

# ЮНЫЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2409-546X

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



6+

5  
Часть III  
2026



# Юный ученый

## Международный научный журнал

№ 5 (101) / 2026

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

## БИОЛОГИЯ

**Андреева Е. П.**

Космическое растениеводство: технологии и биологические адаптации . . . . . 151

**Ашихмина Н. Д.**

Сравнительный анализ причин выживаемости современных и вымерших нелетающих птиц . . . . . 153

**Бабанев Л. Д.**

Попугаи в науке, культуре, искусстве и домашнем хозяйстве . . . . . 155

**Балукова С. Е.**

Изменение pH и буферной способности слюны после употребления сладостей и риск развития кариеса у подростков . . . . . 157

**Власова Е. А.**

Дифференциация фонем английского и русского языков у собак в контексте выполнения вербальных дрессировочных команд. . . . . 161

**Громаков С. Р.**

Механизмы взаимодействия ядов и наркотических обезболивающих . . . . . 162

**Калашикова Е. С.**

Механизмы деградации эмоционального интеллекта: анализ роли дисфункции зеркальных нейронов в условиях избыточного экранного времени. . . . . 164

**Калимуллина Д. А.**

Влияние pH почвы на рост растений . . . . . 168

**Каплина С. Н.**

Изучение благоприятных условий для выращивания кактусов в доме. . . . . 171

**Карташов А. В.**

Сравнение строения и нормального количества основных клеток крови млекопитающих и человека . . . . . 173

**Киселева Н. М.**

Выявление взаимного влияния инвазивных видов растений на аборигенную флору на примере *solidago canadensis* (золотарник канадский), *acer negundo* (клен ясенелистный) и *heracleum sosnowskyi* (борщевик Сосновского) . . . . . 179

**Котова Д. А.**

Исследование влияния гель-лака на формирование ногтевой пластины подростков. Возможности профилактики и исправления негативного воздействия. . . . . 184

**Кузнецова В. А.**

Соответствие фактического содержания белка заявленному в протеиновых батончиках: результаты лабораторного анализа и опроса потребителей . . . . . 191

**Невзорова А. А.**

Многогранное влияние растений на здоровье человека . . . . . 196

**Немеров Л. А.**

Исследование пищевых предпочтений и кольцевание птиц, зимующих в Забайкалье. . . . . 200

**Песецкий И. С., Антипенко Р. В.**

Ритмы звука и рост фасоли: эксперимент с ультразвуковыми волнами . . . . . 203

**Скуратова Е. М.**

Возрождение вымерших животных: научные методы и результаты . . . . . 210

**Тюменцев К. Е.**

Исследование консервации растительных тканей в лабораторных условиях . . . . . 212

**Черепанов П. А.**

Влияние осмотического и гипоксического стресса на морфофизиологические показатели прорастания семян озимого рапса . . . . . 220



**ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ****Агапов С. В.**

Нанотехнологии на страже здоровья: как крошечные частицы совершают революцию в медицине. . . . . 232

**Бакаев А. Р.**

Влияние искусственного интеллекта на биологическую безопасность подростков . . . . . 234

**Соколова М. С.**

Проблема осведомленности современных старшеклассников о половом здоровье (по материалам пилотажного социологического исследования 2025 года в г. Волжском) . . . . . 235

**Ушакова Ю. Д.**

Питание для людей с целиакией (непереносимостью глютена) . . . . . 237

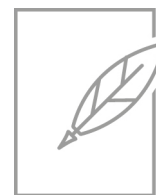
**Чечетова А. Н.**

Влияние пищи на состояние зубов подростков. . . . . 239





# БИОЛОГИЯ



## Космическое растениеводство: технологии и биологические адаптации

Андреева Екатерина Павловна, учащаяся 6-го класса

Научный руководитель: Сеськаева Елена Валентиновна, учитель биологии  
МБУ «Лицей № 6» г. о. Тольятти (Самарская область)

В статье исследуются технологии выращивания растений в условиях микрогравитации и биологические механизмы их адаптации к космической среде. Рассматриваются современные системы гидропоники и аэропоники, роль светодиодного освещения и автоматизированного контроля микроклимата. Анализируется опыт успешных экспериментов на Международной космической станции (Veggie, APH, Plant Habitat-02). Работа направлена на изучение потенциала космического растениеводства для обеспечения продовольственной безопасности будущих межпланетных миссий.

**Ключевые слова:** космическое растениеводство, микрогравитация, гидропоника, Международная космическая станция, МКС, биологическая адаптация, фотосинтез, технологии.

**Цель исследования:** изучить технологии космического растениеводства и биологические адаптации растений к условиям микрогравитации для определения их потенциала в обеспечении продовольственной безопасности в космосе.

### Задачи исследования:

- 1) проанализировать существующие технологии космического растениеводства;
- 2) исследовать биологические адаптации растений в условиях микрогравитации;
- 3) оценить влияние различных факторов (освещения, температуры, влажности) на рост и развитие растений в космосе;
- 4) рассмотреть примеры успешного космического растениеводства на МКС;
- 5) подготовить рекомендации для будущих исследований и экспериментов в области космического растениеводства.

### Актуальность исследования

С увеличением интереса к длительным космическим миссиям, таким как колонизация Марса, становится важным обеспечить астронавтов свежими продуктами. Космическое растениеводство может стать ключевым элементом обеспечения продовольственной безопасности, улучшения психоэмоционального состояния космонавтов и уменьшения зависимости от поставок пищи с Земли.

По данным NASA, в рамках программы Veggie на МКС было проведено более 20 экспериментов. Исследования показывают, что растения, выращенные в космосе,

имеют схожие характеристики с земными аналогами, но требуют адаптации к новым условиям. Такие культуры, как салат, редис и горох, были успешно выращены в условиях микрогравитации [2].

Результаты исследования могут быть использованы при разработке новых технологий космического растениеводства, что будет способствовать реализации длительных миссий. Они также могут найти применение в агрономии на Земле, особенно в регионах с ограниченными ресурсами. Изучение адаптаций расширяет наши знания о физиологии растений и их способности к выживанию в экстремальных условиях, что стимулирует развитие новых биотехнологий.

### Анализ существующих технологий космического растениеводства

#### Системы полива и подачи питательных веществ

— **Гидропоника** — выращивание растений без почвы, когда корни находятся в питательном растворе. Это распространенный метод в космосе из-за отсутствия гравитации, что затрудняет удержание почвы и воды. Существуют различные виды гидропоники:

- 1) **питательный пленочный метод (NFT):** тонкий слой раствора постоянно циркулирует по корням;
- 2) **глубоководная культура (DWC):** корни погружены в аэрируемый раствор;
- 3) **аэропоника:** корни опрыскиваются питательным раствором в виде тумана. Эта технология минимизирует расход воды.

- **Субстратная культура:** использование инертного субстрата (минеральной ваты, перлита, вермикулита) для поддержки корней с последующей подачей раствора.
- **Системы замкнутого цикла:** технологии рециркуляции воды и веществ для минимизации отходов.

#### **Системы контроля освещения**

- **Светодиоды (LED):** наиболее эффективный выбор благодаря компактности, долговечности и возможности настройки спектра. Комбинации красных и синих светодиодов наиболее эффективны для фотосинтеза.
- **Режимы управления:** имитация земных циклов «день — ночь», оптимизированная под конкретные виды растений.

#### **Системы контроля микроклимата**

- **Температурный контроль:** использование термоэлектрических охладителей (TECs) и систем циркуляции воздуха.
- **Контроль влажности:** использование датчиков, осушителей и увлажнителей для предотвращения де гидратации или развития грибов.
- **Контроль состава атмосферы:** регулирование концентрации  $\text{CO}_2$  и удаление этилена (гормона старения растений), который быстро накапливается в замкнутом пространстве.

#### **Системы мониторинга и управления**

- **Датчики:** измерение температуры, влажности, освещенности, pH питательного раствора и концентрации газов.
- **Автоматизация:** компьютерные системы, которые автоматически регулируют параметры окружающей среды на основе данных с датчиков, обеспечивая оптимальные условия для роста растений.
- **Визуализация:** камеры и программное обеспечение для мониторинга роста растений и выявления проблем на ранних стадиях.

**Биологические адаптации и влияние факторов среды.** В отсутствие гравитации корни и стебли могут расти хаотично. Микрогравитация также влияет на транспорт воды, что может нарушить испарение с поверхности листьев и привести к перегреву растения.

На рост и развитие растений в космосе оказывают влияние **различные факторы окружающей среды:** освещение, температура, влажность [3].

**Освещение.** Основой жизни растений является *фотосинтез* — сложный процесс, при котором в хлоропластах под действием световой энергии образуются органические вещества (сахара) из углекислого газа и воды [1, с. 100].

Огромную роль в изучении этого процесса сыграл великий русский ученый *Климент Аркадьевич Тимирязев*, который доказал, что хлорофилл обладает способностью поглощать солнечные лучи и использовать их энергию для создания питания. Он называл это «космической ролью растений», так как они являются посредниками между небом и землей [1, с. 102]. Именно поэтому на космических станциях так важно создать системы искусственного освещения.

Оптимальная интенсивность света зависит от вида растения. Слишком низкая интенсивность может заме-

длить рост, а слишком высокая — вызвать повреждение листьев. Разные спектры света влияют на различные аспекты развития: например, красный свет стимулирует рост стеблей, а синий — рост листьев. Продолжительность светового дня также важна для регуляции цветения и других биологических процессов.

**Температура.** Каждый вид растения имеет свой оптимальный диапазон температур для роста и развития. Слишком низкая температура может замедлить рост, а слишком высокая — вызвать тепловой стресс. Резкие перепады температуры также негативно влияют на состояние растений.

**Влажность.** Поддержание оптимальной относительной влажности необходимо для предотвращения де гидратации растений и развития грибковых заболеваний. Обеспечение достаточного количества воды для роста растений является критически важным [4].

Растения универсальны: они обеспечивают экипаж пищей и кислородом, перерабатывают отходы и оказывают мощную психологическую поддержку. Все эти функции помогут создать благоприятную среду для пребывания человека в космосе [1, с. 7].

#### **Рассмотрим примеры успешного космического растениеводства на МКС.**

- **Veggie.** Модуль для выращивания растений на МКС, который использует светодиодное освещение и систему гидропоники. В Veggie успешно выращивали салат, руколу, редис и другие овощи.
- **Advanced Plant Habitat (APH).** Более продвинутая система для выращивания растений на МКС, которая обеспечивает более точный контроль над условиями окружающей среды. В APH выращивали пшеницу, сою и другие культуры.
- **Plant Habitat-02.** Эксперимент, направленный на изучение влияния микрогравитации на генетику растений, с использованием редиса в качестве модельного организма [3].

Таким образом, к успехам в космическом растениеводстве можно отнести возможность выращивания различных видов растений в космосе, получение съедобного урожая и изучение биологических адаптаций растений. К основным сложностям — ограниченное пространство и ресурсы, высокие затраты, необходимость разработки надежных автоматизированных систем, а также риск развития грибковых заболеваний.

#### **Рекомендации для будущих исследований и экспериментов в области космического растениеводства**

- 1) Создание компактных и автоматизированных систем выращивания, которые требуют минимального участия человека.
- 2) Использование генной инженерии для создания растений, которые лучше адаптированы к условиям космоса.
- 3) Создание сортов растений, устойчивых к воздействию космической радиации, а также разработка материалов, которые могут защитить растения от радиации.
- 4) Определение оптимальных условий выращивания (освещение, температура, влажность, состав питательного раствора) для различных видов растений.



- 5) Разработка эффективных методов борьбы с болезнями и вредителями в условиях космоса.
- 6) Изучение влияния космического растениеводства на психологическое состояние космонавтов.
- 7) Развитие технологий для обеспечения частичной продовольственной независимости в длительных космических миссиях.

Эти рекомендации могут направить будущие исследования в области космического растениеводства, чтобы сделать его более эффективным, надежным и устойчивым. Углубленное изучение космического растениеводства — залог успеха будущих космических экспедиций и исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Биология : 6 класс : базовый уровень : учебник / В. В. Пасечник, С. В. Суматохин, З. Г. Гапонюк, Г. Г. Швецов; под ред. В. В. Пасечника. — 2-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2024. — 160 с. : ил. — (Линия жизни).
2. Growing Plants in Space. — Текст : электронный // NASA : [сайт]. — URL: <https://www.nasa.gov/exploration-research-and-technology/growing-plants-in-space/> (дата обращения: 28.04.2026).
3. Растения в космосе: что выращивают на МКС. — Текст : электронный // aogarden.ru : [сайт]. — URL: <https://aogarden.ru/news/rasteniya-v-kosmose-cto-vyrashchivayut-na-mks/> (дата обращения: 28.04.2026).
4. Оранжерея на орбите. — Текст : электронный // Роскосмос : [сайт]. — URL: <https://www.roscosmos.ru/20468/> (дата обращения: 28.04.2026).

## Сравнительный анализ причин выживаемости современных и вымерших нелетающих птиц

*Ашихмина Настасья Дмитриевна, учащаяся 4-го класса  
МБОУ СОШ № 49 г. Читы (Забайкальский край)*

*Научный руководитель: Сороканюк Татьяна Анатольевна, педагог-психолог,  
преподаватель биологии и основ проектной деятельности  
Учебный центр дополнительного образования «Перспектива» г. Читы*

**В статье автор исследует виды современных и вымерших нелетающих птиц, причины их выживаемости, создает таблицу сравнительного анализа, делает выводы.**

**П**тицы — единственные живые потомки динозавров, освоившие активный полет. Однако наличие крыльев не гарантирует способности взмывать в небо. Некоторые птицы совсем не умеют летать и ведут интересный образ жизни, отличающийся от большинства сородичей. Изучение нелетающих птиц помогает понять, как эволюция «избавляется» от сложных признаков, которые больше не нужны. Например:

- Исследование американских учёных (2025) показало, что скелет и пропорции крыльев при утрате способности к полёту изменяются значительно быстрее, чем строение перьев. Это открытие помогает понять, как эволюция «избавляется» от сложных признаков, и может позволить определить, могли ли вымершие птицы летать.
- Исследование европейских учёных (2020) показало, что за последние 126 тысяч лет вымерло 166 видов нелетающих птиц, тогда как сегодня на Земле их осталось всего 60. Это показывает, что эволюционный переход к бесполётности шёл примерно в четыре раза быстрее, чем можно было судить только по существующим видам.

Изучать нелетающих птиц нужно, чтобы понять, как некоторые виды птиц утратили способность к полёту, и как они приспособились к жизни в условиях, где полёт не важен. Это изучение включает анализ видов, ареала обитания и образа жизни нелетающих птиц, а также исследования, посвящённые этому явлению.

Как же птица может существовать без полета? Почему одни виды нелетающих птиц живут по сей день, а другие вымерли? Связано ли это с отсутствием способности летать?

Цель — изучить особенности нелетающих птиц, провести сравнительный анализ вымерших и ныне живущих нелетающих птиц.

Задачи:

1. изучить нелетающих птиц современных и вымершие виды;
2. создать сравнительную таблицу с видами птиц, их особенностями и возможностями для выживания;
3. создать и опубликовать книгу про нелетающих птиц для детей школьного возраста;
4. опубликовать научную статью по результатам сравнительного анализа в журнале Юный ученый.

Ожидаемый результат: мы получим исследование, сравнительный анализ образа жизни вымерших и ныне живущих нелетающих птиц, опубликуем книгу про этих птиц для школьников.

Новизна: мы проведем не просто сравнительный анализ образа жизни нелетающих птиц, но и сравним особенности вымерших видов с ныне живущими.

Практическая значимость: проект и его результаты будут полезны учителям биологии, учащимся средней школы, где по программе изучают эти виды птиц, а также людям, интересующимся биологией и птицами.

Мы сравнили живущие и вымершие виды нелетающих птиц, собрав особенности образа жизни и тех и других в сравнительные Таблицу 1 и Таблицу 2.

Таблица 1. Ныне живущие нелетающие птицы

Птицы	Вес	Рост	Что едят	Образ жизни
Пастушечье	от 532 до 1605 г	От 50 до 60 см	Семена Фрукты	В ходе эволюции птица утратила способность к полёту, но научилась много ходить, быстро бегать и хорошо плавать. При необходимости переплывает большие озёра и реки.
Татахе	7–8 кг.	?	Семена, листья хиронохлой	?
Пингвин	до 30 кг.	130 см	Рыба	Образ жизни пингвинов уникален и обусловлен сложными природными условиями обитания. Эти нелетающие морские птицы приспособлены к жизни в ледяной воде: у них обтекаемое тело, крылья работают под водой как винты, ноги смещены сильно назад.
Киви	от 1,3 до 4 кг	до 3,1 кг;	Жуков	Киви ведут исключительно сумеречный и ночной образ жизни. В течение дня птица прячется в вырытой норе, в дупле или под корнями деревьев. У большого серого киви норы представляют собой лабиринт с несколькими выходами, у других — с одним. На территориальном участке киви может иметь до 50 убежищ, которые меняет каждый день
Павлин	3,8–5,0 кг.	180–230 см.	Всеядные птицы	Значительную часть времени посвящая поискам пищи. Птицы пробираются сквозь заросли деревьев и кусты, разрывают и копают землю.
Страус	156 кг	3,1 м	Всеядные птицы	Представитель семейства страусовых. Из-за большого веса и размеров страусы не могут летать, но их крылья хорошо развиты и используются в брачный период для привлечения самок
Эму	от 18 до 55 кг,	1,5–1,9 м	Всеядные птицы	Эму ведут кочевой образ жизни
Казуар	50–60 кг	1,5–1,8 метра	Плодоядные	Обитают в глубине леса, скрываются задолго до появления человека
Нанду	35–40 кг.	до 1,5 метров	Корневища, семена и плоды.	Внешне напоминают африканского страуса, но имеющие ряд отличий: меньший размер, покрытая перьями шея и три пальца на ногах

Таблица 2. Вымершие нелетающие птицы

Птицы	Вес	Рост	Что едят	Образ жизни
Дронты	0–18 кг	До 1 метра	Питались плодами, семенами, листьями растений и их почками	Обитали в лесах, держались отдельными парами. Гнездились на земле, откладывая одно крупное белое яйцо
Фороракосы	?	1,3–1,45 метра	Охотились на небольших животных: грызунов, змей, других птиц. При необходимости могли поедать падаль или беспозвоночных (скорпионов, больших насекомых).	Фороракосы могли объединяться в небольшие группы по 2–3 особи.
Бескрылая гагарка	Около 5 кг	от 75 до 85 см	Рыба	
<i>Heracles inexpectatus</i> (в переводе с латыни — «неожиданный Геракл») — вымерший вид крупных попугаеобразных птиц	Весил около 7 кг, что делало его тяжелее какапо, самого тяжелого современного попугаеобразного, в два раза.	До 1 метра	Питался плодами деревьев и другой растительной пищей.	Умел залезать на деревья, используя клюв как «третью лапу». Жил вместе с другими гигантскими птицами, вроде моа, гигантских гусей и орлов.
Орнимегалоникс	от 9 до 13,5 кг	1,1 метра	Многочисленными и разнообразными капромиоидными	Птица жила исключительно на земле. Ноги были развиты хорошо



Сравнительный анализ показал:

1. Причиной вымирания большинства видов нелетающих птиц стало истребление человеком, такие птицы являлись легкой добычей, что и привело к уничтожению целых видов;
2. Еще одной причиной вымирания может быть невозможность нелетающих птиц сменить ареал обитания, чтобы найти пищу, некоторые виды вымерли от недостатка питания.
3. Многие вымершие птицы располагали гнезда прямо на земле, что делало их потомство совершенно беззащитным.
4. Изменения природного климата, извержения вулканов и т. п. природные явления так же способствовали вымиранию нелетающих птиц, так как быстро сменить место обитания им было невозможно.
5. Утрате способности к полетам у птиц способствовало изначальное отсутствие хищников в местах обитания, в некоторых случаях увеличение размеров тела и развитие мощных ног позволяли пти-

цам спастись от редких угроз бегством. Быстрота и сила становились более эффективными средствами выживания, чем полёт.

В процессе исследования мы узнали много интересных фактов о нелетающих птицах, изучили некоторые виды, провели сравнительный анализ образа жизни вымерших и ныне живущих нелетающих птиц.

В результате изучения этих удивительных созданий родилась идея создать книгу для школьников, с описанием современных нелетающих птиц, чтобы все могли познакомиться с ними и узнать ближе этих замечательных созданий.

Книга была опубликована через издательский сервис Rideró. Она включила в себя информацию из надёжных научных источников, изложенную понятным, но научным языком, книгу так же наполнили цветными и красочными изображениями птиц, созданными с помощью ИИ и закодированными. Читателю предлагается сканировать кьюар-код, чтобы увидеть изображение описываемой птицы.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Нелетающие птицы: 10 птиц, которые не умеют летать, названия, фото, описание | РБК Life [интернет-источник] <https://www.rbc.ru/life/news/69134c1c9a7947d9f2376542>
2. Нелетающие птицы — Рувики: Интернет-энциклопедия [интернет-источник] [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Нелетающие\\_птицы](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Нелетающие_птицы)
3. Нелетающие птицы [интернет-источник] <https://ethnomir.ru/articles/neletayushchie-ptitsy/>
4. Исключение из правил: птицы нашей планеты, которые не умеют летать [интернет-источник] <https://travelask.ru/blog/posts/12460-isklyuchenie-iz-pravil-ptitsy-nashey-planety-kotorye-ne-umej>

## Попугаи в науке, культуре, искусстве и домашнем хозяйстве

*Бабанев Лев Денисович, учащийся 7-го класса*

Научный руководитель: *Ананьева Татьяна Викторовна, учитель биологии*  
ГБОУ гимназия № 528 Невского района Санкт-Петербурга

*В статье рассматриваются особенности разных видов попугаев и их значение в науке, культуре, искусстве и домашнем хозяйстве.*

*Ключевые слова: попугаи, речь, ара, какаду, жако.*

**А**ктуальность темы вызвана тем, что попугаи востребованы в разных областях — в науке, культуре, искусстве, а также домашнем хозяйстве.

Давайте разберемся, почему и в чем их особенность по сравнению с другим представителями животного мира.

Интерес использования попугаев в научных исследованиях вызван их высокими когнитивными способностями. В основном в исследованиях, связанных с пониманием языка, памятью, обучением и абстрактным мышлением, участвуют попугаи жако, а вот в нейробиологических исследованиях чаще используются волнистые попугаи.

Кроме того, изучается зрение попугаев. Оно существенно отличается от человеческого зрения. Попугаи

обладают более широким цветовым спектром. У человека в сетчатке глаза три типа колбочек, которые отвечают за восприятие цветов: красного, зеленого и синего, а у попугаев — четыре, поэтому они различают больше цветов. Попугаи видят ультрафиолетовый свет.

