stringResource(id = "Крестики Нолики"),
    color = colorResource(R.color.purple_200),
    fontWeight = FontWeight.Bold,
    textAlign = TextAlign.Center,
    fontSize = 30.sp
)
Spacer(Modifier.size(padding))
Button(
    modifier = Modifier, onClick = {
        navController.navigate(Screens.Level.route)
    }, contentPadding = PaddingValues(
        start = 20.dp, top = 12.dp, end = 20.dp, bottom = 12.dp
    )
) { this: RowScope
    Text(
        stringResource(id = "СТАРТ"), fontSize = 20.sp
    )
}
```

Обратим внимание на элемент Button.

```
onClick = {
    navController.navigate(Screens.Level.route)
},
```

Принцип работы навигации будет освещен в следующем разделе.

Внизу экрана расположена второй контейнер Column с вертикально расположенными кнопкой «Выход» и номер версии приложения.

```
Column(
    Modifier
        .fillMaxSize()
        .padding(top = 8.dp, bottom = 8.dp),
    horizontalAlignment = Alignment.CenterHorizontally,
    verticalArrangement = Arrangement.Bottom
) { this: ColumnScope
    ExitButton { openExitDialog = true }
    Spacer(Modifier.size(8.dp))
    Text(
        text = BuildConfig.VERSION_NAME,
        color = colorResource(R.color.purple_200),
        fontWeight = FontWeight.Bold,
        textAlign = TextAlign.Center,
        fontSize = 15.sp
    )
}
```

Рассмотрим функцию ExitButton на рис 5.

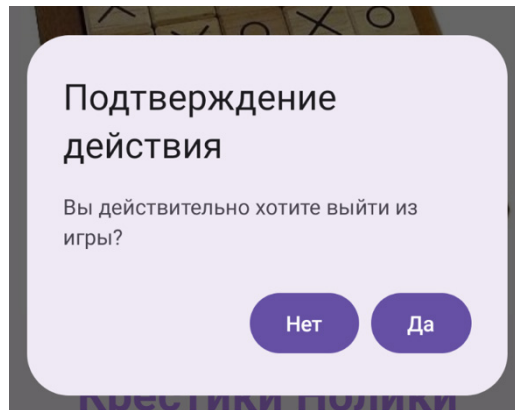


Рис. 5. ExitButton

В случае подтверждения выхода выполняется первое действие: переменная `openExitDialog` принимает значение `false` и отрисовка диалога более происходить не будет, а переменная `exit = true` инициализирует выполнение

`if (exit)` и приводит к закрытию единственной активности, а значит и всей игры.

Начало реализации экрана и определение переменных для изменения отрисовки экрана.

```
@Composable
fun MainScreen(navController: NavHostController) {
    var openExitDialog by remember { mutableStateOf( value: false) }
    var exit by remember { mutableStateOf( value: false) }
```

Конец реализации экрана и применение переменных.

```
ExitDialog(openExitDialog, {
    exit = true
    openExitDialog = false
}, {
    openExitDialog = false
})

if (exit) {
    val activity = (LocalContext.current as? Activity)
    activity?.finish()
}
```

Аналогично реализованы все экраны приложения.

Навигация в приложении

Единственной точкой входа для приложения является функция, отвечающая за навигацию: `Navigation()`.

```

class MainActivity : ComponentActivity() {
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContent {
            Game5Theme {
                Surface(
                    modifier = Modifier.fillMaxSize(),
                    color = MaterialTheme.colorScheme.background
                ) {
                    Navigation()
                }
            }
        }
    }
}

```

Ее задача управлять переходом между экранами приложения и передавать параметры.

```

dependencies {
    implementation 'androidx.navigation:navigation-compose:2.5.3'
}

```

Возможны 4 экрана перехода:

```

sealed class Screens(val route: String) {
    object Main : Screens(route: "main")
    object Level : Screens(route: "level")
    object Figure : Screens(route: "figure")
    object Game : Screens(route: "game")
}

```

Определим граф навигации, укажем название и стартовый экран startDestination (тип задаваемых значений String).

На следующем экране выбора крестика или нолика необходимо получить переданные параметр:

```

composable(
    route = Screens.Figure.route + "/{level}",
    arguments = listOf(navArgument(name: "level") { type = NavType.StringType })
) { backStackEntry ->
    val levelString = backStackEntry.arguments?.getString(key: "level")
    levelString?.let { it: String
        val level = Level.valueOf(levelString)
        FigureScreen(navController, level)
    }
}

```

В качестве параметра указываем название экрана, тип и наименование передаваемого параметра.

```

enum class Level {
    Easy,
    Normal,
    Hard
}

```

Запускаем экран с выбором крестика или нолика (FigureScreen) и передаем в него выбранный ранее уровень сложности (level).



Аналогично поступаем и со следующим экраном.

На игровом экране значения используются для настройки сложности алгоритма и выбранного типа: крестик или нолик.

@Composable