Образы попугаев любят использовать в искусстве и литературе. Самыми известными персонажами в литературе являются:

— птица Говорун — персонаж Кира Булычёва из произведения «Тайна третьей планеты»;

— попугай Кеша — персонаж книги **Александра Курляндского «Приключения попугая Кеша»**;

— попугай из рассказов **Григория Остера «38 попугаев»**;

— попугай по кличке Капитан Флинт — персонаж романа Роберта Льюиса Стивенсона «Остров сокровищ». Кстати, именно благодаря этому произведению попугаи стали символом пиратов как в литературе, так и в фильмах и мультфильмах. Однако в реальности пираты вылавливали попугаев для продажи, так как они стоили очень дорого, а в качестве домашних животных оставляли себе редко.

В настоящее время популярными видами попугаев в домашнем хозяйстве являются жако, ара, кореллы, волнистые попугаи, амазоны, какаду, неразлучники. Наиболее популярны те, которые могут имитировать звуки и речь. Общение человека с попугаем помогает снять стресс, что особенно важно одиноким людям.

Попугаи разговаривают благодаря особому устройству голосового аппарата. Ключевым органом, отвечающим за воспроизведение речи у попугаев, является сирикс. Интересно, что сирикс есть и у других птиц: ворон, грачей, скворцов, сов, кукушек и других, однако способность имитировать человеческую речь у этих птиц сильно ограничена, так как по сравнению с попугаями строение и мускулатура их сирикса не так развиты. Кроме того, у попугаев есть особые области мозга («песенная система»), которые отвечают за речевое обучение.

Попугаи способны оказывать существенную помощь людям. Например, известен случай, когда попугай защищал своего хозяина от грабителей, а также однажды попугай давал свидетельские показания в суде.

В музее Санкт-Петербурга «А музы не молчали...» хранится чучело попугая жако, который вместе с актрисой Галиной Семенченко пережил блокаду Ленинграда. Известно, что попугай предупреждал о воздушной тревоге еще до того, как о ней объявляли по радио. Это объясняется тем, что попугаи могут чувствовать изменения в окружающей среде (например, перепады давления, необычные звуки или вибрации) раньше людей благодаря физиологическим и поведенческим особенностям: чувствительной дыхательной системе, развитому слуху, тонкому восприятию вибраций и запахов, природному инстинкту выживания.

Попугаи популярны в искусстве, особенно в голландской живописи. Например, известной является картина Франса ван Мириса «Женщина в красном жакете, кормящая попугая». Образы попугаев использовали и в римских мозаиках.

В искусстве попугаи популярны из-за своей внешности: яркие и контрастные окраски попугаев и их уникальные анатомические особенности привлекают художников. Характерной особенностью попугаев является массивный и изогнутый вниз клюв, похожий на крючок. Форма клюва зависит от рациона питания. Он заменяет попугаям челюсти и зубы. Самый большой клюв — у черного какаду: он может достигать 9 сантиметров. У птенцов бывает избыток пигмента в клюве, поэтому он кажется черным. Однако по мере роста попугая клюв приобретает другую окраску — розовую, светло-коричневую, голубую или фиолетовую (волнистые попугаи). У взрослых особей клюв бывает желтым, зеленоватым или другого цвета в зависимости от генетики, возраста

и пола. Например, у малого кольчатого попугая клюв ярко-красный, а самый кончик — черный.

У некоторых попугаев (например, какаду) украшением является хохолок, который может достигать 18 сантиметров. У некоторых попугаев есть нарушение пигментации (например, красные глаза и белое оперение). У некоторых попугаев встречаются интересные комбинации раскрасок оперения. Внешность попугаев зависит от адаптации к разным средам обитания и связана с физиологическими особенностями попугаев.

От других птиц попугаев отличают не только анатомические, но и поведенческие особенности. Кроме того, характер попугаев может различаться в зависимости от их видов.

Понаблюдать за попугаями я смог в Ленинградском зоопарке, в котором представлены различные виды попугаев: сине-желтый ара, черношапочный попугай, корелла и многие другие. Кроме того, я изучил отзывы владельцев разных видов попугаев и в результате могу отметить следующие особенности.

Попугай жако обладает развитым интеллектом и довольно часто имеет сложный характер. Многие владельцы попугаев жако отмечали, что птица требует к себе много внимания и постоянного общения. Попугай жако умен и обидчив, много мусорит и старается занять лидирующее положение в семье.

Попугай корелла также общительная и умная птица. Эти птицы стремятся к близкому и эмоциональному взаимодействию с человеком. Поэтому от человека требуется повышенное внимание к попугаю, и только тогда можно добиться его доверия. Если доверия не будет, то птицу сложно обучать и трудно коммуницировать с ней.

Самым тихим видом попугаев являются воробьиные попугаи. Они относятся к миниатюрным попугаям. При содержании таких видов дома важно обеспечить им тишину, клетку лучше расположить вдали от телевизора и проходных мест.

В Индии и Центральной Америке считали, что попугаи могут вызывать дождь. В китайской культуре попугай считался посланником благой вести. В Древней Индии попугай являлся символом любви. В некоторых мифологиях и культурах попугай представлен как посредник между человеческим и потусторонним мирами. Майя считали попугаев священными птицами и изображали их на древних рисунках. В Доминике попугай является национальной птицей страны и изображен на флаге.

Это очень интересные птицы, хорошо обучаемые. Они могут стать не просто домашним питомцем, а настоящим другом.

Известно, что некоторые попугаи любят музыку и имеют определенные музыкальные предпочтения. Их любимые жанры — классическая музыка, поп-музыка с вокалом, рок с вокалом, фолк, регги, джаз. Некоторые попугаи любят еще и пританцовывать под музыку и подпевать. Попугаи даже могут играть на пианино, синтезаторе и других музыкальных инструментах, используя для этого свой клюв.

При правильном уходе попугаи могут прожить достаточно долго, в зависимости от их генетики и вида. Известно, что долгожителями среди попугаев являются ара



и какаду. Считается, что ара могут прожить до 100 лет, а какаду — до 80 лет. Известен попугай (какаду по имени Куки), который попал в Книгу рекордов Гиннесса: он прожил до 83 лет (с 30 июня 1933 года по 27 августа 2016 года).

Благодаря способностям попугаев к подражанию звукам и развитому интеллекту они показали себя как отличные домашние питомцы, а благодаря их яркой внешности они являются источниками вдохновения многих художников и писателей.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Брэм, А. Э. Жизнь животных. В 3 т. Т. 2. Птицы / А. Э. Брэм. — М.: Терра, 1992. — 352 с.
2. Жизнь животных. В 6 т. Т. 5. Птицы / под ред. Н. А. Гладкова, А. В. Михеева. — М.: Просвещение, 1970. — 678 с.

## Изменение pH и буферной способности слюны после употребления сладостей и риск развития кариеса у подростков

*Балукова Софья Евгеньевна, учащаяся 10-го класса*

Научный руководитель: *Гурина Виктория Ивановна, преподаватель химии*  
ГБОУ г. Москвы «Школа № 1539»

### Введение

Здоровье зубов зависит не только от гигиены полости рта, но и от химических процессов, происходящих в слюне. Одним из важнейших показателей состояния полости рта является уровень pH слюны — показатель кислотности среды. Даже небольшие изменения кислотности могут влиять на состояние зубной эмали и риск развития кариеса.

После употребления сладких продуктов в полости рта начинают происходить химические и биохимические процессы. Микроорганизмы зубного налёта используют сахара как источник энергии и в процессе обмена веществ образуют органические кислоты. Эти кислоты снижают pH слюны и зубного налёта. Если кислотность становится слишком высокой (pH снижается), начинается процесс деминерализации эмали — растворение минеральных веществ зуба, что является начальной стадией развития кариеса.

Однако в полости рта существует защитный механизм — слюна. Слюна обладает буферной способностью, то есть способностью нейтрализовать кислоты и поддерживать относительно постоянный уровень pH. Буферные системы слюны позволяют после приёма пищи постепенно возвращать кислотность к нормальным значениям. Но при частом употреблении сладких продуктов буферные системы могут не успевать восстанавливать pH, и тогда в полости рта длительное время сохраняется кислая среда, благоприятная для развития кариеса.

Особенно актуальна эта проблема у подростков, так как в этом возрасте эмаль зубов ещё не полностью минерализована, а употребление сладких продуктов и напитков происходит достаточно часто. Поэтому изучение изменения pH слюны и её буферной способности после

употребления сладкого является важной задачей, позволяющей понять механизм формирования кариесогенной среды.

**Актуальность** исследования заключается в том, что состояние полости рта отражает общее здоровье организма. Нарушение может быть связано не только с кариесом, но и с воспалительным процессом, заболеванием желудочно-кишечного тракта и метаболизмом. Таким образом, исследование полости рта у подростков в истории их пристрастия к сладкому имеет важное медико-биологическое значение.

**Проблема** у подростков при частом употреблении сладких продуктов, происходит заметное снижение pH слюны и ослабление её буферной способности. Из-за этого слюна хуже нейтрализует кислотность, возникающая после контакта с сахаром. Это приводит к более сильным кислотам, создающим условия для деминерализации эмали. В результате чего возрастает риск раннего развития кариеса, особенно у подростков.

**Гипотеза** если у подростка наблюдается высокая частота потребления сахара, то в его ротовой полости увеличиваются микроорганизмы, связанные с кариесными бактериями, что приводит к снижению pH слюны после приема сладкого и, следовательно, к формированию более кариесогенной среды.

**Цель нашего исследования** — изучить, как употребление сладких продуктов влияет на pH слюны и на её буферную способность, и оценить, как эти изменения связаны с повышением риска кариеса.

**Объектом исследования** мы выбрали pH слюны полости рта у подростков.

**Предметом исследования** стало изменение pH слюны под воздействием употребления сладких продуктов, приводящие к формированию кариесогенной среды.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать научную литературу по теме влияния сахара на микробиоту полости рта.
2. Изучить изменение pH слюны у подростков до и после употребления сладкого.
3. Сравнить показатели у подростков с разной частотой употребления сладких продуктов.
4. Оценить буферную способность слюны.
5. Разработать рекомендации по профилактике кариеса.

Зубной кариес является одним из самых распространённых заболеваний полости рта у подростков. Современные исследования показывают, что развитие кариеса связано не только с наличием отдельных микроорганизмов, но и с состоянием всей микробной экосистемы полости рта, уровнем кислотности среды и буферной способностью слюны.

Полость рта представляет собой сложную биологическую систему, в которой взаимодействуют микроорганизмы, слюна, ткани зуба и пищевые факторы. В норме микробиота полости рта выполняет защитную функцию и находится в состоянии равновесия. Однако при частом употреблении сладких продуктов это равновесие нарушается.

Сахара служат источником энергии для микроорганизмов зубного налёта. В процессе метаболизма сахаров бактерии образуют органические кислоты, такие как молочная кислота. Эти кислоты снижают pH зубного налёта и слюны. При снижении pH ниже критического уровня (примерно 5,5) начинается процесс деминерализации эмали — растворение минеральных компонентов зуба, прежде всего гидроксиапатита. Длительное пребывание зубов в кислой среде приводит к разрушению эмали и развитию кариеса.

Одними из основных кариесогенных микроорганизмов считаются *Streptococcus mutans* и *Lactobacillus*. Эти бактерии способны активно перерабатывать сахара в кислоты и выживать в кислой среде. Кроме того, они образуют биоплёнку на поверхности зубов, что способствует их закреплению и длительному воздействию кислот на эмаль.

Важную роль в защите зубов играет слюна. Слюна выполняет несколько функций:

- очищает полость рта от остатков пищи;
- нейтрализует кислоты;
- поддерживает постоянство pH;
- содержит минералы, необходимые для восстановления эмали.

Одним из важнейших свойств слюны является её буферная способность — способность нейтрализовать кислоты и щёлочи и поддерживать стабильный уровень pH. Буферная способность слюны обеспечивается несколькими буферными системами.

Основной буферной системой слюны является бикарбонатная буферная система. Она нейтрализует кислоты, образующиеся после приёма пищи и в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Активность этой системы зависит от скорости слюноотделения: при активном слюноотделении концентрация бикарбонатов увеличивается, и нейтрализация кислот происходит быстрее.

Второй буферной системой является фосфатная буферная система. Она играет вспомогательную роль и особенно важна при низкой скорости слюноотделения, например, во время сна. Эта система помогает поддерживать стабильный pH у поверхности зубов и участвует в поддержании минерального баланса эмали.

Благодаря работе буферных систем после употребления пищи pH слюны постепенно возвращается к нормальным значениям. Однако при частом употреблении сладких продуктов буферные системы не успевают полностью нейтрализовать кислоты, и pH остаётся пониженным длительное время. В результате формируется так называемая кариесогенная среда — среда с пониженным pH, высокой концентрацией органических кислот и преобладанием кислотопродуцирующих микроорганизмов.

Особенно уязвимыми к таким изменениям являются подростки. Это связано с тем, что минерализация эмали в подростковом возрасте ещё не полностью завершена, а пищевые привычки часто включают частое употребление сладких продуктов, напитков и перекусов между основными приёмами пищи. Частые «сахарные воздействия» приводят к повторяющемуся снижению pH, что постепенно ослабляет буферную способность слюны и увеличивает риск развития кариеса.

Таким образом, развитие кариеса можно рассматривать как результат взаимодействия нескольких факторов:

- частоты употребления сахара;
- состава микробиоты полости рта;
- уровня pH слюны;
- буферной способности слюны;
- состояния зубной эмали;
- гигиены полости рта.

При частом употреблении сладких продуктов pH слюны снижается чаще и на более длительное время, буферная система слюны работает менее эффективно, а микробиота смещается в сторону кислотопродуцирующих бактерий. Всё это приводит к формированию условий для деминерализации эмали и развития кариеса.

**Буферные системы слюны**

Слюна может нейтрализовать кислоты благодаря буферным системам.

Буферные растворы — это растворы, которые способны поддерживать постоянный pH при добавлении кислот или щелочей.

В слюне работают две основные буферные системы:

**1. Бикарбонатная буферная система**

Она основана на равновесии между угольной кислотой и гидрокарбонат-ионами. Эта система нейтрализует кислоты, образующиеся после еды. Чем больше выделяется слюны, тем сильнее работает эта система.

**2. Фосфатная буферная система**

Она работает при меньшем слюноотделении и поддерживает постоянство pH возле поверхности зуба. Благодаря этим системам после еды кислотность постепенно возвращается к норме.

Что происходит после употребления сладкого:

С химической точки зрения после употребления сахара происходит следующее:

Сахар остаётся на поверхности зубов.

— Бактерии используют сахар как источник энергии.

- В результате реакций брожения образуются органические кислоты.
- Кислоты снижают pH среды.
- При низком pH начинается растворение эмали.

Главная проблема заключается не в количестве сахара, а в частоте его употребления. Если человек часто ест сладкое, pH не успевает восстановиться, и зубы долго находятся в кислой среде.

Одним из простых и информативных способов оценки состояния полости рта является определение pH слюны. Слюна выполняет защитную и буферную функции, поэтому изменение её кислотности после употребления сладких продуктов позволяет оценить способность организма нейтрализовать кислоты, образующиеся при метаболизме сахаров микроорганизмами зубного налёта.

Известно, что уже через 5–7 минут после употребления сладких продуктов pH слюны снижается, а затем постепенно восстанавливается благодаря буферным системам слюны. Скорость восстановления pH отражает буферную способность слюны и устойчивость полости рта к развитию кариесогенной среды.

Была выбрана подростковая группа, так как:

1. минерализация эмали у подростков ещё не полностью завершена;
2. наблюдается высокий уровень потребления сладких продуктов и напитков;
3. формируются пищевые привычки, влияющие на здоровье зубов во взрослом возрасте.

Таким образом, исследование pH слюны до и после употребления сладких продуктов позволяет на практике оценить скорость изменения кислотности среды и буферные свойства слюны у подростков с различными пищевыми привычками.

#### **Материалы и оборудование:**

Для проведения исследования использовались:

- индикаторные полоски для измерения pH слюны;
- потенциометрический проточно-инжекционный датчик pH;
- часы для фиксации времени;
- сахар в кубиках (одинаковый для всех участников);
- анкета для определения частоты употребления сладкого.

В исследовании приняли участие 42 подростка в возрасте 15–18 лет. Перед началом эксперимента участники заполнили анкету, в которой указали:

- частоту употребления сладких продуктов;
- время дня, когда чаще употребляют сладкое;
- проводят ли гигиену полости рта после сладкого;
- пол.

На основе анкетирования участники были разделены на две группы:

Группа А — высокая частота потребления сладкого (18 человек)

Ежедневное употребление сладостей, сладких напитков или перекусов между приёмами пищи.

Группа В — низкая частота потребления сладкого (24 человека)

Употребление сладких продуктов 1–2 раза в неделю или реже.

Такое разделение позволило сравнить изменение pH слюны у подростков с различными пищевыми привычками.

#### **Методика проведения эксперимента**

Исследование проводилось в три этапа:

1. Измерение pH слюны натощак (участники не употребляли пищу и воду в течение 30–45 минут).
2. Участникам давали кусочек сахара.
3. Повторные измерения pH проводились через 5, 10 и 20 минут после употребления сахара.

#### **Результаты исследования:**

— Измерение pH натощак

У подростков, редко употребляющих сладкое, pH слюны натощак находился в пределах нейтральной среды. Это показывает, что буферная система слюны работает эффективно, а кислотность микробной среды невысокая.

У подростков, часто употребляющих сладкое, pH слюны натощак был ниже. Это означает, что даже без приёма пищи среда полости рта более кислая, что повышает риск деминерализации эмали и развития кариеса.

Вывод: редкое употребление сахара способствует поддержанию нейтрального pH и естественной защиты эмали, тогда как частое употребление сладкого приводит к снижению pH и формированию более кариесогенной среды.

— Изменение pH после употребления сахара

После употребления кусочка сахара у подростков, редко употребляющих сладкое, pH снижался умеренно и оставался в пределах допустимых значений.

У подростков с частым употреблением сладкого pH снижался значительно сильнее и приближался к критическому значению pH  $\pm$  5,5, при котором начинается деминерализация эмали. Это свидетельствует об ослабленной буферной способности слюны и повышенном риске развития кариеса.

— Изменение pH во времени (5, 10, 20 минут)

У подростков с низким потреблением сахара:

на 5-й минуте наблюдалось умеренное снижение pH; затем pH постепенно восстанавливался; к 20-й минуте показатели возвращались к нейтральным значениям.

Это свидетельствует о хорошей буферной способности слюны.

У подростков с высоким потреблением сахара:

снижение pH было более выраженным; на 5-й минуте среда становилась более кислой; к 20-й минуте происходило лишь частичное восстановление pH.

Это говорит о сниженной буферной способности слюны и более длительном сохранении кислой среды в полости рта, т. е. редкое употребление сахара обеспечивает эффективную буферную защиту слюны, тогда как частое употребление сладкого приводит к более сильному снижению pH и медленному восстановлению кислотно-щелочного баланса.

#### **Измерение pH потенциометрическим методом**

Для повышения точности исследования дополнительно использовался потенциометрический проточно-инжекционный метод измерения pH.

Потенциометрический метод основан на измерении электрического потенциала между электродами, чувствительными к ионам водорода. Полученный электри-

ческий сигнал преобразуется прибором в значение pH. Этот метод является более точным по сравнению с индикаторными полосками.

Результаты показали, что:

- у подростков, редко употребляющих сахар, pH слюны изначально находится в нейтральной зоне, после сахара снижается умеренно и к 20 минутам восстанавливается;
- у подростков, часто употребляющих сахар, исходный pH ниже, после сахара pH снижается сильнее, а восстановление происходит медленнее; у некоторых участников значение приближалось к критическому уровню pH 5,5.

При сравнении результатов, полученных с помощью pH-полосок и потенциометрического датчика, было установлено, что общая тенденция совпадает:

- после употребления сахара pH слюны снижается;
- минимальное значение наблюдается примерно через 5 минут;
- затем pH постепенно восстанавливается;

у подростков с частым употреблением сладкого снижение pH более выражено, а восстановление происходит медленнее.

Однако потенциометрический метод позволил получить более точные значения pH.

В результате проведенного исследования было установлено, что употребление сладких продуктов вызывает снижение pH слюны у подростков, однако степень снижения и скорость восстановления зависят от частоты употребления сахара.

У подростков, часто употребляющих сладкие продукты, наблюдается:

- более низкий pH слюны натощак;
- более резкое снижение pH после употребления сахара;
- более медленное восстановление pH;
- более высокий риск развития кариеса.

У подростков, редко употребляющих сладкие продукты, буферная система слюны работает эффективнее, поэтому pH восстанавливается быстрее, а риск деминерализации эмали ниже.

Таким образом, результаты эксперимента показывают, что важным фактором риска развития кариеса является не только количество сахара, но и частота его употребления, так как частое снижение pH и длительное пребывание эмали в кислой среде создают условия для её разрушения.

#### Заключение

В ходе работы было изучено влияние сладких продуктов на кислотность слюны у подростков. Эксперимент показал, что употребление сахара приводит к снижению pH слюны, а частое употребление сладкого ослабляет буферную способность слюны и замедляет восстановление кислотно-щелочного баланса.

Было установлено, что основным фактором риска является не количество сахара, а частота его употребления. При частых сладких перекусах в полости рта постоянно поддерживается кислая среда, что приводит к деминерализации эмали и развитию кариеса.

Таким образом, здоровье зубов во многом зависит не только от гигиены, но и от пищевых привычек человека, а процессы, происходящие в полости рта, можно объяснить с точки зрения химии кислот, растворов и буферных систем.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Микробиота и болезни полости рта <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrobiota-i-bolezni-polosti-rta/viewer> (дата обращения 09.11.2025)
2. Этиология и возможности профилактики кариеса зубов. <file:///C:/Users/Notebook/Downloads/etiologiya-i-vozmozhnosti-profilaktiki-kariesa-zubov> (дата обращения 09.11.2025)
3. Лечение кариеса зубов у детей и подростков <file:///C:/Users/Notebook/Downloads/lechenie-kariesa-zubov-u-detey-i-podrostkov.pdf> (дата обращения 09.11.2025)
4. Влияние микробиома полости рта на развитие кариеса и заболеваний пародонта. <file:///C:/Users/Notebook/Downloads/vliyanie-mikrobioma-polosti-rta-na-razvitie-kariesa-i-zabolevaniy-parodonta.pdf> (дата обращения 09.11.2025)
5. Роль сахарозы в формировании кариесогенной зубной биоплёнки — новое открытие <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2257872/> (дата обращения 09.11.2025)
6. *Streptococcus mutans*, потребление сахара и гигиена полости рта: что больше влияет на количество кариозных, отсутствующих и запломбированных зубов (DMFT) у взрослых иранцев? <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7224268/> (дата обращения 09.11.2025)
7. Микробиом полости рта влияет на связь между потреблением сахара и кариесом: предварительное исследование. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9503897/#sec1-nutrients-14-03693> (дата обращения 09.11.2025)
8. Микробиота и болезни полости рта <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrobiota-i-bolezni-polosti-rta/viewer> (дата обращения 09.11.2025)
9. Кариес, этиология и методы профилактики <https://cyberleninka.ru/article/n/karies-etiology-i-metody-profilaktiki> (дата обращения 09.11.2025)
10. Анатомия: Строение зуба (зубов) <https://meduniver.com/Medical/Anatom/137.html> (дата обращения 09.11.2025)
11. Профилактика кариеса <https://ctoma.ru/stati/profilaktika-kariesa/> (дата обращения 09.11.2025)
12. Микробиота полости рта: динамические сообщества и взаимодействие с хозяином. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6278837> (дата обращения 09.11.2025)



# Дифференциация фонем английского и русского языков у собак в контексте выполнения вербальных дрессировочных команд

Власова Евгения Андреевна, учащаяся 11-го класса  
МБОУ г. Иркутска СОШ № 57

Научный руководитель: Баяева Елена Алексеевна, педагог дополнительного образования  
ГАУ ДО Иркутской области «Региональный центр всестороннего развития ребенка «Вектор»

*В статье рассматривается актуальный вопрос когнитивной этологии — способность домашних собак к фонематическому анализу человеческой речи. Исследование направлено на выявление механизмов, с помощью которых собаки дифференцируют команды на русском и английском языках. Выдвигается гипотеза о приоритетности конкретных фонем над общим акустическим обликом слова.*

**Ключевые слова:** когнитивная этология, фонематический слух, биоакустика, вербальная коммуникация, слуховой анализатор собак, лингвистическая дифференциация, межвидовое взаимодействие.