```
fun GameScreen(navController: NavHostController, level: Level, figure: Figure) {
    game = Game(level, figure)
    game.newGame()
}
```

Навигация в приложении реализована.

#### Заключение

В ходе работы изучен процесс разработки мобильного приложения, реализован пользовательский интерфейс, использован язык программирования Kotlin и создан алгоритм игры «Пять в ряд».

Были решены следующие задачи:

- осуществлена постановка задачи, выделены требования к приложению;
- произведен выбор инструментов для реализации пользовательского интерфейса;

- изучены современные средства разработки мобильных приложений для Android;
- изучены теоретические основы языка программирования;
- реализован алгоритм для игры «Пять в ряд»
- определены требования и спроектировано мобильное приложение;
- реализовано, протестировано и опубликовано мобильное приложение.

Все поставленные задачи были решены, цель достигнута.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Жемеров, Д, Исакова С. Kotlin в действии. ДМК Пресс, 2018. — 404 с.
2. Арнс, В. Математические игры. Центрполиграф, 2018. — 159 с.
3. Гарднер, М. Математические головоломки и развлечения. — МИР, 1999. — 512с.
4. Гарднер, М. Лучшие математические игры и головоломки. — АСТ, 2009. — 256 с.
5. Перельман, Я. И. Занимательная математика. ТИОН, 2022. — 144 с.
6. Еленьский, Щ. По следам Пифагора. Сто исторических головоломок. Качели, 2022. — 128с.

## Применение no-code технологии для разработки мобильных приложений на примере приложения «Мастер гидропоники»

Цыпин Дмитрий Александрович, учащийся 8-го класса

Научный руководитель: Карев Дмитрий Александрович, учитель ОБЗР  
ГБОУ Московской области «Одинцовский «Десятый лицей»

В статье автор рассматривает применение no-code технологии для разработки мобильных приложений. Автор предлагает критерии выбора оптимального конструктора приложений и описывает пошаговый алгоритм создания приложения на платформе Mobincube, включая проектирование интерфейса, реализацию функционала и тестирование. Демонстрируется, что использование no-code подхода позволяет эффективно создавать полноценные мобильные приложения без необходимости изучения традиционного программирования, что особенно важно для быстрой реализации проектов с ограниченными ресурсами.

**Ключевые слова:** мобильное приложение, no-code подход, Mobincube, разработка без программирования.

Мобильные технологии стали неотъемлемой частью нашей жизни, и мы их используем для решения самых разнообразных задач. При этом сама разработка приложения часто видится очень сложной и дорогостоящей, что останавливает начинающие компании в желании представить на рынок свой продукт в современном виде. В частности, сложно найти удобное

решение для подбора питательных растворов для выращивания растений методом гидропоники.

Многочисленные исследования показали, что увеличение потребления растительной пищи, в том числе зелени, снижает риск ожирения, смертности от всех причин, сахарного диабета, сердечно-сосудистых заболеваний и способствует здоровому цвету лица и волос,

улучшению настроения и снижению лишнего веса. Метод гидропоники позволяет круглогодично выращивать зелень и овощи с минимальными трудозатратами [1] и возможностью регулирования содержания вредных веществ. Одним из важных элементов гидропоники является питательный раствор — особая жидкая смесь, предназначенная для питания растений, с добавленными в нее минеральными солями и прочими необходимыми компонентами. Проведенные исследования [2] показали, что садоводы любители могут получить значительную экономию (до 13 %) при лучших результатах роста растений за счет использования самодельных растворов. Однако синтез рецепта раствора занимает много времени и требует специальных знаний.

Таким образом была сформулирована гипотеза, что возможно разработать математический аппарат, который позволит подбирать оптимальный набор универсальных удобрений для синтеза питательных растворов для широкого перечня растений и реализовать его в рамках мобильного приложения.

Исследование существующих программных продуктов показало, что они прежде всего ориентированы на профессионалов и опытных садоводов, отличаются сложным пользовательским интерфейсом и требуют наличия компьютера. Отдельно отметим, что большая часть решений не русифицирована и не дает никаких рекомендаций по использованию конкретных типов комплексных удобрений, представленных в торговых сетях и на маркетплейсах. Основная концепция, заложенная в приложение, состоит в том, что пользователю достаточно выбрать растение, которое он хочет вырастить, чтобы получить готовый рецепт питательного раствора, а также возможность заказать необходимые компоненты на популярном маркетплейсе.

Анализ предпочтений пользователей показал предпочтительность разработки решения для операционной системы Android, которая имеет широкое распространение, открытый исходный код и возможность установки программ из сторонних источников.

На начальном этапе планировалось, что будет необходимо освоить методы программирования, что существенно увеличивало сроки реализации проекта. При изучении методов разработки приложения были изучены работы о программировании в системах no-code [3,4]. После чего было принято решение о разработке приложения именно в конструкторе.

Оказалось, что существует большое количество различных конструкторов и возникла задача выбора оптимальной платформы для создания приложений. В результате анализа были сформированы требования к no-code конструктору:

- 1) возможность разрабатывать приложения для различных операционных систем (Android и iOS);
- 2) поддержка русского языка;
- 3) наличие большого количества встроенных шаблонов;
- 4) возможность кастомизации шаблонов для создания уникальных интерфейсов;
- 5) наличие бесплатной версии с достаточным функционалом для разработки полноценного приложения.

Были изучены различные варианты no-code конструкторов [5, 6] и оказалось, что лучше всего перечисленным критериям соответствует платформа для создания приложений Mobincube [7], основными преимуществами которой являются [8]:

- многообразие форм и шаблонов для приложений разных категорий, которые можно менять под свой запрос и желание;
- поддержка русского языка при создании приложений;
- запуск приложений в нескольких популярных платформах (Google Play, AppStore, Amazon и так далее);
- интеграция с дополнительными сервисами для улучшения качества будущего приложения (например, Google Analytics);
- возможность добавлять собственные видео и аудио материалы, а также импорт необходимых данных со сторонних носителей;

доступность всех функций, необходимых для создания приложения, в бесплатной версии — оплата требуется если разработчик планирует каким образом коммерциализировать использование приложения или подключить сторонние сервисы по оптимизации работы приложения (например, Google Analytics).

Перед началом работы в Mobincube необходимо пройти простую регистрацию, для чего потребуется адрес электронной почты. Далее необходимо выбрать основной шаблон приложения и можно приступать к созданию различных страниц.

Интерфейс Mobincube очень простой и интуитивно понятный. Общий вид представлен на рисунке 1. Любой элемент экрана можно сделать активным с помощью гиперссылок для перехода на другую страницу или на сайт в сети интернет.

При этом у платформы Mobincube имеются и существенные недостатки, которые могут вызвать затруднения для некоторых пользователей:

- интерфейс приложения только на английском языке;
- нет возможности загружать необходимые рисунки непосредственно с компьютера или сети интернет: перед использованием их нужно сначала отформатировать под вид приложения, а потом загрузить в базу данных проекта.

При разработке мобильного приложения прежде всего была предложена алгоритмическая структура, представленная на рисунке 2.

Далее был определен алгоритм разработки приложения:

- 1) выбор основного шаблона;
- 2) подготовка библиотеки изображений;
- 3) создание главного меню;
- 4) создание меню категорий растений;
- 5) создание меню выбора растений;
- 6) создание меню раздела «О гидропонике»;
- 7) создание страниц с рецептом оптимального питательного раствора для каждого растения со ссылками на интернет-магазин на маркетплейсе OZON;

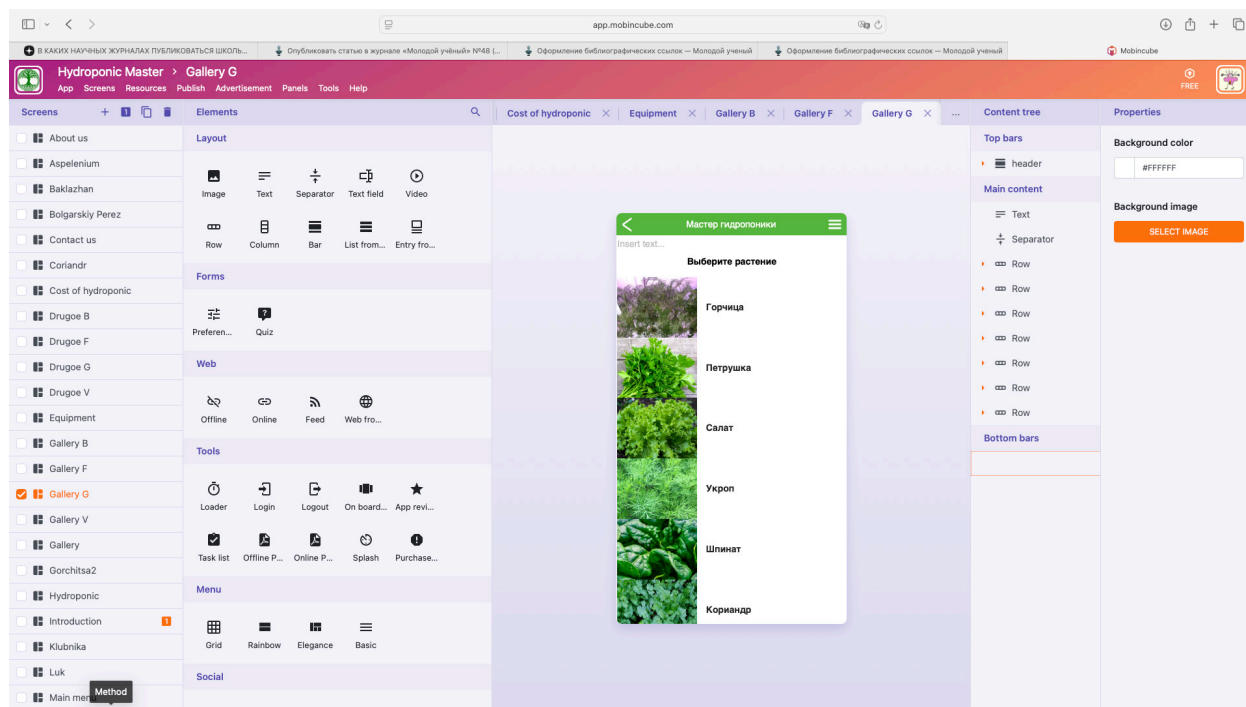


Рис. 1. Интерфейс конструктора приложений платформы Mobincube

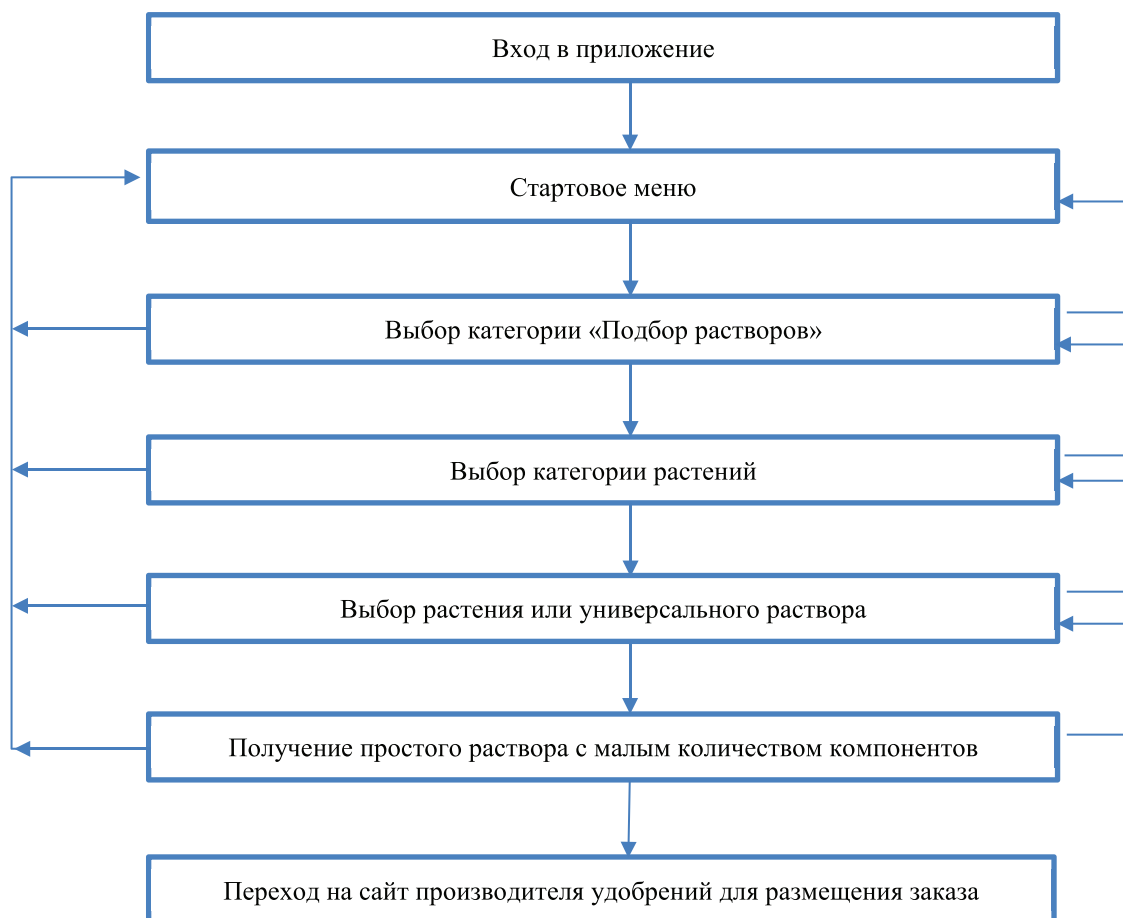


Рис. 2. Алгоритмическая структура приложения

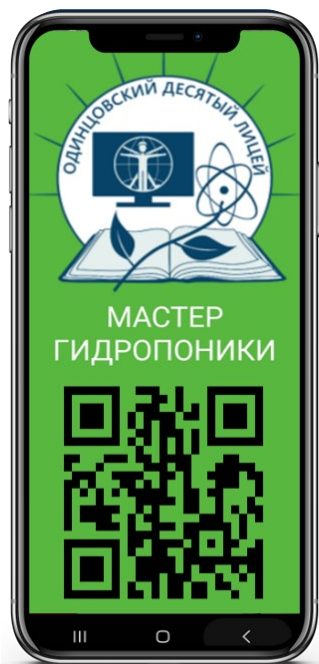
- 8) создание страниц раздела «О гидропонике»;
- 9) тестирование работоспособности приложения;
- 10) создание APK файла и загрузка его на смартфон;

- 11) тестирование приложения на смартфоне;
- 12) загрузка приложения в магазин приложений Mobincube.

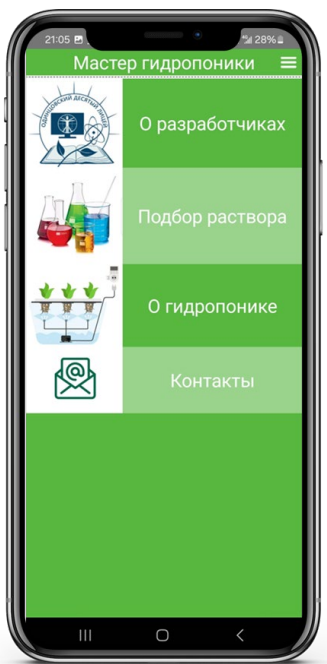
По итогам работы было создано полноценное приложение, в котором были реализованы все необходимые функции, а работоспособность подтверждена тестами. Визуализация работы приложения представлена на рисунке 3.

Основные выводы:

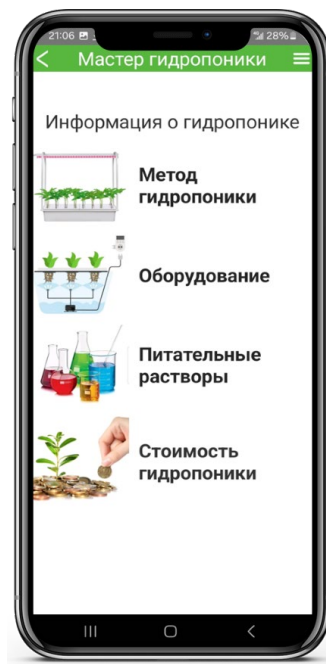
1. Применение подхода no-code для создания мобильных приложений позволяет значительно сократить время и затраты на разработку готового решения и не требует специализированных знаний в части программирования.
2. При выборе платформы для создания приложения на первом этапе необходимо четко сформулировать требования как к приложению, так и к среде разработки.
3. Платформа для создания приложений Mobinqube предлагает широкие возможности для создания любых приложений с индивидуальным интерфейсом.
4. Перед разработкой приложения необходимо разработать структуру приложения и подготовить исходные данные (расчеты, рисунки и т. п.).
5. Автором было разработано и опубликовано для скачивания мобильное приложение для операционной системы Android [9].



а)



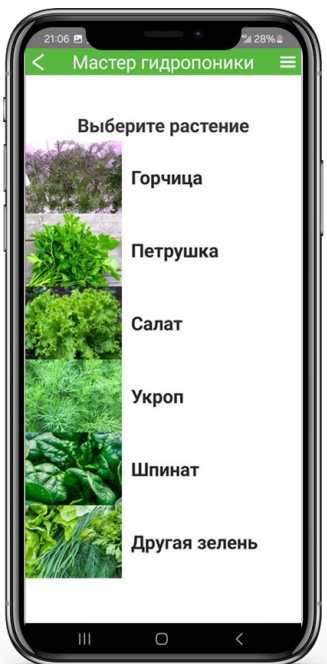
б)



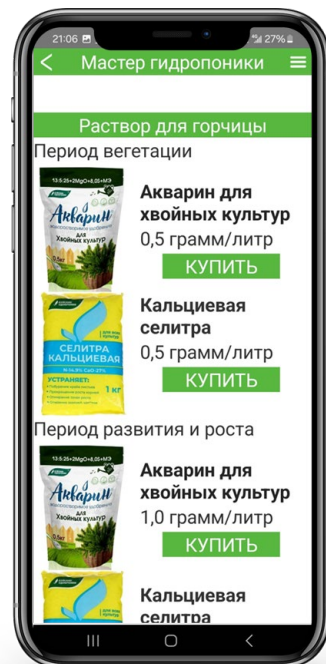
в)



г)



д)



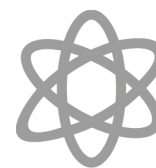
е)

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Неделько, В. А., Булка О. В., Власова З. И. Сравнение методов беспочвенного и почвенного выращивания растений. ГБОУ города Москвы, средняя общеобразовательная школа № 354 им. Д. М. Карбышева, Москва, 2014. — 11 с.
2. Цыпин, Д. А. Разработка универсального питательного раствора для выращивания растений методом гидропоники. / Сборник тезисов докладов участников XIII Всероссийского конкурса научно-практических и исследовательских работ обучающихся «Лестница наук» (в авторской редакции): I (первая) сессия / Московская областная общественная организация Поддержка и развитие творческой, научной и культурной деятельности молодежи «Инновация». — Владимир: Аркаим, 2024. — с. 32–33.
3. Радзиевская, А. Жизнь без программистов: что такое no-code-подход и кому он нужен. / А. Радзиевская. — Текст: электронный // РБК: [сайт]. — URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/61dfee139a794706d0cc4383?from=sору> (дата обращения: 22.11.2025).
4. Петров, К. Что такое No-code разработка и её возможности / К. Петров. — Текст: электронный // No-code академия Cyberband: [сайт]. — URL: <https://cyberband.academy/nocodeblog/tpost/1m1siot4o1-chto-takoe-no-code-razrabotka-i-eyo-vozm> (дата обращения: 22.11.2025).
5. 10 сервисов для создания мобильных приложений: делаем своими руками, без кода и бесплатно. — Текст: электронный // Skillbox Media: [сайт]. — URL: <https://skillbox.ru/media/code/10-servisov-dlya-sozdaniya-mobilnykh-prilozheniy-delaem-svoimi-rukami-bez-koda-i-besplatno/> (дата обращения: 22.11.2025).
6. Как сделать мобильное приложение для бизнеса самостоятельно. — Текст: электронный // Цифровой элемент: [сайт]. — URL: <https://d-element.ru/about/blog/kak-sdelat-mobile-prilozhenie-samomu/> (дата обращения: 22.11.2025).
7. Платформа для создания приложений Mobincube. Официальный сайт. — Текст: электронный // Платформа для создания приложений Mobincube: [сайт]. — URL: <https://mobincube.com/ru/> (дата обращения: 22.11.2025).
8. Обзор сервиса MobinCube. — Текст: электронный // Партнеркин: [сайт]. — URL: <http://partnerkin.com/services/mobincube> (дата обращения: 22.11.2025).
9. Цыпин, Д. А. Мобильное приложение «Мастер гидропоники» / Д. А. Цыпин. — Текст: электронный // MOBIN-CUBE: [сайт]. — URL: <https://mobincube.mobi/8UDMA2> (дата обращения: 22.11.2025).



# ФИЗИКА



## Что такое электромагнитное излучение?

Антипина Татьяна Владимировна, учащаяся 9-го класса

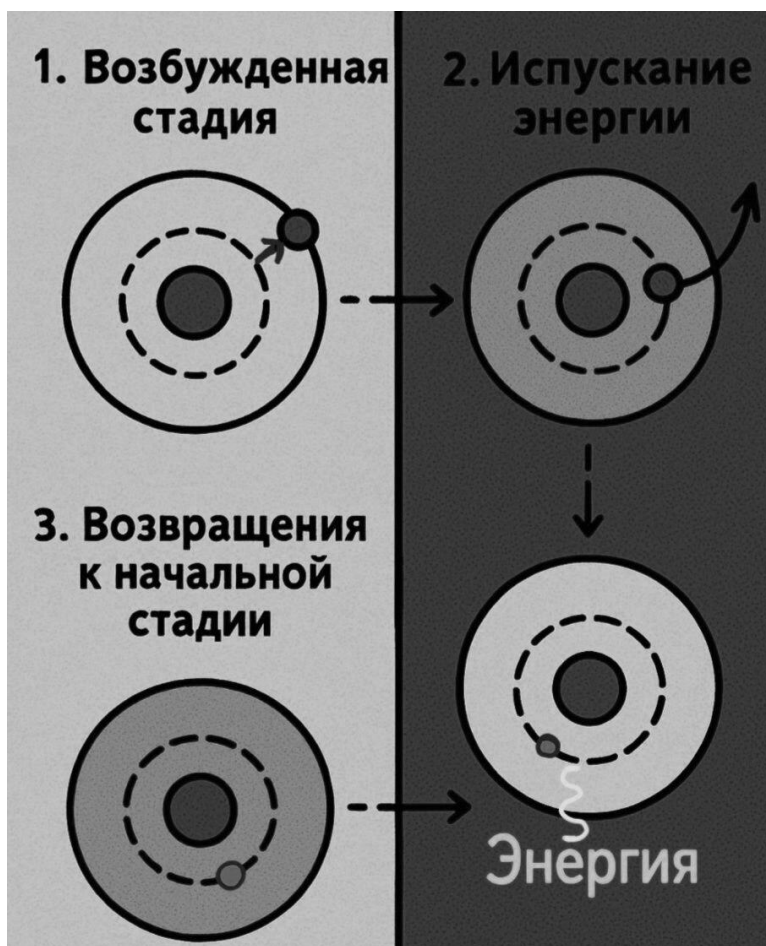
Научный руководитель: Пылев Иван Сергеевич, учитель физики  
ОАНО «Новая школа» (г. Москва)

**Н**а первый взгляд может показаться, что электромагнитное излучение — это лишь видимый свет. Но так ли это? Чтобы разобраться, начнем с самого знакомого нам явления — света.

Мы видим свет в разных цветах: красном, желтом, зеленом, синем, фиолетовом и других. Почему так происходит? Ответ кроется в природе света. Он представляет собой спектр, то есть совокупность разных цветов.

Если заглянуть вглубь материи — на уровень атомов, — можно увидеть следующую картину. Вокруг

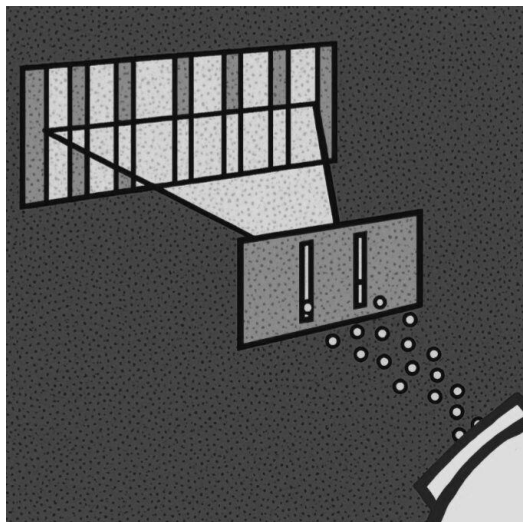
ядра атома вращаются электроны, занимая определенные орбитали. В стабильном состоянии атом не излучает энергию. Однако при попадании в него другой частицы атом переходит в возбужденное состояние: электрон перемещается на более удаленную от ядра орбиталь. Стремясь вернуться в исходное состояние, электрон опускается на прежнюю орбиту и при этом выделяет энергию — именно она и воспринимается нами как свет.



Почему же свет имеет разные цвета? Всё зависит от особенностей атомов и положения электронов на орбиталях. При взаимодействии различных частиц с разными атомами высвобождается энергия разной длины волны — отсюда и многообразие цветов.

Но что представляет собой эта энергия? На первый взгляд кажется логичным считать ее частицей, которая отражается от предметов и попадает в глаз. Однако на

квантовом уровне всё сложнее. Это подтверждает знаменитый эксперимент с двумя щелями: свет пропускали через стену с двумя прорезями и, думая, что свет состоит из частиц, ожидали увидеть на экране две светлые полосы. Вместо этого наблюдалась интерференционная картина — несколько полос, — что доказывает волновую природу света. Свет проявляет себя как электромагнитная волна.

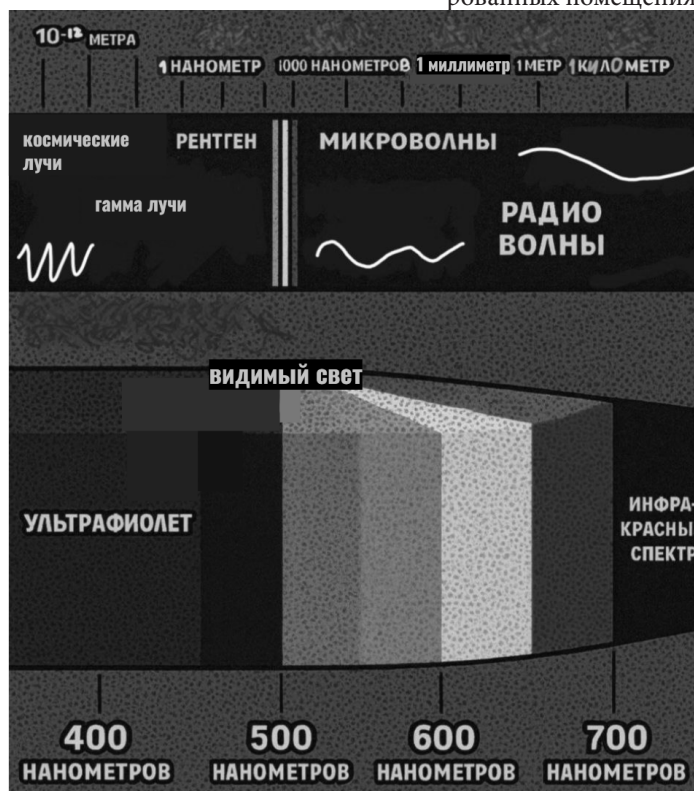


Таким образом, разные цвета — это электромагнитные волны разной длины. Например, красный цвет имеет самую большую длину волны (примерно 650–700 нм), а фиолетовый — самую короткую (около 380–400 нм).

Существуют и волны, длины которых выходят за пределы видимого спектра:

- более длинные, чем у красного света: инфракрасное излучение, микроволны, радиоволны. С по-

- следними двумя мы сталкиваемся ежедневно — в микроволновых печах и радиоприемниках;
- более короткие, чем у фиолетового: ультрафиолетовое излучение (от него защищают кремы для загара), рентгеновские лучи и гамма-излучение. Последние два вида относятся к радиоактивному излучению, потенциально опасному для здоровья. Поэтому при рентгене используют специальную защитную одежду и проводят процедуру в изолированных помещениях.



Итак, электромагнитное излучение — это форма энергии, распространяющаяся в пространстве в виде волн. Его можно представить как непрерывный спектр, включающий как видимый свет, так и невидимые для человека диапазоны.

А теперь про новые исследования и новые горизонты, связанные с терагерцовым излучением, заслуживающим особого внимания.

Терагерцовое излучение (Т-лучи) — перспективное направление в современной науке и технологиях. Этот вид электромагнитного излучения обладает уникальными свойствами:

- безвреден для человека (в отличие от ионизирующего излучения);
- проникает сквозь многие материалы (дерево, пластик, керамику);
- не проходит через металлы и эффективно поглощается водой.

Интерес к Т-лучам начал расти в 1960–1970-х годах, когда были созданы первые источники и детекторы этих волн. Сегодня это направление переживает бурный рост, открывая возможности в самых разных областях — от медицины и безопасности до телекоммуникаций и материаловедения.

Как генерируются Т-лучи? Процесс выглядит следующим образом:

1. Луч лазера падает под углом на катод и выбивает из него электроны.
2. Электроны попадают в вакуум и ускоряются под действием внешнего электрического поля.
3. Анод, к которому движутся электроны, прозрачен для света, но поглощает электроны.
4. В результате возникает генерация электромагнитного импульса — терагерцового излучения.

Терагерцовое излучение открывает новые горизонты для научных исследований и технологических инноваций, обещая революционные прорывы в ближайшем будущем.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Будущее электроники уже сегодня в МФТИ: фотодиод сгенерировал Т-лучи. — Текст: электронный // Хабр: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/940656/> (дата обращения: 20.11.2025).

## Физика и медицина. Как увидеть боль?

*Мосос Кангро Лука, учащийся 2-го класса*

Научный руководитель: *Хряпина Мария Викторовна, учитель начальных классов*  
ГБОУ Школа № 1502 «Энергия» г. Москва

*В исследовании поставлена задача изучить известный в сфере строительства и ремонта прибор (тепловизор) применительно к медицине. Автор работы выясняет, что мы видим на экране прибора и какие объяснения этому дает физика. В ходе исследования автор проводит практическую работу в ветеринарном стационаре, а также изучает термограммы людей. Выводы работы связаны с применением тепловизора в диагностике.*

#### Введение

Наша планета населена живыми организмами. Человек является наиболее сложным из них. Но во многом он проигрывает другим ее обитателям. Мы слышим не все, что могут слышать жители суши и воды. И видим тоже не все. И не только потому, что у нас не такое острое зрение, как у орла. А еще и потому, что есть что-то за пределами восприятия наших ушей и глаз. Что-то особенное, как будто секретное для нас, но доступное китам, голубям, медузам, крокодилам, летучим мышам, змеям и ящерицам.

В этой работе автор решил изучить вопросы недоступного нам зрения, раскрыть его секреты, найти возможность увидеть невозможное и понять, как это можно полезно применить.

Цели данной работы — изучить вопрос зрения с физической стороны; найти полезное применение тепловизору, который способен расширить зрение человека.

Гипотеза — тепловизор может помочь человеку увидеть очаг боли.

Методы исследования, применяемые в работе:

- теоретический — анализ теоретического материала (метод использовался при работе с литературой и источниками);
- эмпирический (проведение экспериментов с использованием тепловизора в ветеринарной клинике, а также в домашних условиях) с аналитической обработкой результатов (сравнение, поиск подобного, обобщение).

#### Электромагнитные волны

«Что мы видим?» — первый вопрос, в котором надо разобраться. Человеческий глаз видит свет — сам свет и свет, отраженный от предметов. Светом мы называем электромагнитное излучение, направляемое, например, Солнцем на поверхность Земли.

Электромагнитное излучение при этом является волнами. И у волн этих может быть разная длина — одни волны длиннее, другие короче. От их длины зависит очень многое, как раз включая то, увидит глаз человека излучение или нет.

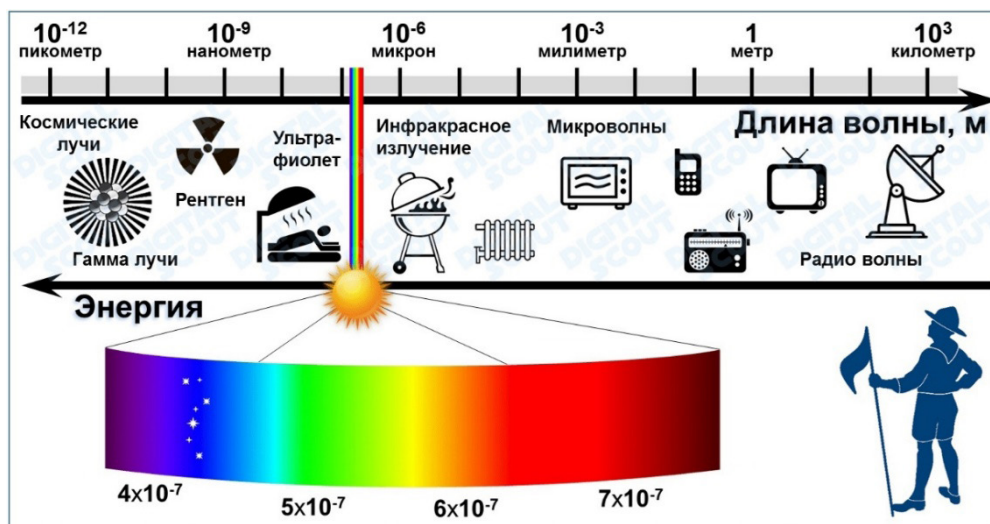


Рис. 1. Электромагнитный спектр

На рис. 1 видно, что глаз человека на самом деле может увидеть лишь малую часть всех вариантов электромагнитного излучения — видимый свет. А вот змеи и летучие мыши, например, видят еще и излучение с большей длиной волны. Оно называется инфракрасным излучением.

Инфракрасное излучение было открыто еще в 1780 г. астрономом Вильямом Гершелем. Обнаружил он его по излучению тепла. Сейчас мы знаем благодаря ученым, что все объекты на Земле испускают инфракрасное излучение, тепло. Даже кубик льда. Потому что все, что находится на Земле, теплее абсолютного физического нуля ( $-273^\circ\text{C}$ ). И вот гадюки, комары и некоторые летучие мыши видят это излучаемое всеми тепло и таким образом находят в темноте свою жертву.

#### Зрение человека

Глаз человека реагирует на свет. За это отвечают два типа светочувствительных клеток сетчатки — колбочки и палочки. Колбочки позволяют нам распознавать цвета, и таким образом мозг получает цветную картину мира, а палочки отвечают за возможность видеть в сумерках.

И колбочки, и палочки способны распознавать электромагнитное излучение лишь видимого спектра — с длиной волны от 400 до 700 нанометров.

А что, если бы у нас были не только светочувствительные клетки, а какие-то другие датчики в глазах, кото-

рые позволяли бы увидеть электромагнитное излучение с длиной волны больше 700 нанометров?

Тогда мы смогли бы видеть не только в сумерках, но и в полной темноте.

У змей, вампировых летучих мышей, комаров и, некоторые ученые предполагают, что даже у лисиц, помимо светочувствительных клеток есть еще термоллокаторы, реагирующие на длину волны от 5 000 до 30 000 нанометров. Вот бы человек тоже имел такие термоллокаторы!

#### Технические средства с термоллокаторами

Конечно, когда были открыты невидимые лучи, многие ученые захотели изобрести прибор, который бы позволял человеку увидеть эти невидимые лучи. И первый серьезный шаг в этом сделал Сэмюэль Лэнгли, создав в 1878 г. болометр — тепловой приемник инфракрасного излучения.

А в XX веке болометры усовершенствовали и придумали объединить сразу по несколько штук в виде матрицы, чтобы увидеть целую картинку инфракрасного излучения. Иллюстрация работы матрицы видна на рис. 2.

И вот тогда сбылась мечта многих — человек получил возможность увидеть мир невидимых тепловых лучей! И человек с тепловизором в руках перестал проигрывать в зрении летучей мыши.

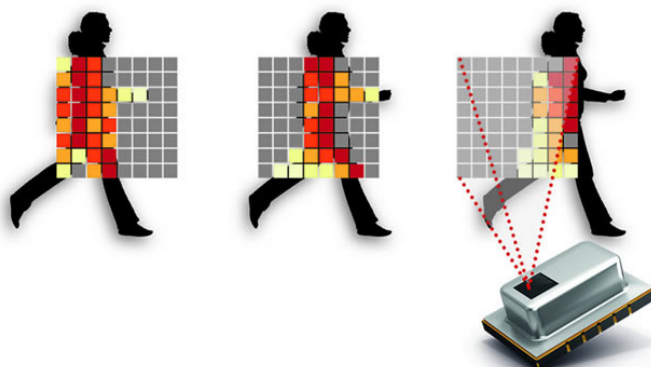


Рис. 2. Как работает матрица болометров



### Работа с тепловизором. Гипотеза

Все тела на нашей планете распространяют инфракрасное излучение, поэтому интересно посмотреть на человека через матрицу тепловизора.

По термограмме человека оказалось понятно, что температура человеческого тела не постоянна в разных участках. Это было заметно по переходам цветов на термограмме (можно наблюдать на рис. 3).

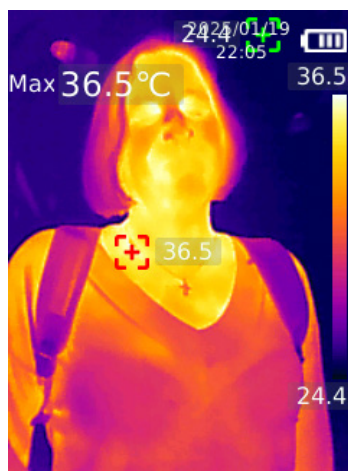


Рис. 3. Термограмма здорового человека

Например, более горячие зоны наблюдались в области глаз и шеи. Автор предположил, что это связано с близостью в этих участках кровеносных сосудов.

И тогда возникла гипотеза! Если тепловизор показывает близость кровеносных сосудов, то, возможно, он увидит и участки боли? Ведь если у человека в каком-то месте болит, туда организм отправляет больше крови — для питания, лечения и защиты. Необходимо проверить, видит ли тепловизор боль?

### Ветеринарная клиника, стационар

Проверка гипотезы началась в ветеринарной клинике, где есть реанимация и операционная. Благодаря ветеринарному центру Бемби, в котором согласились помочь автору, данное исследование состоялось.

Гипотеза подтверждалась. Автор встретил кошку, у нее болела голова, потому что она не могла хорошо дышать — похулиганиз, кто-то залил ей нос вязкой жидкостью. А также собаку, которой накануне вырезали новообразования. И на термограмме также было видно, какие места прооперировали (см. рис. 4).

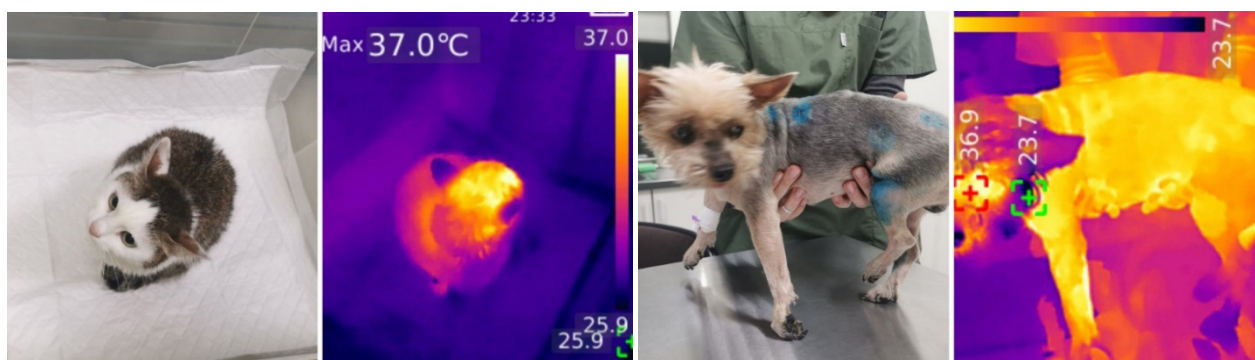


Рис. 4. Животные с очагами боли

### Боль у людей. Термограммы

Предварительно на животных гипотеза подтвердилась, теперь хотелось проверить ее уже на людях.

Для этого сначала автор через тепловизор посмотрел на малыша, у которого резался зубик. На рис. 5 видно, что тепловизор в точности определил место боли.

Вторым подтверждением гипотезы стала проверка мест введения вакцин. Автор нашел двух добровольцев, которые собирались сделать прививки, и рассмотрел места уколов через 2 часа после прививки на экране тепловизора (см. рис. 6).

Последним подтверждением гипотезы стала ушная боль при отите, которую удалось считать тепловизором. На рис. 7 отлично замечен очаг боли.

Таким образом, автор подтвердил, что боль можно увидеть если не глазом человека, то его изобретением — тепловизором.

### Заключение

Опытная работа в ветеринарном стационаре и с добровольцами среди людей показала автору, что очаг боли виден на термограмме тепловизора.





Рис. 5. Тепловизор указывает на источник боли малыша

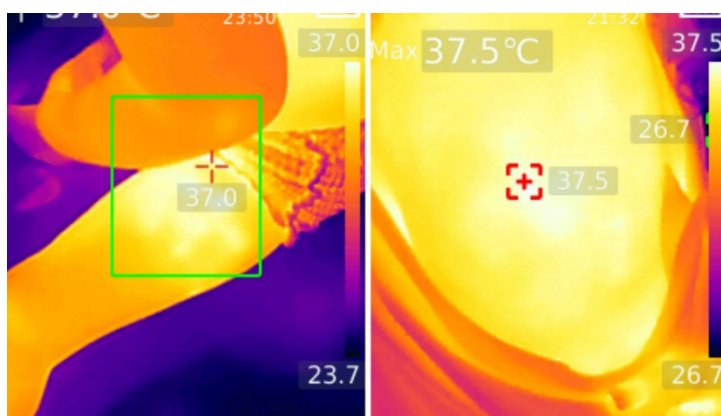


Рис. 6. Область ноги ребенка после введения вакцины менактра и область плеча взрослого после введения вакцины от кори



Рис. 7. Ушная боль на термограмме

Можно сделать вывод, что применение этому можно найти в медицине. Особенно полезно это будет в том случае, если пациент сам не может сказать, где у него болит. То есть, например, в педиатрии, для диагностики у малышей.

Автор считает эффективным использовать тепловизор не только врачами, но и мамами и папами маленьких детей дома. Ведь боль от режущихся зубов можно перепутать с болью в ушах или где-то еще. А с тепловизором будет спокойнее растить ребенка и не паниковать от его слез, понимать, как ему помочь и где именно.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Максимова, Е. Н. Подсмотрено у природы — Москва: Издательство «Настя и Никита», 2024–24 с. — ISBN 978–5–907842–65–6 — Текст: непосредственный.
2. Принджа, Р. Планетариум — Москва: ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2023–104 с. — ISBN 978–5–389–15275–5 — Текст: непосредственный.
3. Вайткене, Л. Д. Всё-всё-всё о физике / Л. Д. Вайткене, А. А. Спектор — Москва: Издательство АСТ, 2018–159 с. — ISBN 978–5–17–107491–3 — Текст: непосредственный.
4. Колтун, М. М. Мир физики — Москва: Детская литература, 1987–271 с. — Текст: непосредственный.
5. Арнау, Э. Тело человека — Москва: ООО ТД Белый город, 2022–96 с. — ISBN 978–5–00119–143–8 — Текст: непосредственный.
6. Тепловизоры // DNSклуб. — URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-497-teplovizoryi/>. — Текст: электронный.

## Электрон и его место среди элементарных частиц

*Рыбинский Максим Сергеевич, учащийся 11-го класса*

Научный руководитель: *Шибeko Роман Владимирович, учитель физики*  
МОУ СОШ № 8 г. Комсомольска-на-Амуре (Хабаровский край)

*В статье автор описывает параметры электрона, место электрона среди остальных элементарных частиц, причину существования электрона по стандартной модели физики элементарных частиц.*

**Ключевые слова:** электрон, кварк, квант, флуктуация, спин, заряд.

Электрон был первой открытой элементарной частицей (открыт Дж. Томсоном в 1897 году). **Масса электрона** — одна из фундаментальных физических констант. **Точное значение массы:**

- $9,1093837139 \cdot 10^{-31}$  кг.
- 0,51099895069 МэВ (в энергетических единицах).
- $5,485799090441 \cdot 10^{-4}$  а.е.м.

Электрон примерно в 1836 раз легче протона и это самая легкая заряженная частица среди всех известных.

**Время жизни электрона** — одна из фундаментальных характеристик этой частицы. Вот что известно о нём:

Стабильность электрона:

- Электрон считается **абсолютно стабильной** частицей.
- Теоретически обосновано: электрон — наименее массивная частица с ненулевым электрическим зарядом.
- Распад электрона невозможен без нарушения закона сохранения заряда.

Экспериментальные данные:

- **Нижняя граница** времени жизни электрона составляет  $6,6 \times 10^{28}$  лет.
- Это значение установлено с достоверностью 90 %.

На данный момент нет никаких экспериментальных свидетельств распада электрона.

Если возраст Вселенной составляет около 13,8 миллиардов лет, то электрон может существовать как минимум в 4,7 триллиона раз дольше! Это, как если бы Вселенная существовала всего одну секунду, а электрон мог бы прожить более 13 лет. Такая стабильность обеспечивается тем что **электрон** является фундаментальной частицей,

не имеет внутренней структуры, его распад нарушил бы закон сохранения заряда (пока неизвестны пары частиц с противоположными зарядами, но меньшей чем электрон массой иначе закон сохранения энергии тоже нарушался бы), нет более лёгких заряженных частиц, в которые он мог бы распасться

В Стандартной модели физики элементарных частиц электрон классифицируется как фундаментальный фермион (класс элементарных частиц, характеризующихся полуцелым спином) со спином. **Спин** — это собственный момент вращения элементарной частицы. В случае электрона он равен  $\frac{1}{2}$ . Важно понимать, что это не классическое вращение, а квантово-механическая характеристика. Гипотетические модели, предполагающие составную природу электрона (например, преонные модели), пока не получили экспериментального подтверждения. Таким образом, согласно современным представлениям физики, электрон является фундаментальной частицей и не состоит из кварков или каких-либо других более мелких составляющих.

Электрон не состоит из кварков (элементарные частицы, которые, в свою очередь, являются строительными блоками для протонов и нейтронов, входящих в состав атомных ядер) и относится к классу лептонов (фундаментальные частицы с полуцелым спином, не участвующие в сильных взаимодействиях (одно из четырёх фундаментальных взаимодействий природы, обладающее наибольшей интенсивностью по сравнению с другими и отвечающие в том числе за стабильность атомных ядер)) и является фундаментальной частицей, то есть не имеет внутренней структуры, состоящей из других частиц.

На данном этапе знаний мнение о том, что всё в мире — это следствие вакуума, отражает современные научные представления о фундаментальной роли квантовых флуктуаций.

Вакуум — это состояние с минимальной энергией, но не абсолютная «пустота», а набор квантовых полей, находящихся на низшем энергетическом состоянии и являющийся динамической системой, где даже в отсутствие реальных частиц, происходят:

- Квантовые флуктуации полей (кратковременные отклонения от среднего значения).
- Виртуальные частицы — короткоживущие возмущения, возникающие благодаря принципу неопределенности Гейзенберга ().

Поля, следующие:

1. Электромагнитное поле
  - Связано с фотонами.
  - Постоянно возникают и исчезают виртуальные фотоны всех длин волн.
2. Гравитационное поле
  - Отвечает за искривление пространства-времени.
  - Находится в состоянии минимальных колебаний.
3. Поле Хиггса
  - Обеспечивает механизм появления массы частиц.
  - Находится в особом состоянии, обеспечивающем спонтанное нарушение симметрии.
4. Фермионные поля
  - Включают электронные, мюонные и другие поля.
  - Связаны с фермионами (кварками, электронами и т. д.).
5. Калибровочные поля
  - Отвечают за фундаментальные взаимодействия.
  - Включают поля, связанные с W- и Z-бозонами.

Эти поля не могут иметь энергию ниже определенного порога и постоянно взаимодействуют с друг другом.

Одна из составляющих этого набора полей является электронное поле, которое входит в группу лептонных полей (электронное поле (электроны), мюонное поле (мюоны), тау-поле (тау-частицы), поля нейтрино (электронное, мюонное, тау-нейтрино)). Лептонные поля совместно с кварковым полем (объясняет существование кварков) имеют общее название «фермионные поля» (объясняют существование вещества). Поля первичны по отношению к частицам.

Электрон является квантом (возбуждением) электронного поля и обладает зарядом. Заряд — это фундаментальное свойство частиц, определяющее их способность участвовать в электромагнитном взаимодействии.

Вокруг электрона имеется электромагнитное поле (если стационарный случай, то поле электрическое, но при движении электрона поле электромагнитное). Электромагнитное поле имеется всегда и электроном оно не создается, а только «проявляет» его. В случае стационарного заряда (например, неподвижного электрона) взаимодействие с другими заряженными частицами описывается через обмен виртуальными фотонами. Эти частицы являются математическим инструментом в квантовой теории поля, который помогает объяснить электромагнитное взаимодействие. Виртуальные фотоны не существуют как отдельные объекты, которые можно наблюдать напрямую,

но их «обмен» между зарядами приводит к возникновению силы Кулона. Когда электрон ускоряется (например, при движении в магнитном поле или при изменении его энергетического состояния), он испускает реальные фотоны. Эти фотоны переносят энергию и импульс, формируя электромагнитное излучение (радиоволны, свет, рентгеновские лучи и т. д.). Реальные фотоны можно детектировать, они имеют определённую частоту и энергию, и их взаимодействие с веществом хорошо изучено.

Виртуальные частицы — сложная тема. Вопрос о природе виртуальных частиц действительно вызывает дискуссии в научном сообществе. С одной стороны, они являются ключевым инструментом квантовой теории поля, позволяющим описывать фундаментальные взаимодействия. С другой стороны, их невозможно наблюдать напрямую, что порождает сомнения в их «реальности».

Виртуальные частицы как математический инструмент. Виртуальные частицы возникают в рамках теории возмущений, когда сложные квантовые процессы аппроксимируются с помощью ряда слагаемых. Каждое слагаемое в этом ряде можно интерпретировать как рождение и исчезновение частиц, которые не подчиняются обычным законам сохранения энергии и импульса. Эти частицы существуют лишь в уравнениях и диаграммах Фейнмана, где они изображаются пунктирными линиями, символизирующими временные состояния.

Аргументы в пользу математической природы:

- Виртуальные частицы не могут быть зарегистрированы детекторами, так как их время жизни слишком мало (порядка  $10^{-24}$  секунд).
- Их свойства, такие как отрицательная масса или нарушение соотношения, не имеют прямого физического смысла в классическом понимании.
- В точных выражениях квантовой теории поля виртуальные частицы не фигурируют — они появляются только при упрощении расчётов.

Физические проявления виртуальных частиц. Несмотря на свою «ненаблюдаемость», виртуальные частицы оказывают измеримое влияние на физические процессы. Это позволяет некоторым учёным утверждать, что они отражают объективные явления природы. Примеры эффектов, связанных с виртуальными частицами:

- Лэмбовский сдвиг — небольшое различие в энергетических уровнях атома водорода, вызванное взаимодействием с виртуальными фотонами.
- Эффект Казимира — притяжение двух незаряженных металлических пластин в вакууме из-за разницы в плотности виртуальных фотонов между ними.
- Отклонение быстрых электронов виртуальными пионами — экспериментально наблюдаемый эффект, подтверждающий влияние виртуальных частиц на реальные объекты.

Таким образом, виртуальные частицы — это одновременно и математический инструмент, и отражение физических процессов. Они не существуют в классическом смысле, но их влияние на материю подтверждается экспериментами. Можно сказать, что они занимают промежуточное положение между абстрактными концепциями и реальными объектами. Аналогии для понимания:

1. Волны на воде:
  - Представьте камень, брошенный в воду.
  - Вы видите волны — это как реальные частицы.
  - Но между волнами есть области, где вода как бы «готовится» к движению — это похоже на виртуальные частицы.
  - Эти области нельзя выделить отдельно, но они влияют на общую картину.
2. Тепловые флуктуации:
  - В горячем газе молекулы движутся хаотично.
  - Мы видим среднее поведение газа (давление, температуру).
  - Но отдельные флуктуации слишком быстры и малы для наблюдения.
  - Однако их влияние на макроскопические свойства реально.

Теперь о массе электрона. Поле Хиггса придаёт электрону массу. Происходит это через взаимодействие Юкавы: электрон «проникает» через «море» бозонов Хиггса (обусловлены полем Хиггса), происходит обмен энергией с этим полем, и эта энергия проявляется как масса электрона, причем процесс происходит непрерывно и при этом он получает массу покоя. Взаимодействие Юкавы — фундаментальное взаимодействие между скалярными и фермионными полями, названное в честь японского физика Хидэки Юкавы. Когда фермион (например, электрон)

«встречается» со скалярным полем (полем Хиггса), между ними происходит обмен энергией. В результате этого обмена фермион получает массу. Можно привести аналогии:

- Представьте, что фермион — это человек, который идет по глубокому снегу. Снег — это поле Хиггса. Когда человек идет, он «взаимодействует» со снегом, и из-за этого ему становится тяжелее двигаться — так и частица «тяжелее», получая массу.
- Человек плавает в густом сиропе — чем гуще сироп, тем сложнее двигаться, тем «тяжелее» он себя чувствует.

Общий итог:

- Масса электрона — это результат взаимодействия с полем Хиггса.
- Заряд — результат взаимодействия с электромагнитным полем.
- Существование как частицы — благодаря электронному полю.
- Поля не действуют изолированно.
- Взаимодействие полей происходит постоянно.
- Электрон одновременно является частью всех трех полей.
- Каждое поле вносит свой вклад в свойства электрона.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Байков, А. О структуре электрона / А. Байков // Интернет-журнал Lenin Crew: Сайт. URL: <https://lenincrew.com/electron/> (дата обращения: 26.11.2025). — Режим доступа: свободный.
2. Сивченко, О. Виртуальных частиц не существует / О. Сивченко // Хабр: Сайт. URL: <https://habr.com/ru/articles/552644> (дата обращения: 25.11.2025). — Режим доступа: свободный.
3. Хокинг, С. Кратчайшая история времени / С. Хокинг, Л. Млодинов — М.: Издательство АСТ, 2021. — 182 с.
4. Фейгин, О. Тайны квантового мира: О парадоксальности пространства и времени / О Фейгин. — М.: АСТ-Пресс Книга, 2010, — 128 с.
5. Файер, М. Абсолютный минимум. Как квантовая теория объясняет наш мир / М. Файер. — Санкт-Петербург: Питер, 2015. — 384 с.



## ХИМИЯ

# Исследование методов получения биоэтанола второго поколения

*Базарсадаева Ирина Цыбендоржиевна, учащаяся 9-го класса*

Научный руководитель: *Котин Павел Александрович, заведующий лабораторией  
ОАНО «Школа «Летово» (г. Москва)*

**Ключевые слова:** биоэтанол, предобработка, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, моносахариды.

### Введение

Биоэтанол, представляющий собой выделенный из возобновляемой биомассы этиловый спирт ( $C_2H_5OH$ ), активно разрабатывается как перспективное альтернативное топливо. Его получение состоит из нескольких этапов, таких как предобработка, сахарификация и ферментация моносахаридов в этанол, однако существующие технологии зачастую адаптированы для работы с определенными видами сырья, что может снижать их эффективность при использовании альтернативных материалов, таких как бумага [1, 4].

Цель: сравнить эффективность нескольких методов получения биоэтанола второго поколения с использованием бывшей в употреблении бумаги в качестве сырья

**Актуальность и значимость:** переработка ископаемых источников энергии наносит значительный ущерб экологии, поскольку сопровождается выбросами парниковых газов в атмосферу, что, в свою очередь, способствует изменению климата. Сократить данное воздействие можно с помощью альтернативных источников энергии, таких как биоэтанол, который производится из возобновляемого растительного сырья и имеет повышенный класс экологичности. Применение использованной бумаги в качестве сырья поможет уменьшить ее количество на свалках, что, в свою очередь, предотвратит выброс метана — парникового газа, образующегося при разложении бумаги.

### Задачи:

1. Изучить литературу по выбранной теме.
2. Изучить химический состав бумаги для выбора корректных методов ее переработки
3. Выбрать методы получения биоэтанола
4. Провести эксперименты по производству биоэтанола различными методами
5. Произвести математические расчёты и сравнить между собой эффективность исследованных методов

### Обзор литературы

Одним из наиболее перспективных решений для получения биоэтанола является использование лигноцеллюлозного сырья, включающего древесные отходы, сельскохозяйственные остатки и макулатуру. Получаемый из таких материалов биоэтанол называется биоэтанолом второго поколения.

Лигноцеллюлоза представляет собой сложный полимер, включающий три основных компонента: целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин. Первые два могут быть ферментативно разрушены до моносахаридов, которые в дальнейшем претерпевают ферментацию и конвертируются в этанол. Однако лигнин, представляющий собой сложный фенольный полимер, выполняющий защитную функцию в растительных тканях, значительно снижает реакционную способность гемицеллюлоз и целлюлозы, то есть уменьшает эффективность действия ферментов и реагентов на них [2]. Вторым фактором, препятствующим гидролизу этих полисахаридов, является высококристаллическая структура целлюлозы и ее нахождение в виде лигно-углеводных комплексов [1].

Из указанных выше факторов становится ясно, что перед проведением непосредственно ферментативного гидролиза необходим этап предварительной обработки для повышения реакционной способности полисахаридов [2]. В их качестве могут выступать физические, химические и биологические методы, которые будут изучены в данной работе

Бумага, в зависимости от ее вида, может содержать различное количество целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина. В большинстве случаев бумага состоит преимущественно из целлюлозы (от 70 до 90 %), однако вторичное сырье, такое как газетная и упаковочная бумага, может содержать до 20–30 % гемицеллюлоз и до 10 % лигнина [1].



### Материалы и методы

1. Изучение литературы по выбранной теме и выбор методов для обработки бумаги
2. Физическая обработка сырья

Для увеличения реакционной способности целлюлозы использовалось измельчение на частицы размером 0.5–1 см. Проводилось оно в течение 2 минут в блендере фирмы Kitfort, куда помещалась бумага, предварительно замоченная в воде. После измельчения полученная бумажная масса укладывалась тонким слоем в лоток для равномерного высушивания при комнатной температуре

#### 3. Предобработка сырья

##### а. Кислотная предобработка

Для гидролиза гемицеллюлоз использовалась варка измельченной бумажной массы в 0.3 % растворе  $H_2SO_4$  в течение 2х часов при температуре 120°C. Компоненты брались в соотношении 1:25 по массе сухой части к раствору. [5]

##### б. Ферментативная предобработка

Для гидролиза одного из самых распространенных типов гемицеллюлоз в бумаге — ксиланов использовался фермент ксиланаза от фирмы БиоПрепарат. Использовалось 50 мл раствора дистиллированной воды с концентрацией фермента 3 % (активность 10 000 ед/г), к которому добавлялось 25г субстрата, разведенного 150 мл буферного раствора с pH=6.2 для создания оптимальных условий работы фермента. Инкубация проходила при температуре 55°C в течение 6 часов.

##### с. Щелочная предобработка

проводимая с применением гидроксида кальция ( $Ca(OH)_2$ ). В данном случае использовался 6 % раствор щелочи, а обработка осуществлялась при температуре 70°C в течение 3 часов. Соотношение массы бумаги к раствору составляло 1:12, что позволяло эффективно разрушать лигноцеллюлозный комплекс и повышать доступность субстрата для последующего ферментативного разложения [3]. После завершения варки была использована 0.3 % серная кислота для понижения pH с 13 до 7.

#### 4. Ферментативный гидролиз целлюлазой

Гидролиз целлюлозы производился с помощью фермента целлюлаза(производитель «Биопрепарат») с активностью 10 000 ед/г при оптимальных условиях(pH=4,

t=55°C) в течение 10 часов. Для понижения pH предобработанных образцов использовалась 5 % серная кислота, после чего к смеси добавлялся буферный раствор (pH=4.0) (производитель «ЭКРОСХИМ») пока сухой образец не составлял 20 % по массе. После этого добавлялось количество фермента, равное 3 % от общей массы смеси.

#### 5. Отделение моносахаридов

К высушенным образцам была добавлена дистиллированная вода в соотношении по массе 1:14 после чего при перемешивании происходило растворение моносахаридов и части растворимых полисахаридов. Для отделения нерастворимой части образцов использовалось фильтрование вакуумом через бумажные фильтры. Затем использовалась частичное осаждение ацетоном растворимых полисахаридов, а также большей части прочих примесей, не являвшихся моносахаридами. Чистый ацетон и фильтрат брались в отношении 3:1, после чего выжидался 1 час для осаждения примесей. После этого пипеткой был собран слой жидкости над осадком, который после выпаривания ацетона применялся для дальнейшего анализа

#### 6. Анализ на содержание глюкозы

Для количественного определения глюкозы, использовались индикаторные полоски БИОСКАН в соответствии с инструкцией к применению, после чего с помощью математического анализа находился выход глюкозы из каждого из образцов.

#### Ход работы

Этанол может быть получен ферментированием C5 и C6 сахаров, что послужило причиной к исследованию общего количества получаемых моносахаридов из сырья после разных методов обработки и ферментативного гидролиза. На первом этапе было проведено изучение научных статей на тему различных способов предварительной обработки сырья, в результате которого были выбраны 4 метода: механический, щелочной, кислотный и ферментативный. Несмотря на их известность и изученность, существовали лишь методологии, оптимальные для других видов сырья, а их эффективность при работе с бумагой и вовсе не было упомянуто в научной литературе. Вследствие этого было принято решение использовать методологии, оптимизированные под наиболее схожее с бумагой сырье.

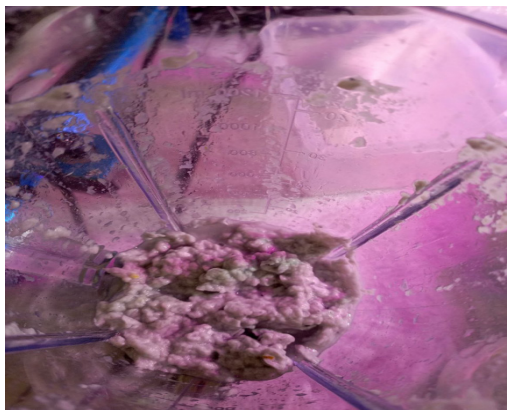


Рис. 1. Измельченная бумага до высушивания

Механическая предобработка заключалась в измельчении влажной бумаги, предварительно пропущенной через шреддер, на куски размером  $0.5\text{--}1\text{ см}^2$  (см рис 1). Путем измельчения повышается общая площадь поверхности сырья, что повышает доступность его обработки для ферментов и других реагентов

Кислотная предобработка проводилась с использованием разбавленной серной кислоты (0.3 %). Низкая концентрация кислоты позволяла воздействовать на гемицеллюлозы и частично на целлюлозу, но не допускала образования большого количества фурановых соединений — фурфурола из C5 сахаров и гидроксиметилфурфурола из C6 сахаров, способных к ингибированию микроорганизмов, необходимых при ферментации моносахаридов в этанол. Была именно серная кислота, поскольку она приводит к относительно низкому образованию фурфурола (в среднем в 1,3 раза меньше по сравнению с азотной кислотой).

Щелочная предобработка проводилась с использованием раствора гидроксида кальция (6 %). Этот метод позволял солюбилизировать лигнин за счет разрушения связей между ним и гемицеллюлозами и способствовал повышению реакционной способности целлюлозы при последующем ферментативном гидролизе.

Для ферментативной предобработки был выбран фермент ксиланаза, способный разрушать 1–4 гликозидные связи в самом распространенном типе гемицеллюлоз — ксиланах. Путем расщепления гемицеллюлоз повышалась доступность целлюлозы для реакций, а также увеличивалось возможное общее число получаемых моносахаридов

После завершения предобработки, при которой должна была повыситься реакционная способность целлюлозы и произойти расщепление гемицеллюлоз, проводился

ферментативный гидролиз целлюлазой, расщепляющей 1–4 гликозидные связи в молекулах целлюлозы. После этого этапа было замечено значительное изменение в консистенции образцов прошедших предобработку, в то время как изменения в контрольном образце (измельченная бумага без химической и биологической предобработки), что позволяет сделать вывод о том, что хотя бы в некоторой степени реакционная способность целлюлозы была повышена вследствие предыдущих шагов.