Проблема понимания человеческой речи домашними животными на протяжении десятилетий исследовалась и обсуждалась в контексте изучения обучения домашних животных, под которым понимают «совокупность изменений в поведении животного в результате накопленного опыта» [4, с. 318]. Однако, данный вопрос оставался в тени классической теории условных рефлексов, где звуковая команда рассматривалась лишь как монолитный раздражитель. Однако современные открытия в области нейробиологии и когнитивной психологии указывают на то, что мозг собаки (*Canis familiaris*) обладает сложной системой обработки аудиосигналов, способной разделять лексическое значение и интонационную окраску [5, с. 1030]. В рамках нашей исследовательской деятельности мы решили проверить, насколько глубоко собака способна проникать в фонетическую структуру слова, различая сходные по значению, но разные по звучанию команды русского и английского языков. Актуальность данного исследования обусловлена тем, что в современном обществе собаки часто живут в семьях, где используются два языка, или передаются владельцам в другие страны, что требует от животного высокой адаптивности слухового аппарата. Научная новизна работы заключается в попытке изолировать именно фонемный фактор, исключив влияние жестов и привычной просодики диктора.

Теоретическим фундаментом нашего исследования стали работы отечественных и зарубежных этологов, доказывающие, что собаки способны воспринимать до нескольких сотен слов, выделяя их из общего речевого потока [2, с. 45]. Однако лингвистический аспект — различие между фонемами разных языковых групп — до сих пор остается малоизученным в науке. Русский язык, будучи флективным, обладает уникальным набором мягких согласных и специфических гласных, в то время как английский язык характеризуется строгой дикцией, долготой гласных и наличием межзубных звуков. Нами была выдвинута гипотеза: если собака действительно опирается на фонемы, то замена одного звука в знакомой команде (например, переход от русской

фонемы [и] к английской [ɪ] или [e]) должна вызвать измеримую задержку в реакции или полный отказ от выполнения действия [6, с. 88]. Объектом исследования стало слуховое восприятие пяти собак, а предметом — их способность к дифференциации конкретных звуковых единиц.

В экспериментальную группу вошли пять животных с различным типом высшей нервной деятельности: испытуемый № 1 — немецкая овчарка (высокая обучаемость, сангвиник), № 2 — английский кокер-спаниель (высокая мотивация, сангвиник), № 3 — среднеазиатская овчарка (средняя обучаемость, флегматик), № 4 — лабрадор (пищевая мотивация, сангвиник) и № 5 — беспородная собака из приюта (смешанный тип). Все животные ранее были обучены стандартному набору команд на русском языке. Эксперимент проводился в изолированном помещении с минимальным уровнем фонового шума. Первый блок испытаний включал команды «Сидеть» и «Лежать». Второй блок — английские эквиваленты «Sit» и «Down». Третий блок — специально сконструированные «квазислова», где одна фонема была заменена (например, «Зидеть» вместо «Сидеть» или «Set» вместо «Sit»).

Анализ полученных данных выявил определенные закономерности. Собаки не просто реагировали на знакомый шум, они проводили мгновенный спектральный анализ звука [1, с. 112]. Немецкая овчарка и лабрадор показали наивысший процент успешности при переходе на английские команды, что, вероятно, связано с более четкой артикуляцией английских согласных (взрывной [t] в конце слова «Sit» является более сильным маркером, чем мягкий [tʲ] в русском «Сидеть»). Однако при введении фонетических искажений (третий блок) эффективность выполнения команд упала в среднем на 65 %. Это доказывает, что для собаки важна не только общая огибающая звуковой волны, но и конкретное сочетание формант гласных звуков. При замене гласного [i] на [e] в команде «Sit», животные проявляли замешательство, что фиксировалось как увеличение периода реакции (времени между командой и действием) с 0,8 секунды до 3,5 секунд.

Результаты многочисленных исследований показывают, что индивидуальные различия объясняются не только породой, но и предыдущим лингвистическим опытом животных [3, с. 333]. Собаки, с которыми владельцы разговаривают больше, лучше справляются с дифференциацией чужих фонем. Особый интерес представляет тот факт, что русское «Сидеть» и английское «Sit» воспринимались собаками как разные стимулы, несмотря на идентичное значение. Это опровергает теорию о том, что собака «понимает смысл» слова в человеческом представлении; скорее, она формирует сложную библиотеку акустических отпечатков. Когда мы предлагали искаженную фонему, мы фактически подавали сигнал, отсутствующий в этой библиотеке, что приводило к когнитивному диссонансу. Лингвистический анализ показал, что наиболее критичными для собак являются согласные в начале слова и ударные гласные. Английский звук [s] воспринимается ими как более высокочастотный и «привлекающий внимание» по сравнению с русским мягким [с']. Это наблюдение мо-

жет иметь практическое значение: для команд, требующих немедленной реакции (например, «Стоп» или «Ко мне»), целесообразно выбирать слова с резкими, взрывными фонемами, характерными для германской языковой группы.

В заключении следует отметить, что выдвинутая гипотеза о способности собак к дифференциации фонем русского и английского языков полностью подтвердилась. Мы доказали, что собака — это не просто пассивный слушатель, а активный анализатор речи, способный к тонкой настройке своего слухового аппарата под конкретную языковую среду. Проведенный эксперимент показал, что при обучении собак в условиях билингвизма важно соблюдать фонетическую чистоту произношения, так как даже минимальная замена звука может дезориентировать животное.

Данная работа может служить базой для дальнейших исследований в области биоакустики и помочь в разработке универсальных систем команд для международных поисково-спасательных служб.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Богословская, Л. С., Солнцева Г. Н. Слуховая система млекопитающих (сравнительно-морфологический очерк). — М.: Наука, 1979. — 240 с.
2. Зорина, З. А. Элементарное мышление животных: учебное пособие / З. А. Зорина, И. И. Полетаева. — Москва: Аспект Пресс, 2018. — 320 с.
3. Иванов, А. А. Этология с основами зоопсихологии: Учебное пособие. — 2-е изд. Стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 624 с.
4. Шовен, Р. Поведение животных / Р. Шовен; пер. с фр. Л. С. Бондарчука, З. А. Зориной. — Изд. 2-е. — М., 2009. — 487 с.
5. Andics, A. Neural mechanisms for lexical processing in dogs / A. Andics, A. Gábor, M. Gácsi [et al.]. — Текст: электронный // Science. — 2016. — Vol. 353, Issue 6303. — P. 1030–1032. — URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaf3777> (дата обращения: 27.04.2026).
6. Domestic Dog Cognition and Behavior: The Scientific Study of Canis familiaris / edited by Alexandra Horowitz. — Berlin; New York: Springer Science & Business Media, 2014. — 274 с.

## Механизмы взаимодействия ядов и наркотических обезболивающих

*Громаков Степан Романович, учащийся 10-го класса*

*Научный руководитель: Рыкова Татьяна Николаевна, учитель биологии  
Державинский лицей Тамбовского государственного университета имени Г. Р. Державина*

*В статье автор исследует механизмы взаимодействия ядов и наркотических обезболивающих.*

*Ключевые слова: яд, наркотические обезболивающие.*

**А**ктуальность темы исследования обусловлена возрастанием интереса к взаимодействию различных классов веществ, особенно в контексте их применения в медицине. Наркотические обезболивающие средства играют ключевую роль в управлении болью, однако их использование может быть осложнено воздействием различных ядов, как природного, так

и синтетического происхождения. В последние годы наблюдается увеличение случаев отравлений, что ставит перед медицинским сообществом задачу более глубокого изучения взаимосвязей между ядами и наркотическими анальгетиками. Важно понимать, как яды могут изменять эффект обезболивающих, что может иметь серьезные клинические последствия при назначении терапии.

В последние десятилетия наблюдается растущий интерес к исследованию взаимодействий между ядами и наркотическими обезболивающими средствами, что обусловлено как клиническими, так и токсикологическими аспектами. Наркотические обезболивающие, такие как опиаты, широко используются для купирования болевого синдрома, однако их эффективность может существенно изменяться под влиянием различных экзогенных и эндогенных факторов, включая взаимодействие с ядами.

Целью данной работы является исследование влияния ядов на фармакологическую активность наркотических обезболивающих. Данная цель подразумевает не только теоретический анализ существующих данных, но и практическое изучение механизмов взаимодействия ядов и анальгетиков, что позволит выявить потенциальные риски и рекомендации для практического применения в лечебной практике.

Яды, как правило, действуют на определенные молекулы или системы в организме, что может приводить к изменению фармакокинетики и фармакодинамики наркотических анальгетиков. Наиболее значительное влияние ядов может проявляться через три основных механизма: конкуренция за связывание с рецепторами, модификация метаболизма и влияние на нейротрансмиттерные системы.

Первый механизм — конкуренция за связывание с опиоидными рецепторами. Наркотические обезболивающие, такие как морфин и фентанил, действуют преимущественно на  $\mu$ -опиоидные рецепторы. Некоторые яды, такие как алкалоиды, способны связываться с теми же рецепторами, что приводит к изменению биодоступности и эффективности опиоидов. Например, известно, что некоторые яды змей могут ингибировать или активировать опиоидные рецепторы, изменяя тем самым болевую чувствительность и эффективность обезболивания.

Второй механизм взаимодействия связан с метаболизмом наркотических анальгетиков. Многие яды влияют на печеночные ферменты, участвующие в метаболизме опиоидов, что может привести к изменению их концентрации в плазме. Например, яды, способствующие

индукции или угнетению цикла микросомального окисления, могут значительно изменять период полувыведения наркотиков, что в свою очередь влияет на их терапевтическую эффективность и риск токсичности. Яды, такие как парацетамол в высоких дозах, могут приводить к усилению метаболических путей, что приводит к образованию токсичных метаболитов и увеличению риска побочных эффектов при совместном применении с опиоидами.

Третий механизм заключается во влиянии ядов на нейротрансмиттерные системы. Взаимодействие ядов с дофаминовыми, серотониновыми и норадреналиновыми путями может изменять восприятие боли и эффект от наркотических обезболивающих. Например, яды, которые влияют на уровень серотонина, могут изменять активность опиоидных систем, приводя как к усилению, так и к ослаблению анальгезирующего эффекта. Это может объяснять случаи, когда пациенты, получающие наркотические анальгетики, испытывают измененные или непредсказуемые эффекты при сопутствующем приеме ядовитых веществ.

Таким образом, взаимодействие ядов и наркотических обезболивающих — это сложный и многофакторный процесс, который требует дальнейшего изучения. Понимание этих механизмов может помочь в разработке более эффективных и безопасных схем обезболивания, а также в снижении риска токсического воздействия при сочетании различных препаратов. Учитывая разнообразие ядов и их потенциальное влияние на фармакологические свойства наркотических анальгетиков, необходимы дальнейшие исследования, направленные на выявление конкретных путей взаимодействия и их клинических последствий.

На основании вышесказанного, можно сделать вывод о том, что механизмы взаимодействия ядов и наркотических обезболивающих являются ключевыми факторами, определяющими эффективность и безопасность лечения болевого синдрома. Понимание этих механизмов будет способствовать улучшению терапевтических подходов и минимизации рисков, связанных с применением наркотических анальгетиков в сочетании с ядовитыми веществами.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Вдовиченко, В. П. Фармакология и фармакотерапия. Минск 2006. С. 150–159.
2. Кубынин, А. Н., Игнатов Ю. Д. Хронофармакологические особенности болеутоляющего действия анальгетиков. Анестезиология и реаниматология, 1996. — С.7–9.
3. Маркова, И. В., И. Б. Михайлов. Фармакология. СПб, 2001. С. 91–99.
4. Машковский, М. Д. Лекарственные средства. М., 2006. С. 146–180.
5. Микаэлян, М. Ф., Андреева И. Н., Алейникова Е. И. Некоторые особенности назначения и применения обезболивающих лекарственных препаратов // Международный журнал экспериментального образования. — 2013. — № 11–1. — С. 199–200.
6. Нейрофармакология / под ред. С. В. Аничкова. — Медицина, 1982.

# Механизмы деградации эмоционального интеллекта: анализ роли дисфункции зеркальных нейронов в условиях избыточного экранного времени

Калашикова Екатерина Сергеевна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: Канзапетова Инна Григорьевна, учитель биологии  
ГБОУ города Москвы «Школа № 1950»

В условиях тотальной цифровизации общества актуализируется проблема снижения работоспособности и уровня социальной адаптации молодежи. Однако нейробиологические механизмы, обуславливающие подобные изменения, остаются малоизученными. Особое значение приобретает исследование дефицита связей между зеркальными нейронами, возникающего на фоне критического роста экранного времени, которое увеличилось после пандемии COVID-19. Глобальная статистика свидетельствует о масштабе проблемы: значительная часть подростков проводит в цифровой среде более восьми часов ежедневно. Трансформация коммуникативных паттернов привела к росту случаев социальной дезориентации и трудностей в распознавании эмоций. Исследование данной тематики представляет не только медицинский, но и социально-экономический интерес, так как деградация когнитивно-эмоциональной сферы молодежи может негативно отразиться на качестве трудовых ресурсов страны в долгосрочной перспективе.

Особую значимость проблеме придает тот факт, что наблюдаемые нарушения в когнитивно-эмоциональной сфере имеют фенотипическое сходство с расстройствами аутистического спектра, где дисфункция зеркальных нейронов считается одним из ключевых коррелятов.

**Целью работы** является изучение взаимосвязи между развитием детей в условиях избыточного экранного времени и нейробиологическими механизмами, лежащими в основе снижения эмпатии и навыков социального взаимодействия.

## Задачи работы:

1. Проведение междисциплинарного анализа научной литературы для изучения системы зеркальных нейронов, динамики диагностики РАС и влияния экранного времени на нейробиологические показатели мозга.
2. Разработка теоретической нейроанатомической модели в виде сводной таблицы.
3. Адаптация существующей методики тестирования путем создания печатных опросных листов для оценки распознавания эмоциональных спектров.
4. Организация и проведение практического тестирования в двух возрастных группах респондентов (в группе с верифицировано высоким уровнем экранного времени, сформировавшимся в условиях ковид-изоляции, и в группе, не имевшей такого опыта).
5. Выполнение статистической обработки и количественного анализа полученных данных для установ-

ления связи между опытом увеличенного экранного времени и способности к идентификации эмоций.

**Описание этапов выполнения работы.** Теоретический этап был направлен на анализ литературы о системе зеркальных нейронов и ее роли в процессах социального познания. Был проведен анализ публикаций по вопросам экранного времени, динамике регистрации диагнозов РАС и нейробиологии зеркальных систем мозга. По итогам автором была разработана теоретическая нейроанатомическая сводная таблица. Она систематизирует сведения о локализации зеркальных нейронов, патологических изменениях при аутизме, зонах активации в тесте RMET и кортикальном истончении, обусловленном цифровой гиперстимуляцией.

В практической части работы была проанализирована структура теста RMET (Reading the Mind in the Eyes Test — «Понимание психического состояния другого по взгляду» в переводе Е. Е. Румянцевой). На его основе подготовлен печатный формат опросных листов, позволяющий проводить анализ данных как для комплексной оценки респондента, так и для дифференцированного анализа по отдельным эмоциональным спектрам.

Было протестировано 48 респондентов, распределенных по двум возрастным категориям. Первую группу составили 23 подростка 13–14 лет, чей возраст на момент введения изоляционного режима составлял 7–8 лет, что соответствует периоду обучения в первом или втором классе начальной школы. Во вторую группу вошли 25 предподоштков 9–10 лет, возраст которых в период локдауна составлял 3–4 года и, соответственно, которые в тот момент еще не посещали школу и не были вынуждены проводить большое количество времени в цифровой среде. В сумме была получена и обработана информация по 978 ответам (828 решенных заданий из первой группы и 150 — из второй). Группам были предложены тесты с разным количеством вопросов. В сумме респондентам был предложен выбор из 3912 эмоций (3312 — у старшей группы испытуемых, 600 — у младшей).

На заключительном этапе осуществлялась статистическая обработка ответов, в рамках которой проводился количественный анализ баллов, построены графики и выявлены критические точки сложности определения эмоциональных спектров.

**Полученные результаты** подтвердили рабочую гипотезу о наличии связи между избыточным экранным временем и снижением показателей эмоционального интеллекта. Нужно отметить, что данные в обеих возрастных группах свидетельствуют не только о сниже-



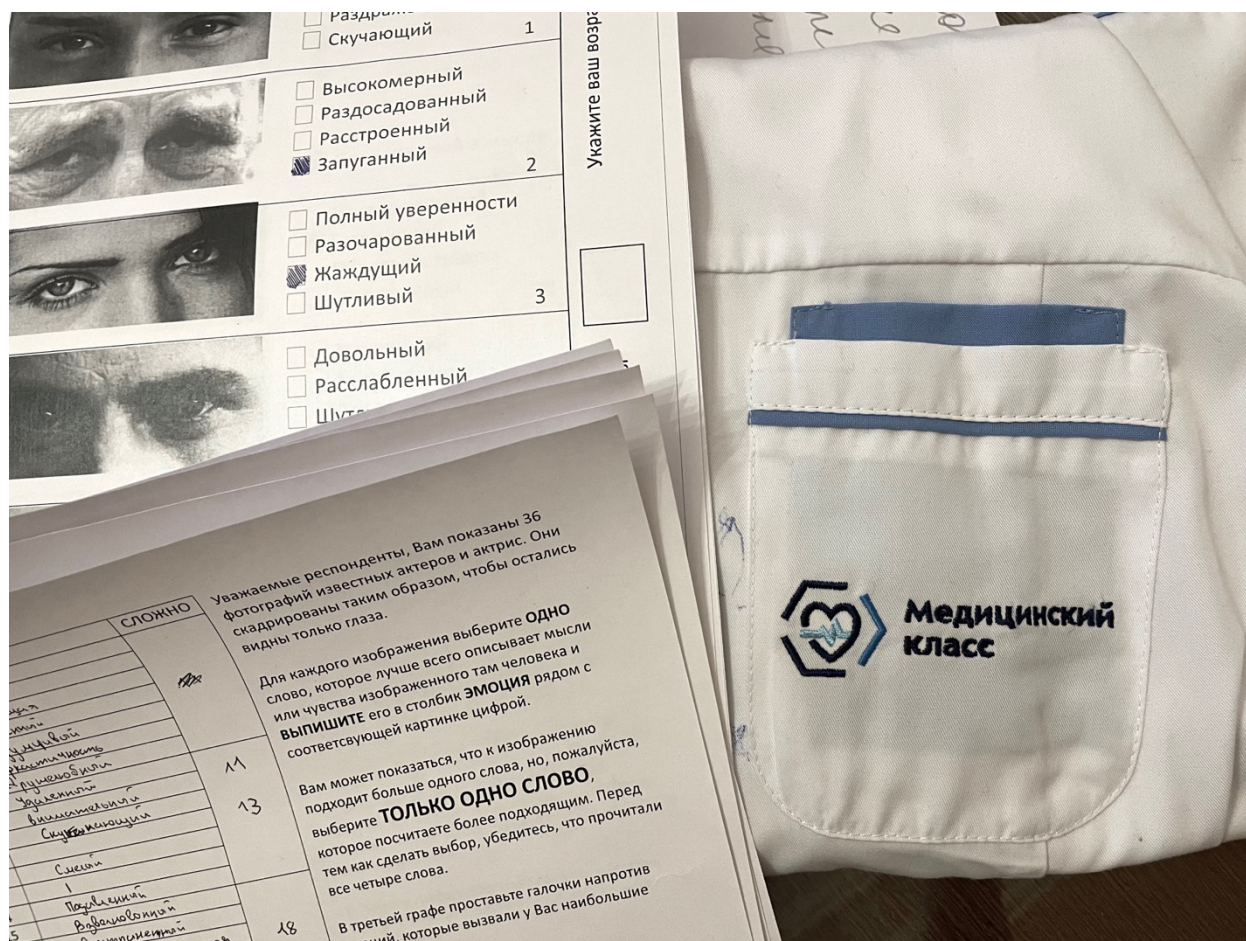


Рис. 1. Примеры заполненных анкет

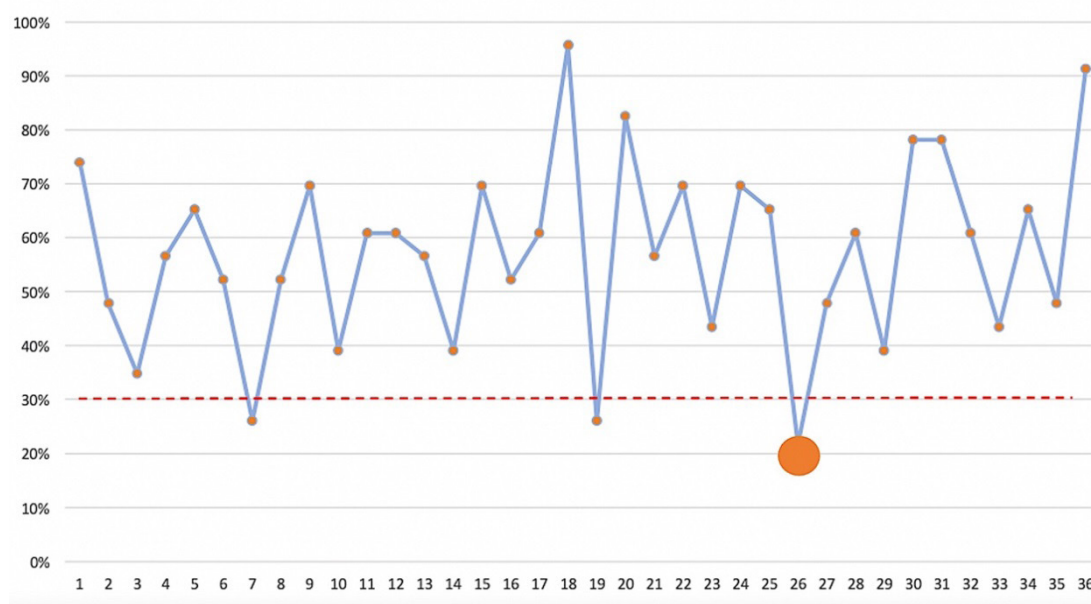


Рис. 2. Старшая возрастная группа (13–14 лет). Полная версия теста. Аналитика результатов. На графике представлено распределение правильных ответов по 36 вопросам анкеты