Следующим шагом исследования должен был быть количественный анализ моносахаридов в образцах. Вследствие отсутствия оборудования для проведения масс спектроскопии, было принято решение использовать качественную реакцию на моносахариды, проводить калибровку с помощью растворов с известной концентрацией и спектрофотометра, а затем математически вычислять концентрацию моносахаридов в образцах. Изначально планировалось использовать антроновый реактив, дающий раствору окраску при наличии восстанавливающих сахаров, в число которых входят все моносахариды, которые могут получаться при гидролизе гемицеллюлоз и целлюлозы. Для проведения адекватной оценки моносахаридов необходимо было избавиться от восстанавливающих олиго- и полисахаридов, что было выполнено с помощью частичного осаждения ацетоном. Из-за проблем с поставкой антронового реактива и сжатыми сроками пришлось использовать индикаторные полоски на глюкозу, являющуюся мономером, встречающимся в полисахаридах бумаги в наибольшем количестве.

#### Результаты и обсуждение

С помощью индикаторных полосок на содержание глюкозы удалось установить количество глюкозы в образцованных образцах (см таблица 1).

**Содержание глюкозы в образцах в зависимости от способа предобработки**



Согласно полученным данным, измерения контрольного образца (без предобработки химико-биологическими методами), а также образцов, прошедших кислотную и щелочную предобработку, не выявили наличия глюкозы в растворе. Это может быть связано с тем, что данные методы предобработки не обеспечили достаточного разрушения лигно-углеводных комплексов и понижения кристалличности целлюлозы до состояния, пригодного для ферментативного расщепления. Еще одной причиной низкой эффективности могло стать неполное расщепление полисахаридов и взаимо-

действие примесей из сырья с реагентами. Перспективным направлением для дальнейших исследований является оптимизация исследованных методов под работу с бумагой

Единственным методом, который дал улавливаемое количество глюкозы в растворе, оказалась ферментативная предобработка ксиланазой. Это говорит о том, что ферментативное разрушение гемицеллюлоз оказалось наиболее эффективным методом предобработки сырья и обеспечило лучший доступ ферментов к целлюлозе.

### Выводы

Кислотная и щелочная предобработки в комплексе с ферментативным гидролизом без оптимизации под работу с бумагой не обеспечивают достаточного разрушения ее структуры для последующего гидролиза целлюло-

зы на моносахариды. На данном этапе для получения биоэтанола из использованной бумаги с помощью ферментативного гидролиза наиболее перспективно применять ферментативную предобработку, поскольку при ее применении выход глюкозы максимальный

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Синицын, А. П., Синицына О. А. Биоконверсия возобновляемой растительной биомассы на примере биотоплива второго поколения: сырьё, предобработка, ферменты, процессы, экономика // Успехи биологической химии. — 2021. — Т. 61. — с. 347–414.
2. Deng, W., et al. Catalytic conversion of lignocellulosic biomass into chemicals and fuels // Green Energy & Environment. — 2022. — Vol. 8, No. 1. — DOI: 10.1016/j.gee.2022.07.003.
3. Xu, H., Li B., Mu X. A review of alkali-based pretreatment to enhance enzymatic saccharification for lignocellulosic biomass conversion // Industrial & Engineering Chemistry Research. — 2016. — DOI: 10.1021/acs.iecr.6b01907.
4. Латфуллина, Р. Ш. Способ сбраживания углеводов до этанола // ELIBRARY.ru. — 1993. — 7 февр.
5. Григорьева, О. Н., Харина М. В. Кислотный гидролиз лигноцеллюлозосодержащего сырья в технологии получения биоэтанола // Вестник технологического университета. — 2016.
6. Базарсадаева, И. Ц. Исследование методов получения биоэтанола второго поколения // SchoolStars, — 2025.

## Фотокаталитическая очистка воды от аммиака с использованием рециклированной анодной массы щелочных батарей

*Иванова София Александровна, учащаяся 9-го класса;  
Устинович Яромир Юрьевич, учащийся 9-го класса;  
Дрямов Денис Сергеевич, учащийся 7-го класса*

**Научный руководитель:** Жигadlo Юрий Игоревич, учитель химии;  
**Научный руководитель:** Пугач Елена Валерьевна, учитель химии  
ГУО «Гимназия с белорусским языком обучения» № 23 г. Минска (Беларусь)

*Исследование подтвердило эффективность порошка анодной массы, полученного из отработанных щелочных батарей, в качестве фотокатализатора для окисления аммиака в водном растворе.*

**Ключевые слова:** рециклинг, фотокатализ, фиторемедиация.

**Введение.** Растущее загрязнение окружающей среды токсичными органическими и неорганическими веществами, включая аммиак, требует разработки эффективных и экономичных методов очистки. Глубокая переработка отработанных элементов питания требует рациональных решений, что подтверждается их бесплатным приемом на утилизацию. На их долю приходится до 40 % токсинов, попадающих в окружающую среду с твёрдыми бытовыми отходами, что создаёт угрозу для экосистем. В России ежегодно потребляется около 20 000 тонн батареек, что составляет примерно миллиард штук. Из них перерабатывается не более 340 тонн на двух предприятиях — в Челябинске и Ярославле. В Республику Беларусь, по оценкам экспертов, ежегодно завозится около 500 тонн элементов питания, а перерабатывается около 110–115 тонн. Остальные, как правило, выбрасываются в мусорное ведро и попадают на свалку вместе с остальными отходами.

Данное исследование направлено на оценку потенциала применения анодной массы отработанных щелочных батарей — доступного бытового отхода, содержащего наноразмерные частицы оксида цинка, в качестве фотокатализатора для очистки воды от загрязнения аммиаком.

### Основная часть

Под воздействием ультрафиолетового света длиной волны менее 390 нм на оксид цинка с содержанием частиц наноразмера электроны покидают кристаллическую решетку и переходят в свободное состояние. На их месте образуются вакансии, называемые «дырками». Электроны и «дырки» невероятно химически активны. Они способны окислить (разрушить) любое неорганическое и органическое соединение. Эти особенности делают оксид цинка одним из перспективных материалов для создания фотокатализаторов — фильтров очистки воздуха и воды [2, с. 512].

В лабораторных условиях наночастицы оксида цинка синтезируют методом электролиза, в результате чего формируются частицы с характерной цветкообразной формой. Интересно, что анодная масса отработанных щелочных батарей, демонстрирует аналогичную морфологическую структуру по данным электронной микроскопии, что свидетельствует о сходных механизмах кристаллизации в обоих случаях [1, с. 9323].

Для косвенного подтверждения наличия наночастиц в составе анодной массы было проведено исследование фотокаталитической активности образцов в сравнении с синтетическим оксидом цинка (ZnO) с размером частиц 1–100 нм. Результаты демонстрируют схожую высокую активность обоих материалов. Под воздействием УФ-излучения (254 нм) оба образца продемонстрировали переход поверхности от гидрофобного к гидрофильному состоянию, а метиленовый синий терял свой цвет в их присутствии. Краевой угол смачивания для ZnO снизился с 60° до 39° ( $\Delta=21^\circ$ ), в то время как для порошка анодной массы было зафиксировано более значительное изменение — с 55° до 28° ( $\Delta=27^\circ$ ). Параллельно было зафиксировано 50 %-ное фотокаталитическое обесцвечивание метиленового синего в суспензиях с исследуемыми образцами, тогда как контрольный раствор без катализатора не изменил окраску.

Результаты тестов свидетельствуют о наличии в анодной массе наноразмерных частиц ZnO, обладающих фотокаталитической активностью, не уступающей синтетическому аналогу.

Эффективность разработанного фотокаталитического покрытия на основе порошка анодной массы и акрилового связующего оценивали в эксперименте по окислению аммиака. В основной установке, содержащей фотокаталитическое покрытие, за 120 минут наблюдалось значительное снижение pH с 8,82 до 7,07 ( $\Delta\text{pH} = 1,75$ ), что свидетельствует о протекании процессов окисления, сопровождающихся подкислением среды. Изменение цвета теста  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  с зеленого на желтый к 120-й минуте указывает на практически полное удаление аммиака — концентрация снизилась с 2,5 до 0 мг/л.

Параллельное появление и усиление розовой окраски теста на  $\text{NO}_3^-$  подтверждает ступенчатый механизм окисления аммиака до нитрат-ионов. При этом ослабление интенсивности розовой окраски теста на  $\text{NO}_3^-$  с «ненасыщенного» на 90-й минуте до «слабого» на 120-й

минуте на фоне полного исчезновения аммиака позволяет предположить дальнейшее восстановление нитрат-ионов до молекулярного азота ( $\text{N}_2$ ) как конечного продукта фотокатализа. Впрочем, визуально зафиксировать образование  $\text{N}_2$  не удалось из-за закрытого типа установки.

В контрольной установке изменения были минимальными: незначительное снижение pH на 0,12 единицы, сохранение зеленой окраски теста на аммиак и лишь следовые количества нитратов. Это однозначно подтверждает, что наблюдаемое в основной установке окисление аммиака является результатом именно фотокаталитического процесса на поверхности разработанного покрытия.

**Заключение.** Исследование показало, что анодная масса отработанных щелочных батарей содержит наноразмерные частицы оксида цинка, обладающие фотокаталитической активностью. Разработанное на её основе покрытие с акриловым связующим обеспечило высокую степень очистки воды от аммиака.

Применение данного покрытия представляет особую ценность для решения проблемы утилизации элементов питания, составляющих до 40 % токсикантов в твердых бытовых отходах. Материал служит экономичной альтернативой существующим методам очистки воды и вносит вклад в переработку опасных отходов, обеспечивая двойной экологический эффект.

Перспективой продолжения данного исследования видится применение разработанной технологии на практике, в частности, для доочистки сточных вод от загрязнения аммиаком. Мы предлагаем гибридную систему очистки: физико-химическая (фотокатализ) + биологическая (фиторемедиация). Предлагаемая схема включает следующие этапы: механическая очистка сточных вод, затем их фотокаталитическая обработка по разработанному нами методу для окисления токсичной формы аммиака ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ) в менее токсичные окисленные формы: нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ) и нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ) и последующая их фиторемедиация с использованием высших водных растений, таких как Ряска малая (*Lemna minor*). Водное растение Ряска малая (*Lemna minor*), обладает исключительной скоростью роста и способностью к интенсивной абсорбции ( $\text{NO}_3^-$ ) непосредственно из воды. Это позволяет не только добиться высокой степени очистки стоков от ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), но и решить задачу утилизации питательных веществ путём их трансформации в ценную биомассу.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Взаимосвязь между коэффициентом восстановления и состоянием заряда цинковых щелочных первичных батарей LR6. Химия материалов А., журнал, выпуск 18, 2015, с. 9323–10138. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/378981/> / — Дата доступа: 25.08.2025.
2. Петрякова, А. И. Оксид цинка как перспективный фотокатализатор: модифицирование и применение / А. И. Петрякова, В. Н. Агеев, Д. Г. Филимонов [и др.] // Успехи химии. — 2023. — Т. 92, № 5. — с. 512–535.



## Ртуть: металл, не подчиняющийся правилам

*Рахимова Раъно Ихтиёровна, учащаяся 11-го класса;*

*Иматшоев Мансур Умедович, учащийся 11-го класса*

Российско-таджикская средняя общеобразовательная школа Российско-Таджикского (Славянского) университета  
(г. Душанбе, Таджикистан)

*Каримова Аниса Азизовна, учащаяся 11-го класса*

Лицей Филиала Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в Душанбе (Таджикистан)

**Научный руководитель:** *Хакимова Дильбар Кудратовна, кандидат химических наук, доцент*

Филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» в г. Душанбе (Таджикистан)

*Металлы издавна привлекали внимание людей своими блестящими поверхностями, прочностью и способностью поддаваться обработке. Они легко куются, растягиваются и превращаются в разнообразные изделия. Однако среди всей этой разнообразной группы есть один элемент, который словно оспаривает привычные представления о том, каким должен быть металл. Он блестит как отполированное серебро, но не удерживает форму; тяжёлый, но при этом подвижный; холодный, но живой на вид. И это — **ртуть**, за уникальными свойствами которой скрывается сложная история происхождения, уникальная внутренняя структура и долгий путь научного осмысления.*

**Ключевые слова:** металл, ртуть, элемент, киноварь, свойства, амальгамы, история, применение.

Человек впервые увидел капли ртути много тысячелетий назад, и тогда ей дали название, которое и сегодня кажется удивительно точным: «живое серебро». [1], [4]. Оно и действительно похоже на серебро, но движется, разделяется на капли и снова соединяется, будто обладает волей. Несмотря на современное понимание его природы, внешняя «живость» ртути и сейчас производит сильное впечатление.

Однако за этой подвижностью скрыта строгая внутренняя физическая логика. Ртуть остаётся жидкой при температурах, когда любые другие металлы давно твердеют. При  $-38,83^{\circ}\text{C}$  она кристаллизуется, но даже тогда сохраняет характерный металлический блеск. При  $356,7^{\circ}\text{C}$  ртуть начинает кипеть — и её пары становятся особенно токсичными, о чём человечество узнало не сразу и слишком дорогой ценой. [2]

Почему ртуть жидкая?

Среди всех металлов ртуть выделяется тем, что её атомы образуют необычно **слабую металлическую связь**. Причина в электронной структуре: внешние электроны «пригнаны» к ядру сильнее, чем у цинка или кадмия, и почти не участвуют в создании общего электронного облака, скрепляющего кристаллическую решётку. [2], [3].

В результате частицы ртути удерживаются друг с другом хуже, чем это происходит у других металлов, и вещество остаётся жидким даже при морозах, которые разрушают сталь.

Почему гвоздь всплывает?

Плотность: Одно из впечатляющих свойств ртути — её **плотность  $13,6\text{ г/см}^3$** . Это самый плотный из всех жидких элементов при нормальных условиях.

Для сравнения, литровая бутылка ртути весит более 13 килограммов, в то время как литр воды имеет массу всего 1 кг. (плотность воды  $1\text{ г/см}^3$ ). Ещё более наглядным примером служит поведение тел, помещённых в ртуть. Плотность железа — лишь  $7,9\text{ г/см}^3$ . Поэтому если опу-

стить обычный гвоздь, гайку или даже небольшой металлический груз в сосуд с ртутью, предметы всплывут. **Закон Архимеда** в данном случае работает предельно наглядно: жидкость вытесняет более лёгкое тело, создавая силу, удерживающую его на поверхности. [1], [3].

В связи с этими свойствами, именно ртуть дала толчок развитию точных измерительных приборов. Её высокая плотность и устойчивость к окислению сделали возможным создание **ртутных барометров и термометров**, которые на протяжении веков служили эталоном точности. Как уже было сказано, температура её затвердевания настолько низкая, что в большинстве климатических условий она остаётся жидкой, что позволяет использовать такие приборы почти везде. Однако в экстремальном холоде ртуть превращается в серебристый кристаллический металл, который при ударе может даже раскалываться — редкая особенность, почти не встречающаяся среди металлов. [1], [3].

Откуда берётся ртуть?

Среднее содержание ртути в земной коре — около  $0,08\text{ мг}$  на килограмм. Но в некоторых местах природа собрала её в удивительно богатые залежи. Основной минерал ртути — **киноварь** ( $\text{HgS}$ ), ярко-красный камень, из которого люди извлекали ртуть на протяжении тысячелетий и уже в IV тысячелетии до н. э. красили стены и ткани. В Китае эпохи Хань из неё делали пигменты для императорских гробниц. [1], [6].

Интересно то, что ртутные месторождения нередко соседствуют с **зонами древней вулканической активности**: горячие газы переносят её соединения ближе к поверхности, превращая глубинные ресурсы в доступные для добычи.

Самые знаменитые рудники прошлого находились:

— в Альмадене (Испания) — очень большое месторождение, добыча на котором велась более двух тысяч лет

— в Италии, Австрии, США и Мексике



- а также в Центральной Азии, где киноварь из За-  
рафшанских гор использовалась как краситель ещё  
во времена Ахеменидов (VI–IV вв. до н. э.). [4], [6].

#### В природе

В природе ртуть не просто существует — она участвует в сложных химических циклах. В водных системах она может переходить в органические соединения, например, **метилртуть** — чрезвычайно токсичное вещество, способное накапливаться в живых организмах [5], [7]. Именно это свойство привело к знаменитым историческим катастрофам, включая массовые случаи отравлений в прибрежных поселениях, где рыба становилась источником незаметной опасности.

Самый известный такой трагический пример — **болезнь Минамата** (1956, Япония), когда отходы химического завода привели к образованию метилртути в море, который накопился в подводных жителях, и сотни людей отравились и заболели, многие погибли. [5], [8]. Научные исследования показали, что даже малые концентрации в водных системах способны вызывать эффект каскада: рыбы поглощают ртуть, затем птицы и люди — и концентрация растёт от уровня к уровню пищевой цепи.

В связи с этим в 2013 году была принята Минаматская конвенция, ограничивающая использование и производство ртути по всему миру. [8]

Химические особенности: При обычной температуре ртуть довольно инертна. Но при нагревании она активно взаимодействует с кислородом, превращаясь в **оксид HgO**. Ещё она легко образует сплавы с различными металлами. Например, если ртуть соединяется с золотом или серебром, она образует **амальгамы**: сплавы, в которых благородные металлы теряют твёрдость.

Неудивительно, что древние серебряных дел мастера пользовались этим свойством раньше, чем понимали его природу. Было даже время, когда амальгамирование применяли для извлечения золота из руд, соединяя с ртутью, а после выпаривая её, получая желаемое. Но к сожалению, не всё так просто, ведь процесс оказался опасен и для человека, и также для окружающей среды.

Именно с помощью амальгам английский химик Гемфри Дэви получил впервые **чистые барий, стронций и магний**: он образовывал их амальгамы, а затем отделял ртуть нагреванием. [4]

С ртутью связан и один удивительный эксперимент: если её очень долго встряхивать в закрытом сосуде, она постепенно превращается в тёмный порошок. Стоит порошок нагреться — и частицы снова соединяются в блестящую жидкость. Такой «круговорот» прекрасно демонстрирует нестойкость кристаллических структур ртути [1].

#### Истории, которые невозможно забыть

##### *Позолота купола Исаакиевского собора*

В XIX веке для позолоты огромного купола Исаакиевского собора в Петербурге использовали амальгаму золота и ртути. Масса нанесённого золота превысила 100 кг.

Мастера покрывали медные листы смесью золота и ртути, а затем нагревали их, чтобы ртуть испарилась. Лёгкий голубоватый дымок казался безобидным — но каждая частица содержала ядовитые пары. Несмотря на попытки защиты, многие рабочие погибли. Трагедия позолоты стала символом того, как невежество относи-

тельно токсичности ртути приводило к человеческим потерям [1], [7].

#### *Иван Грозный*

Учёные обнаружили в костях Ивана Грозного высокие концентрации ртути. В те времена ртутные мази использовали для лечения суставных болей. Есть версия, что длительное применение таких средств вызывало приступы ярости, один из которых привёл к гибели сына от его рук. Это историческая гипотеза, но она согласуется с медицинскими знаниями о хроническом воздействии ртутных соединений [7].

Как ртуть использовали раньше: Ещё в древности ртуть считали лекарственным средством. Однако на практике её применение нередко причиняло больше вреда, чем пользы.

- В исторических источниках описаны случаи, когда людям вводили в желудок стакан ртути для «восстановления проходимости кишечника». Разумеется, такие методы приводили к серьёзным отравлениям и смертельным исходам.
- Также она использовалась в различных сферах: для производства зеркал, золочения амальгамой и как лекарство от всевозможных заболеваний и в качестве антисептика. Многие больные погибали не от болезни, а от так называемого «лечения» [4].

Особенно опасны были пары ртути, выделяющиеся при обработке фетровых шляп, что приводило к профессиональным заболеваниям у шляпников и давало повод ассоциировать их с известными персонажами, как, например, безумный шляпник из «Алисы в стране чудес» Льюиса Кэрролла.

Ртуть долгое время была не просто металлом, а почти что «повседневным веществом», пока человечество не осознало, насколько она опасна.

- В XVIII–XIX веках соли ртути широко использовались при изготовлении тканей и косметики. Особенно популярны были фиолетовые и серебристые ткани, окрашенные с помощью соединений ртути. Дамы на балах действительно надевали платья, обработанные ртутными красителями, и при нагревании тела пары ртути испарялись. Постепенное отравление вызывало головокружение, слабость и даже смерть. Точно так же страдали портные и их кавалеры, вдыхающие ядовитые испарения [1], [7].
- В стоматологии раньше использовали амальгамы для пломб. Сейчас от этой практики почти полностью отказались.

Но при её применении происходили не только катастрофы, но и великие открытия: она стала ключом к созданию приборов, без которых невозможно вообразить становление точной науки. В 1714 году Даниэль Фаренгейт изготовил первый ртутный термометр — именно благодаря тому, что ртуть почти не меняет объём при нагревании и даёт стабильную шкалу. Позже Андерс Цельсий (1742 год) выбрал ртуть для своей шкалы по тем же причинам. Ртуть сделала возможным и развитие метеорологии: ртутный барометр Торричелли (1643) стал первым прибором, измеряющим атмосферное давление [1], [4].

Даже в лаборатории ртуть ведёт себя так, будто пытается ускользнуть из-под контроля. Её капли разбегают-

ся по стеклу, собираются в идеально округлые шарики, скрываются в микротрещинах. По этой причине в XIX веке даже возникла специальная профессия — «собира-тель ртути»: люди, которые вручную собирали микро-капли после аварийных проливов. Иронично, что имен-но ртуть, как было сказано, помогла человечеству создать первые точные измерительные приборы, но сама остава-лась веществом, от которого защититься было сложно

#### Современное использование

Современное применение ртути строго контролиру-ется. Она используется в электрохимии, аналитической химии, металлургии, сельском хозяйстве и лаборатор-ных исследованиях. Амальгамы продолжают применять-ся в стоматологии, но всё чаще заменяются безопасными материалами. Соединения ртути используют как консер-

ванты, катализаторы, пигменты и даже в детекторах ра-диоактивного излучения. [5]

#### Металл, стоящий за рамкой правил

Долгое время никто не мог уверенно сказать, можно ли считать ртуть «полноценным» металлом: ведь она не ковкая и не твёрдая. Но при охлаждении ниже  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$  ртуть превращается в металл с характерным блеском и способностью проводить тепло и электричество.

Её необычность — не признак исключения, а напоми-нение о том, насколько разнообразны свойства химиче-ских элементов. А её история — это история челове-ского познания: от слепого восхищения до осознанного отношения. Сегодня мы умеем пользоваться её свойства-ми, не наносит вреда природе и себе — и это, пожалуй, важный шаг науки вперёд.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Венецкий, С. И. Рассказы о металлах / С. И. Венецкий. — ИД «Руда и Металлы», 2005. — 432 с. — Текст: непосредственный.
2. Менделеев, Д. И. Основы химии / Д. И. Менделеев. — Москва: Наука, 1988. — 672 с. — Текст: непосредственный
3. Глинка, Н. Л. Общая химия / Н. Л. Глинка. — Москва: Химия, 2004. — 479 с. — Текст: непосредственный
4. Киприянов, В. А. История химических элементов/В. А. Киприянов. — Москва: Наука, 1991. — 254 с. — Текст: непосредственный.