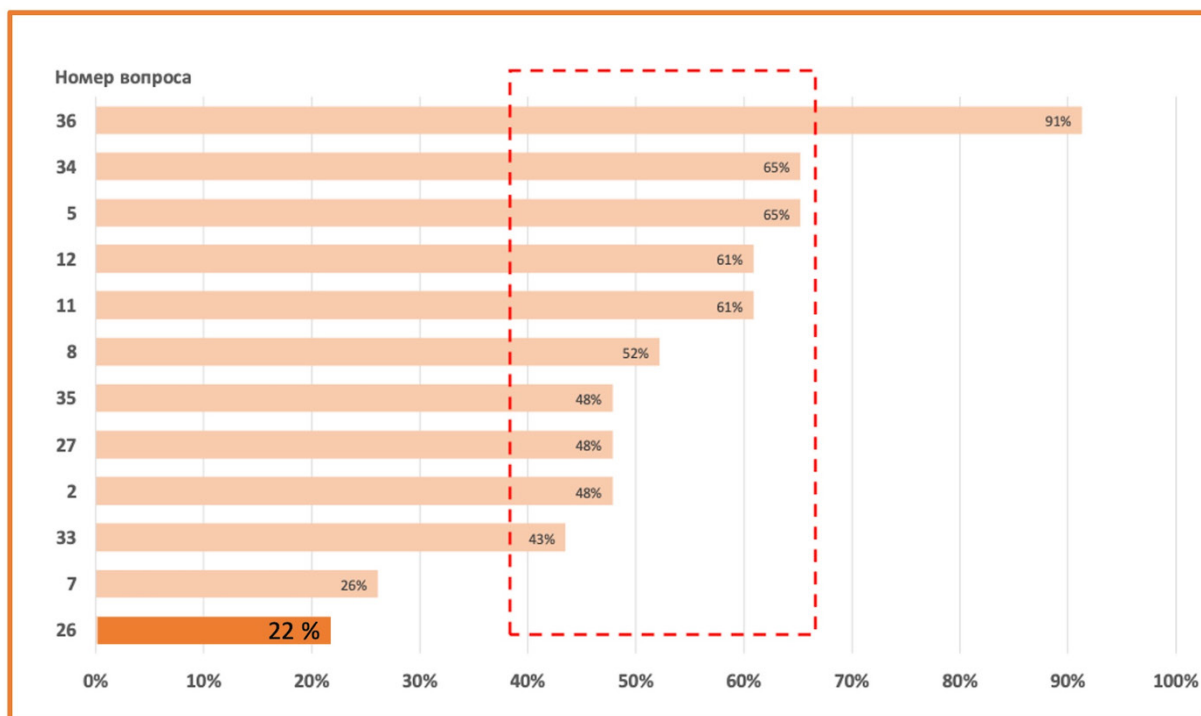


Рис. 3. Анализ вопросов, тестирующих негативную эмоцию в старшей возрастной группе (13–14 лет)

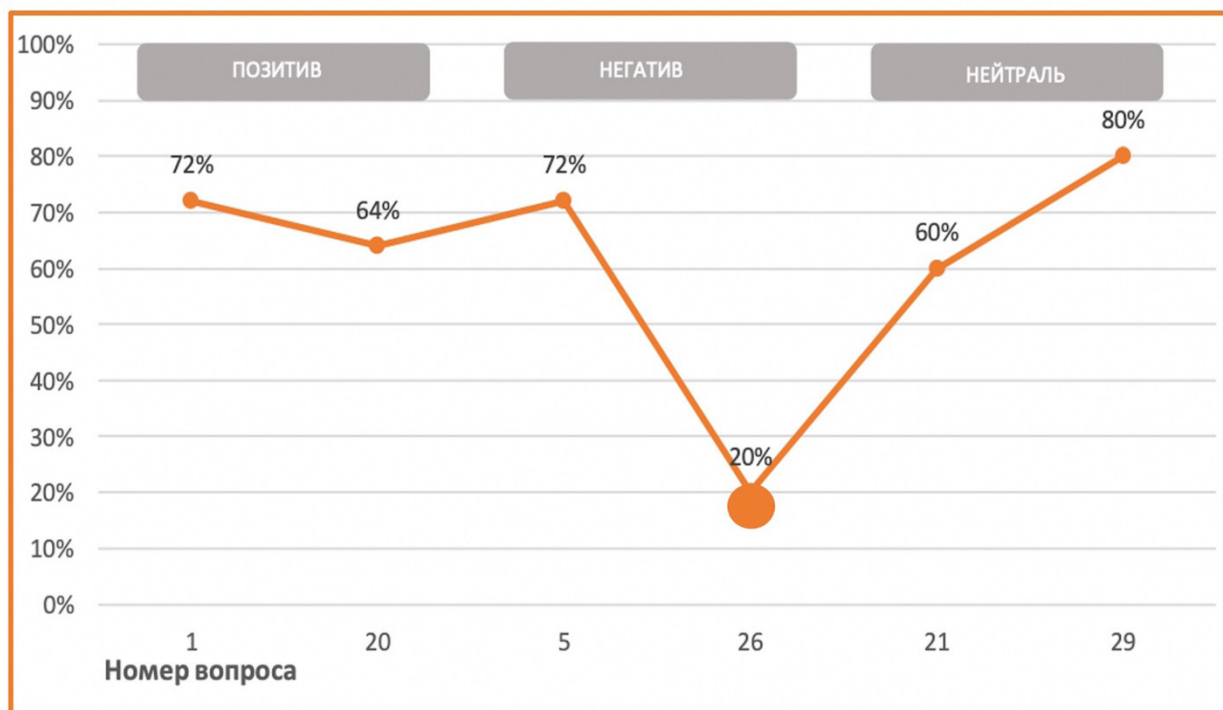


Рис. 4. Младшая возрастная группа (9–10 лет). Облегченная версия теста. Аналитика результатов.  
На графике представлено распределение правильных ответов по шести вопросам анкеты

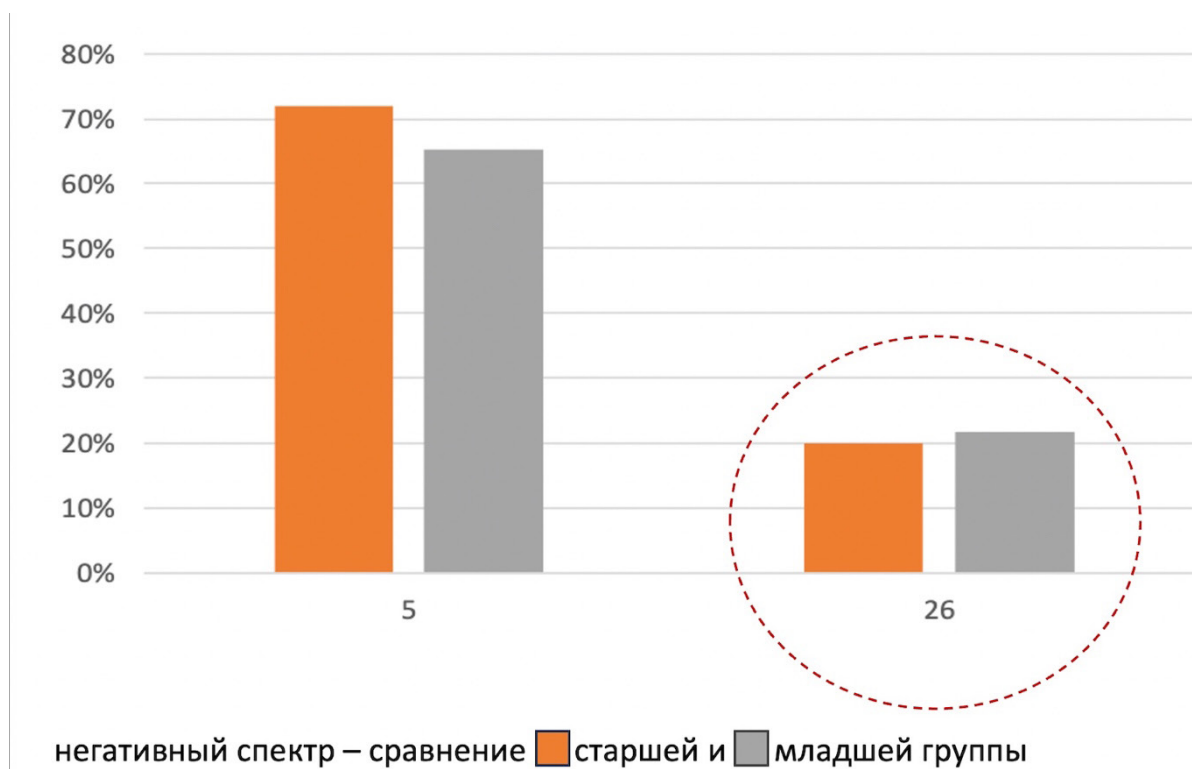


Рис. 5. Сравнение низших точек старшей и младшей группы. Вопрос 5 и вопрос 26 из вопросов, тестирующих негативный спектр эмоций

нии количества правильных ответов, но о критическом падении уровня распознавания эмоций негативного спектра. Ухудшение распознавания негативных эмоций, особенно в негативно-аффективном спектре, свидетельствует о нарушении корректной интерпретации признаков враждебности и, как следствие, влечет деградацию фундаментальных механизмов выживания и нарушение социальной адаптации.

#### Выводы

Во-первых, теоретическая модель сводной нейронатомической таблицы предоставила обоснование для интеграции различных областей знаний, а также подтвердила правомочность применения теста RMET для этически корректного и неинвазивного исследования подростков.

Во-вторых, анализ результатов тестирования выявил наличие дефицита распознавания состояний враждеб-

ности у представителей обеих возрастных групп. Неспособность к идентификации эмоций в негативно-аффективном спектре выступает критическим маркером социальной дезадаптации.

В-третьих, полученные данные можно рассматривать как сигнал о возможном ухудшении механизмов социальной регуляции. Утрата чувствительности к агрессивным стимулам мешает процессу превентивного анализа намерений окружающих, подобный дефицит увеличивает риски вовлечения подростков в опасные конфликтные ситуации и повышает вероятность получения физических травм.

Таким образом, выявленные закономерности обосновывают приоритетность дальнейшего изучения темы для разработки научно обоснованных методов развития эмоциональных компетенций и совершенствования адаптационных механизмов личности.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Базян, А. С. Зеркальные нейроны, физиологическая роль, особенности функционирования и эмоционально насыщенная когнитивная карта мозга / А. С. Базян // Успехи физиологических наук. — 2019. — № 50(2). — URL: <https://sciencejournals.ru/view-issue/?j=uspfiz&y=2019&v=50&n=2/> (дата обращения: 15.10.2025).
2. Пересмотренная версия теста RMET «Понимание психического состояния другого по взгляду»: исследование с участием здоровых взрослых и взрослых с синдромом Аспергера или высокофункциональным аутизмом / С. Барон-Коэн, С. Уилрайт, Дж. Хилл [и др.] // Журнал детской психологии и психиатрии. — 2001. — № 42. — URL: [https://docs.autismresearchcentre.com/papers/2001\\_BCetal\\_adulteyes.pdf](https://docs.autismresearchcentre.com/papers/2001_BCetal_adulteyes.pdf) (дата обращения: 01.12.2025).
3. Исследование функционирования зеркальных нейронов в норме и при нейropsychиатрических состояниях: систематический обзор литературы / А. А. Рагимова, Г. С. Перевознюк, Б. А. Волель [и др.] // researchgate.net : [сайт]. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/385474886\\_Study\\_of\\_the\\_functioning\\_of\\_mirror\\_neurons\\_in\\_normal\\_conditions\\_in\\_neurological\\_and\\_psychiatric\\_diseases\\_a\\_systematic\\_review\\_of\\_the\\_literature](https://www.researchgate.net/publication/385474886_Study_of_the_functioning_of_mirror_neurons_in_normal_conditions_in_neurological_and_psychiatric_diseases_a_systematic_review_of_the_literature) (дата обращения: 01.12.2025).



4. Рамачандран, Р. Разбитые зеркала: теория аутизма / Р. Рамачандран, Л. Оберман // Аутизм и нарушения развития. — 2008. — № 3. — URL: [https://psyjournals.ru/journals/autdd/archive/2008\\_n3/autdd\\_2008\\_n3\\_ramachandran\\_oberman.pdf](https://psyjournals.ru/journals/autdd/archive/2008_n3/autdd_2008_n3_ramachandran_oberman.pdf) (дата обращения: 01.12.2025).
5. Риццоллатти, Д. Зеркала в мозге. О механизмах совместного действия и сопереживания / Д. Риццоллатти, К. Синигалья. — М.: Языки славянских культур, 2012.
6. Румянцева, Е. Е. Методика оценки психического состояния другого по выражению глаз у подростков в норме и при шизофрении / Е. Е. Румянцева // Психолого-педагогические исследования. — 2014. — № 6(3). — С. 197–207. — URL: [https://psyjournals.ru/journals/psyedu/archive/2014\\_n3/psyedu\\_2014\\_n3\\_71391.pdf](https://psyjournals.ru/journals/psyedu/archive/2014_n3/psyedu_2014_n3_71391.pdf) (дата обращения: 03.10.2025).
7. Твенге, Дж. М. Связь между экранным временем и снижением психологического благополучия детей и подростков: данные популяционного исследования / Дж. М. Твенге, У. К. Кэмпбелл // Отчеты профилактической медицины. — 2018. — № 12. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211335518301827> (дата обращения: 10.11.2025).

## Влияние pH почвы на рост растений

*Калимуллина Диана Артуровна, учащаяся 10-го класса;  
Александрова Глория Алексеевна, учащаяся 10-го класса*

*Научный руководитель: Вахитова Олеся Нуровна, учитель биологии  
МОБУ лицей с. Булгаково (Республика Башкортостан)*

В современном сельском хозяйстве и агрономии одним из ключевых факторов, влияющих на рост и развитие растений, является кислотно-щелочной баланс. В почвоведении кислотность, которая связана с активностью ионов  $H^+$  в жидких фазах почв и характеризуется величиной pH, часто называют актуальной кислотностью [5]. Для всех растений есть специфический уровень pH, который производит оптимальные результаты.

Данная тема актуальна, так как мы живем в сельскохозяйственном регионе, многие имеют приусадебные участки или дачи. Поэтому в данной статье попробуем разобраться, действительно ли pH почвы оказывает влияние на рост и развитие растений.

Почва представляет собой сложную природную систему, состоящую из минеральных частиц, органических веществ, воды, воздуха и живых организмов. Основные компоненты почвы включают минеральный состав (песок, ил, глина), органические вещества (остатки растений и животных, а также микроорганизмы, живущие в почве), воду и воздух, живые организмы [2], [7]. Таким образом, почва является динамичной системой, постоянно меняющейся под влиянием природных факторов и человеческой деятельности.

Классификация pH почв основывается на значениях кислотности среды, измеряемых в диапазоне от 0 до 14. Значение pH=7 соответствует нейтральному состоянию, ниже 7 — кислая среда, выше 7 — щелочная.

- pH менее 4,0 — очень сильно кислые
- pH 4,0–4,5 — сильнокислые (например, торфяные болота)
- pH 4,5–5,0 — среднекислые (лесные дерново-подзолистые земли)
- pH 5,0–5,5 — слабокислые (характерны для большинства сельскохозяйственных земель)

- pH 5,5–6,2 — близкие к нейтральным
- pH 6,2–7,2 — нейтральные
- pH 7,2–8,2 — слабощелочные (солончаки, солонцы)
- pH 8,2–9,0 — среднещелочные
- pH более 9,0 — сильнощелочные (засоленные почвы, пустынные районы) [6].

Из этого следует, что чем больше pH, тем меньше кислотность почвы, и выше щёлочность.

Цветовая шкала pH почв изображена на рис. 1.

Кислотность почвы влияет на растворимость, доступность и усвоение растениями питательных веществ. Так, на среднекислых почвах более доступны и лучше усваиваются некоторыми растениями фосфор, железо, марганец, цинк, бор и другие элементы. Если кислотность повысить (pH = 3,5–4,0), то вместо ещё большего усвоения элементов питания будут наблюдаться торможение роста корней и активности их работы, растения заболевают от недостатка необходимых питательных веществ.

Щелочная среда так же значительно влияет на многие биологические процессы. Щёлочность препятствует усвоению некоторых нужных растениям макро и микроэлементов. Растениям становятся недоступными фосфор, магний, бор и цинк [5].

**Для определения величины pH существуют различные способы. Вот некоторые из них:**

1. *Использование индикаторов.* Это органические вещества-красители, цвет которых зависит от pH среды. Например, лакмус (красный в кислой среде, синий в щелочной), фенолфталеин (бесцветный в кислой и нейтральной средах, розовый в щелочной). Для более точного измерения используют универсальный индикатор — смесь из нескольких



# Шкала pH



Рис. 1. Шкала pH

индикаторов, меняющую цвет от красного до фиолетового при изменении pH от 1 до 14.

2. *Применение индикаторной бумаги.* Это бумажные полоски, пропитанные раствором индикатора. Если смочить такую бумагу исследуемым раствором, она приобретёт характерную окраску, которую сравнивают с эталонами цветов pH шкалы.
3. *Использование pH-метра.* Прибор позволяет измерять pH в более широком диапазоне и с большей точностью (до 0,01 единицы pH) по сравнению с индикаторами. Работа pH-метра основана на измерении электродвижущей силы (ЭДС), которая создаётся электродами после погружения в раствор.
4. *Кисотно-основное титрование.* Аналитический метод, при котором pH определяется путём постепенного добавления титранта известной концентрации и фиксирования точки эквивалентности с помощью индикатора или pH-метра.
5. *Использование водных экстрактов антоцианов.* Это пигменты растений, окрашивающие цветки, плоды, листья, стебли. Например, цианидин имеет красновато-фиолетовый цвет, однако цвет меняется с изменением pH: растворы имеют красный цвет при  $\text{pH} < 3$ , фиолетовый при  $\text{pH} 7-8$  и голубой при  $\text{pH} > 11$  [1], [5].

Очень важно знать величину pH, так как от этого параметра зависит, насколько хорошо растения могут усваивать питательные вещества.

*Растения, любящие кислую почву (pH 4,0–6,0):* хвойные растения (сосны, ели, туи, можжевельники, лиственницы), вересковые (рододендроны, азалии, верески, эрики), некоторые цветы (гортензии (для голубых и фиолетовых сортов нужна кислая почва), камелии, гардении), картофель.

*Растения, любящие нейтральную или слабокислую почву (pH 6,0–7,0):* овощи (капуста, огурцы, помидоры, перец, баклажаны, морковь, свёкла, лук, чеснок, кабачки, тыква, зелень (петрушка, укроп, салат и т. д.)); фруктовые

деревья (яблони, груши, сливы, вишни, черешни), ягодные кустарники (смородина, крыжовник), цветы (розы, лилии, тюльпаны, нарциссы, пионы, флоксы, георгины, астры), зерновые и бобовые культуры (пшеница, рожь, овёс, ячмень, кукуруза, горох, фасоль, соя).

*Растения, любящие слабощелочную или щелочную почву (pH 7,0–8,0):* некоторые овощи (спаржа, свёкла (слабощелочную), лук (слабощелочную), лекарственные травы (лаванда, шалфей, розмарин, тимьян), некоторые цветы (гвоздики, дельфиниумы, клематисы, мак), деревья и кустарники (сирень, жасмин, боярышник, кизильник) [6].

Нами было проведено исследование показывающее влияние pH фактора почвы на рост и развитие растений. Эксперимент осуществлялся дома при стабильных показателях температуры окружающей среды и влажности воздуха. Чтобы обеспечить чистоту опыта, ёмкости с посаженными семенами были размещены в абсолютно идентичных условиях. Ключевым фактором стало поддержание равного объёма жидкости для полива каждого растения.

*Ход нашей работы:*

*Шаг 1:* Подготовка трех видов почв. Первый контейнер оставляем без изменений. Во второй контейнер добавляем древесную золу (1 к 1). В третий контейнер добавляем сульфат аммония (1 к 1). Для удобства обозначаем контейнеры: нейтральный(контрольный), щелочной, кислый.

*Шаг 2:* Производим замер pH-фактор с помощью лакмусовой бумаги.

*Шаг 3:* Производим посадку семян.

*Шаг 4:* Наблюдаем, когда прорастут семена, визуально определяем изменения, происходящие с ростками, все фиксируем в дневник наблюдений.

*Шаг 5:* Проанализировали все полученные данные, сделали выводы.

В результате проведённого эксперимента были получены следующие данные:

Первые всходы появились на третий день посева семян в контейнере с нейтральной средой (рис. 2).





Рис. 2. Первые проростки растений (нейтральная среда), день третий



Рис. 3. Проростки (щелочная среда), день седьмой



Рис.4. Рост и развитие растений спустя месяц эксперимента



На седьмой день эксперимента появились всходы в щелочной среде (рис. 3).

В кислой среде всходов не наблюдалось.

Произошли изменения во внешнем виде ростков щелочной среды, они стали желтовато-зеленого цвета.

Произошли изменения во внешнем виде почвы, в зависимости от pH-фактора: в горшках с щелочной средой появился чёрный налёт; в горшках с кислотной средой — белый налёт.

По окончании эксперимента наиболее интенсивный рост наблюдался в нейтральной среде (рис. 4).

По итогам проведенного эксперимента мы сделали следующие выводы:

1. pH фактор является важным фактором, определяющим условие жизнедеятельности растений.
2. pH-почвы можно легко измерить в домашних условиях и при необходимости корректировать с помощью внесения органических веществ.
3. pH почвы оказывает значительное влияние на рост и развитие растений, поэтому важно регулярно контролировать его уровень
4. Растения лучше всего растут в нейтральной среде, где они наиболее эффективно усваивают питательные вещества, что напрямую влияет на их здоровье и урожайность.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Габриелян, О. С. Химия. 8 класс. Дрофа, 2018.
2. Глухих, М. А. Основы агрономии. Воспроизводство плодородия почв. Лань, 2024.
3. Качинский, Н. А. Почва, ее свойства и жизнь. Академия наук СССР, 1951.
4. Ковда, В. А., Розанова Б. Г. Почвоведение. Почва и почвообразование. Высшая школа, 1988.
5. Середин, В. П. Показатели и методы оценки кислотно-основных и катионообменных свойств почв. Томск: ТГУ, 2009.
6. Шаповалова, А. А. Экология растений. Саратовский источник, 2015.
7. Шентерова, Е. М., Мазирова М. А., Гафурова Л. А., Джалилова Г. Т. Биология и экология почв. ВлГУ, 2020.