5. Вильсон, М. Д. Тяжёлые металлы и экология / М. Д. Вильсон. — Москва: Мир, 2009. — 312 с. — Текст: непосредственный.
6. Ферсман, А. Е. Очерки по геохимии ртути / А. Е. Ферсман. — Москва: Академия наук СССР, 1934. — 198 с. — Текст: непосредственный.
7. Борисов, Н. История токсикологии тяжёлых металлов / Н. Борисов. — Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 1998. — 221 с. — Текст: непосредственный.
8. Minamata Convention on Mercury / United Nations Environment Programme. — Geneva: United Nations, 2013. — 44 p. — Текст: непосредственный.
9. Hawke, E. Mercury in World History and Society / E. Hawke. — Cambridge: Cambridge University Press, 2018. — 301 p. — Текст: непосредственный.

## Никель: невидимый супергерой современной цивилизации

*Юртаева Дарья Олеговна, учащаяся 11-го класса*

Среднее общеобразовательное учреждение № 20 г. Душанбе (Таджикистан)

**Научный руководитель: Хакимова Дильбар Кудратовна, кандидат химических наук, доцент**

Филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» в г. Душанбе (Таджикистан)

*Он был проблемой средневековых рудокопов и звали его «медный дьявол». Сегодня этот же элемент — невидимый архитектор нашей реальности, скрытый в блеске нержавеющей стали, в сердце реактивных двигателей и в энергии аккумуляторов будущего. Давайте узнаем всю правду о никеле. Эта статья — захватывающее расследование, которое раскроет, как один «неудачный» металл обманул историю, став титаном технологий и верным спутником чело-веческой цивилизации.*

**Ключевые слова:** металл, никель, элемент, руда, свойства, история.

1. История с привидением: как «ложная медь» обма-нула всех

Давайте перенесемся в Германию XVII века. Уставший рудокопа, который после долгого дня в шахте находит

красивую reddish-brown руду. «Медь!» — радостно думает он. Однако его ждет сильное разочарование. При попыт-ке выплавить металл из этой руды не получается ничего, кроме клубов ядовитого дыма и бесполезных отходов.

Средневековые горняки были суеверными. Они решили, что в недрах земли живет злой гном по имени Ник (Nickel), который подкладывает им «ложную медь» — Kupfernicker. Они ругали его, боялись, но продолжали наткаться на эту «неудачную» руду. Загвоздка была в том, что гнома Ника не существует. Проблема была в их знаниях. Они искали медь, а находили нечто совершенно новое. Настоящее открытие совершил в 1751 году шведский химик Аксель Кронштедт [1]. Он был тем самым «гением», который понял, что имеет дело не с бракованной медью, а с совершенно новым элементом. Он выделил из коварной руды серебристо-белый металл и, в честь той старой легенды, назвал его никелем. Так прозвище «обманщик» навсегда закрепилось за одним из самых полезных металлов в истории.

Интересный факт: Долгое время чистый никель был большой редкостью и ценился дороже серебра. Из него делали дорогие украшения и предметы роскоши, что довольно иронично, учитывая его сегодняшнюю роль «рабочей лошадки» [1].

2. Мастер превращений: как никель создает суперматериалы.

Главная суперсила никеля — это его умение работать в команде, в которой любимым его напарником является железо. Атомы никеля встраиваются в кристаллическую решетку железа, делая ее не просто прочнее, а умнее.

- Суперспособность № 1: Борьба с ржавчиной. Никель помогает стали обзавестись невидимым щитом — тончайшей пленкой оксидов на поверхности. Эта пленка защищает металл от воды и кислорода. Так рождается нержавейка. Вся наша кухня полна никеля: столовые приборы, раковина, корпус чайника. Без него наши здания, мосты и машины ржавели бы с большой скоростью [2].
- Суперспособность № 2: Управление пространством. Есть сплав под названием Инвар (36 % никеля, остальное — железо). Его способность заключается в том, что он почти не расширяется от жары и не сжимается от холода. Зачем это нужно? Представьте сверхточные часы, где малейшее тепловое расширение детали собьет весь механизм. Это магия, воплощенная в металле [2].
- Суперспособность № 3: Улавливание невидимого. Сплав Пермаллой (около 80 % никеля) — это магнитный супергерой. Он может улавливать самые слабые магнитные поля. Благодаря ему стала возможной первая телефонная связь через Атлантический океан. Сегодня он работает внутри ваших наушников, трансформаторов в зарядных устройствах и защищает вашу банковскую карту от размагничивания [2].
- Суперспособность № 4: Память формы. Это, пожалуй, самое полезное свойство никелевых сплавов, таких как нитинол (никель + титан). Вы можете согнуть изделие из такого сплава в трубочку, а потом, слегка нагрев его, увидеть, как оно возвращается к своей первоначальной форме. Такие сплавы используются в медицине для стентов, которые вводят в сосуд в сжатом виде, а внутри тела они сами расправляются [2].

3. От небес к земле: никель-космонавт и никель-помощник

А знаете ли вы, что первый никель, который использовало человечество, был внеземным? Железные метеориты, падавшие на Землю, очень часто состоят из сплава железа и никеля. Древние люди, находившие эти небесные камни, ковали из них оружие и украшения, даже не подозревая, что работают с металлом с другой планеты [3].

В нашей повседневной жизни никель — мастер на все руки.

- В кармане: монеты во многих странах мира, включая российские рубли, сделаны из мельхиора — сплава меди и никеля. Он прочный, износостойкий и имеет приятный серебристый блеск.
- В технике: аккумуляторы в вашем смартфоне или ноутбуке — литий-ионные, но их внутренние компоненты часто покрыты никелем для лучшей проводимости. А будущее за никель-металлгидридными (Ni-MH) батареями и новыми типами аккумуляторов, где никелю отводится главная роль.
- В красоте: зеркальное покрытие, которое вы видите в автомобильных фарах и в дизайнерских предметах — это часто блестящий слой никеля, нанесенный на пластик или металл. Он не только красив, но и долговечен.
- В искусстве: благодаря своей коррозионной стойкости, никель используется для создания скульптур и архитектурных элементов, которые годами противостоят непогоде. А знаменитый «серебряный» цвет многих современных памятников — это часто никелевое или хромированное покрытие.

4. Две стороны одной медали: друг и враг

Помимо всех достоинств, у никеля есть свои минусы. Это элемент с двойной натурой.

С одной стороны, он — друг. Никель является микроэлементом, необходимым для жизни некоторых растений, бактерий и даже животных. Он входит в состав фермента уреазы, который расщепляет мочевину. Без никеля этот важнейший биохимический процесс в природе просто остановился бы [1].

С другой стороны, он — скрытая угроза. Некоторые соединения никеля, особенно его соли и пыль, могут вызывать контактный дерматит. Это знакомая многим проблема от пряжек ремней, сережек или молний на джинсах, которые контактируют с кожей. В больших концентрациях, как в некоторых производствах, пары никеля токсичны и канцерогенны [1].

Этот симбиоз заставляет нас относиться к никелю с уважением. Он — мощный инструмент, но требует грамотного и осторожного обращения. Современная наука и медицина активно работают над тем, чтобы нивелировать его риски, максимально используя его преимущества.

Так что же такое никель? Чем же он является?

Никель — это фундамент. Это тот незаметный, но абсолютно необходимый элемент, который держит на себе здания нашей техники, медицины, энергетики и быта.

В следующий раз, когда вы будете есть нержавеющей вилкой, ехать в блестящем автомобиле, пользоваться смартфоном или просто смотреть на себя в зеркало, вспомните о никеле — невидимом супергерое, который сделал все

это возможным [3]. Его история — это история человеческой изобретательности, превратившей «медного дьявола» в одного из главных архитекторов нашего современного мира.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Венецкий, С. И. Рассказы о металлах / С. И. Венецкий. —: ИД «Руда и Металлы», 2005. — 432 с. — Текст: непосредственный.
2. Тупикин, Е. И. Химия металлов / Е. И. Тупикин. — 2-е изд. — Москва: Юрайт, 2025. — 93 с. — Текст: непосредственный.
3. Курамшин, А. И. Элементы: замечательный сон профессора Менделеева / А. И. Курамшин. — Москва: АСТ, 2019. — 136 с. — Текст: непосредственный.



# БИОЛОГИЯ

## Перепела: от дикой природы до домашнего разведения

Андин Николай Алексеевич, учащийся 4-го класса

Научный руководитель: Зайнетдинова Ирина Владимировна, учитель начальных классов,  
заместитель директора по УВР  
МБОУ «Гимназия № 16» г. Красноярск

В статье исследуется проблема выращивания перепелов в домашних условиях. На основе анализа специальной литературы определено, как и когда люди начали приручать этих птиц. Исторические сведения осмыслены во взаимосвязи с практическими аспектами. Проведено анкетирование среди сверстников. Изучена полезность перепелиных яиц. Сделан вывод о том, что выращивание перепелов — это не просто хобби, а вполне реальная возможность обеспечить себя полезными продуктами.

**Ключевые слова:** перепелки, инкубатор, «вредный» холестерин, питательные и полезные продукты.

### Введение

**Актуальность.** Мои родители — врачи и при приготовлении домашней еды используют питательные и полезные продукты. Они мне рассказали о пользе перепелиных яиц, поэтому летом мы с бабушкой и дедушкой решили завести перепелок.



**Цель работы** — выведение перепелок в домашних условиях.

Цель определила необходимость решения следующих задач:

1. Выяснить, кто такие перепелки, узнать об истории их одомашнивания и разведения.
2. Определить пользу перепелиных яиц.
3. Провести опрос среди одноклассников, чтобы выяснить, знают ли они о таких видах птиц, о пользе и необходимости регулярного употребления в пищу перепелиных яиц.
4. Установить путем наблюдения, как питание и температурный режим влияют на яйценоскость перепелов.

**Гипотеза:** если разводить перепелок в домашних условиях, то не придется покупать в магазине перепелиные яйца и они всегда будут свежие.

**Объект исследования** — домашние перепелки.

**Методами исследования** послужили:

- теоретическое исследование (изучение специальной литературы и материалов из интернет-источников);
- анкетирование;
- наблюдение;
- анализ полученных результатов.

### Теоретическая часть

Кто такие перепелки? *Перепелка* — один из самых мелких представителей семейства фазановых, отряда куриных. В природе существует несколько видов перепелов. Каждый из них имеет свою индивидуальную окраску оперения. Перепела относятся к перелетным птицам. Они обитатели степей, равнин, полей. Предпочитают наиболее плодородные, богатые хлебными растениями места. Питаются различной растительной пищей.

Первые сведения о пользе перепелиного мяса встречались еще в Древнем Египте. Известно, что разведением перепелов занимались в Древнем Риме. Именно китайцы считаются первым народом, который одомашнил перепелов с целью получения от них лечебных продуктов. Японцы вывезли из Китая целую партию перепелок с целью разведения. Одомашниванием и разведением перепелок в нашей стране начали заниматься с середины 60-х годов XX века, после завоза их в 1964 году из Югославии.

**В чем польза перепелиных яиц?** В перепелиных яйцах содержатся:

- витамины группы B, A, PP;
- незаменимые аминокислоты (для полноценного роста и развития организма, восстановления поврежденных тканей и т. д.);



- минеральные вещества (кальций, железо, фосфор, калий, медь и пр.);
- ненасыщенные жирные кислоты, способствующие утилизации «вредного» холестерина;
- лецитин, который давно используют в качестве гепатопротектора.

Скорлупа перепелиного яйца богата кальцием.

Белки и желтки перепелиных яиц одинаково необходимы человеку. В них содержится масса веществ, играющих важную роль в полноценном функционировании организма.

### Практическая часть

#### Выведение птенцов



К сожалению, у перепелов в домашних условиях отсутствует материнский инстинкт, и они не насиживают яйца, поэтому выводят птенцов только в инкубаторе.

Мы с дедушкой выбрали инкубатор «Золушка», так как у него много преимуществ перед другими моделями. Измерители влажности и температуры — электронные, очень точные. Имеются функция переворота яиц и вентиляция инкубатора. Он нагревается водой и в случае отключения электроэнергии 8 часов сохраняет тепло.

Яйца перед закладкой в инкубатор держали в холодильнике при температуре 8–10 °С. Для получения высокого результата выводимости яйца должны храниться в холодильнике не более 7 суток. Мы с дедушкой в инкубатор положили 10 яиц.

Важно соблюдать режим влажности и температуры. Яйца должны прогреться и не высохнуть под скорлупой. С первых дней влажность составила 57 %, температура — 37,6 °С. На 10-е сутки включили вентиляцию, так как зародыш начинает активно дышать. На 13-е сутки птенцы начали вылупляться. Из 10 яиц вылупилось 3 перепела. Выходили так: пробивали изнутри стенки яичной скорлупы в виде полукруга и выбирались из нее.

Я провел измерения птенцов: масса составила около 2 граммов, рост — около 5 сантиметров. Их отсадили в картонную коробку, под лампу с красным светом мощностью 100 Вт. Такая лампа может быть включена 24 часа и позволяет птенцам не реагировать на смену дня и ночи. Под такой лампой не болят глаза, она бактерицидная, свет не мешает птенцам спать.

**Режим кормления.** При выкармливании перепелят нужно соблюдать особый режим. Выкармливание делят на этапы.

**Первый этап** определяется как период с 1-го по 7-й день жизни.



Он является самый важный, так как именно здесь идет отбор на выживаемость птенцов. В этот период мы использовали перемолотый корм, добавляли перепелиные яйца. Куриные яйца давать нежелательно, так как есть опасность заражения птенцов заболеваниями кур. Давали чистую воду.

У перепелят очень плохо развит инстинкт питания. В условиях искусственного разведения необходимо проводить постукивание при кормлении, которое имитирует стук клюва матери. Постукивать нужно все время, пока птенцы едят, иначе они сразу прекращают есть. На 3-и сутки самостоятельно начинают есть.

Во 2-й день развития в корм добавили свежий творог из расчета 2 грамма на 1 птенца. С 3-го дня стали добавлять в корм зелень, перемолотую в кофемолке. Количество зелени должно составить 2 грамма на 1 птенца в сутки. С 4-го дня питание остается таким же: зелень, творог, перепелиные яйца, пшено. С 4-го по 7-й день в воду добавляли рыбий жир — 1 грамм на 10 птенцов. Кормят птенцов 5 раз в сутки.

Второй период жизни перепелят приходится на 2–4-ю недели. В этот период рацион кормления был следующий: смешивали в одинаковых пропорциях кукурузную, пшеничную, ячневую крупы, добавляли растертую в порошок скорлупу перепелиных яиц и зелень. Много давали моркови и капусты.

**Устройство клетки.** После вывода птенцов собрали в картонную коробку, но это было их временное жилье. На 2-е сутки перевели на постоянное место жительства — в клетку. Поставили мощную лампу. Сверху прикрывали сеткой.

На каждого перепела пространство должно составлять 20 × 20 см. Дно сделано из сетки 10 × 5 мм и под уклоном, чтобы просыпались отходы и в клетке было сухо. Запрещается ставить клетку с птицами на солнце, поскольку это будет взбудораживать самцов и они начнут друг с другом драться. Пернатым нужно обеспечить оптимальную длительность светового дня, которая должна быть не меньше 12 часов.

### Исследование: что известно третьеклассникам о перепелках?

Я узнал много полезного о перепелах и продуктах питания, которые дают нам эти маленькие птички. Мне стало интересно: что знают мои одноклассники о пользе перепелов и известно ли им, насколько полезны перепелиные яйца?

Я провел анкетирование среди 24 учащихся 3-х классов нашей школы. Им были предложены следующие вопросы:

- Кто такие перепелки?
- Знаете ли вы, как выглядят перепелиные яйца?
- Пробовали ли вы яйца перепелок? Если да, то в каком виде: свежие, вареные, жареные, добавленные в какой-либо продукт?
- Как часто вы употребляете перепелиные яйца?
- Как вы считаете, какие яйца полезнее: куриные или перепелиные?
- В чем польза перепелиных яиц?

По результатам анкетирования я выявил: 2 ученика (8 %) не знают, кто такие перепелки; 2 ученика (8 %) не знают, как выглядят перепелиные яйца; 8 учеников (33 %) пробовали их; 3 ученика (12,5 %) регулярно употребляют; 13 учеников (54 %) считают, что полезнее куриные яйца; лишь 9 учеников (37,5 %) знают, в чем польза перепелиных яиц, причем они считают, что польза перепелиных яиц только в содержании белка.

Я сделал вывод: надо будет обязательно ребятам рассказать о своих питомцах — домашних перепелках и пользе перепелиных яиц.

#### **Заключение**

Таким образом, в ходе проведения исследования мной была выполнена следующая работа:

1. Изучив специальную литературу, я узнал, кто такие перепелки, где и когда они были впервые одомашнены.
2. Определил пользу употребления перепелиных яиц.
3. С помощью анкетирования среди учащихся 3-х классов узнал, что очень мало ребят знают о ценности перепелиных яиц.
4. Изучил условия содержания перепелов и развел их в домашних условиях.

В результате я выяснил, что содержать перепелок в домашних условиях возможно. Яйца их гораздо питательнее и полезнее, чем куриные. Если за птицами качественно ухаживать, то их яйценоскость увеличивается.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Бондаренко, С. П. Содержание перепелов / С. П. Бондаренко. — М.: АСТ, 2012. — 96 с.
2. Пигарева, М. Д. Разведение перепелов / М. Д. Пигарева. — М.: Россельхозиздат, 1978. — 62 с.
3. Рахманов, А. И. Разведение домашних и экзотических перепелов / А. И. Рахманов. — М.: Аквариум-Принт, 2009. — 64 с.: ил.
4. Рахманов, А. И. Домашняя птица. Содержание и разведение на приусадебном участке и в городских условиях / А. И. Рахманов. — М.: Аквариум-Принт, 2016. — 256 с.
5. Можно ли на даче разводить перепелов? — URL: <http://farmerznaet.com/pticevodstvo/perepela/uhod-i-razvedenie.html>
6. Перепелка (*Coturnix coturnix*). — URL: <http://zooschool.ru/birds/vidy/galliformes/6.shtml>

## **Влияние цвета на настроение человека**

*Каримова Аниса Азизовна, учащаяся 11-го класса*

Лицей Филиала Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова в Душанбе (Таджикистан)

*Рахимова Раъно Ихтиёровна, учащаяся 11-го класса;*

Иматшоев Мансур Умедович, учащийся 11-го класса

Российско-таджикская средняя общеобразовательная школа Российско-Таджикского (Славянского) университета (г. Душанбе, Таджикистан)

**Научный руководитель:** *Яруллина Лилия Равиловна, учитель биологии, химии, участник проекта «Российский учитель за рубежом»*

Российский центр науки и культуры «Русский Дом» в г. Душанбе (Таджикистан)

*Темные тучи превращаются в небесные цветы, когда их поцелует свет.*  
*Рабиндранат Тагор*

**Введение.** Вы когда-нибудь задумывались о том, как цвет влияет на наше психоэмоциональное состояние (физиологию, настроение и др.), восприятие, активность или аппетит? Ответам на эти и другие вопросы было посвящено наше исследование, результаты которого представлены в данной статье.

Для начала разберем, что такое цвет, кто ввел это понятие, описал физические свойства цвета и его влияние на человека с психологической точки зрения. Мы окунемся в мир красок, узнаем много нового, а в конце статьи каждый найдет интересный факт о своем любимом цвете.

**Понятие цвета.** Итак, что же такое цвет? Цвет — это некое ощущение, которое мы испытываем, когда свет попадает на сетчатку глаза. Фактически это то, как наш мозг воспринимает волны света, которые отражаются от объектов или излучаются ими. Сам объект не имеет цвета — он становится цветным, когда на него попадает свет; именно этот факт лежит в основе идеи Исаака Ньютона о том, что цвет — это сочетание света и тьмы (речь об этом пойдет дальше).

Цвет — сильнейший инструмент воздействия на человека, и специальная область психологии — психология цвета — изучает, как он влияет на наши эмоции, восприятие и поведение.

**История изучения цвета.** Основоположителем теории цвета считается древнегреческий ученый Аристотель — он изучал цвета еще в IV веке до н. э. Аристотель считал, что все цвета происходят от белого и черного, то есть света и тьмы, и пытался найти их взаимосвязь с четырьмя стихиями: водой, землей, огнем и воздухом. С белым цветом Аристотель ассоциировал воду, воздух и землю, а черный считал маркером разрушения или переходного состояния. Согласно его теории, два эти цвета — черный и белый — определяют границу диапазона видимого.

Исаак Ньютон — родоначальник современной теории цвета — полностью перевернул традиционные научные представления о поведении света. Он открыл, что белый солнечный свет является комбинацией всех цветов спектра, экспериментально доказав: когда свет проходит сквозь призму, он расщепляется на красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый, образуя полосу, последний цвет в конце которой повторяет первый. Впоследствии Ньютон визуально представлял цветовой спектр в виде круга, где описанная выше последовательность завершалась искусственным восьмым цветом — пурпурным. Интересно, что ученый ассоциировал семь цветов с семью планетами.

Иоганн Вольфганг фон Гёте — немецкий поэт и ученый-энциклопедист — был первым, кто изучал цвет с точки зрения эстетики и психологического влияния на человека. Свою концепцию он изложил в книге «Учение о цвете», посвященной природе рассматриваемого феномена и вопросам, связанным с его восприятием. Гёте вступает в своего рода научный спор с самим Ньютоном: если великий английский ученый рассматривал цвет исключительно с позиций физики, немецкий классик различал воздействие цвета на физиологию и психику, то есть его влияние на организм и внутренний мир человека. Он разработал цветовой круг, состоящий из шести цветов (красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, фиолетовый), разделив их на две категории: «плюс» (теплые цвета) и «минус» (холодные).

Как же цвет влияет на настроение человека? В чем «суперсила» этого явления? Ученые из Висконсинского университета (США) провели эксперимент: домохозяйкам предложили продегустировать кофе из четырех чашек. Рядом при этом стояли коробки разных цветов: синего, желтого, красного и коричневого. Когда жен-

щин попросили описать вкус напитка, результаты были такими: кофе из чашки, стоявшей возле синей коробки, показался им мягким и приятным; возле желтой — слабым; у красной — ароматным и вкусным; а возле коричневой — слишком крепким. Вот только напиток во всех чашках был одинаковым!

Что же это значит? Как цвет мог так повлиять на вкус? Это вовсе не магия, а специфика работы мозга. Видя конкретный цвет, мы ожидаем почувствовать определенный вкус, вследствие чего мозг предлагает нам те или иные ощущения: если коробка красная, мы ждем, что вкус будет ярким, если желтая — мягким. Этот феномен получил название «нисходящая обработка информации»<sup>1</sup>: мы заранее знаем, какое влияние оказывает конкретный цвет, опираясь на собственный опыт и ассоциации. Совсем не удивительно, что коммерческие компании используют данный факт для увеличения продаж своих товаров — это своего рода маркетинговый ход: все яркое, заметное, необычное автоматически привлекает наше внимание.

Мозг сам конструирует наши впечатления об объектах определенного цвета и связанные с ними ассоциации. Например, в коробке черного цвета мы ожидаем увидеть что-то солидное, дорогое, а в розовой — нежное или сладкое. Зеленые конфеты кажутся нам кислыми, потому что этот цвет ассоциируется с яблоком и лаймом. По этому же принципу «работают» дорожные знаки: красный — значит «стоп», «опасность», «запрет»; желтый — «предупреждение». Цвет вызывает мгновенную реакцию, поскольку мозг считывает его быстрее, чем текст или символы.