## Изучение благоприятных условий для выращивания кактусов в доме

*Каплина София Николаевна, учащаяся 5-го класса*

Многопрофильный лицей Забайкальского государственного университета (г. Чита)

Научный руководитель: *Сороканюк Татьяна Анатольевна, педагог-психолог, преподаватель биологии и основ проектной деятельности*  
Учебный центр дополнительного образования «Перспектива» г. Читы

**В статье автор исследует условия для выращивания кактусов в доме, проводит эксперимент, наблюдает, анализирует, делает выводы.**

**Ключевые слова:** кактус, условия, выращивание, полив, почва, освещение.

**К**актусы — это один из наиболее оригинальных видов комнатных растений. Они принадлежат к семейству кактусовых (Cactaceae) и отличаются огромным количеством различных подвидов. В природе эти растения распространены в пустынях и других областях с сухим климатом. Хочется узнать подробнее об этих красивых, ярких и экзотических растениях и выяснить условия, в которых они будут наиболее успешно расти и развиваться.

Цель: исследовать развитие кактусов в зависимости от созданных для них условий.

Задачи:

- 1) Приобрести кактусы и посадить их в различные виды субстратов: огородную землю, песок и специальную смесь;
- 2) Создать так же различные условия освещения и разный режим полива;

- 3) Вести наблюдение за кактусами, отмечая особенности роста и развития в зависимости от условий, заносить данные в дневник наблюдений;
- 4) По результатам исследования оформить и опубликовать научную статью в научный журнал «Юный учёный».

Гипотеза: мы предполагаем, что условия: субстрат, полив и освещение, влияют на рост кактусов.

Методы: обобщение и анализ текста, эксперимент, наблюдение, ведение дневника наблюдений, замеры высоты растения, выводы, рекомендации.

Ожидаемый результат: мы рассчитываем получить данные, которые позволят вывести идеальное сочетание условий для выращивания кактуса дома.

Новизна исследования: мы планируем ввести в эксперимент не только исследование классических условий:

свет, вода, почва, но и окрашивание кактусов специальным красителем. В цветочных магазинах часто можно встретить цветные кактусы. Мы решили разнообразить эксперимент и проверить, как краситель влияет на развитие растения.

Практичная значимость: исследование и его результаты будут полезны людям, увлекающимся выращиванием растений в домашних условиях, любителям кактусов, учителям биологии в качестве руководства по дополнительному творческому заданию для школьников, например.

Эксперимент заключался в приобретении и выращивании кактусов в различных условиях: разное освещение (местоположение на окнах и столе), режим полива (редкий, частый), почва (песок, древесный уголь, торфяной мох, мелкий гравий и специальная почвосмесь). Так один из кактусов мы будем пробовать сделать цветным. Цветные кактусы получают путем подкрашивания субстрата пищевыми безопасными красителями. Это совершенно безопасно для растений [5]

Цель эксперимента — изучить влияние условий (почва, полив, свет) на рост и развитие кактусов.

Необходимые материалы:

- 5 кактусов,
- емкости для отстаивания воды,

- краситель пищевой,
- горшки подходящего размера,
- древесный уголь,
- торфяной мох,
- мелкий гравий,
- песок,
- специальная почвосмесь.

Ход эксперимента:

1. Приобрести и пронумеровать кактусы;
2. Посадить кактусы в различную почву: песок, древесный уголь, торфяной мох, мелкий гравий и специальная почвосмесь;
3. Расставить кактусы по различным местам в доме, с разной степенью освещения: окна, стол;
4. Настаивать воду;
5. Поливать кактусы обычной водой или цветной в разном режиме: редко — раз в месяц, часто — раз в неделю;
6. Вести дневник наблюдений и вносить в него регулярно все изменения во внешнем виде кактусов, тоне, росте.

Для удобства и наглядности мы расположили исходные данные в виде Таблицы 1. Она показывает изначальные экспериментальные условия, к которым выращивались кактусы.

Таблица 1. Экспериментальные условия для кактусов

	Освещение	Полив	Почва	Окрашивание
1 кактус	Хорошее освещение	Один раз в месяц	Универсальная почвенная смесь — верховой торф, низинный торф, речной песок, перлит, известняковая мука, минеральные удобрения.	Без красителя
2 кактус	Хорошее освещение	Один раз в неделю	Древесный уголь-уголь березовый, диатомит, керамзит, агроперлит, торф	Без красителя
3 кактус	Хорошее освещение	Один раз в неделю	Песок — кварцевый песок	С красителем
4 кактус	Тень	Один раз месяц	Мох торфяной — смесь торфа, речной песок, мраморная крошка, агроперлит, цеолит вулканический, уголь берёзовый толченый	Без красителя
5 кактус	Тень	Один раз в неделю	Мелкий гравий — минеральная крошка, речной песок, гравий, пеностекла, крошка шамотного кирпича, перлит, биогумус	С красителем

Эксперимент продолжался в течение 10-ти недель, изменения фиксировались в дневнике наблюдений через каждые 2 недели.

Для чистоты эксперимента мы регулярно вели дневник наблюдений, оценивая внешнее состояние кактусов, их цвет и плотность, а также замеряли рост. В результате мы получили нижеследующую таблицу 2.

Таблица 2. Дневник наблюдений

Исходное состояние	Через 2 нед	Через 4 нед	Через 6 нед	Через 8 нед	Через 10 нед
1 кактус Темно зеленый На окне	Цвет: не поменялся Рост: не вырос	Цвет: не поменялся Рост: не вырос	Цвет: не поменялся Рост: вырос	Цвет: потемнел Рост: вырос	Цвет: не поменялся Рост: вырос
2 кактус Зеленый На окне	Цвет: не поменялся Рост: не вырос	Цвет: зеленый Рост: не вырос	Цвет: потемнел Рост: вырос	Цвет: потемнел Рост: вырос	Цвет: поменялся Рост: вырос
3 кактус Зеленый На окне	Цвет: не поменялся Рост: не вырос	Цвет: зеленый Рост: не вырос	Цвет: не поменялся Рост: вырос	Цвет: потемнел Рост: вырос	Цвет: не поменялся Рост: вырос



4 кактус Зеленый На столе	Цвет: зеленый Рост: не вырос	Цвет: Темно зеленый Рост: не вырос	Цвет: потемнел Рост: вырос	Цвет: не поменялся Рост: вырос	Цвет: не поменялся Рост: вырос, искривился
5 кактус Светло зеленый На столе	Цвет: не поменялся Рост: не вырос	Цвет: не поменялся Рост: не вырос	Цвет: потемнел Рост: вырос	Цвет: потемнел Рост: вырос	Цвет: потемнел Рост: вырос, искривился

В результате эксперимента мы сделали следующие выводы:

1. На протяжении 10 недель кактусы одинаково хорошо себя чувствовали в разных субстратах, однако, лучше всего развивался кактус, живущий в специализированной почвосмеси;
2. Освещение очень сильно влияет на кактусы, в темных углах они темнеют, хуже растут, искривляются в сторону источника света;
3. Краситель не окрасил кактус, живущий в древесном угле. Мы считаем, что это связано со свойством угля к адсорбции. А кактус, живущий в песке, успешно окрасился.
4. Освещение влияет на рост и развитие кактуса, так как те, которые стояли на столе, наклоняются

к свету, то есть к лампе или солнцу, и деформируются.

5. Полив раз в неделю небольшим количеством воды и полив раз в месяц обильный — одинаково хорошо переносятся кактусами, возможно, это связано с тем, что эксперимент пришелся на осенне-зимнее время, когда кактусы не нуждаются в особо частом поливе.
6. Лучше всех развивался и чувствовал себя кактус № 1, который жил в сбалансированном субстрате, на окне с нормальным освещением и поливался еженедельно.

Таким образом, наш эксперимент завершился успешно, мы будем продолжать наблюдение и отмечать новые закономерности во влиянии домашних условий на развитие и рост кактусов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Как ухаживать за кактусом: его уникальные особенности и правила ухода / Флора и фауна / iXBT Live, интернет-источник: [https://www.ixbt.com/live/flora\\_and\\_fauna/kak-uhazhivat-za-kaktusom-ego-unikalnye-osobnosti-i-pravila-uhoda.html](https://www.ixbt.com/live/flora_and_fauna/kak-uhazhivat-za-kaktusom-ego-unikalnye-osobnosti-i-pravila-uhoda.html)
2. Удивительный мир кактусов» Сеть публичных библиотек города Гомеля, интернет-источник: <https://gorbibl.gomel.by/index.php?newsid=4890>
3. Виды кактусов с названиями и фото для выращивания дома — Добрая сила, интернет-источник: <https://dachnayalife.ru/novosti/vidy-kaktusov-s-nazvaniyami-i-foto-dlya-vyrashchivaniya-doma/>
4. Уход за Кактусами, интернет-источник: <https://exotiks.ru/blog/instruktsii-po-ukhodu-za-rastenyami/uhod-i-vyrashchivanie-kaktusov/>
5. Цветные кактусы — Мир кактусов, интернет-источник: <https://kaktus-world.ru/articles/28-cvetnye-kaktusy>

## Сравнение строения и нормального количества основных клеток крови млекопитающих и человека

*Карташов Арсений Вячеславович, учащийся 8-го класса*

Научный руководитель: *Иванова Татьяна Евгеньевна, учитель биологии высшей категории*  
ГАОУ Московской области «Балашихинский лицей»

**В работе выполнено сравнение строения, нормального количества основных клеток крови человека и млекопитающих на примере изучения образцов крови кошки и собаки. Рассмотрены современные методы исследования крови человека и животных. Установлено, что кровь млекопитающих разных видов, в целом, очень похожа (одинаковый состав, вид и свойства), но при детальном изучении отличается размером клеток, количеством клеток одного типа, а также их формой.**

**Ключевые слова:** *кровь, клетки крови, анализ крови, млекопитающие, человек.*

**К**ровь (sanguis; греч. haima) — это жидкая ткань, циркулирующая по сосудам, осуществляющая транспорт различных веществ в пределах орга-

низма и обеспечивающая питание и обмен веществ всех клеток тела [1]. Гемоглобин, содержащийся в эритроцитах, придает крови красный цвет. Учение о крови и ее бо-

лезнях называется гематологией. У человека количество крови составляет 1/13 его массы, т. е. у взрослого примерно — 5–6 л, у подростка — 3 л [1].

Если взятую у человека или животного кровь поместить в сухую пробирку и, предохранив от свертывания,

обеспечить возможность ее отстаивания, то она разделится на два слоя. Сверху будет слой, состоящий из прозрачной светло-желтой жидкости — плазмы (составляет около 55 % объема крови), а снизу — осадок из клеток крови (рис. 1).

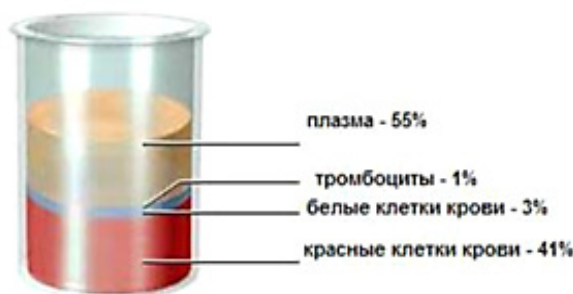


Рис. 1. Компоненты крови [2]

В плазму крови входит множество простых и сложных веществ. Девяносто процентов плазмы составляет вода и только ее десять процентов приходится на сухой остаток из белков (альбумины, глобулины и фибриноген), жиров, углеводов, металлов, всех элементов таблицы Д. И. Менделеева, солей, щелочей, кислот, различных газов, витаминов, ферментов и гормонов. Каждое из этих веществ имеет определенное значение. Белки являются «строительным материалом» организма, жиры и углеводы — источни-

ком энергии. Соли, щелочи и кислоты поддерживают постоянство внутренней среды, изменение которой опасно для жизни. Ферменты, витамины и гормоны обеспечивают правильный обмен веществ в организме, его рост, развитие и взаимное влияние органов и систем [1].

Что же представляют собой клетки — форменные элементы крови? Это красные кровяные тельца — эритроциты, белые кровяные тельца — лейкоциты и кровяные пластинки — тромбоциты (рис. 2).

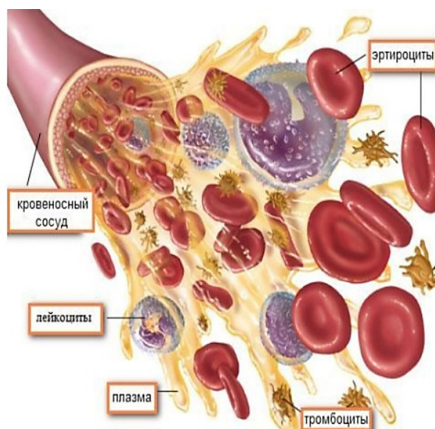


Рис. 2. Форменные элементы крови [2]

В понятие «система крови» включается кровь, органы кроветворения (красный костный мозг, лимфатические узлы), органы кроворазрушения и механизмы регуляции. Система крови — одна из важнейших систем жизнеобеспечения организма и выполняет множество функций. Остановка сердца и прекращение движения крови немедленно приводит организм к гибели [1].

Система крови (или кровеносная система) обеспечивает постоянство внутренней среды организма (гомеостаз), перенос кислорода и углекислого газа в организме, питательных веществ, конечных вредных продуктов обмена, обмен веществ между кровью и тканями, терморегуляцию, иммунную защиту организма (перенос антител), участвует в процессах восстановления (регенерации) тканей.

Общий анализ крови, который также называют клиническим, — базовое исследование, которое проводится для оценки общего состояния человека или животного,

первичной диагностики некоторых состояний, например, анемий, обезвоживания, воспалительных процессов, инфекций. Расшифровка общего анализа крови не указывает на конкретные заболевания. Для этого применяются дополнительные лабораторные и инструментальные методы обследования, но может обозначаться направление, в котором необходимо проводить дальнейшие исследования.

При общем анализе крови определяются показатели так называемой «красной» и «белой» крови. К «красной» крови относятся элементы, отвечающие за перенос кислорода — эритроциты, гемоглобин, связанные с ними показатели — гематокрит, СОЭ (скорость оседания эритроцитов), а также тромбоциты, участвующие в процессе свертывания. «Белая» кровь — это белые кровяные тельца, или лейкоциты, которые дополнительно разделяются на лимфоциты, моноциты, нейтрофилы, эозинофилы, базофилы.



Рис. 3. Роботизированная линия гематологических анализаторов

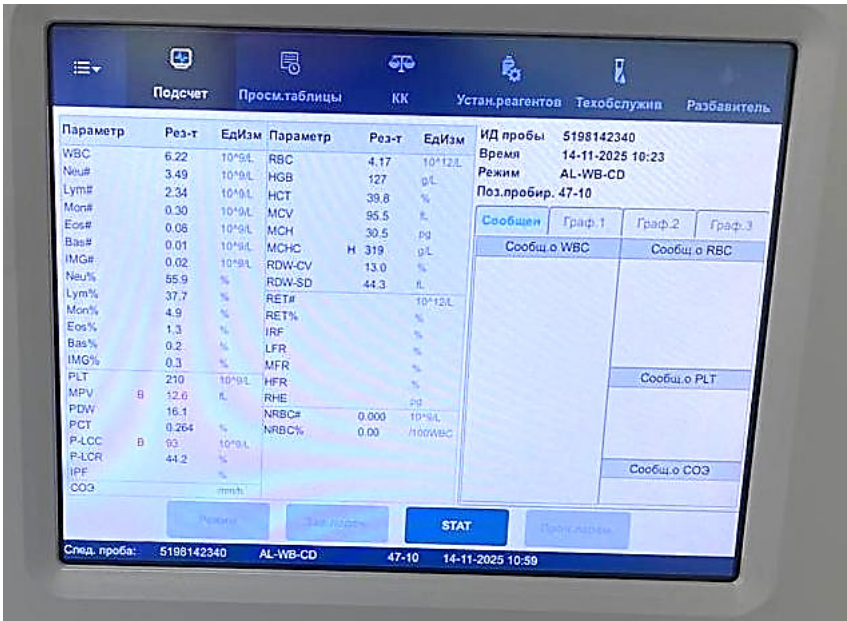


Рис. 4. Сообщение от лабораторной информационной системы о выявленном отклонении от нормы в анализе крови

Рассматриваются функции, которые выполняют основные клетки крови организма. Эритроциты, красные кровяные тельца, отвечают за перенос кислорода и некоторых других веществ к тканям, за счет чего осуществляется их питание. Тромбоциты участвуют в образовании тромбов (сгустков крови), которые в норме необходимы для остановки кровотечения. Лейкоциты, белые клетки крови, отвечают за иммунитет и способность организма противостоять инфекциям, другим внешним и внутренним воздействиям (аллергенам, паразитам и пр.).

Изучались основные клетки крови на базе крупной частной клинико-диагностической лаборатории в Москве при участии внешнего эксперта — врач КДЛ, кандидат медицинских наук Фадеева Ирина Анатольевна.

Использовались обезличенные пронумерованные остаточные образцы крови человека. Для тестирования образцов применялся автоматический гематологический анализатор Mindray BC-6800 Plus, встроенный в роботизированную линию гематологических анализаторов (рис. 3).

Анализатор BC-6800Plus позволяет протестировать 200 проб крови за один час, может сохранять результаты ста тысяч исследований, окрашивает клетки крови и микроскопирует их. В случае обнаружения отклонения от нормы анализатор флагирует (буквально выставляет красный флаг в специальном программном обеспечении) на патологическом результате и предупреждает врача КДЛ особым информационным сообщением (рис.4).



Если прибор выявил отклонение от нормы и «поставил красный флаг», то врач дополнительно просматривает такие пробы с помощью микроскопа.

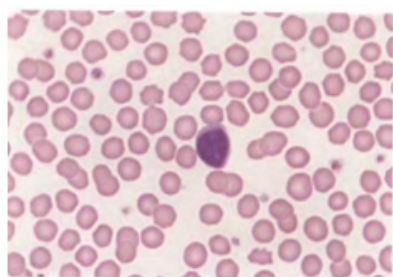
В исследовании использовалась кровь домашних питомцев (кота Тиши (6 лет) и собаки Майка (2 года)) (рис. 5) для определения нормальных (референсных) ее показателей у этих млекопитающих.



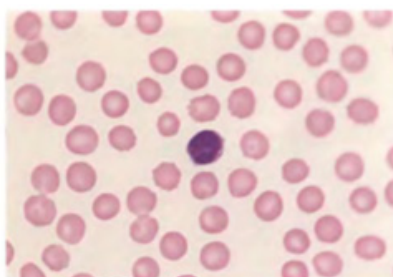
Рис. 5. Собака Майк и кот Тиша

Картинки крови животных сравнивались с остаточными образцами крови человека, имеющимися в лаборатории. Также использовались результаты, приведенные

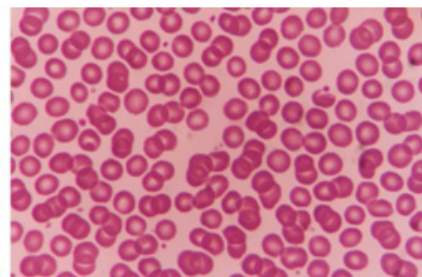
в литературных источниках [1] — [5]. Визуальное сравнение эритроцитов млекопитающих и человека представлено на рис.6.



Мазок крови кошки



Мазок крови собаки



Мазок крови человека

Рис.6. Визуальное сравнение эритроцитов кошки, собаки и человека

При рассматривании эритроцитов человека и животных отмечено следующее. Эритроциты животных и человека внешне очень похожи: округлые, с зоной просветления в центре и без ядра. Эритроциты кошки — меньше по размеру, чем у собаки, а эритроциты собаки и человека — почти одного размера. Так же видно, что эритроциты кошки различаются по размеру между собой, почти не имеют светлого пятна (зоны просветления) в центре.

Эритроциты собаки одинаковы по размеру и имеют выраженную зону просветления. Эта зона наиболее выражена у эритроцитов человека. Также у человека наблюдается высокая плотность этих клеток в мазке.

Результаты наблюдений подтверждаются соответствующими литературными данными, представленными в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры сравнения эритроцитов

Параметры сравнения	Человек	Собака	Кошка
Диаметр эритроцита, мкм	7,8	7	5
Ядро	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Зона просветления	+++	++	+

На рис. 7 показаны результаты измерения клеток крови человека с использованием лабораторной информационной системы.



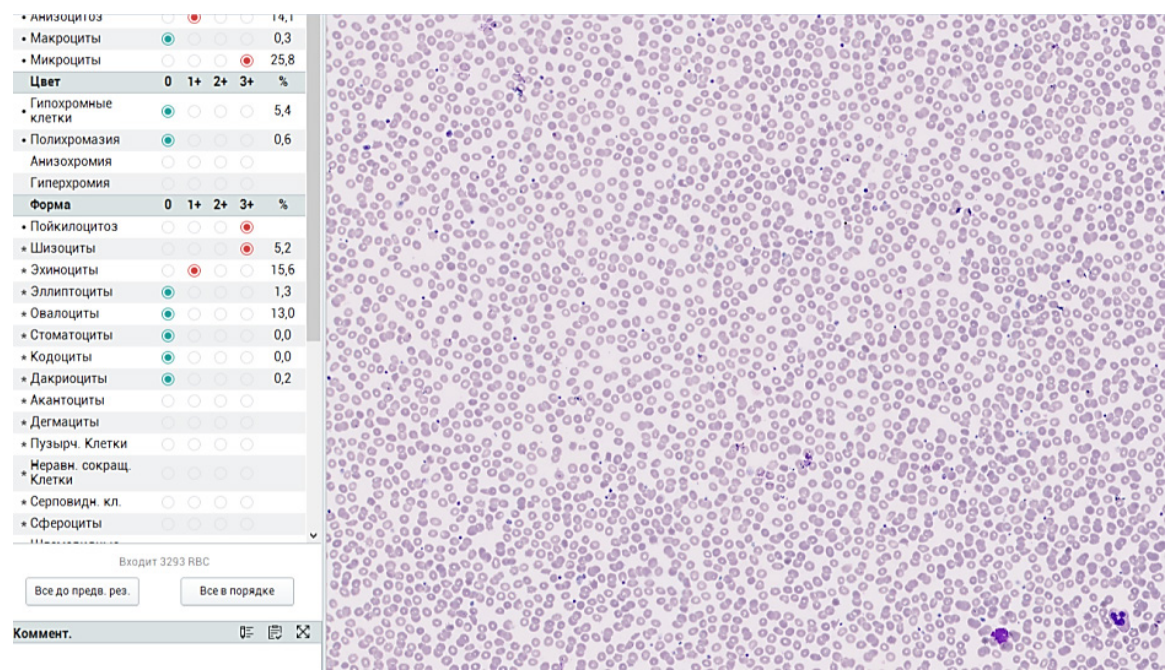


Рис. 7. Мазок крови человека в изображении лабораторной информационной системы

В представленном мазке крови человека основная форма эритроцитов — округлая. В центре — выраженная зона просветления. Ядро отсутствует.

Лейкоциты (греческое leukos — белый, kytos — вместе, тилище) — элементы «белой крови», одна из трех разновидностей форменных элементов крови позвоночных животных и человека [1]. Лейкоциты млекопитающих представлены множеством клеток, различных по форме, размеру, а также по форме и количеству ядер. Например, лимфоциты являются основными клетками иммунной системы лейкоцитарного роста. Они обеспечивают специфический иммунитет (иммунитет против определенных болезней — гриппа, ветрянки, кори и пр.), синте-

зируют иммуноглобулины (антитела), уничтожают собственные мутировавшие клетки (рис.8).

При визуальном изучении мазков крови кошки, собаки и человека отмечается большое сходство лейкоцитарных клеток (в данном случае лимфоцитов). При этом лимфоциты человека могут очень сильно различаться между собой по размеру и форме ядра. Некоторые лимфоциты по размеру схожи с эритроцитом (не превышают 6–7 мкм), некоторые — очень большие (диаметр больше в 2–2,5 раза). Лимфоциты кошки и собаки очень близки по размеру к эритроцитам. При этом общим свойством лимфоцитов всех животных является большое ядро, которое занимает почти всю цитоплазму клетки.



Рис. 8. Визуальное сравнение лейкоцитов

В таблице 2, составленной на основании изучения литературных источников, можно заметить подтверждение визуальных наблюдений о размере и строении лимфоцитов.

Таблица 2. Основные параметры сравнения лейкоцитов

Параметры сравнения	Человек	Собака	Кошка
Диаметр лейкоцита (лимфоцита), мкм	от 6 до 15	от 6 до 8	от 6 до 10
Ядро	большое, заполняет всю цитоплазму	большое, заполняет всю цитоплазму	большое, заполняет всю цитоплазму

На рис.9 показан пример значительной variability формы лейкоцитов человека и, в частности, лимфоцитов.

Тромбоциты животных и человека очень похожи, что можно видеть на рис. 10. Тромбоциты представля-

ют собой маленькие, безъядерные, дисковидные клетки, которые содержат мелкие, розовые или пурпурные зерна в цитоплазме [1].

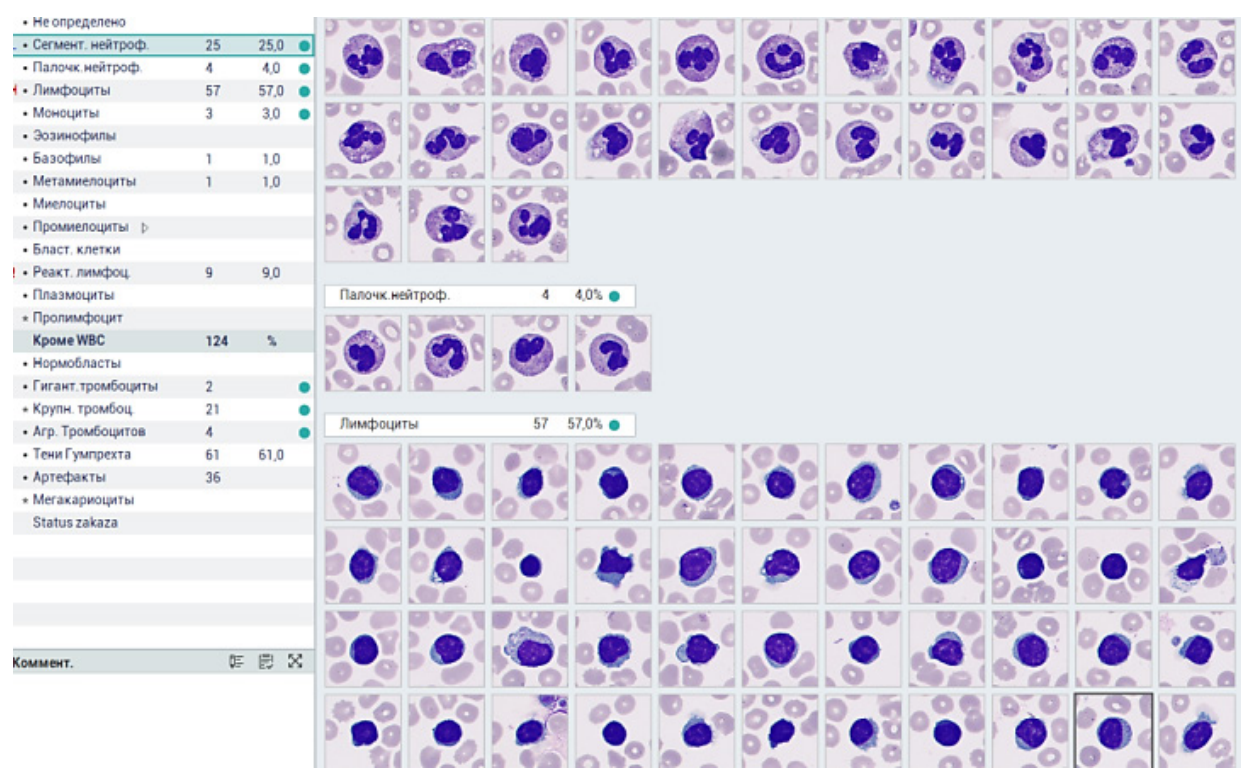


Рис. 9. Лейкоциты человека в изображении лабораторной информационной системы

Их диаметр обычно составляет от 2 до 4 мкм. Иногда в момент сбора крови у тромбоцитов появляются ма-

ленькие выступы. Этот процесс называется активацией тромбоцитов [5].

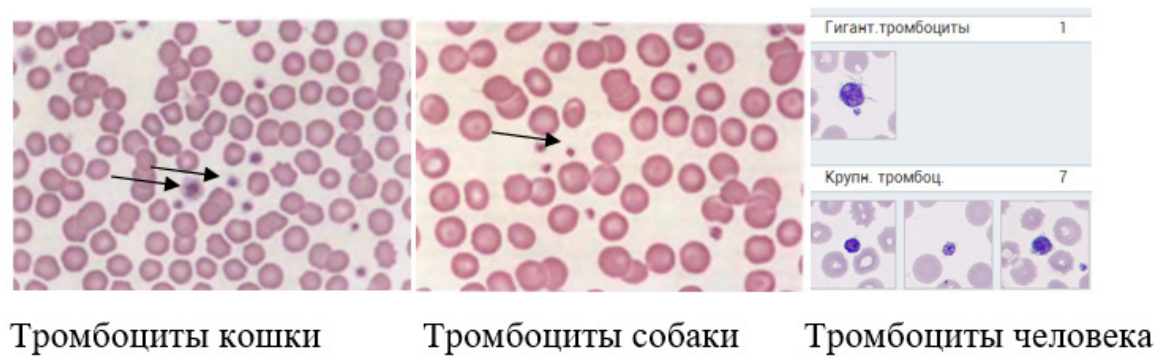


Рис. 10. Визуальное сравнение тромбоцитов кошки, собаки и человека

В таблице 3 представлены основные параметры сравнения тромбоцитов.

Таблица 3. Основные параметры сравнения тромбоцитов

Параметры сравнения	Человек	Собака	Кошка
Диаметр тромбоцита, мкм	от 2 до 3	от 2 до 4	от 3 до 5
Ядро	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Гранулы (зерна) в цитоплазме	наблюдаются	наблюдаются	наблюдаются

Сравнение нормальных (референсных) значений показателей кровикошки, собаки и человека по основным

показателям представлены в таблице 4. Цифры в таблице обозначают количество клеток в литре.



Таблица 4. Сравнение нормальных значений показателей крови

Показатель	Взрослые кошки	Взрослые собаки	Взрослые мужчины	Взрослые женщины
Эритроциты, $\times 10^{12}$ / л	от 5,6 до 10,1	от 5,3 до 8,4	от 4,3 до 5,7	от 3,8 до 5,1
Лейкоциты, $\times 10^9$ / л	от 6,5 до 18,5	от 8,5 до 10,5	от 4 до 10	
Тромбоциты, $\times 10^9$ / л	от 300 до 700	от 250 до 550	от 150 до 400	

Следует отметить, что современный гематологический анализатор минимизирует участие специалиста в процессе обработки клеток крови, что позволяет практически полностью исключить влияние человеческого фактора, снизить количество возможных ошибок. Кроме того, прибор значительно ускоряет выполнение исследования. Это становится важным в случае необходимости оперативного определения диагноза.

По результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Выявлено, что наиболее сильная центральная бледность эритроцитов наблюдается в крови человека,

у млекопитающих с более мелкими эритроцитами, таких как кошки, эритроциты менее вогнуты, поэтому центральная бледность почти незаметна.

2. Сравнение тромбоцитов показало, что у кошек они сильно различаются по размеру.
3. В крови собак выявлен большой разброс нормальных показателей лимфоцитов.
4. Отмечено, что кровь человека внешне более схожа с кровью собак, чем с кровью кошек.
5. Установлено соответствие результатов визуальных наблюдений и имеющимися литературными данными.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Щербатова, Т. В. Кровь: состав и функции — Текст: электронный // Новороссийский медицинский колледж: [сайт]. — URL: <https://www.novorosmk.ru/zanyatiya/krov-sostav-i-funktsii>
2. Кровь. Что это такое? — Текст: электронный // Тамбовское областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская больница им. С. С. Брюхоненко г. Мичуринска»: [сайт]. — URL: [https://ngradlpu.ru/children/-/asset\\_publisher](https://ngradlpu.ru/children/-/asset_publisher)
3. Луговская, С. А., Почтарь М. Е. Гематологический атлас. — М.: Триада, 2016. 368 с.
4. Сандерс, Т. Г., Риган В. Д., Деникола Д. Б. Атлас ветеринарной гематологии. — М.: Аквариум, 2014. 136 с.
5. Мирошников, М. В. Вариабельность гематологических параметров и установление их референтных интервалов в доклинических исследованиях. Сообщение 2: хищники. — Текст: электронный // Лабораторные животные для научных исследований: [сайт]. — URL: <https://labanimalsjournal.ru/ru/2618723x-2025-01-02>

## Выявление взаимного влияния инвазивных видов растений на аборигенную флору на примере *solidago canadensis* (золотарник канадский), *acer negundo* (клен ясенелистный) и *heracleum sosnowskyi* (борщевик Сосновского)

Киселева Нина Михайловна, учащаяся 7-го класса

Научный руководитель: Воробьева Олеся Алексеевна, педагог дополнительного образования  
ГБОУ г. Москвы «Школа № 444» (г. Москва)

Статья посвящена исследованию негативного воздействия инвазивных видов растений на естественные экосистемы. На примере *Solidago canadensis*, *Acer negundo* и *Heracleum sosnowskyi* анализируются механизмы вытеснения аборигенной флоры и изменения структуры растительных сообществ. В работе оценивается степень трансформации видового разнообразия под влиянием данных экспансивных видов.

Ключевые слова: инвазивные виды, аборигенная флора, золотарник канадский, клен ясенелистный, борщевик Сосновского, фитоценоз, биоразнообразие.

**И**нвазивные виды представляют собой существенную угрозу биологическому разнообразию и экологическим экосистемам, проявляя тенденцию

к быстрому распространению и оказывая негативное воздействие, которое трудно обратимо устранить. В современных научных исследованиях особое внимание

уделяется изучению динамики распространения и разработке эффективных методов контроля популяций интродуцированных видов, характеризующихся выраженной инвазивной способностью.

В результате усиления антропогенного влияния на окружающую среду обостряется конкурентная борьба между разными видами растений, в таких сообществах обнаруживаются проявления аллелопатии. Аллелопатическая активность видов может возрасти при действии неблагоприятных факторов и при интродукции в новую среду обитания (Cheng et al., 2015). Например, конкурентная борьба между видами обостряется в аридных районах и на солончаках.

Чужеродные и инвазивные растения способны выделять активные биохимические вещества в почву, которые оказывают влияние на протекание основных физиологических процессов растений-реципиентов (Schandry et al., 2020). Все это приводит к негативному влиянию на растительные сообщества аборигенных видов и постепенному их вытеснению.

В ходе проведения метаанализа работ последних лет по данному вопросу было выявлено наличие аллелопатии у 51,4 % инвазивных видов растений (Kalisz et al., 2021). К таким видам относится и золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.), **значительно распространенный на территории Российской Федерации.**

Многие инвазивные виды, обладающие аллелопатическими свойствами, адаптировались к совместному существованию, однако степень изменения интенсивности их совокупного воздействия на аборигенную флору остаётся неизученным аспектом исследований. Ещё менее исследованным является вопрос взаимного влияния инвазивных аллелопатически активных видов друг на друга, что является важным аспектом в условиях сохранения видового биоразнообразия. Таким образом, данная тема является не только актуальной в теоретической области, но несет и практическую значимость.

В качестве объектов исследования были выбраны инвазионные виды растений, способные к совместному произрастанию (золотарник канадский, клен ясенелистный, борщевик Сосновского).

**Оценка видового разнообразия.** Для проверки гипотезы об усилении совместного влияния аллелопатических видов растений на аборигенную флору, нами была проведена оценка биологического разнообразия видов растений, произрастающей в непосредственной близости к аллелопатическим инвазионным видам. Учитывая фитогенное поле каждого вида растения, мы изучили виды, находящиеся в поле растений. В качестве контроля нами был выбран участок, на котором не было ни одного из рассматриваемых инвазионных видов. Определение растений производили по атласу определителю Маевского. Данные были занесены в таблицу 1. Для более детальной оценки видового разнообразия был рассчитан индекс видового разнообразия — индекс Шеннона.

С целью определения изменения активности аллелопатических веществ инвазионных видов растений было проведено биотестирование.

**Сбор образцов листьев.** Листья золотарника канадского, клена ясенелистного и борщевика Сосновского.

Листья собрали в июле 2025 года с растений с выраженными видовыми признаками, произрастающих на открытых участках. Отбирали листья среднего размера без признаков повреждений вредителями и болезнями, с нижних ветвей, ориентированных на разные части света. В каждом месте сбора отбирали по 100 листьев с 10 хорошо развитых деревьев примерно одного возраста. Нами были собраны растения в Подмосковной Мещере, в Шатурском районе. Мещёрская низменность (Мещера, Мещёра) — обширная лесистая низменность в центре Восточно-Европейской равнины. Занимает северную часть Рязанской области, южную — Владимирской и восточную — Московской области, в связи с чем различают Подмосковную, Владимирскую и Рязанскую Мещёры. Мещёрская низменность — край лесов, болот и озер — по характеру растительности резко отличается от окружающих районов, где основная роль принадлежит смешанным дубово-еловым лесам и ельникам, чередующимся с березняками и осинниками.

**Приготовление мульчи.** Листья клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) высушили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре. Сухие листья измельчили до состояния муки и просеяли через сито с диаметром ячеек 5 мм. Для приготовления водных экстрактов использовалось соотношение 1:50 (объем/масса) с применением дистиллированной воды. Экстракция проводилась в темноте при комнатной температуре в течение 24 часов, после чего полученные растворы были профильтрованы и хранились при температуре 4 °C. В ходе биотестов исходный экстракт с концентрацией 2 % был разбавлен дистиллированной водой до концентрации 1 %. Данный подход обусловлен использованием сравнительного метода, позволяющего повысить достоверность анализа результатов биотестов.

**Тест-культура.** В качестве биоиндикатора был выбран кресс-салат (*Lepidium sativum*) сорт Весенний. От других видов растений он выгодно отличается быстрым прорастанием семян, заметными морфологическими изменениями под действием стресс-факторов и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей.

**Биотестирование.** Было проведено биотестирование влияния различных экстрактов на прорастание семян кресс-салата сорта Весенний. В каждом из трех повторных анализов в стерильных чашках Петри высевали по 10 семян. В каждую чашку добавляли по 4 мл исследуемого экстракта. Эксперимент дублировали дважды. Прорастание семян регистрировали каждые 6 часов в течение первых 72 часов, а затем — каждые 12 часов. В качестве контроля использовали аналитические повторности с дистиллированной водой.

**Методы исследования.** Для определения влияния аллелохимических веществ были определены параметры, которые характеризуют рост и развитие тест-культуры: скорость прорастания, итоговую всхожесть, период прорастания, абсолютную длину гипокотили на 6 день, относительную скорость роста гипокотили.

Измерение гипокотили проростков производили каждый день в одно и то же время с помощью линейки. Итоговую длину корня и гипокотили измеряли на 6-й день биотеста.



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

**1.1. Результаты биологического разнообразия**  
В ходе анализа видового разнообразия флоры (таблица 1), нами был высчитан индекс Шеннона на нескольких площадках (таблица 2).

Таблица 1. Влияние аллелопатических инвазионных видов на тест культуру

Вариант опыта	Показатели всхожести			Ростовые показатели	
	Полная всхожесть	Период прорастания семян, день	Абсолютная скорость прорастания, семян/день	Длина корня тест культуры, мм	Длина гипокотыля тест культуры, мм
Контроль	100±0,02	1,5±0,01	1,8±0,23	53±0,11	45±0,14
Золотарник канадский	70±0,04	2,3±0,11	1,5±0,06	45±0,01	39±0,11
Клен ясенелистный	80±0,05	2,2±0,13	1,4±0,07	44±0,04	37±0,17
Борщевик Сосновского	65±0,03	3,0±0,16	1,0±0,36	35±0,01	20±0,01
Золотарник канадский (у клена ясенелистного)	75±0,05	2,5±0,15	1,4±0,05	43±0,07	35±0,02
Золотарник канадский (у борщевика Сосновского)	85±0,07	1,8±0,23	1,6±0,04	50±0,01	40±0,02
Клен ясенелистный (у золотарника канадского)	65±0,11	2,4±0,02	1,3±0,01	43±0,02	34±0,01
Клен ясенелистный (у борщевика Сосновского)	86±0,13	2,0±0,09	1,7±0,02	49±0,11	40±0,03
Борщевик Сосновского (у золотарника канадского)	65±0,15	2,9±0,01	1,1±0,04	36±0,01	21±0,03
Борщевик Сосновского (у клена ясенелистного)	63±0,14	2,8±0,01	1,1±0,05	34±0,02	21±0,03

В таблице приведены средние значения со стандартной ошибкой

Таблица 2. Значения индекса Шеннона на исследуемых площадках

Контрольный участок	Рядом с золотарником	Рядом с борщевиком	Рядом с кленом	Рядом с кленом+борщевиком	Рядом с кленом+золотарником	Рядом с борщевиком+золотарником
3,26±0,065	2,21±0,125	1,35±0,122	2,28±0,065	2,43±0,066	2,22±0,071	1,33±0,122

В таблице приведены значения со стандартной ошибкой

По полученным данным можно сделать вывод о том, что все аллелопатические инвазионные виды снизили численность и видовое биоразнообразие на исследуемых площадках в 2,4–1,4 раз. В непосредственной близости с борщевиком Сосновского индекс Шеннона составил 1,35±0,122, 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 борщевиком и золотарником индекс Шеннона становится меньше на 0,02, что свидетельствует о меньшем разнообразии видов и их плотности. На исследуемой площадке, где близко произрастают борщевик с кленом мы наблюдали обратную картину. Индекс Шеннона по сравнению с индексом,

рассчитанным по результатам анализа площадки у борщевика, намного больше, что может свидетельствовать об увеличении видового разнообразия. Индекс Шеннона на данной площадке приближается к значениям индекса рядом с кленом. При рассмотрении совместного влияния на растения золотарника и клена можно отметить почти идентичный индекс каждому из исследуемых растений.

## 1.2. Результаты биотестирования

**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 золотарника

канадского, борщевика Сосновского, клена ясенелистного произрастающих в Подмосковной Мещере, Шатурского района на период прорастания семян тест культуры. Период прорастания одного семени ( $T_{ср}$ ) при воздействии различных экстрактов был выше в 1–1,4 раза по сравнению с контролем (Таблица 1).

Полная всхожесть семян тест культуры во всех вариантах опыта была также снижена по сравнению с контрольной группой и составляла 60–80 %. Наибольшее ингибирующее воздействие проявили экстракт листьев борщевика, росшего отдельно, борщевика, росшего у золотарника канадского и борщевика, росшего у клена ясенелистного ( $1,0 \pm 0,36$ ,  $1,1 \pm 0,04$  и  $1,1 \pm 0,05$  соответственно).

Абсолютная средняя скорость прорастания семян в данных группах была достоверно ниже по сравнению с контролем в 1,6–1,8 раза ( $p=0,005$ ). (таблица 2).

Полученные данные полностью соответствуют ранее проведенным исследованиям. В статье Чегодаева Н.Д. с соавторами (Маскаева и др., 2016) показали, что уже при малых концентрациях водных вытяжек *H. sosnowskyi* наблюдается подавление всхожести семян ржи, наблюдается снижение скорости прорастания семян на 1,5–7,6 % по сравнению с контролем. Исследования показали, что физиологически активные вещества *H. sosnowskyi* действуют как ингибиторы роста произрастающих совместно растений. Следовательно, можно считать, что наряду с другими факторами причиной широкого распространения *Heracleum sosnowskyi* является высокая аллелопатическая активность данного вида.

В статье Бударина С. Н. выявлено негативное действие водных экстрактов плодов борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) на прорастание семян культурных растений; изучены аллелопатические эффекты водных вытяжек из растений борщевика на прорастание семян и рост проростков культурных, лекарственных и сорных растений.

Наибольшее влияние на период и абсолютную скорость прорастания оказали отдельно произрастающие растения (борщевик Сосновского, клен ясенелистный, золотарник канадский) в сравнении с их совместным произрастанием. Данное явление, видимо, связано с тем, что, произрастая совместно, они вырабатывают меньше аллелопатических веществ. Борщевик выступил лидером по ингибированию и при отдельном, и при совместном росте с другими аллелопатами, так как содержит больше токсических веществ.

Токсические свойства борщевика связаны с алкалоидами, тритерпеновыми сапонинами, флавоноидами, фурано- или фуранокумаринами. (Рябчинская и др., 2023)

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

При воздействии аллелопатических веществ экстракта листьев борщевика, росшего отдельно, борщевика, росшего у золотарника канадского и борщевика, росшего у клена ясенелистного, происходило ингибирование ростовых процессов тест культуры и как следствие снижение итоговых ростовых показателей корня и гипокотыля в 1,5–2 раза по сравнению с контролем (рис. 1., рис. 2.)

Полученные данные полностью подтверждаются литературными источниками.

Исследование влияния водных вытяжек разных органов *Heracleum sosnowskyi* на ранние ростовые показатели, а именно на длину корешков и проростков, показало, что уже при малых концентрациях наблюдается уменьшение данных показателей. Водные вытяжки из растений борщевика сильно угнетают рост корешков исследуемых растений на ранних этапах развития, что в дальнейшем не может не сказаться на формировании корневой системы культурных растений. (Чегодаева и др., 2015)

При воздействии аллелопатических веществ листьев клена ясенелистного росшего отдельно, происходило ингибирование ростовых процессов тест культуры и как следствие снижение итоговых ростовых показателей корня и гипокотыля в 1,2 раза по сравнению с контролем (рис. 2.)

Вторичные экзометаболиты экстракта листьев клена ясенелистного (*Acer negundo*) вызвали необратимые процессы в росте и развитии и способствовали достоверному увеличению скорости прорастания на 20 % и уменьшению длины корня и гипокотыля в 1,5–3 раза ( $p=0,001$ ) (Атрошкина и др., 2025).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что клен ясенелистный и золотарник канадский, произрастающие рядом с борщевиком снизили свое аллелопатическое воздействие, что можно оценить по их влиянию на тест культуру. Это произошло из-за сильного влияния борщевика, который своим токсическим воздействием губит все живое вокруг, в том числе и клен с золотарником. Данные растения пытаются выжить рядом с борщевиком, в таком состоянии они не могут проявлять сильные аллелопатические свойства. Аллелопатия борщевика по-прежнему сильная, его никто не притесняет.