**Характеристики цветов.** Рассмотрим характеристики каждого из семи цветов радуги и их воздействие на нас.

**Красный** — один из самых привлекающих внимание цветов, олицетворяющий любовь и войну, созидание и разрушение, силу, энергию и опасность. Это цвет лидерства, упорства, страсти. Психологические особенности его восприятия таковы: он стимулирует желание жить, бороться, достигать желаемого. Из всех цветов именно красный вызывает самые сильные эмоции. Исследования показывают, что он повышает мышечное напряжение, активирует реакции бдительности и мобилизации.

**Оранжевый** традиционно ассоциируется с жизнерадостностью и оптимизмом. Люди, выбирающие одежду этого цвета, кажутся более позитивными и открытыми. Это уникальный цвет, создающий ощущение праздника, стимулирующий решение трудных задач. Согласно «Учению о цвете» Гёте при взгляде на оранжевый нам становится радостнее, уютнее и теплее. Оранжевый создает уют, атмосферу доверия и доброты.

**Желтый** — словно яркий лучик солнца в сером небе, свет в конце темного туннеля. Он дарит нам надежду и вселяет уверенность в себе, воодушевляет нас, делая все эмоции сильнее и насыщеннее, но в то же время предупреждает, если нужно быть осторожнее и внимательнее. Самое главное — желтый активизирует интеллектуальную вовлеченность. Это лучший цвет для привлечения внимания, особенно при движении; именно поэтому он

1 Top-down processing and perception (англ.) — когнитивный процесс, при котором для интерпретации новой сенсорной информации используются уже имеющиеся знания, ожидания и контекст.

используется для оформления предупреждающих знаков дорожного движения («внимание», «опасно»), жилетов безопасности, различных ограждений.

**Зеленый** — цвет природы: он ассоциируется с растениями, весной и обновлением, оказывает на психику человека успокаивающее и восстанавливающее действие. В европейской культуре зеленый символизирует надежду и возрождение. Он широко применяется в дизайне интерьера, делая любое помещение уютным и «живым».

**Голубой** — цвет неба и воды. Он создает ощущение простора, легкости и спокойствия, облегчает восприятие информации, способствует стабилизации эмоций и уменьшает тревожность. Голубой символизирует мудрость, мир и нежность.

**Синий** цвет — один из наиболее прохладных в спектре. С ним ассоциируются морские глубины, ночное небо, тишина. Синий приносит спокойствие и уверенность в своих силах, однако самые темные его оттенки могут усиливать ощущение одиночества из-за ассоциаций с ночной тьмой. Он подавляет аппетит: в природе нет плодов синего цвета, и поэтому мозг не связывает его с едой. Вот почему людям, страдающим лишним весом, рекомендуется использовать посуду синего цвета.

**Фиолетовый** получается в результате смешивания красного и синего цветов, поэтому одновременно олицетворяет энергичность и глубину. Он воспринимается как загадочный, эмоционально насыщенный, цвет творчества. В больших количествах может вызывать переутомление, меланхолию, ощущение одиночества. Фиолетовый ассоциируется с чувствительностью и элитарностью, поэтому часто используется в оформлении упаковки дорогой косметики и духов.

**Результаты исследования.** Нами было проведено практическое исследование — опрос «Влияние цвета на настроение учащихся» — среди обучающихся 11-го класса. В опросе приняли участие 36 респондентов: 14 девушек и 22 юноши. Целью исследования было выяснить, какие цвета оказывают на школьников наиболее выраженное эмоциональное воздействие. Респонденты отвечали на следующие вопросы: 1) «Каков ваш любимый цвет?»; 2) «Какие цвета вы предпочитаете при выборе одежды и школьных принадлежностей?»; 3) «Какие цвета и оттенки оказывают наиболее сильное влияние на ваше настроение?».

Проанализировав ответы, мы получили следующие результаты:

- 1) В качестве любимых цветов девушки называли фиолетовый (36 %), розовый (29 %), красный (21 %), желтый (14 %); юноши чаще выбирали синий (42 %), черный (28 %), голубой (21 %), зеленый (9 %). Вывод: девушки предпочитают более яркие и нежные цвета, чтобы подчеркнуть свой стиль, а юноши — более насыщенные и темные, чтобы выглядеть мужественно.
- 2) При выборе одежды девушки предпочитают бежевый и различные пастельные тона, а для школьных принадлежностей и аксессуаров — розовый и светло-голубой. Юноши выбирают одежду черного и серого цветов, школьные принадлежности — синего и красного. Вывод: такой выбор цветов связан с социальными привычками.

- 3) Большинство участников опроса отметили, что успокаивающее воздействие оказывают на них голубой (ассоциируется с небом и воздухом) и зеленый (например, растения в классе выглядят эстетично и радуют глаз); поднимают настроение желтый (ассоциируется с солнцем и радостью в целом) и оранжевый; раздражают красный (слишком яркий, провоцирует стресс, особенно во время контрольной или экзамена) и черный (вызывает грусть и апатию).

Результаты исследования показали, что цвета оказывают значительное влияние на настроение и мотивацию учащихся. Девушки выбирают более теплые и нежные оттенки, вызывающие ощущение гармонии и спокойствия; юноши предпочитают насыщенные и контрастные, олицетворяющие энергию и силу. Следует отметить, что восприятие цвета связано как с индивидуальными особенностями личности, так и культурными привычками.

#### Интересные факты о цветах.

1. Красный цвет может вызвать чувство голода, а зеленый, наоборот, предотвратить его возникновение: именно поэтому кафе и рестораны так часто используют эти цвета в оформлении.
2. Существуют люди, которые боятся цвета: хромофобия, или хроматофобия, — боязнь какого-либо цвета или окрашенных в него предметов. Причинами возникновения данной фобии могут стать эмоциональная травма или навязчивые ассоциации, связанные с определенным цветом. У хромофобии существуют подтипы: эритрофобия — боязнь красного, ксантофобия — желтого, меланофобия — черного.
3. Мы видим больше оттенков зеленого, чем любого другого цвета. Это связано с процессом эволюционной адаптации: наши предки должны были быстро находить в природе плоды и растения, чтобы не подвергать себя повышенной опасности.
4. В мире встречается оттенок черного цвета, который можно охарактеризовать как «чернее черного»: существует материал Vantablack, поглощающий 99,97 % света. Он настолько темный, что невозможно оценить объем и форму предмета, увидеть на нем тени.
5. Если наблюдать восход Земли с поверхности Луны, наша планета выглядит бело-голубой. Космонавты говорят, что она похожа на светящуюся жемчужину: так отражают солнечный свет облака и океаны.
6. Некоторые животные видят цвета, недоступные человеку. Например, креветка-богомол имеет 16 типов колбочек, тогда как у человека их всего 3. Благодаря этому она может видеть ультрафиолет, инфракрасный свет и поляризацию, незаметные людям.
7. Серый цвет подавляет чувство времени. Находясь в помещении, оформленном в серых тонах, люди иначе воспринимают течение времени и думают, что прошло меньше, чем на самом деле.

**Выводы.** Итак, цвет — это не просто физический феномен, а мощный инструмент, способный менять наше



настроение. Он может возбуждать или успокаивать, вдохновлять и настраивать на размышления. Цвета со-

провождают нас повсюду, незаметно влияя на наши мысли, чувства и восприятие мира.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. История цвета // Parade.ru. — URL: <https://parade.ru/media/wiki/history/>
2. Мэдсен, Р. В. Краткая история и теория цвета / Р. Мэдсен // Awdee.ru. — URL: <https://awdee.ru/a-short-history-of-color-theory/>
3. Цвет // Википедия — свободная энциклопедия. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Цвет>
4. Гёте, И. В. Учение о цвете. — М.: АСТ, 2021. — 256 с.
5. Сила цвета // Научная Россия. — URL: <https://scientificrussia.ru/articles/sila-cveta>

## Влияние инвазионного вида недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на флористическое разнообразие в парках Москвы

Репан Елизавета Юрьевна, учащаяся 8-го класса

Научный руководитель: Воробьева Олеся Алексеевна, педагог дополнительного образования;

Научный руководитель: Воронова Галина Андреевна, учитель биологии

ГБОУ г. Москвы «Школа № 444»

В данном исследовании изучали влияние недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на флористическое разнообразие в парках города Москвы. В результате эксперимента было выявлено, что недотрога железистая (*Impatiens glandulifera*) обладает сильным аллелопатическим влиянием различных органов и большим фитогенным полем, что позволяет ей легко внедряться в новые растительные сообщества, при этом занимая достаточно большую территорию.

**Ключевые слова:** недотрога железистая, инвазивный вид, фитогенное поле, аллелопатия, растительное биоразнообразие.

В результате усиления антропогенного влияния на окружающую среду происходит сокращение биоразнообразия аборигенных видов растений, что является одной из главных проблем современности (Кондратьев и др., 2019; Kalisz et al., 2021). Особенно негативное влияние наблюдается в урбанизированных зонах и регионах интенсивного техногенного загрязнения, где усиливается межвидовая конкуренция среди фитоценозов, сопровождающаяся проявлением аллелопатии, что ведет к деградации местных растительных сообществ и постепенной элиминации аборигенных видов.

Одновременно с этим значимой современной угрозой выступает расширение ареала инвазионных видов, приводящее к частичному или полному уничтожению естественного растительного покрова. Данный процесс носит общемировой характер и проявляется повсеместно, включая территорию Российской Федерации. Непосредственно в Москве отмечается наличие множества агрессивных интродуцентов, негативно воздействующих на местные флоры. К числу наиболее распространенных относится недотрога железистая (*Impatiens glandulifera*), являющаяся сильным инвазивным видом. Она обладает высоким уровнем адаптации и способностью вызывать глубокие изменения окружающей её территории. При

появлении на новой территории недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) может частично или полностью поменяться растительное биоразнообразие. Особенно страдают городские ландшафты, подвергшиеся антропогенному влиянию и содержащие селекционно-выведенные виды и сорта растений. Внедрение недотроги железистой и дальнейшее частичное или полное уничтожение данных видов несет для человечества не только экологические, но и экономические проблемы. В связи с этим исследование воздействия данного вида на городскую флору позволит разработать эффективные меры мониторинга и контроля распространения инвазивного растения, сохраняя биоразнообразие аборигенных видов растений.

#### Определение биоразнообразие растений в фитогенном поле Недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*):

Для определения влияния инвазионного вида недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на местную флору, мы проанализировали биологическое разнообразие видов, произрастающих рядом с данным видом в одном экотопе. Оценивания видового разнообразия проводилось на территории парка Юза (55.888970, 37.681095).

Мы оценивали разнообразие видов пользуясь общепринятой методикой (Черняева и др., 2018). Определили



виды, произрастающие в непосредственной близости растения, в фитогенном поле растения и за границей фитогенного поля данного вида. После полученных данных результаты занесли в таблицу и произвели расчет индекса видового разнообразия (индекс Шеннона).

#### Биотестирование

Для оценивания аллелопатической активности растительных остатков недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) было проведено биотестирование.

**Приготовление экстрактов.** Листья, корни, стебли и соцветия с семенами были собраны с 10 хорошо развитых растений в августе 2025 года на территории парка «Яуза» (55.888970, 37.681095). Собранный материал принесли в лабораторию и промыли водопроводной водой, высушили до воздушно-сухого состояния. Далее весь высушенный материал просеяли через сито с диаметром ячеек 2 мм, поместили в колбу на 100 мл и довели до метки дистиллированной водой. Водные экстракты с дистиллированной водой настаивали в темноте при комнатной температуре в течении 24 часов.

**Тест культура.** В качестве биоиндикатора был выбран кресс-салат (*Lepidium sativum*) сорт Весенний. От других видов растений он выгодно отличается быстрым прорастанием семян и заметными морфологическими изменениями под действием стресс-факторов.

**Биотесты.** Мы провели биотестирование, используя семена кресс-салата (*Lepidium sativum*) сорт Весенний.

В стерильную чашку Петри поместили 10 семян тест-культуры по 3 аналитических повторности в каждом варианте опыта. В каждую чашку внесли по 4 мл экстракта каждого вида. Опыт повторили дважды. Первые 3 дня прорастание семян фиксировали каждые 6 часов (72 часа), далее фиксирование прорастания осуществляли каждые 12 часов. В качестве контроля использовали аналитические повторности с дистиллированной водой.

#### Обнаружение фитогенного поля

##### Определение аллелопатических веществ в почве.

Вторичные активные экзометаболиты попадают в почву во время дождя, с корневыми выделениями, или при разложении растительных остатков недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*). В связи с этим мы провели анализ аллелопатической активности почв.

**Сбор материалов почвы.** С целью определения фитогенного поля от десяти хорошо развитых растений отметили три точки (0 см, 20 см, 60 см) по методики Черняевой (Черняева и др., 2019). С каждой из выбранных точек собрали материал почвы, предварительно убрав первые 5 см верхнего слоя. Собранный материал принесли в лабораторию и высушили до сухого состояния. Затем весь высушенный материал просеяли через сито с диаметром ячеек 2 мм.

**Веgetационный опыт.** Подготовленную почву поместили в специализированные ячейки объемом 100 мл. Внесли 5 семян тест культуры в шахматном порядке по 3 аналитических повторности в каждом варианте опы-

та и залили во все ячейки по 17 мл дистиллированной воды в соответствии с влагоемкостью почвы (60 %), затем ячейки поместили в вегетационный домик. Выращивание растений происходило в факторостатируемых условиях (фотопериод 14 ч (плотность потока фотонов около 200 мкМ/(м<sup>2</sup>·с)). Первые 3 дня прорастание семян фиксировали каждые 6 часов (72 часа), далее фиксирование прорастания осуществляли каждые 12 часов. В качестве контроля использовали аналитические повторности с нейтральной почвой. Каждый день производили учет взошедших семян и замеры длины надземной части проростков. На 6 сутки растения выкопали и определили итоговую длину корня.

**Посев семян.** Растения выращивали в пластиковых ячейках, объемом 100 мл. Посев семян проводили в почвосмеси на глубину 0,5 см. В каждую ячейку поместили в шахматном порядке по 5 семян кресс салата.

**Тест культура.** В качестве биоиндикатора был выбран кресс-салат (*Lepidium sativum*) сорт Весенний. От других видов растений он выгодно отличается быстрым прорастанием семян и заметными морфологическими изменениями под действием стресс-факторов.

**Повторность и статистическая обработка данных.** В каждом варианте опыта 3 аналитических повторностей (15 семян). Опыт повторили дважды.

**Полную всхожесть  $G_T$**  (Germination Total) вычислили по формуле:

$$G_T = N_T \times 100 / N$$

Для расчета  $N$  использовали итоговое число проросших семян в контроле ( $N_{\text{контроль}}$ ) (Черняева и др., 2022).

Средневзвешенное значение периода прорастания семени  $T_{\text{ср}}$  рассчитали по формуле А. Ф. Бухарова с соавторами (Buharov et al., 2017).

$$T_{\text{ср}} = \sum (N \% n \times T_n) / \sum N \% , \text{ где}$$

$T_{\text{ср}}$  — средневзвешенный показатель, отражающий период прорастания одного семени в часах,  $T_n$  — время в часах, начиная с момента постановки опыта,  $N \% n$  — доля проросших семян в процентах от общего числа семян в каждые отдельные часы  $n$ ,  $T_n$  — число часов с момента закладки опыта,  $\sum N \%$  — сумма ежесуточных долей проросших семян или итоговый процент проросших семян на последний день наблюдений.

Абсолютную среднюю скорость прорастания ( $V$ ) в единицах семян сутки<sup>-1</sup> рассчитали для временного интервала между прорастанием первого и последнего семени по формуле:

$$V_n = N_n / n,$$

где  $V_n$  — значение средней абсолютной скорости прорастания семян за период  $n$  суток,  $N_n$  — число проросших семян за период  $n$  суток.  $n$  — число суток, за которые проросли семена (Черняева и др., 2022).

Абсолютную длину корня  $RL$  (Root Length) фиксировали в последнем наблюдении.

Индекс Шеннона был высчитан по формуле:

**Формула:**  $H' = - \sum p_i \ln p_i$ , где  $p_i$  — доля особей  $i$ -го вида от общего количества.

Статистическую обработку провели с помощью дисперсионного факторного анализа с повторными измерениями ANOVA и однофакторного анализа. Парные сравнения выборок по одному или нескольким параметрам проводили с помощью Тьюки-теста (Tukey HSD). Данные предварительно тестировали на нормальность. Определяли среднее арифметическое и стандартную ошибку. Расчеты выполнены в программе PAST версия 4.16.

#### Результаты и их обсуждения

#### Определение наиболее аллелопатически активных частей растения

**Показатели всхожести.** Одним из процессов, в котором заметны изменения при действии различных факторов, является процесс прорастания семян. При действии неблагоприятных условий можно наблюдать ингибирование данного процесса (Титов и др., 2014).

В ходе проведенного исследования нами было выявлено сильное аллелопатическое воздействие различных частей недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на период прорастания семян тест культуры. Период прорастания одного семени ( $T_{ср}$ ) при воздействии различных частей вегетативных и генеративных органов недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) был выше в 1–1,4 раза по сравнению с контролем (Рис. 1.).

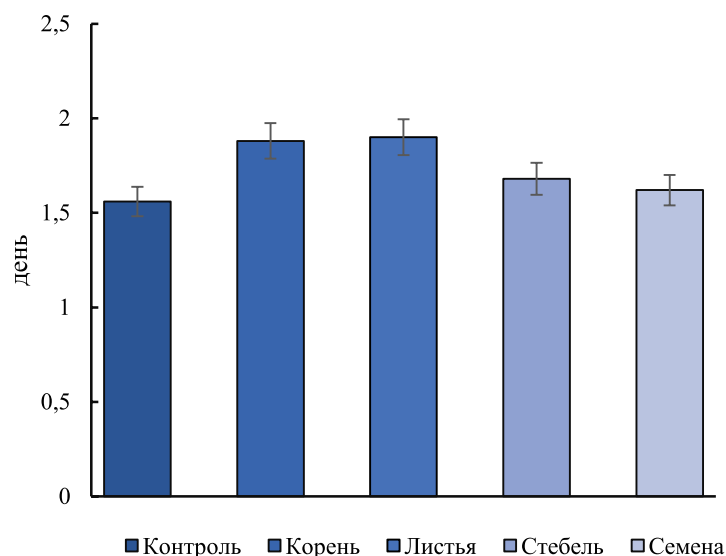


Рис. 1. Влияние различных частей вегетативных и генеративных органов недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на период прорастания проростков тест-культуры. Приведены средние значения с стандартной ошибкой. Разные литеры означают достоверную разницу при  $p \leq 0,05$  согласно Тьюки-тесту

Полная всхожесть семян во всех вариантах опыта была также снижена по сравнению с контрольной группой и составляла 60–80 %. Наибольшее ингибирующее воздействие проявили корень и листья ( $1,88 \pm 0,09$  и  $1,9 \pm 0,1$ ).

Абсолютная средняя скорость прорастания семян в данных группах была ниже по сравнению с контролем в 1–1,5 раза (Рис. 2).

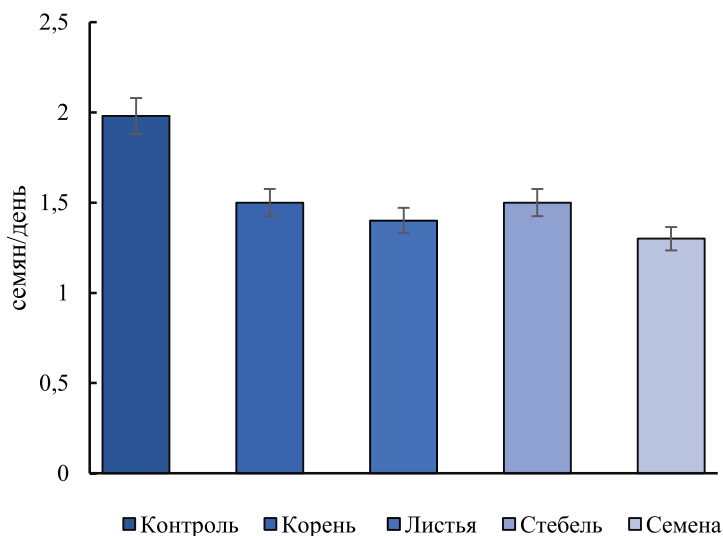


Рис. 2. Влияние различных частей вегетативных и генеративных органов недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на абсолютную скорость прорастания проростков тест-культуры. Приведены средние значения с стандартной ошибкой. Разные литеры означают достоверную разницу при  $p \leq 0,05$  согласно Тьюки-тесту

Полученные данные полностью согласуются с предыдущими исследованиями. В статье Репан, 2025 с соавторами описывает ингибирующее воздействие недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на показатели прорастания тест культуры.

Наибольшим влиянием на период прорастания и абсолютную скорость прорастания оказали корень и листья недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*). Вероятно, это связано с большим количеством выделений аллелопатических веществ посредством корневой системы в почву для воздействия на растения — реципиенты. Листья также богаты аллелопатическими веществами, которые могут быть выделены в почву посредством дождевых смывов и их дальнейшем разложением.

Семена недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) не оказали существенного воздействия на период про-

растания семян, но существенно снизили абсолютную скорость прорастания семян тест культуры. Такая «стратегия» недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) помогает семенам в прорастании, и быть конкурентно-способной при расселении на новые территории, и при потреблении полезных веществ.

**Ростовые параметры проростков.** Изменение ростовых параметров растений служит маркером нарушений в протекании многих процессов, происходящий при действии различных стресс-факторов (Waheed et al, 2009).

При воздействии аллелопатических веществ различных частей растения недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) происходило ингибирование ростовых процессов тест культуры и как следствие снижение итоговых ростовых показателей корня и гипокотилия в 2–3 раза по сравнению с контролем (рис. 3, рис. 4).

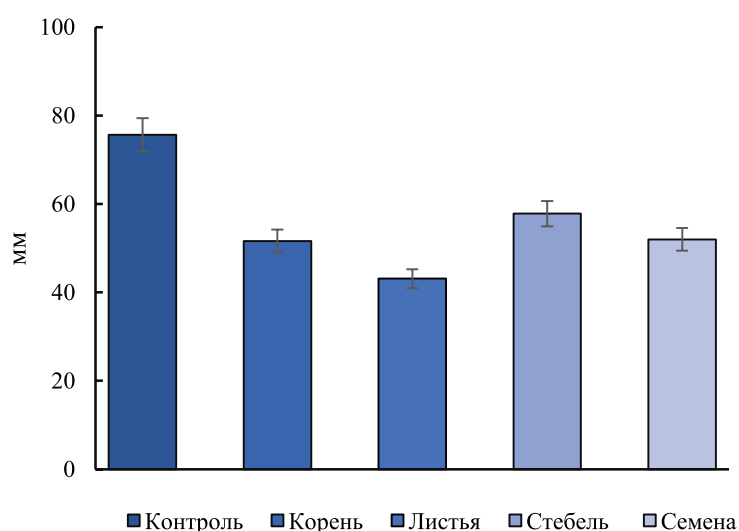


Рис. 3. Влияние различных частей вегетативных и генеративных органов недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на длину корня проростков тест-культуры. Приведены средние значения с стандартной ошибкой. Разные литеры означают достоверную разницу при  $p \leq 0,05$  согласно Тьюки-тесту.

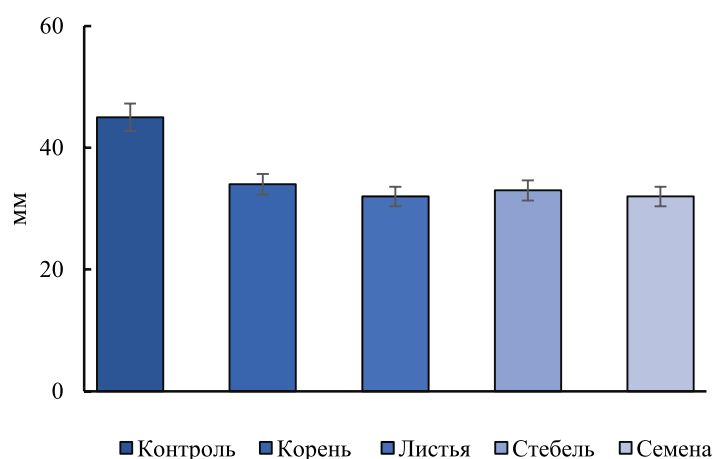


Рис. 4. Влияние различных частей вегетативных и генеративных органов недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на длину гипокотилия проростков тест-культуры. Приведены средние значения с стандартной ошибкой. Разные литеры означают достоверную разницу при  $p \leq 0,05$  согласно Тьюки-тесту

Полученные данные полностью подтверждаются литературными источниками. Недотрога железистая (*Impatiens glandulifera*) оказывает ингибирующее влия-

ние на рост корня и гипокотилия растений реципиентов. Корень является первым барьером на пути поступления аллелопатических веществ в растительный организм, по-

этому мы видим значения по длине корня, отличающиеся в 2–2,3 раза от контроля.

Рассматривая полученные данные в совокупности, можно сделать вывод о том, что наибольшим аллелопатическим воздействием на тест культуру обладают корень, листья и семена недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*).

### Изучение фитогенного поля недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*)

Для изучения фитогенного поля недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) был проведен анализ почв на выявление активных вторичных экзаметаболитов (Таблица 1).

Таблица 1. Результаты по определению фитогенного поля недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*)

Вариант опыта	Показатели всхожести			Ростовые параметры	
	Полная всхожесть, %	Период прорастания, день	Абсолютная скорость прорастания, семян/день	Длина корня, мм	Длина гипокотили, мм
Контроль	100±0,01	1,9±0,13	1,8±0,09	89±0,31	79±0,24
0 см от растения	87±0,09	2,5±0,22	1,5±0,88	76±0,32	69±0,14
20 см от растения	60±0,04	3,4±0,15	0,98±0,91	51±0,23	54±0,12
60 см от растения	90±0,03	2,1±0,14	1,0±0,32	58±0,13	65±0,21

В таблице приведены средние значения со стандартной ошибкой.

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что фитогенное поле недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) обладает радиусом более 60 см от растения, что полностью согласуется с литературными данными. На расстоянии 20 см от растений в почву попадают дождевые смывы листьев, а также корневые выделения вторичных экзаметаболитов, поэтому происходит полное снижение всхожести растений реципиентов, а также изменения иных ростовых показателей и достоверное различие ростовых параметров относительно водного контроля. Необходимо отметить, что помимо смывов с листьев во время дождя, в данной области конденсируется и растительный опад. Наибольшее аллелопатическое влияние отмечается в данной области от растения, сравнивая с показателями в прикорневой зоне (0 см от растения), заметно, что корневые выделения вторичных

экзаметаболитов не оказывают сильно выраженного аллелопатического воздействия на ростовые параметры и показатели всхожести. На расстоянии 60 см от растения не заканчивается граница фитогенного поля недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*), судя по метаанализу работ, но в данной части наиболее часто встречается высокая концентрация вторичных метаболитов, в следствии этого, нами была выбрана данная площадка. В данном месте происходит аллелопатическое влияние корневых выделений, а также преобладает выделение из растительного опада.