При совместном произрастании с золотарником канадским у клена ясенелистного сильно повышается аллелопатическое воздействие. Данное явление требует дальнейшего изучения. У золотарника, произрастающего с кленом, также усиливается аллелопатическая активность, но незначительно.

### Выводы

1. Инвазионные виды — золотарник канадский, борщевик Сосновского и клен ясенелистный способны образовывать совместные насаждения самосевом.
2. Все участки, где присутствовали инвазивные виды (борщевик Сосновского, золотарник канадский, клен ясенелистный), демонстрируют существенно более низкий индекс Шеннона (от 1.33 до 2.43) по сравнению с контрольным участком (3.26). Это подтверждает общее негативное влияние инвазий на экосистему. Участки с одним доминирующим инвазивным видом (борщевик или золотарник по отдельности имеют крайне низкое видовое разнообразие (1,25 и 2,21 соответственно), что говорит о сильном подавлении большинства других видов. Участки, где наблюдалось совместное произрастание нескольких инвазивных видов (например, «клен + борщевик» — 2,43; «борщевик + золотарник» — 1,33, пока-

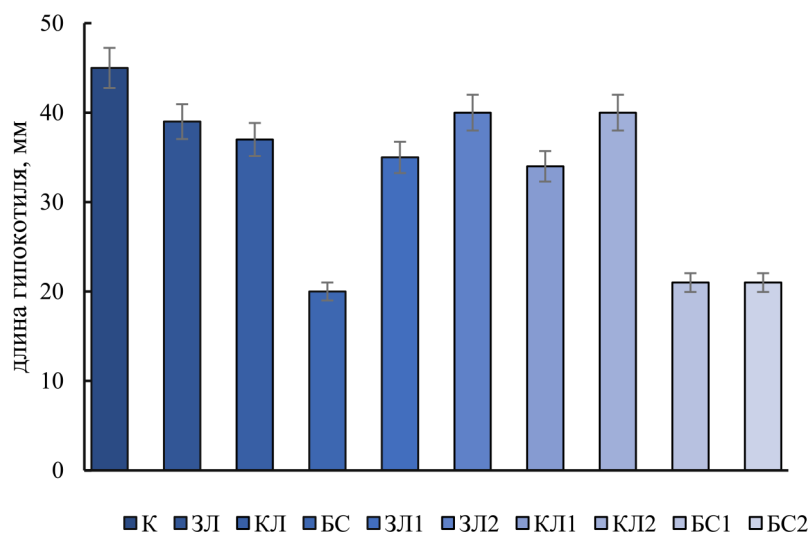


Рис. 1. Влияние инвазионных видов на длину гипокотиля тест культуры. К — контроль, ЗЛ — золотарник канадский, КЛ — клен ясенелистный, БС — борщевик Сосновского, ЗЛ1 — золотарник, произрастающий рядом с кленом, ЗЛ2 — золотарник, произрастающий рядом с борщевиком Сосновского, КЛ1 — клен, произрастающий рядом с золотарником канадским, КЛ2 — клен, произрастающий рядом с борщевиком Сосновского, БС1 — борщевик, произрастающий рядом с золотарником, БС2 — борщевик, произрастающий рядом с кленом ясенелистным. Приведены средние значения с стандартной ошибкой. Разные литеры означают достоверную разницу при  $p \leq 0,05$  согласно Тьюки-тесту

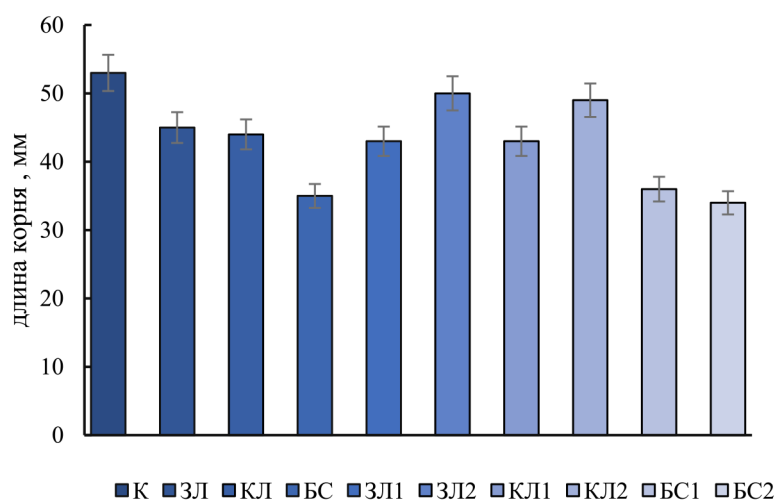


Рис. 2. Влияние инвазионных видов на длину корня тест культуры. К — контроль, ЗЛ — золотарник канадский, КЛ — клен ясенелистный, БС — борщевик Сосновского, ЗЛ1 — золотарник, произрастающий рядом с кленом, ЗЛ2 — золотарник, произрастающий рядом с борщевиком Сосновского, КЛ1 — клен, произрастающий рядом с золотарником канадским, КЛ2 — клен, произрастающий рядом с борщевиком Сосновского, БС1 — борщевик, произрастающий рядом с золотарником, БС2 — борщевик, произрастающий рядом с кленом ясенелистным. Приведены средние значения с стандартной ошибкой. Разные литеры означают достоверную разницу при  $p \leq 0,05$  согласно Тьюки-тесту

зывают, что эти агрессивные виды способны образовывать устойчивые смешанные сообщества (коинвазии), вытесняя при этом большую часть аборигенной флоры. Таким образом, исследование показало, что инвазивные виды не только успешно конкурируют с местными растениями, но и способны эффективно сосуществовать друг с другом, формируя обедненные по видовому со-

ставу, но устойчивые инвазионные сообщества. Наиболее сильное подавление разнообразия наблюдается в сообществах, где присутствуют борщевик и золотарник совместно.

3. Все исследуемые инвазивные виды оказывают значительное подавляющее влияние на тест-культуру по сравнению с контролем, вызывая снижение показателей скорости. **золотарник канадский**

и клен ясенелистный оказывают менее выраженное ингибирующее действие, чем борщевик. Их влияние схоже: всхожесть снижается до 70–80 %, а ростовые показатели корней и гипокотилей подавляются примерно на 15–25 % относительно контроля. Интересным результатом является то, что при использовании экстрактов растений, собранных с участков совместного произрастания инвазий, подавляющий эффект *снижается*. Например, экстракт золотарника, взятый с участка

у борщевика, показал **улучшенные** результаты всхожести (85 %) и роста, по сравнению с чистым золотарником (70 %). Это может свидетельствовать о том, что при длительном совместном произрастании в природе данные инвазивные виды могут частично нейтрализовать или адаптироваться к аллелопатическим соединениям друг друга, что позволяет им формировать устойчивые смешанные сообщества (как было показано в предыдущем расчете индексов Шеннона).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Атрошкина, С. Р. Изучение особенностей проявления аллелопатической активности клена ясенелистного (*Acer negundo*) на фоне загрязнения почв в Москве / С. Р. Атрошкина, О. А. Воробьева, Г. А. Воронова. —/ Юный ученый. — 2025. — № 7 (92). — С. 44–47.
2. Бударин, С. Н. Морфофизиологические взаимоотношения борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) с культурными и сорными растениями, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева»]. — Москва, 2015. С. 14
3. Рябчинская, Т. А., Яковлева Л. Л., Бобрешова И. Ю. Перспективы разработки биоцидного препарата на основе биологически активных веществ из борщевика Сосновского// Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений 2023. С. 3–5.
4. Чегодаева, Н. Д., Маскаева Т. А., Лабутина М. В. Аллелопатическое влияние борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* manden) на культурные растения // Фундаментальные исследования. 2015. № 2–26. С. 5845–5849.
5. Schandry Niklas, Claude Becker, Allelopathic Plants: Models for Studying Plant–Interkingdom Interactions//Trends in Plant Science, 2020. P.2–5.
6. Cheng, S. Effects of Heavy metals on plants and resistance mechanisms. Environmental Science and Pollution Research, 10(4), 2003. pp.256–264.
7. Kalisz, S., Kivlin, S.N. & Bialic-Murphy, L. Allelopathy is pervasive in invasive plants// Biol Invasions 23. 2021. P. 367–371.

## Исследование влияния гель-лака на формирование ногтевой пластины подростков. Возможности профилактики и исправления негативного воздействия

Котова Дарья Андреевна, учащаяся 10-го класса

Научный руководитель: *Гурина Виктория Ивановна, преподаватель химии*  
ГБОУ г. Москвы «Школа № 1539»

#### Введение

В настоящее время девушки и женщины активно стали использовать гель-лак для ногтей. За последние годы резко возросла его популярность, так как он сочетает в себе качества обычного декоративного лака и моделирующего геля. Это обеспечивает долгую стойкость декоративного покрытия ногтей, что сделало гель-лак настолько востребованным. Однако вместе с ростом популярности у взрослых, возросла частота использования гель-лака и у подростков. Ногтевая пластина подростка формируется до 16–18 лет и до этого времени является более тонкой и чувствительной. Использование гель-ла-

ка предполагает целый комплекс механических и химических воздействий на ногтевую пластину: обезжиривание ногтевой пластины, нанесение нескольких слоев покрытия, сушка в лампе и последующее механическое снятие лака с ногтей. Каждое из них потенциально может повлиять на здоровье ногтей.

Таким образом, можно сделать вывод, что важными негативными факторами при использовании гель-лаков являются механическое и химическое воздействия на ногтевую пластину.

Актуальность исследования заключается в том, что несмотря на широкое применение гель-лаков и активное



пользование среди взрослых и подростков, в доступной научной информации отсутствуют доказательные исследования, посвященные анализу возможных побочных эффектов от их использования, особенно в юном возрасте. Недостаток информации приводит к тому, что многие взрослые и их дети не осознают риски возможных побочных эффектов.

**Проблема** заключается в отсутствии информированности подростков о негативном влиянии на ногтевую пластину маникюра с использованием гель-лака, связанном с применением некачественных материалов, а также с повреждением ногтевой пластины за счет механического и химического воздействия.

**Гипотеза:** вероятно, использование гель-лаков имеет побочные эффекты и неблагоприятно сказывается на формировании ногтевой пластины подростков.

**Цель нашего исследования** — оценка частоты встречаемости различных побочных эффектов от использования гель лака и предложение вариантов исправления негативного воздействия.

**Объектом исследования** мы выбрали маникюр с покрытием гель-лак.

**Предметом исследования** стала ногтевая пластина подростка.

## Глава 1. Теоретическая часть

### 1.1 Анатомия ногтя



Ноготь — роговое образование кожи, состоящее из кератина. Выполняет защитную и вспомогательную функции.

Части ногтя и их функции:

- Ногтевая пластина (твердая видимая часть ногтя) — Защищает палец, помогает захватывать мелкие предметы.
- Ногтевое ложе (кожа под ногтевой пластиной) — Питает ноготь, обеспечивает его прочное приращение.

- Матрикс (зона роста ногтя под кожей, корень ногтя) — Образует клетки ногтя, обеспечивая его рост.
- Лунула (светлая часть у основания ногтя, видимая часть матрикса) — Участвует в росте ногтя.
- Кутикула (тонкий кожный валик у основания) — Защищает матрикс от микробов.
- Ногтевые валики (кожа по бокам и у основания ногтя) — Фиксируют и защищают ногтевую пластину.
- Гипонихий (кожа под свободным краем ногтя) — Защищает палец от проникновения бактерий.

### 1.2 Химия гель-лаков



Название «гель-лак» отображает идею совмещения свойств двух декоративных средств для дизайна ногтей: маникюрного лака и моделирующего геля. В быту гель-лак часто называют шеллаком, шелаком или даже шилаком по созвучию с первым появившимся в России гибридным покрытием для ногтей Shellac CND. Изредка можно даже услышать такие наименования, как лак-гель или даже лак ши.

Основными компонентами гель-лаков выступают:

**Пленкообразователь** — вещество со встроенными связями  $-C=C-$  типа, которое под воздействием УФ-излучения образует на рабочей поверхности плотную твердую плёнку. Наличие у пленкообразователя  $-C=C-$  связей определяет основные свойства покрытия, такие, как устойчивость к истиранию, химическим воздействиям, эластичность, твердость, прочность при изгибе и растяжении.

**Фотоинициатор** — соединение, обладающие способностью поглощать УФ-излучение с последующим переходом в возбуждённое состояние и внутримолекулярным распадом, в результате которого высвобождаются реакционноспособные частицы — свободные радикалы. Необходимая для реакции длина волны и, соответственно, максимальная абсорбция УФ-излучения зависит от химического состава фотоинициатора. В гель-лаках применяют фотоинициаторы, инициирующие радикальную полимеризацию внутримолекулярным расщеплением связей. Как правило, это бензоиновые эфиры, бензилкетали,  $\alpha$ -аминоалкилфеноны, гидроксиалкилфеноны и группа фосфиноксидов. Распад бензоина и его производных приводит к образованию свободных радикалов, реагирующих с двойными  $-C=C-$  связями.

**Активные разбавители** — мономеры, эфиры акриловой кислоты, чаще всего — метакрилаты. Используются для поддержания нужной консистенции гель-лаков, обеспечивает необходимую для нанесения на рабочую поверхность вязкость. Прочно сцепляются с поверхностью ногтя, что обеспечивает хорошую стойкость декоративного покрытия. В процессе отверждения встраивается в полимерную структуру. Чаще всего с этой целью используют акрилаты: трипропиленгликольдиакрилат (ТПГДА), гександиолдиакрилат (ГДДА), дипропиленгликольдиакрилат (ДПГДА) или триметилпропантриакрилат (ТМППТА).

**Пигмент** — органическое или неорганическое вещество, которое применяют для окрашивания гель-лака. В отличие от красителей, пигменты не растворяются в гель-лаке и не препятствуют поглощению УФ-излучения. Однако, отдельные пигменты могут замедлять фотополимеризацию покрытия. Добавки и наполнители — используются для придания покрытию дополнительных свойств и характеристик, таких как вязкость, пластичность или блеск. Могут существенно отличаться в гель-лаках различных производителей.

В жидком состоянии гель-лаки — вязкие пигментированные составы средне жидкой консистенции. Благодаря высокому содержанию олигомеров не испаряются и не высыхают даже при длительном пребывании на открытом воздухе. Гель-лаки разных цветов можно смешивать между собой по принципу акриловых или масляных

красок, получая из первичных цветов вторичные и третичные оттенки.

**Полимеризация.** Гель-лаки чувствительны к УФ-излучению. Под воздействием УФ-волн определённой длины гель-лаки полимеризуются, происходит переход из жидкого агрегатного состояния в твердое, и на поверхности ногтя образуется плотная плёнка. Для равномерной быстрой полимеризации гель-лаков используют люминесцентные, светодиодные или CCFL-лампы УФ-спектра.

В зависимости от типа входящих в состав покрытия фотоинициаторов, гель-лаки переходят в твердое агрегатное состояние под воздействием УФ-волн определённой длины. При недостаточной интенсивности излучения гель-лаки могут загустеть или свернуться. Для образования прочной ровной поверхности рекомендуется закреплять покрытие под лампами определённого типа.

Солнечный свет также содержит УФ-волны, которые способны запускать процесс полимеризации. Поэтому гель-лаки выпускают в непрозрачных флаконах и рекомендуют хранить и использовать без доступа солнечного света. Полимеризация покрытия под солнечными лучами происходит долго и неравномерно, гель-лаки плохо застывают и могут сворачиваться.

Для равномерного отверждения гель-лаков используют лампы, излучающие УФ-волны В ( $\lambda = 280-315$  нм), V ( $\lambda = 315-380$  нм), А ( $\lambda = 380-450$  нм) типов. Короткое волновое излучение С типа ( $\lambda = 100-280$  нм) абсорбируется в верхних слоях покрытия и не способно инициировать полимеризацию в пигментированных гель-лаках.

Время полимеризации зависит от химического состава, цвета, толщины слоя, типа лампы, длины излучаемых УФ-волн и расстояния от лампы до покрытия. Гель-лаки с насыщенной пигментацией (например, чёрного и красного цвета) требуют больше времени для преобразования полимерной структуры, чем слабо пигментированные, составы (например, белые или жёлтые). Время полимеризации обратно пропорционально интенсивности излучения.

В твердом состоянии в результате полимеризации под воздействием УФ-волн жидкий гель-лак преобразуется в плотную плёнку, на поверхности которой проступает липкое вещество — дисперсионный слой. Его используют для усиленной адгезии между отдельными слоями покрытия, а с поверхности последнего финишного слоя убирают с помощью обезжиривающего состава.

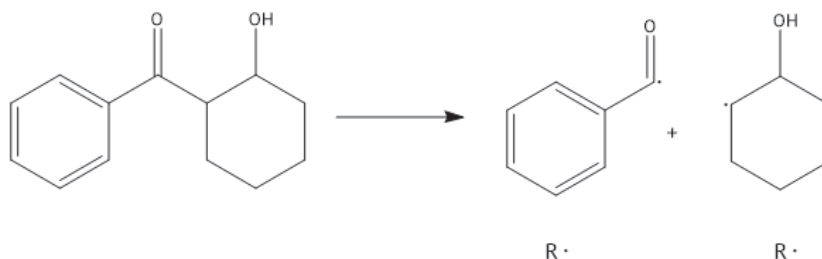
При соблюдении технологии маникюра и полной полимеризации покрытия, гель-лак образует плотную, устойчивую к химическим и механическим воздействиям поверхность. Производители гель-лаков утверждают, что покрытие способно продержаться на ногтях в течение 10–20 дней даже в условиях длительных контактов с водой, бытовой химией и безацетоновыми растворителями.

Пленкообразование гель-лака — обратимый процесс, допускающий последующее полное или частичное разрушение связей полимерной цепи. В частности, разрушить структуру затвердевшего гель-лака и отделить его от поверхности ногтя можно с помощью длительного воздействия ацетоносодержащих растворителей.

С точки зрения химии объяснение процесса сводится к обычной фотоиницированной полимеризации полиуретана.

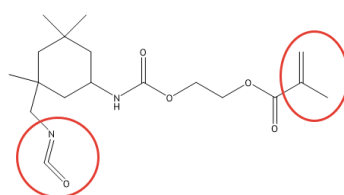
В состав гель-лака входит уже олигомеризованное соединение уретана с акрилом, так называемый уре-

тан-акриловый олигомер, инициатор полимеризации, ингибитор полимеризации и растворители. Инициатор полимеризации, под действием УФ света распадается на свободные радикалы  $R\cdot$ .



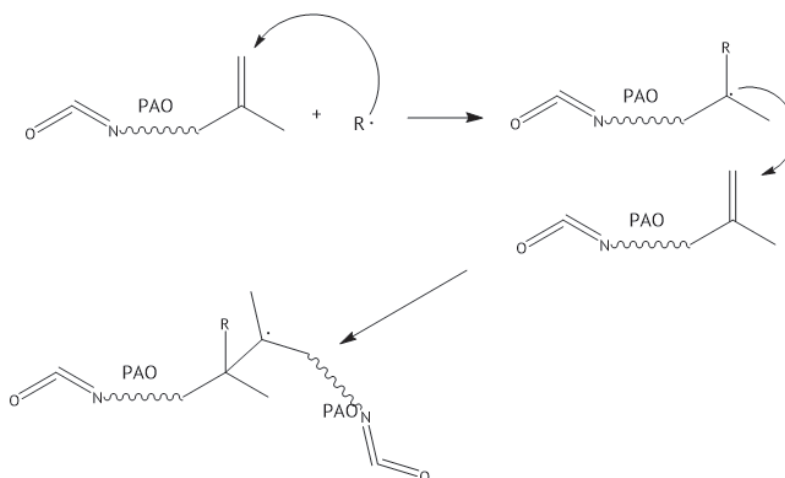
Далее радикал реагирует с активными группами олигомера, либо по двойной  $C=C$  связи в блоке с акрилом,

либо разрывая цикл. Например, такой олигомер из IPDI и HEMA:



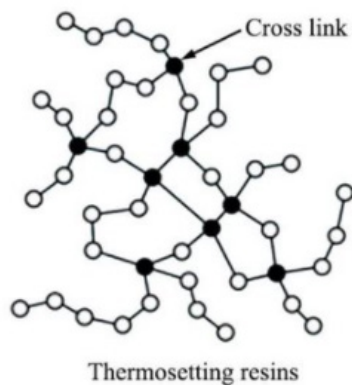
Красными кружками я выделила  $-NCO$  группу и двойную связь акриловой кислоты, все что посередине обозначим PAO. Для роста цепи возможно несколько на-

правлений, участвовать будут все функциональные связи, например:



Таким образом, в течение определенного времени прореагируют все мономеры, пока все свободные ради-

калы не рекомбинируют. В результате получится трехмерношитый полимер:



Маникюр со стойким покрытием — одна из самых популярных процедур в салонах несмотря на то, что побочные эффекты использования гель-лаков не изучены.

#### Методы профилактики деформации ногтевой пластины, вызванной аппаратным маникюром:

1. Медикаментозное лечение. Проведение медикаментозного лечения возможно только при отсутствии гелевого покрытия на ногтях.
2. Техника выполнения процедуры. При отсутствии возможности снятия покрытия необходимо контролировать и регулировать технику выполнения процедуры.

#### Методы медикаментозного лечения:

- Наружная терапия;
- Медикаментозная терапия;
- Физиотерапия.

#### Техника выполнения процедуры:

- Правильный выбор фрез;
- Защита зоны матрикса;
- Использование только стерильных, недеформированных инструментов и качественных материалов;
- Периодические перерывы в носке покрытия.

### Глава 2. Практическая часть

#### 2.1 Визуальный анализ состояния ногтей



Визуальный анализ состояния ногтей включает оценку цвета, формы и текстуры ногтевых пластин, а также выявление изменений, которые могут указывать на патологию. В норме ногти выглядят выпуклыми и вытянутыми в продольном направлении — без вогнутостей, вмятин, бороздок и бугорков.

#### 2.2 Анализ роста здорового ногтя без покрытия

Рост здорового ногтя без покрытия — это процесс постоянного образования нового вещества ногтевой пластины. Скорость роста в среднем составляет 0,1 мм в сутки, или примерно 3–4 мм в месяц для здорового ногтя. Однако эта скорость не является постоянной и может меняться под воздействием разных факторов. Рост пластины заключается в её постоянном обновлении у проксимального края и продвижении уже образованных роговых слоёв к дистальному концу. В росте и формировании пластины участвуют не только ростковые зоны, но и проксимальный и латеральный валики ногтя, само ногтевое ложе и фаланга пальца. Эти структуры направляют движение растущей ногтевой пластины, благодаря чему она сохраняет форму и направление своих слоёв.

Некоторые **факторы**, которые могут влиять на скорость роста здорового ногтя:

**Время года** — летом ногти растут быстрее, чем зимой, так как солнечные лучи стимулируют выработку витамина D, который ускоряет этот процесс.