Фитогенное поле недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) оказывает непосредственное влияние на флористическое разнообразие видов, произрастающих в непосредственной близости с растением.

### Данные по видовому разнообразию флоры

В ходе анализа видового разнообразия флоры (Таблица 2), нами был высчитан индекс Шеннона на нескольких площадках.

Таблица 2. Флористическое биоразнообразие, произрастающее в близости от недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*)

Виды растений в фитогенном поле	Виды, произрастающие на границе фитогенного поля	Виды, произрастающие за границей фитогенного поля
Клён Ясенелистный ( <i>Acer negundo</i> )	Осот Полевой ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)	Будра Плющевидная ( <i>Glechoma hederacea</i> )
Ива Козья ( <i>Salix caprea</i> )	Одуванчик Лекарственный ( <i>Taraxacum officinale</i> )	Репейник ( <i>Arctium lappa</i> )
Крапива Двудомная ( <i>Urtica dioica</i> L.)	Крапива Двудомная ( <i>Urtica dioica</i> L.)	Стевия Медовая ( <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)
	Подорожник Большой ( <i>Plantago major</i> )	Крапива Двудомная ( <i>Urtica dioica</i> L.)
		Осот полевой ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)
		Мятлик луговой ( <i>Poa pratensis</i> )
		Подорожник Большой ( <i>Plantago major</i> )

В непосредственной близости с недотрогой железистой (*Impatiens glandulifera*) индекс Шеннона составил  $1,56 \pm 0,02$ , что свидетельствует о низком видовом разнообразии и численности растений, способных выдержит сильное аллелопатическое воздействие инвазионного

вида. Хотелось бы особо отметить, что в непосредственной близости с недотрогой железистой (*Impatiens glandulifera*) и вблизи 20 сантиметров с растением какие-либо виды отсутствуют. На границе фитогенного поля недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) происходит

увеличение видового разнообразия и количества особей, индекс Шеннона составляет  $1,62 \pm 0,03$ . Выходя за границы фитогенного поля, происходит увеличение видового разнообразия, поэтому индекс Шеннона увеличивается и составляет  $1,78 \pm 0,14$ .

Полученные данные полностью соответствуют анализу литературы. Недотрога железистая (*Impatiens glandulifera*) препятствует развитию большого количества видов в непосредственной близости и в фитогенном поле.

#### Выводы

1. В ходе проведенного исследования нами было выявлено сильное аллелопатическое воздействие различных частей недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) на процессы прорастания и роста растений реципиентов. Период прорастания одного семени и абсолютная скорость прорастания при воздействии различных частей вегетативных и генеративных органов недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) был достоверно выше в 1–1,4 раза и ниже в 1,5 по сравнению с контролем, соответственно. Полная всхожесть семян во всех вариантах

опыта была снижена по сравнению с контрольной группой на 20–40 %.

При воздействии экстрактов из различных частей недотроги железистой длина корня и гипокотили были достоверно ниже контрольной группы в 2–2,3 раза.

2. Экстракты листьев, корней и семян недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*), оказали наибольшее аллелопатическое влияние на тест культуру, и ингибировали показатели роста в 0,5–2 раза и ростовые параметры примерно в 1,5 раз по сравнению с водным контролем.

3. Недотрога железистая (*Impatiens glandulifera*) обладает видоспецифичным фитогенным полем, которое распространяется на расстояние более 60 см, тем самым снижая видовое разнообразие и численность местной растительности. В непосредственной близости с недотрогой железистой (*Impatiens glandulifera*) индекс Шеннона составил  $1,56 \pm 0,02$ , на границе фитогенного поля происходит увеличение видового разнообразия и количества особей, индекс Шеннона составляет  $1,62 \pm 0,03$ . Выходя за границы фитогенного поля, происходит увеличение видового разнообразия, индекс Шеннона увеличивается и составляет  $1,78 \pm 0,14$ .

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гродзинский, А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев: Наукова думка, 1965, 200 с
2. Кондратьев, М. Н., Ларинова Ю. С. Роль аллелопатии в инвазии растительных видов (обзор) // Известия ТСХА. 2018. № 2. Стр.1–10.
3. Репан, Е. Ю. Сравнение влияния активности вторичных экзометаболитов инвазивного вида недотроги железистой (*Impatiens glandulifera*) и аборигенного вида недотроги обыкновенной (*Impatiens noli-tangere*) на ростовые процессы тест-культуры / Е. Ю. Репан, О. А. Воробьева, Г. А. Воронова. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2025. — № 7 (92). — с. 56–60. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/92/5108>.
4. Титов, А. Ф., Н. М. Казнина, В. В. Таланова тяжелые металлы и растения. Монография. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. Стр. 174.
5. Фитогенное поле: история и современные направления изучения / ЕВ Черняева, ВП Виктор // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования, 332, 2016
6. Buharov, A. F., Baleev D. N., Buharova A. R. Kinetika prorstaniya semyan. Metody issledovaniya i parametry.// Izvestiya TSKHA. 2017. Vyp.2. S. 5–19.
7. Kalisz, S., Kivlin, S.N. & Bialic-Murphy, L. Allelopathy is pervasive in invasive plants// Biol Invasions 23. 2021. P. 367–371.
8. Rizvi, S. J., V.Rizvi Allelopathy: 88Basic and applied aspects, Departament of Botany and Plant physiology//Springer Science. 1992.P. 400.



# ЭКОЛОГИЯ



## Система экономии воды в жилом доме

*Ануфриев Артём Витальевич, учащийся 6-го класса*

ГБОУ города Москвы «Школа № 1150 имени дважды Героя Советского Союза К. К. Рокоссовского» (г. Москва)

**Научный руководитель:** *Балова Наталья Александровна, руководитель естественнонаучного направления*  
Центр интеллектуального досуга «УникуМ» (г. Зеленоград, Московская область)

С развитием технологий и производства, а также с увеличением населения Земли, перед современным человеком все более актуальной становится проблема сохранения запасов пресной воды на планете. Но как бездумно мы порой используем ее, сливая, в прямом смысле слова, в унитаз одно из главнейших богатств человечества! Каждый день мы моем посуду, стираем белье, ходим в душ, моем руки и т. д., не задумываясь, что в условиях отдельной квартиры/дома вполне возможно использовать воду повторно.

Целью моей работы является разработка такой системы, которая позволит аккумулировать израсходованную для хозяйственных нужд воду и направлять её в сливной бачок для дальнейшего потребления.

### Актуальность работы

Нормативный расход воды на одного человека — 180 литров в сутки. Это 5400 литров в месяц!

Если часть образовавшихся сточных вод направить на повторное использование, получится не только сэкономить бюджет, но и более рационально расходовать ценный ресурс.



Мною были проведены измерения потребления воды. В моей квартире находятся два водо-счетчика, привязанных к двум отдельным санузлам. Через один из них я мог контролировать потребление воды на кухне и в душе (посудомойка, раковины, душ), через второй — потребление воды в ванной комнате (стиральная машина, раковина, ванна). Для чистоты эксперимента было решено один санузел использовать для хозяйственных нужд, второй только для замеров воды, которую в обычном режиме семья из двух человек использует для наполнения сливного бачка унитаза.

В результате выяснилось, что расход воды на хозяйственные нужды всего лишь в полтора (!) раза больше объёма, который необходим для пользования туалетом.

Основными местами в квартире, где образуется грязная вода, пригодная для повторного использования, являются раковина в кухне, стиральная и посудомоечная машины, душевая и ванная комнаты. Вода из этих точек может содержать моющие средства, остатки пищи, косметики, частицы кожи, волосы, землю и пе-

сок. Поэтому для начала необходимо очистить сточные воды.

Серьезная очистка не требуется, но если использовать сточные воды совсем без неё, в них будут размножаться микробы и бактерии, и они станут источником заболеваний, дурного запаха и застоев. Я предположил, что крупные частицы можно задерживать и удалять обычной мелкой сеткой, которую легко установить на сливных отверстиях, а вот мелкие загрязнения и частицы следует удалять дополнительно.

Для этих целей мною были рассмотрены следующие варианты:

- Выпаривание с последующей конденсацией,
- Центрифугирование,
- Отстаивание,
- Фильтрация при помощи поршня

Первые три варианта я отменил, так как они требуют больших затрат времени, места и энергии. Для моих задач оптимально подойдет фильтрация при помощи поршня. А какой фильтр может справиться с очисткой сточных вод? Мною было принято решение испытать обычный бытовой фильтр «Барьер» и выяснить, подходит ли наполнитель этого фильтра для очистки бытовых сточных вод.



Я приготовил смесь, состав которой был аналогичен составу сточных вод. Она содержала жидкое мыло, стиральный порошок, растительное масло, песок и остатки еды с грязной тарелки. Эту смесь я пропустил через фильтр и оценил воду на выходе. Она была прозрачной, без запаха и цвета. Этого достаточно для того, чтобы использовать ее при смыве в туалете.

Немаловажно, что эти самые фильтры перерабатываются компанией «Барьер», поэтому я решил остано-

виться на них, так как экономия воды не должна приводить к увеличению мусора на свалках.

А как именно вода должна собираться, фильтроваться и подаваться в сливной бачок? Мною была разработана следующая система:

1. В бак со встроенным поршнем поступает грязная вода из разных источников (кухня, ванная и душевая).



2. Когда бак наполнен, датчик приводит в движение поршень, который продавливает грязную воду через фильтр, установленный в нижней части бака.
3. Профильтрованная вода поступает в резервуар, соединенный с бачком унитаза, который наполняется по мере опорожнения. После этого вода готова к повторному использованию



Считаю, что предложенная мною система позволит существенно экономить воду. Она проста в изготовлении и использовании, и не требует особого материала для фильтров

А это значит, что разработка системы, позволяющей повторно использовать отработанную воду в условиях квартиры, поможет не только сэкономить материальные средства, но и будет способствовать более рациональному потреблению пресной воды.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Чижевский, А. Е. Я познаю мир: Детская энциклопедия: Экология. — М., 1997. — 426 с.
2. Френк Н Кеммер Книга Налко о Воде. Второе издание [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://aqua-prom-sz.ru/frenk-n-kemmer-kniga-nalko-o-vode-vtoroe-izdanie/>
3. О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, А. К. Ахлебин. Старт в Химию. 7 класс. Журнал «Химия», №9, 2006 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://him.1sept.ru/article.php?ID=200600902>

## Алгебра и экология: оптимизация природных ресурсов

*Демиденко Виктория Денисовна, учащаяся 9-го класса*

Научный руководитель: *Юрчук Светлана Николаевна, учитель математики  
МОГАОУ «Инженерная школа» г. Магадана*

#### Актуальность темы

В современном мире вопросы экологии стоят очень остро. Понимание ценности и ограниченности природных ресурсов России — это не просто вопрос информированности, но и глубокая личная и коллективная ответственность российского народа. Любой человек в нашей стране должен осознавать, что окружающая нас природа, природные ресурсы — то

достояние, которое требует осмысления и бережного отношения. И здесь на помощь приходит не только экологическое сознание, но и мощный инструмент познания — алгебра.

#### Цель

В статье мы рассмотрим, как использование алгебры помогает решению конкретных экологических проблем.



Понимание своих ресурсов увеличивает ответственность за природу через формирование экологического сознания, внедрение рационального природопользования, использование зеленых технологий и экологического образования. Эти факторы помогают:

- осознать необходимость охраны природы и последствия нерационального использования ресурсов;
- принять решения, которые способствуют сохранению окружающей среды, например использовать возобновляемые источники энергии, перерабатывать отходы, восстанавливать нарушенные ресурсы.

#### **Экологическое сознание**

Экологическое сознание — это форма человеческого сознания, которая включает комплекс идей, мотиваций, теорий и взглядов, раскрывающих экологическую составляющую человеческой жизни. Оно влияет на ответственность за природу, так как:

- формирует представление о единстве природы и человека, их взаимозависимости;
- учит принимать ответственные решения и делать выбор, который способствует сохранению окружающей среды.

Потребление природных ресурсов — это использование обществом ресурсов экосферы: минерального сырья, продуктов жизнедеятельности биосферы, воды, воздуха и т. д. Потребление направлено на удовлетворение материальных и, косвенно, некоторых духовных потребностей. Потребление — инерционный фактор, его невозможно изменить в одночасье.

Некоторые факты о потреблении ресурсов:

- рост потребления опережает рост населения: если рост численности населения изменяется в арифметической прогрессии, то соответствующий рост потребления — в геометрической;
- индикатором потребления ресурсов может служить объем промышленного производства, так как все добытое в природе не съедается и не выпивается, а в основном используется для производства промышленной продукции.

Выделяют два подхода к использованию природных ресурсов:

1. Рациональное использование, обеспечивающее восстановление возобновляемых ресурсов и экономное использование невозобновляемых (например, внедрение ресурсосберегающих технологий, использование вторичного сырья, создание замкнутых производственных циклов).
2. Нерациональное использование, приводящее к истощению природных ресурсов и деградации экосистем (например, истребление растений и животных, вырубка лесов, загрязнение водных объектов, атмосферы, истощение почв).

#### **Статистика**

По некоторым данным, человечество использует природные ресурсы в 1,7 раза быстрее, чем Земля может восстановить. В частности, следует отметить:

- 1 августа 2024 года человечество исчерпало все ресурсы, которые планета может воспроизвести за год;

- развитые страны (16 % населения мира) потребляют 34 % мировых ресурсов;
- США — лидер по потреблению природных ресурсов: 4,3 % населения планеты потребляют 25 % всех мировых ресурсов.

#### **Последствия**

Чрезмерное потребление природных ресурсов может привести к истощению ресурсов и исчезновению видов, в том числе:

- истощаются месторождения полезных ископаемых;
- в лесах исчезают лекарственные растения;
- снижается плодородие почв.

Нельзя точно сказать, сколько людей в мире следит за окружающей средой или понимает свою ответственность за нее. Однако есть некоторые результаты исследований, которые проводились в разных странах.

По результатам исследования Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ), на август 2025 года среди россиян в возрасте от 18 до 35 лет 84 % опрошенных интересуются экологической ситуацией в стране, регионе или населенном пункте. При этом 49 % респондентов чувствуют личную ответственность за экологическую обстановку в стране (рис. 1).

Эта гистограмма показывает, что экологически сознательных людей больше, но это только в России. К сожалению, мировая статистика неизвестна или представлена с большими погрешностями. Однако известна экологическая ситуация Пакистана, Чада, Монголии, Демократической Республики Конго, Бангладеш, Индии, Китая, Афганистана, Ганы, Ирака и некоторых стран Ближнего Востока. Худшая экологическая ситуация наблюдается именно в этих странах.

Исследования международной команды ученых, связанные с экологическими проблемами, опубликованы в журнале *The Lancet Planetary Health*. Была проведена оценка вклада разных стран в избыточное расходование природных ресурсов в период с 1970 по 2017 год.

Некоторые выводы исследования:

- за указанный период человечество ежегодно извлекало и потребляло более 90 миллиардов тонн различных материалов;
- из общего количества 1,1 триллиона тонн было использовано сверх того, что способны воспроизводить естественные природные процессы;
- 74 % избыточного потребления пришлось на развитые страны, хотя их совокупное население составляло лишь 16 % от общемирового;
- верхние строчки «рейтинга сверхпотребления» занимали США (27 %) и страны Евросоюза (25 %), а также другие наиболее развитые государства, такие как Великобритания, Япония и Канада;
- на Китай пришлось 15 % избыточного потребления, на Россию — менее 0,8 %;
- страны Глобального Юга, включая Африку, Ближний Восток, Индию, Центральную и Юго-Восточную Азию и Латинскую Америку, были ответственны лишь за 8 % израсходованных ресурсов.

Авторы исследования отметили, что страны с высоким доходом выступают главными драйверами экологи-

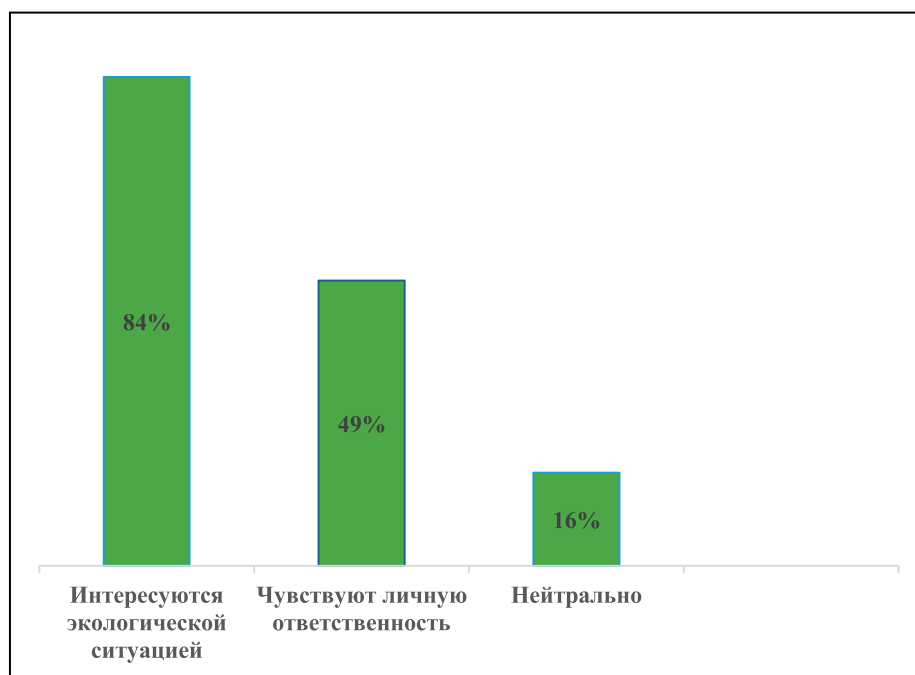


Рис. 1. Результаты опроса, проводимого ВЦИОМ, об отношении к экологической ситуации

ческих проблем, и призвали сократить потребление ими ресурсов до справедливого и воспроизводимого уровня.

Рассмотрим, как с помощью алгебры можно оптимизировать экологические ресурсы и помочь экологии:

- моделирование распространения загрязнений: математические модели позволяют прогнозировать концентрацию загрязняющих веществ в реках и озерах, что необходимо для разработки мер по их очистке;
- оценка последствий изменения климата: климатические модели, основанные на сложных математических уравнениях, описывают взаимодействие атмосферы, океана и суши;
- анализ экологических данных: статистические методы позволяют устанавливать связи между экологическими факторами;
- регрессионный анализ: используется для установления связей между различными экологическими закономерностями, например между уровнем загрязнения воздуха и заболеваемостью населения, позволяет оценивать достоверность результатов и строить прогнозы;
- выделение групп объектов со схожими характеристиками: кластерный анализ позволяет выделять группы объектов со схожими характеристиками, например типы растительности на основе данных дистанционного зондирования;
- определение количества выделяемого углекислого газа: с помощью математических расчетов можно определить, сколько углекислого газа выделяет транспорт и сколько его поглощают насаждения;
- планирование природоохранных мероприятий: алгебра помогает решать широкий круг задач — от оптимизации использования природных ресурсов до планирования природоохранных мероприятий.

Модели устойчивого использования ресурсов (модели устойчивого развития) направлены на удовлетворение потребностей человека при сохранении окружающей среды, при этом эти потребности могут быть удовлетворены не только для настоящего, но и для будущих поколений.

Такие модели могут быть экономическими, экологическими или социальными.

#### Экологические модели

- рациональное природопользование, например снижение материало- и энергоемкости производства, количества отходов, оборота вредных веществ, при этом увеличение использования возобновляемых ресурсов;
- сохранение биологического разнообразия: создание особо охраняемых природных территорий, свободных от хозяйственной деятельности, например заповедников или заказников;
- устойчивое сельское хозяйство: увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур, улучшение питательных свойств продуктов.

По данным индекса экологической эффективности (EPI) на 2025 год, в топ-10 стран с наиболее благоприятной экологической ситуацией входят следующие страны (рис. 2).

Рейтинг основан на таких факторах, как качество воздуха и воды, управление отходами, климатическая политика и жизнеспособность экосистем.

По данным различных источников, Россия занимает 112-е место из 180 в данном рейтинге (рис. 3).

Однако в 2022 году член федерального штаба проекта «Чистая Арктика» Андрей Нагибин высказывал мнение, что у России есть возможность стать одной из самых экологических стран мира, но на это нужно время.

В то же время в 2021 году правительство РФ предлагало интенсивный сценарий, по которому к 2050 году выбросы должны сократиться на 60 %, а к балансу между



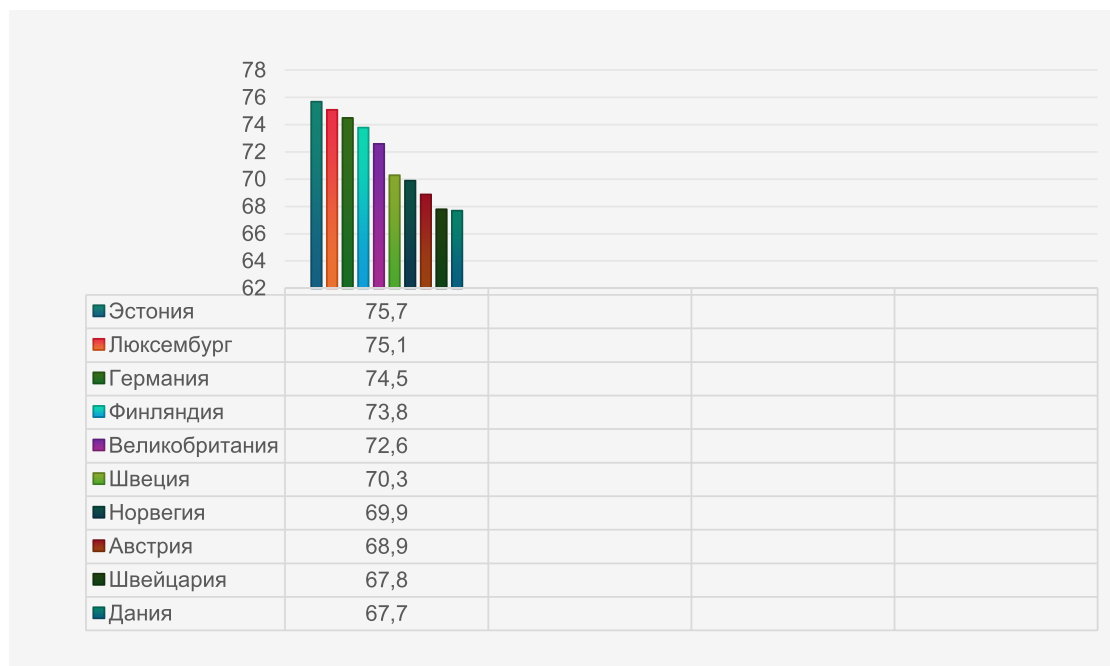


Рис. 2. Топ-10 стран, имеющих наиболее благоприятную экологическую ситуацию

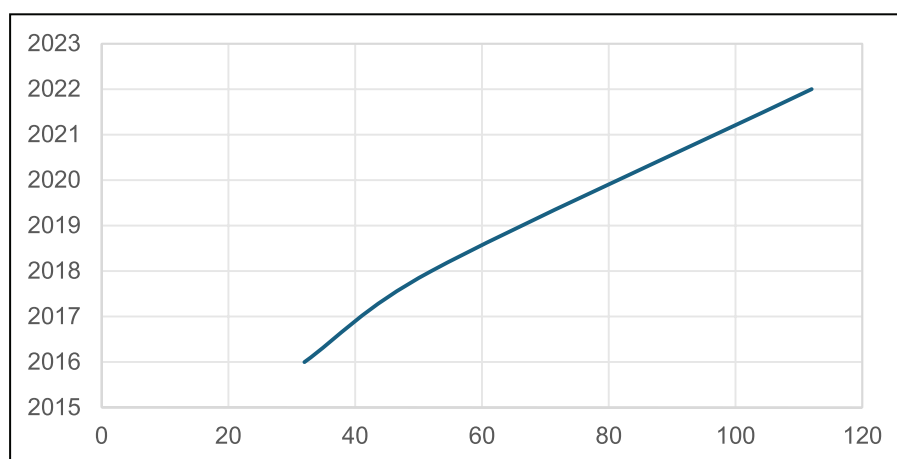


Рис. 3. Примерный график падения позиции России в ЕРІ

выбросами и их поглощением страна должна прийти не позднее 2060 года.

Для решения экологических проблем в России, в частности, предлагают внедрять зеленые технологии, то есть переходить на экономику замкнутого цикла, сокращать производство отходов.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что использование алгебры не просто эффективно, но и необходимо для решения экологических проблем как в России, так и во всем мире.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Арустамов, Э. А. Экологические основы природопользования: учеб. пособие / Э. А. Арустамов, И. В. Левакова, Н. В. Баркалова. — М.: Дашков и К, 2001. — 235 с.
2. В судьбе природы — наша судьба: писатели об экологических проблемах. — М.: Худож. лит., 1990. — 462 с.
3. Вальков, В. Ф. Главное богатство нашей природы: рассказ о земле и ее плодородии / В. Ф. Вальков, Г. Г. Клименко. — Ростов н/Д: Кн. изд-во, 1984. — 128 с.: ил. — (Потомкам — цветущую землю).
4. Васинский, А. Пейзаж будущего: человек в мире природы / А. Васинский. — М.: Политиздат, 1985. — 206 с.
5. Владимиров, В. А. Катастрофы и экология / В. А. Владимиров, В. И. Измалков. — М.: Контакт-культура, 2000. — 382 с.

# ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ



## Тишина боли: цифровая и реальная агрессия в подростковой среде России и Дагестана в 2023–2024 гг. и стратегии сопротивления

Гаджиева Марина Абдулаевна, учащаяся 9-го класса

Научный руководитель: Магомедова Азрайшат Ахмедовна, учитель истории и обществознания  
МКОУ «Унцукульская средняя общеобразовательная школа № 2 имени Зайирбега Алиева» (Республика Дагестан)

*В данной статье рассматривается острая проблема буллинга (травли) в школьной среде. На основе анализа актуальной статистики и социологических исследований за 2023–2024 годы по Российской Федерации и Республике Дагестан выявляются специфические черты этого явления. Особое внимание уделяется кибербуллингу как новой масштабной угрозе. Цель работы — не только обозначить масштабы проблемы, но и предложить конкретные меры по ее профилактике, акцентируя роль самих школьников в создании безопасной образовательной среды.*

**Ключевые слова:** буллинг, кибербуллинг, подростковая среда, школьный климат, профилактика травли, Россия, Дагестан, статистика.

## The silence of pain: digital and real aggression among teenagers in Russia and Dagestan (2023–2024) and strategies of resistance

*This article examines the acute problem of bullying in the school environment. Based on the analysis of current statistics and sociological research for 2023–2024 in the Russian Federation and the Republic of Dagestan, the specific features of this phenomenon are revealed. Special attention is paid to cyberbullying as a new large-scale threat. The purpose of the work is not only to identify the scale of the problem, but also to propose specific measures for its prevention, emphasizing the role of schoolchildren themselves in creating a safe educational environment.*

**Keywords:** bullying, cyberbullying, adolescent environment, school climate, bullying prevention, Russia, Dagestan, statistics.

**Б**уллинг — это не просто конфликт или ссора. Это систематическое агрессивное поведение, направленное на причинение вреда более слабому физически или психологически человеку. К сожалению, школа часто становится местом, где это явление процветает, оставляя глубокие психологические травмы на всю жизнь. Мы, современные школьники, видим эту проблему изнутри и понимаем, что одними только взрослыми мерами ее не решить. Данная статья — это наш с научным руководителем взгляд на ситуацию, подкрепленный данными, и попытка найти пути решения, где главными действующими лицами становимся мы сами — ученики.

*Масштабы проблемы: цифры и факты по РФ и Дагестану (2023–2024 гг.).* Несмотря на то, что проблема буллинга часто замалчивается, статистические данные рисуют тревожную картину.

*По Российской Федерации:* Согласно масштабному исследованию проекта «Буллинг. NET» при поддержке Министерства просвещения РФ, в 2023 году 58 % российских школьников в возрасте от 12 до 17 лет сталкивались с проявлениями буллинга в той или иной форме [1]. При этом каждый пятый подросток (около 20 %) становился жертвой систематической травли. Кибербуллингу, по данным Лаборатории Касперского, подверглись 42 % де-

тей, причем 80 % инцидентов происходили в социальных сетях и мессенджерах [2].

*По Республике Дагестан:* Ситуация в нашем регионе имеет свою специфику. По данным мониторинга, проведенного Дагестанским государственным педагогическим университетом в 2024 году, общий уровень буллинга в школах республики несколько ниже общероссийского и составляет около 45 % [3]. Это может быть связано с особенностями культуры, где сильны традиции уважения к коллективу. Однако ключевой проблемой в Дагестане становится кибербуллинг. Из-за высокого уровня проникновения интернета и популярности соцсетей среди молодежи, с онлайн-травлей здесь сталкиваются до 50 % опрошенных подростков. Часто это связано с распространением компрометирующих фото и видео, а также оскорблениями в локальных пабликах и чатах.

Эти цифры доказывают, что буллинг — не единичные случаи, а массовое явление, требующее системного ответа.

*Что делать? Многоуровневая стратегия противодействия.* Борьба с буллингом должна вестись на всех уровнях: от государственной политики до действий каждого ученика.

#### **Роль школы и педагогов**

1. Создание «Школьных служб примирения (медиации)». В их состав должны входить подготовленные учителя, психологи и, что важно, старшеклассники, пользующиеся авторитетом. Их задача — не наказывать, а помочь сторонам конфликта найти выход.
2. Проведение регулярных тематических мероприятий. Не формальные лекции, а интерактивные тренинги, ролевые игры и дискуссионные клубы на тему уважения, эмпатии и различий.
3. Повышение компетенции учителей. Педагоги должны уметь распознавать первые, часто скрытые, признаки травли и знать, как корректно вмешаться.

#### **Роль родителей**

Родителям необходимо проявлять больше внимания к эмоциональному состоянию ребенка, выстраивать с ним доверительные отношения, чтобы он не боялся рассказать о проблеме. Важно сотрудничать со школой, а не конфликтовать с ней.

*Как мы, школьники, можем минимизировать буллинг? Наша ответственность и сила.* Взрослые могут создать

правила, но атмосферу в классе создаем мы сами. Вот что может сделать каждый из нас:

1. Занять позицию «активного наблюдателя». Если ты видишь травлю, самое страшное — делать вид, что ничего не происходит. Не обязательно браться в драку с обидчиком. Можно:
  - Показать жертве, что она не одна: подойти и просто заговорить с ней, пригласить в свою компанию.
  - Сказать агрессору: «Прекрати, это не смешно». Иногда одного такого голоса достаточно, чтобы остановить насилие.
  - Сообщить о происходящем взрослому, которому ты доверяешь (классному руководителю, психологу, родителям). Это не ябедничество, а гражданская позиция.
2. Создавать «культуру доброты». Хвалить друг друга за успехи, поддерживать в неудачах, уважать личные границы. Инициатива может исходить от простых вещей: создать чат, где запрещены оскорбления и только поддерживают друг друга, или организовать группу для совместной подготовки к экзаменам, где царит взаимопомощь.
3. Бороться с кибербуллингом цифровой гигиеной:
  - Не распространять травлю. Если тебе прислали унижающее фото или видео одноклассника — остановись. Не лайкай, не пересылай, не комментируй. Ты становишься соучастником.
  - Использовать инструменты защиты. Практически во всех соцсетях есть кнопки «Заблокировать» и «Пожаловаться». Ими нужно пользоваться.
  - Поддерживать жертву онлайн. Написать в личные сообщения человеку, которого травят: «Я с тобой. Я тебе верю. Это неправильно».

Буллинг — это болезнь коллектива, а не проблема «жертвы» и «агрессора». Статистика по России и Дагестану ясно показывает, что мы имеем дело с эпидемией, которая все активнее переходит в цифровое пространство. Решение этой проблемы требует объединенных усилий. Но мы уверены, что именно с нас, школьников, должно начаться главное изменение. Когда мы перестанем быть молчаливым большинством и станем активным сообществом, где ценят уважение и взаимопомощь, у буллинга не останется почвы для существования. Наша школа — это наше пространство, и только мы можем сделать его по-настоящему безопасным для каждого.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Официальный сайт проекта «Буллинг. NET» при Минпросвещения России. — URL: (<https://буллинг.рф>) (условная ссылка для примера)
2. Отчет «Дети в цифровом мире». Лаборатория Касперского. — 2023.
3. Мониторинг психологического климата в образовательных учреждениях РД. — ДГПУ, Махачкала, 2024.
4. Материалы Всероссийской конференции «Безопасная образовательная среда». — М., 2023.

# Пилотажное исследование взаимосвязи психологического благополучия и волевых качеств в подростковом возрасте

*Дрик Мирон Александрович, учащийся 8-го класса*  
ГУО «Средняя школа № 1 г. п. Кореличи» (Беларусь)

*Буракова Мария Павловна, учащаяся 8-го класса;*  
*Волосевич Елизавета Максимовна, учащаяся 9-го класса;*  
*Олешкевич Александра Юрьевна, учащаяся 8-го класса;*  
*Ханько Екатерина Дмитриевна, учащаяся 8-го класса*  
ГУО «Средняя школа № 2 г. п. Кореличи» (Беларусь)

**Научный руководитель:** *Касаткин Дмитрий Алексеевич, магистр, педагог дополнительного образования*  
ГУДО «Кореличский районный центр творчества детей и молодежи» (Беларусь)

*В статье рассматривается взаимосвязь психологического благополучия и волевых качеств подростков. Данное исследование по причине немногочисленного числа испытуемых является пилотажным. Тем не менее, все методы статистической обработки данных, используются в настоящем исследовании корректно, что в свою очередь говорит о достоверности полученных результатов.*

**Ключевые слова:** *психологическое благополучие, волевые качества, подростки.*

## Объект исследования

Исследование психологического благополучия актуально тем, что оно отражает естественное стремление человека быть счастливым, испытывать психологический комфорт и т. д. Отечественные и зарубежные психологи, исследующие психологическое благополучие, разрабатывают различные теоретические модели описывающие и объясняющие данный феномен. Но чтобы подтвердить свою практическую значимость, теоретический конструкт должен пройти ряд проверок (психометрических испытаний). Среди общепринятых мнений о психологическом благополучии, можно выделить следующие: К. Рифф считает, что данное явление представляет собой «восприятие и оценку своего внутреннего функционирования с точки зрения вершины человеческих потенциальных возможностей»; по мнению А. А. Шадрина, психологическое благополучие личности — это «переживание успехов и достижений в профессиональной деятельности и в личной жизни»; в свою очередь, Р. М. Шамионов рассматривает психологическое благополучие как состояние «динамического равновесия, достигаемое разнонаправленными переживаниями удовлетворенности в различных сферах жизнедеятельности» и др. [2, с. 286–287].

Если рассматривать феномен психологического благополучия среди подростков, то современная психология располагает диагностическим опросником, с символическим названием ЕРОСН (epoch — эпоха, век), название которого происходит из аббревиатуры первых букв, пяти основных компонентов психологического благополучия: «вовлеченности подростка в деятельность (Engagement — вовлеченность, активность, участие); настойчивости и упорства (Perseverance — упорство, стойкость, настойчивость); оптимизма, который характеризуется надеждой, уверенностью в будущем (Optimism — оптимизм, уверенность в будущем); взаимосвязи с другими людьми (Connectedness — связанность, сопряженность);

ощущения счастья как устойчивого состояния позитивного настроения и чувства удовлетворенности своей жизнью (Happiness — счастье, радость) [1, с. 111]. Русскоязычная адаптация опросника успешно реализована исследовательской группой в составе Е. Н. Волковой и И. В. Волковой [1].

## Предмет исследования

Предметом нашего исследования выступает связь между психологическим благополучием и волевыми качествами подростков. Волевая сфера человека, является одной из основополагающих сфер жизнедеятельности, благодаря которой, происходит формирование позитивной установки по отношению к реализации собственного творческого потенциала, позволяющей человеку успешно социализироваться, минимизировать риски в преодолении жизненных трудностей и т. д. Современное представление о волевых качествах подростков в отечественной психологии, отображено в разработанном диагностическом конструкте К. Р. Сидорова («Тест-опросник волевых качеств в подростковом возрасте»), с помощью которого определяется выраженность следующих компонентов волевой сферы: выдержки — «способность сдерживать собственную импульсивность и выжидать, подавляя малообдуманные действия»; инициативности — «способность порождать намерения и способы решения задач»; настойчивости — «способность устойчиво двигаться в направлении цели»; организованности — «способность структурировать и упорядочивать свои намерения и действия»; решительности — «способность быстро принимать решения и осуществлять действия»; самостоятельности — «способность эффективно действовать без поддержки других»; смелости — «способность не поддаваться страху». Сумма данных показателей определяют общую характеристику силы воли подростка [3, с. 305].

**Цели и задачи:** установить взаимосвязь психологического благополучия и волевых качеств подростков, путем

эмпирического исследования, сочетающего в себе теоретический анализ, реализацию психодиагностических мероприятий и статистическую обработку данных.

**Материалы и методы:** в настоящем исследовании, приняли добровольное участие 11 подростков, из них 8 девушек и 3 юноши, в возрасте от 13 до 16 лет. Для реализации целей и задач нашего исследования были использованы два опросника: 1. Опросник благополучия подростков ЕРОСН; 2. «Тест-опросник определения психологических свойств независимых волевых качеств в подростковом возраст» (Е. Н. Волкова, И. В. Волковой) [1, 3].

Статистическая обработка данных (корреляционный анализ Спирмена) проводилась в компьютерной программе «STATISTICA 12».

### Результаты

Распределение психодиагностических результатов отображено в таблице 1 (интегральный показатель психологического благополучия подростков) и таблице 2 (общий показатель силы воли качеств в подростковом возрасте). Обнаруженная статистически значимая связь между изучаемыми переменными, продемонстрирована в таблице 3.

Таблица 1. Распределение психодиагностических результатов интегрального показателя психологического благополучия подростков (N=11)

	Низкий уровень, %	Средний/ Высокий уровень
Психологическое благополучие (интегральный показатель)	27	73

Низкий уровень интегрального показателя психологического благополучия диагностирован у 27 % опро-

шенных подростков, средний/высокий уровень был выявлен у 73 %.

Таблица 2. Распределение психодиагностических результатов общего показателя силы воли подростков (N=11)

	Низкий уровень, %	Средний уровень, %	Высокий уровень, %
Сила воли	9	73	18

Низкий уровень общего показателя силы воли подростков был диагностирован у 9 % респондентов, средний уровень — у 73 %, высокий уровень — у 18 %.

Таблица 3. Корреляционный анализ психологического благополучия и волевых качеств подростков (N=11)

Психологические переменные	Вовлеченность	Упорство	Оптимизм	Взаимосвязь	Счастье	Психологическое благополучие (интегральный показатель)
Выдержка	-	-	-	-	-	-
Инициативность	$r=0,72^*$	-	$r=0,62^*$	$r=0,67^*$	$r=0,94^*$	$r=0,70^*$
Настойчивость	-	-	-	-	-	$r=0,60^*$
Организованность	-	-	-	-	-	-
Решительность	-	-	-	-	-	-
Самостоятельность	-	-	-	-	-	-
Смелость	-	-	-	-	-	-
Сила воли (общий показатель)	$r=0,72^*$	-	-	-	-	-
Социальной значимости	-	-	-	-	-	-

\*В таблице отображены только статистически значимые результаты, при  $p < 0,05$

Выявлена статически значимая связь между показателями психологического благополучия (вовлеченность, оптимизм, взаимосвязь, счастье, интегральный показатель психологического благополучия) и инициативностью подростка; интегральным показателем психологического благополучия и настойчивостью ( $r=0,60$ ;  $p < 0,05$ ); вовлеченностью и общим показателем силы воли подростка ( $r=0,72$ ;  $p < 0,05$ ).

### Обсуждение результатов

Наличие статистически достоверной связи между показателями психологического благополучия и волевых

качеств подростков, говорит в пользу взаимозначимости исследуемых феноменов в жизни юношей и девушек в подростковом возрасте. Так, для поддержания достаточного уровня психологического благополучия, подростку необходимо в достаточной мере быть инициативным и настойчивым, а для поддержания достаточной силы воли, ему важно быть в достаточной мере вовлеченным в деятельность.

### Выводы

Психологическое благополучие и волевые качества подростков оказываются взаимосвязаны между собой — в те моменты, когда подросток испытывает трудности



волевого характера, одним из неблагоприятных психологических факторов, выступает недостаточный уровень вовлеченности.

При недостаточном проявлении волевых усилий подростка по отношению к какой-либо деятельности (будь это учебная деятельность, либо помощь в быту родителям), взрослым целесообразно сделать попытку замотивировать подростка не угрозами наказания, а с помощью психологических возможностей диалога, который может быть направлен в продуктивное русло — на создание доверительных отношений, с обязательным условием соблюдения договоренностей между сторонами. Необходимо и достаточное информирование между участниками диалога.

Также, для поддержания удовлетворительного уровня психологического благополучия подростка, важное

значение приобретают механизмы поощрения инициативности и настойчивости, которые характеризуются: способностью порождать намерения и способы решения задач; способностью устойчиво двигаться в направлении цели. С одной стороны, взрослому необходимо не препятствовать попыткам реализации творческого потенциала подростка в конструктивном ключе, даже если он видится чрезмерно амбициозным, а с другой стороны, взрослому необходимо поощрять скромные и последовательные начинания подростка. В обоих случаях, подростки будут получать непосредственный опыт реализации своего творческого потенциала — реально оценивая свои возможности и ограничения, что является необходимым и конструктивным условием в процессе становления личности.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Волкова, Е. Н. Опросник ЕРОСН для изучения психологического благополучия российских подростков: психометрические характеристики и возможности использования / Е. Н. Волкова, И. В. Волкова. — Текст: непосредственный // Психологическая наука и образование. — 2025. — № 4 (30). — с. 109–119.
2. Данилова, М. А. Психологическое благополучие личности: понятие и основные уровни / М. А. Данилова, Е. А. Тарасенко. — Текст: непосредственный // Форум молодых ученых. — 2019. — № 4 (32). — с. 285–289.
3. Сидоров, К. Р. Тест-опросник определения психологических свойств независимых волевых качеств в подростковом возрасте / К. Р. Сидоров. — Текст: непосредственный // Вестник Удмуртского университета. — 2019. — № 3. — с. 304–313.



## ПРОЧЕЕ

### Развитие конного спорта в Санкт-Петербурге и его популяризация среди подростков

*Грозовская Анна Максимовна, учащаяся 9-го класса*

**Научный руководитель:** *Калинина Юлия Владимировна, учитель химии и биологии*  
ГБОУ средняя общеобразовательная школа № 188 с углубленным изучением мировой художественной культуры  
Красногвардейского района Санкт-Петербурга имени Героя Советского Союза Л. Г. Белоусова

*Представленная статья исследует исторические предпосылки, современное состояние и перспективы развития конного спорта в Санкт-Петербурге, а также его популяризации среди молодежи.*

**Ключевые слова:** *конный спорт, конноспортивных клубов, верховая езда.*

**К**онный спорт — это уникальный способ физического развития, духовного воспитания и глубокого взаимопонимания между человеком и животным. В современном мегаполисе, таком как Санкт-Петербург, он становится не просто элитарным увлечением, но и важным инструментом для гармоничного развития подрастающего поколения. Несмотря на восприятие конного спорта как «дорогого» и «недоступного», в нашем городе ведется активная работа по его демократизации и привлечению к нему подростков.

Санкт-Петербург, будучи имперской столицей, имеет богатейшие традиции в области коневодства и конного спорта. Еще в XVIII-XIX веках здесь существовали придворные конюшни, проводились парады и скачки. Интерес аристократии к лошадям заложил фундамент для развития спортивных дисциплин. В советский период конный спорт стал более массовым, ориентированным на физическую подготовку и оборонно-спортивную работу.

Сегодня Санкт-Петербург и Ленинградская область являются одними из ведущих центров конного спорта в России. В Ленинградской области функционирует более двух десятков конноспортивных клубов (КСК), в которых занимаются спортсмены и из Санкт-Петербурга, и из области. Это связано с тем, что в Ленинградской области легче предоставить условия для лошадей, которые являются равноправными боевыми партнерами человеку. Среди КСК есть как крупные комплексы международного уровня, такие как «Дерби» или «Вента-Арена», принимающие этапы Кубка России, так и небольшие частные конюшни, ориентированные на любителей и начинающих спортсменов. Кроме того, существует Спортивная Школа Олимпийского резерва по конному спорту

и современному пятиборью (СПб ГБУ ДО СШОР по КС и СП), где осуществляется набор преимущественно среди детей.

Развитая инфраструктура в Санкт-Петербурге и Ленинградской области позволяет заниматься всеми классическими олимпийскими дисциплинами:

- Выездка — искусство управления лошастью на различных аллюрах.
- Конкур — преодоление препятствий.
- Троеборье — комплексное испытание, включающее выездку, полевые испытания и конкур.

Более того, во многих КСК предоставлена возможность заниматься более редкими дисциплинами конного спорта. (Джигитовка, вольтижировка, дистанционные пробеги и др.)

Наличие такой разнообразной сети клубов создает материальную базу для привлечения новых спортсменов, в том числе из числа подростков и детей.

Подростковый возраст — это период активного формирования личности, поиска себя и зачастую повышенного стресса из-за учебной нагрузки и социального взаимодействия. Конный спорт предлагает уникальный комплекс преимуществ, которые помогают справиться со всеми сложностями в этот период подтвержденных научными исследованиями.

**Физическое развитие.** Верховая езда задействует практически все группы мышц, особенно спины, ног и корпуса. Она развивает координацию, чувство равновесия и моторику. Исследования в области адаптивной физической культуры показывают, что ритмичные колебания лошади передаются всаднику, заставляя его мышцы работать в особом режиме, что укрепляет мышечный корсет [1].

Психоэмоциональное здоровье. Общение с лошадью оказывает мощный антистрессовый эффект. Лошади не оценивают и не критикуют, они чутко реагируют на эмоциональное состояние человека. Это помогает подросткам снять напряжение, повысить самооценку и развить эмпатию. Методы иппотерапии (лечения с помощью верховой езды) успешно применяются для коррекции эмоционально-волевых расстройств [2].

Воспитание характера. Конный спорт — это не развлечение, а ежедневный труд. Он воспитывает ответственность, дисциплину, терпение и целеустремленность. Подросток учится не только ездить верхом, но и ухаживать за животным: чистить, седлать, кормить. Это формирует чувство долга и привязанности.

Социализация. Занятия в КСК проходят в группах, что способствует общению со сверстниками, объединенными общим интересом. Совместные тренировки, сборы и соревнования сплачивают коллектив, учат взаимопомощи и здоровой конкуренции.

Для того чтобы конный спорт перестал быть «спортом для избранных», в Санкт-Петербурге и Ленинградской области реализуется и может быть расширен ряд следующих мер:

1. Проводить «открытые дни» и мастер-классы. Многие КСК Санкт-Петербурга и Ленинградской области уже проводят дни открытых дверей, где подростки могут бесплатно или за символическую плату (как волонтерский труд) познакомиться с лошадьми, прокатиться под руководством инструктора и пообщаться с действующими спортсменами.
2. Более широко развивать спортивные лиги и проведение локальных соревнований. Организация

региональных соревнований специально для возрастных категорий до 14 лет и 15–17 лет по упрощенным правилам мотивирует подростков. Видимый спортивный результат и азарт состязаний являются мощным стимулом для продолжения занятий.

3. Проводить более широкую информационную кампанию и работу в социальных сетях. Популяризация через популярные среди молодежи платформы (VK, Telegram и Max) с привлечением молодых и успешных спортсменов. Создание контента, который развеивает мифы об элитарности и показывает реальную, динамичную жизнь спортсменов-конников.
4. Создавать профориентированные проекты. Знакомить подростков с смежными профессиями: ветеринар, берейтор, тренер, менеджер клуба. Это показывает конный спорт не только как хобби, но и как потенциальную сферу для будущей карьеры.

Из вышесказанного можно вывести заключение, что конный спорт в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, опираясь на славные исторические традиции, продолжает динамично развиваться. Его потенциал для физического и психического здоровья подростков и детей огромен и научно обоснован. Задача на ближайшее будущее — сделать этот вид спорта более открытым и доступным для молодежи через государственные программы, активную просветительскую работу и упрощение условий для входа. Инвестируя в популяризацию конного спорта, город инвестирует в воспитание сильного, ответственного и гармонично развитого подрастающего поколения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Дубровский, В.И., Федорова, В. Н. Лечебная физическая культура и врачебный контроль. — М.: МИА, 2010. — 598 с.
2. Борисова, А. В. Иппотерапия как метод психокоррекции при эмоциональных нарушениях у детей и подростков // Актуальные вопросы психологии и педагогики. Сборник научных трудов. — 2019. — с. 45–51.
3. Официальный сайт Федерации конного спорта Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. URL: <https://fksp.ru/>.
4. Шилько, В. Г. Социология физической культуры и спорта: учебное пособие. — Томск: Изд-во ТГУ, 2014. — 340 с.
5. Данные мониторинга развития физической культуры и спорта в Санкт-Петербурге. Комитет по физической культуре и спорту. [Электронный ресурс]. URL: <https://kfis.spb.ru/>.

# Юный ученый

Международный научный журнал  
№ 11 (96) / 2025

Выпускающий редактор Г. А. Письменная  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.  
Номер подписан в печать 18.12.2025. Дата выхода в свет: 21.12.2025.  
Формат 60 × 90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.  
Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.  
E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>  
Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.