**Активность** — на доминирующей руке (например, у правой на правой) ногти растут быстрее, поскольку более активное кровообращение обеспечивает лучшее питание для клеток.

**Наследственность, возраст и питание** — генетика, возраст и сбалансированное питание играют ключевую роль. Недостаток белков, жиров и витаминов в рационе может значительно замедлить рост ногтей.

**Стресс** — эмоциональный и физический стресс также могут негативно сказаться на скорости роста ногтей.

Также на скорость роста могут влиять гормональные изменения (подростковый возраст, период перед менструацией, беременность) и деятельность, приводящая к стачиванию ногтей (печатание на машинке, привычка постоянно грызть ногти, массаж рук и др.).

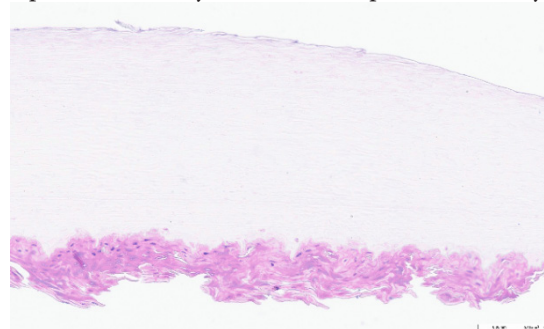
#### 2.3 Анализ деформированного маникюром ногтя и сравнение с недеформированным с помощью проф. оборудования

Анализ состояния ногтевой пластины подростка до и после маникюра проводился по стандартной методике — окраска гематоксилином-эозином с последующей оценкой в поляризационном свете. Анализ проводился на базе Московского клинического научного центра имени А. С. Логинова.

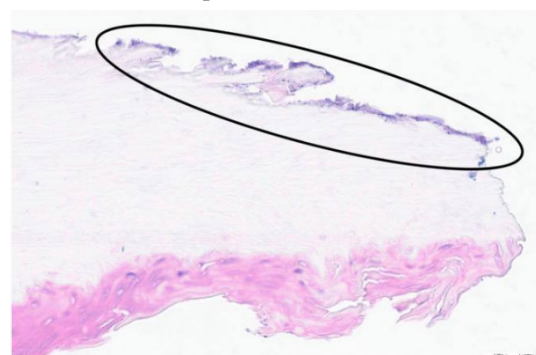
Для проведения исследования был взят образец. Стандартная гистологическая проводка, толщина срезов 3–4 мкм, окраска гематоксилин-эозином по стандартной методике.

«**Ноготь без покрытия**». Верхние отделы эпидермиса с наличием клеток в состоянии апоптоза с гиперхромией ядер и их деформированием (естественный процесс «созревания»).

Верхние слои ногтевой пластины представлены равномерными плотно упакованными роговыми чешуйками.

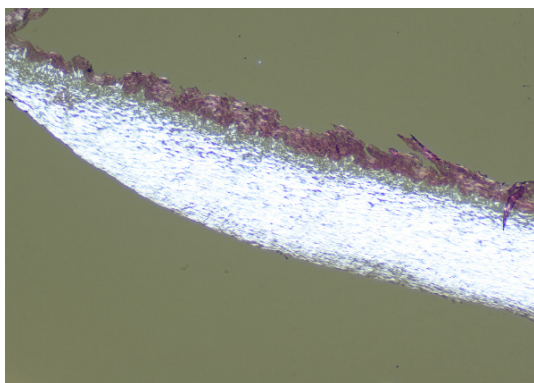


Участки травматизации верхнего слоя с наличием естественной кокковой микрофлоры (естественная флора выделена на изображении).



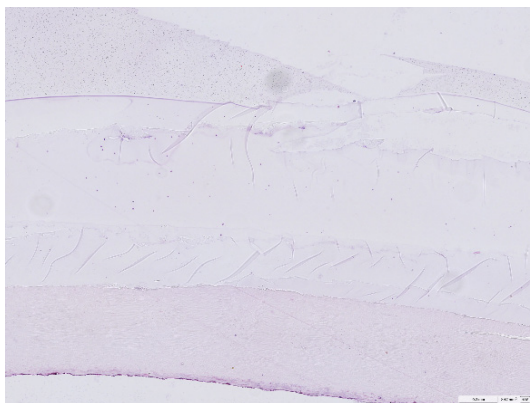


Характер свечения в поляризационном свете.



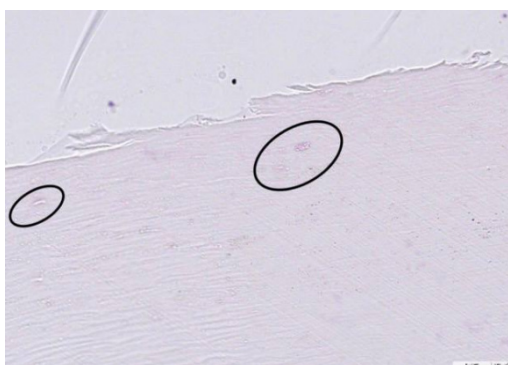
#### «Ноготь с покрытием»

Ноготь представлен 1–2 слоями клеток с верхних отделов, остальной пласт представлен плотно упакованными роговыми чешуйками. Выше идет более светлый «бесклеточный/бесструктурный» лак в несколько слоев (основа, цвет).

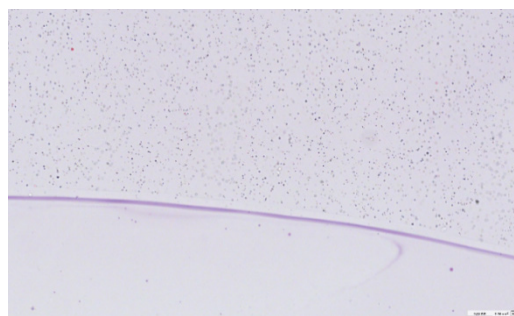


Дефекты на поверхности ногтевой пластины, покрытой лаком, не имеют естественной микрофлоры (отсутствуют фиолетовые точки на поверхности).

В структуре ногтевой пластины определяются вкрапления материала покрытия (выделены на изображении).

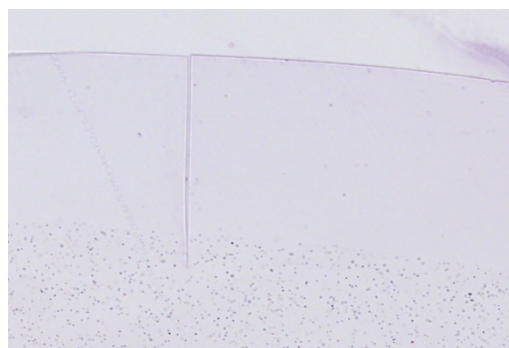


Граница между «основой лака» и «цветом».

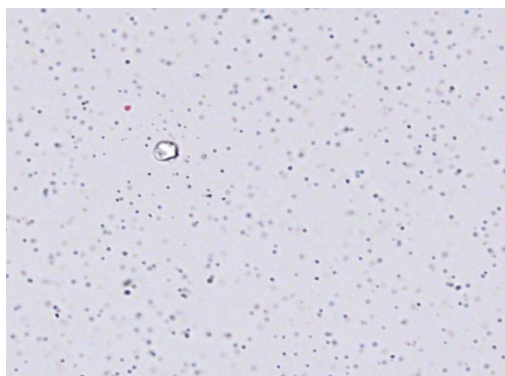


Плавная/размытая граница между последним слоем лака и «цветом».

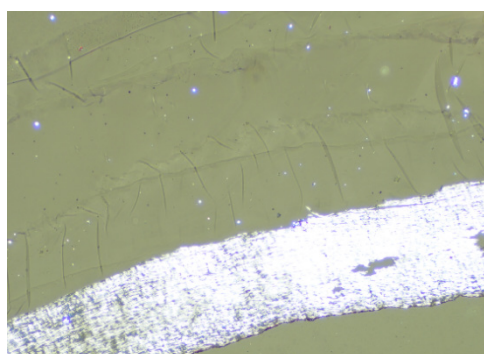
Также присутствует глубокая трещина, появившаяся во время пробоподготовки.



Структура цветного лака под увеличением



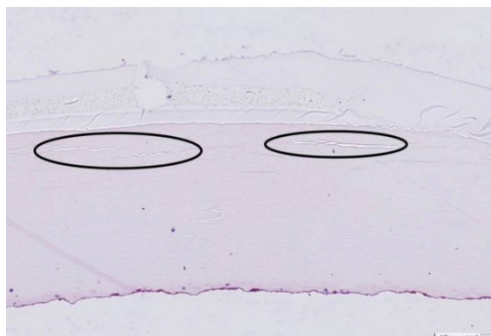
Характер свечения в поляризационном свете (гранулы/частицы в лаке которые придают цвет практически не имеют кристаллоидной структуры)



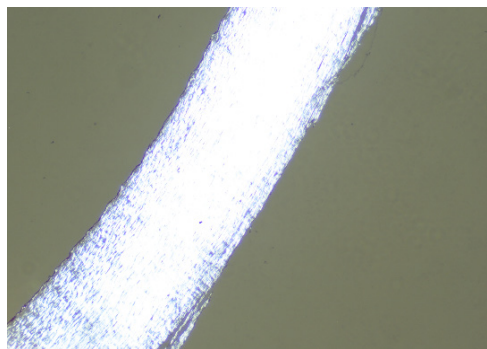
### «Ноготь со снятым покрытием»

Ногтевая пластина аналогична пластине, покрытой лаком. Лак остался, но более тонкий и неравномерный. Имеется разволокнение роговых чешуек (выделены на изображении).

Поверхность ногтя шероховатая за счет механического воздействия.



Характер свечения в поляризационном свете.



**Выводы:** в целом структура ногтевой пластины на микроскопическом уровне не нарушена.

В ногте, на который лак не наносился, разволокнение характерно только для верхних отделов вследствие механической обработки, а образовавшиеся дефекты заполняются кокковой микрофлорой, стафилококками и другими микроорганизмами, которые в том числе выполняют защитные функции. При этом ноготь, который представлен без лакового покрытия, при одинаковой силе и направлении механического воздействия во время ретроподготовки имел противоположное заламывание. То есть он ломался поперек. Специфика среза говорит о том, что степень сцепления между пластинками довольно высокая и разволокнения во время резки нет.

Однако в структуре ногтя с нанесённым покрытием выявлены вкрапления лака, что говорит о способности последнего проникать вглубь ногтевой пластины. Ноготь, покрытый лаком, не имеет естественной флоры на своей поверхности, а это может снижать его защитную функцию и быть причиной заболеваний (например, грибковых).

При оценке ногтевой пластины со снятым лаком в её верхней половине определяются разволокнение и наличие щелей, что косвенно говорит о снижении степени адгезии между роговыми слоями, вероятно, вследствие проникновения элементов покрытия.

Тем не менее, остается открытым вопрос, что вызвало разволокнение ногтевой пластины при нанесении лака: механическое воздействие или химическая структура лака, который мог за счет законов физики попадать в её верхние отделы. Либо имеется истинное нарушение связей между роговыми чешуйками, которые в норме плотно упакованы и сцеплены между собой.

Одинаковый характер свечения в поляризационном свете всех трёх образцов говорит о том, что элементы, оставшиеся в цитоплазме погибших клеток вследствие естественного апоптоза и имеющие кристаллическую структуру, остались без изменения.

### Заключение

За привычной процедурой маникюра скрывается сложный химический процесс. Гельлак — это не просто декоративная жидкость, а высокотехнологичный композитный материал со сложным составом. В его основе лежат мономеры и олигомеры низкой молекулярной массы, а также акрилаты — ключевые компоненты, запускающие процесс полимеризации.

Ногтевая пластина состоит из полимеров на основе кератина и полисахаридов (например, хитозана). Её структурные группы схожи с акрилатами и олигомерами геля лака. В процессе полимеризации между молекулами ногтя и компонентами покрытия образуется общая химическая связь. Это не просто механическое сцепление, а настоящее взаимодействие на молекулярном уровне.

Можно ли делать маникюр гель-лаком несовершеннолетним?

«У детей и подростков 14-ти лет ногтевая пластина тонкая и ранимая к воздействию различных факторов: механических и физических. Поэтому разработаны специальные детские лаки на водной основе и яркие слайдеры — наклейки, которые можно наносить на базовые покрытия для защиты нежной ногтевой пластины», — Полина Габова, врач-дерматовенеролог, выпускница ПГМУ имени академика Е. А. Вагнера.

Обрабатывать кутикулу детям и лицам до 18 лет тоже не рекомендуется, то есть делать обрезной маникюр. Есть риск занести инфекцию или повредить матрикс ногтя, что приведет к деформации ногтевой пластины. Возрастных ограничений в маникюре гель-лаком не существует. Но лучше не подвергать сильному механическому воздействию ногти до 15 лет, так как маникюр с использованием гель-лака подразумевает непосредственную работу с ногтевой пластиной. Более того, в период полового созревания гормональный фон нестабилен, а иммунитет организма к различного рода аллергенам только формируется. Полимеризация гель-лака в лампе, жидкость для обезжиривания, гель-лаковое цветное покрытие, топ и база потенциально являются аллергеном. Поэтому начинать делать маникюр с покрытием не раньше 17–19 лет.

Тем не менее, ухоженные руки, красивый маникюр всегда были, есть и будут привлекать внимание девочек-подростков. Важно проводить с ними просветительскую работу, направленную на повышение осведомленности подростков о негативных последствиях обращения к услугам, не соответствующим возрасту.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Синельников, Р. Д., Синельников Я. Р. Атлас анатомии человека: Учеб пособие. — В 4 томах. Москва. «Медицина». 1996 г. 4-й том. Стр. 307.
2. Тлиш, М. М., Катханова О. А., Кузнецова Т. Г. и др. Ониходистрофии: Методическое пособие. Краснодар. 2013.
3. L Kanerva, A Lauerma, T Estlander, K Alanko, M L Henriks-Eckerman, R Jolanki Профессиональный аллергический контактный дерматит, вызванный фотофиксацией накладных ногтей, и обзор (мет)акрилатов в составе косметических средств для ногтей. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=8796752> (дата обращения: 09.11.2025)
4. Iemke M Steunebrink, Anton de Groot 2, Thomas Rustemeyer Контактная аллергия на косметику для ногтей, содержащую акрилаты: ретроспективное исследование за 8 лет. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38093676/> (дата обращения: 09.11.2025)
5. E Roche, J de la Cuadra, V Alegre. Повышенная чувствительность к акрилатам, вызванная искусственными акриловыми ногтями: обзор 15 случаев URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19091218/> (дата обращения: 09.11.2025)
6. A Lazarov Повышенная чувствительность к акрилатам — распространённая побочная реакция на искусственные ногти. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17243950/> (дата обращения: 09.11.2025)
7. Leonor Ramos, Rita Cabral, Margarida Gonçalo Аллергический контактный дерматит, вызванный акрилатами и метакрилатами: исследование, длившееся 7 лет. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24866267/> (дата обращения: 09.11.2025)
8. Marcela Mattos Simoes Mendonca 1, Charlotte LaSenna 2, Antonella Tosti Тяжелая ониходистрофия, вызванная аллергическим контактным дерматитом из-за акриловых ногтей. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27170940/> (дата обращения: 09.11.2025)
9. Chris G Adigun, Hannah Shoaf Псориазиформная ониходистрофия, вызванная фотофиксацией акриловых ногтей. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33488913/> (дата обращения: 09.11.2025)
10. Ashley Spencer 1, Paul Gazzani 1, Donna A Thompson Контактная аллергия на акрилаты и метакрилаты и аллергическая контактная болезнь: обзор за 13 лет. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27402324/> (дата обращения: 09.11.2025)
11. Wolfgang Uter 1, Johannes Geier Контактная аллергия на акрилаты и метакрилаты у потребителей и мастеров ногтевого сервиса — данные Информационной сети отделений дерматологии, 2004–2013 гг. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25589046/> (дата обращения: 09.11.2025)
12. Kayria Muttardi, Ian R. White, Piu Banerjee Бремя аллергического контактного дерматита, вызванного акрилатами // CONTACT DERMATITIS. 2016. № 3. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cod.12578> (дата обращения: 09.11.2025)
13. Nouredine Litaïem, Massara Baklouti, Faten Zeglaoui Побочные эффекты гель-лака для ногтей: систематический обзор. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35907576/> (дата обращения: 09.11.2025)
14. Christel Scheers, Josette Andre, Bertrand Richert Косметология ногтей. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38367770/> (дата обращения: 09.11.2025)
15. Samantha Gardeen 1, Sara Hylwa Обзор акриловых соединений: суперклеи, клеи для ногтей и клеи для диабетических помп повышают риск сенсibilизации у женщин и детей. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33015283/> (дата обращения: 09.11.2025)

## Соответствие фактического содержания белка заявленному в протеиновых батончиках: результаты лабораторного анализа и опроса потребителей

*Кузнецова Валерия Алексеевна, учащаяся 10-го класса*

Научный руководитель: *Елишина Лариса Анатольевна, заместитель директора*  
МБОУ г. Иркутска СОШ № 55

Целью нашего исследования является установить степень соответствия фактического содержания белка, указанного на маркировке протеиновых батончиков из магазинов города Иркутска.  
Целью опроса было определить актуальность проекта, выявить популярные бренды протеиновых батончиков и оценить значимость точности маркировки для потребителей.



Для проверки в лабораторию мы выбрали 5 протеиновых батончика отличающихся ценой и брендом, но содержащих одинаковый тип белка.

**Ключевые слова:** протеиновые батончики, маркировка пищевой продукции, содержание белка, лабораторный анализ, опрос потребителей.

### Введение

**Актуальность.** В последние годы протеиновые перекусы (батончики, печенье, снеки) стали популярным продуктом среди спортсменов, людей, ведущих активный образ жизни, и тех, кто следит за питанием. Производители заявляют высокое содержание белка на упаковке — это ключевой аргумент для покупателей. Однако достоверность этих данных не всегда очевидна. Несоответствие фактического содержания белка заявленному может ввести потребителя в заблуждение, повлиять на эффективность диеты или спортивного рациона и нарушить планы по потреблению нутриентов. Поэтому проверка правдивости маркировки — важная задача для защиты прав потребителей и осознанного выбора продуктов.

**Проблема.** На рынке представлен широкий ассортимент протеиновых перекусов, позиционируемых как продукты для здорового питания и спортивного образа жизни. Однако отсутствие независимого контроля за фактическим составом продукции создает риск несоответствия между информацией на упаковке и реальной пищевой ценностью, что вводит потребителя в заблуждение и ставит под угрозу достижение ими диетологических целей.

**Цель:** Установление степени соответствия фактического содержания белка заявленному на маркировке протеиновых батончиков, представленных в розничной торговле г. Иркутска, путём проведения лабораторного анализа.

и представить свое исследование в научном журнале.

### Задачи:

1. Проведение опроса в 9–11х классах для выбора брендов протеиновых батончиков.
2. Отобрать образцы протеиновых перекусов разных брендов для исследования.

3. Изучить информацию о содержании белка, указанную производителем на упаковке каждого образца.
4. Обратиться в лабораторию ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» для проведения лабораторного анализа с целью определения фактического содержания белка в протеиновых батончиках (подготовленное сырьё для лабораторного исследования).
5. Сравнить полученные результаты с данными на этикетке и выявить расхождения (если есть).
6. Сформулировать выводы и рекомендации для потребителей по выбору протеиновых перекусов и представить свое исследование в научном журнале.

**Гипотеза:** предполагается, что фактическое содержание белка в протеиновых перекусах может не соответствовать данным, указанным на этикетке.

### Материалы и методы

Был проведен опрос в форме онлайн-анкеты (Яндекс Формы) с 16 по 30 марта 2026 года. В нём приняли участие 68 учеников школы № 55 с 9–11 класс. Анкета включала 4 вопроса

Позже протеиновые батончики были отправлены в лабораторию ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» для определения фактического содержания белка методом Кьельдаля.

**Расчеты.** Для определения абсолютного отклонения белка используем эту формулу:

Для каждого батончика:

1. Рассчитать отклонение белка:

Отклонение (г) = Заявленное – Фактическое

### Классифицировать результаты:

- Идеальное соответствие (отклонение в пределах  $\pm 2$  %);
- Соответствие (отклонение в пределах  $\pm 5$  %);
- Незначительное отклонение ( $\pm 5$ – $10$  %);
- Значительное отклонение ( $> \pm 10$  %).

## Результаты

### Опрос:

**Первый вопрос:** пользуетесь ли вы продуктами, позиционируемыми как протеиновые/белковые перекусы?

Пользуетесь ли вы продуктами, позиционируемыми как протеиновые/белковые перекусы (батончики, печенье, коктейли и т.д.) ? (один вариант ответа)

69 ответов

Да, время от времени	33 47.8%
Да, регулярно	21 30.4%
Нет, никогда не покупаю	15 21.7%

Этот вопрос был добавлен для определения актуальности проекта, который в итоге показал, что 78,3 % (52 человека) покупают протеиновые перекусы.



**Второй вопрос:** какой бренд протеиновых батончиков/перекусов вы покупаете НАИБОЛЕЕ ЧАСТО?

Какой бренд протеиновых батончиков/перекусов вы покупаете НАИБОЛЕЕ ЧАСТО? (один вариант ответа)

75 ответов

Другой	31 41.3%
Fitness SHOCK	20 26.7%
BOMBBAR / ВкусВилл (Pro)	17 22.7%
Prime Kraft	4 5.3%
Racionika	3 4%

Этот вопрос был добавлен для определения бренда батончиков, которые в итоге будут центром проекта. Благодаря этому вопросу в этот проект были выбраны бренды: BombBar и Fitness SHOCK, другие были выбраны так в вопросе популярным был ответ «другой».

**Третий вопрос:** что для вас главное при выборе конкретного продукта?

Что для вас главное при выборе конкретного продукта? (один вариант ответа)

82 ответа

Соотношение цена/качество	31 37.8%
Содержание белка на порцию	24 29.3%
Вкусовые качества	20 24.4%
Содержание сахара и калорийность	7 8.5%

Этот вопрос тоже был добавлен для определения актуальности проекта, который в итоге показал, что потребителю наиболее важно соотношение цена/качество и содержание белка на порцию.

**Четвертый вопрос:** насколько вы доверяете информации о составе и пищевой ценности (БЖУ), указанной на упаковке протеиновых перекусов?

Насколько вы доверяете информации о составе и пищевой ценности (БЖУ), указанной на упаковке протеиновых перекусов? (один вариант ответа)

66 ответов

Скорее доверяю	30 45.5%
Затрудняюсь ответить	17 25.8%
Полностью доверяю	11 16.7%
Скорее не доверяю	7 10.6%
Совершенно не доверяю	1 1.5%

Этот вопрос был добавлен для того, чтобы узнать насколько сильно потребитель доверяет информации, указанной на упаковке, который в итоге показал, что тех, кто «полностью доверяет» или «полностью не доверяет» намного меньше, чем тех, кто «скорее доверяет» или «затрудняется ответить».

**Вывод по опросу:** проведённый опрос показал, что часть учеников 9–11х классов из школы № 55 являются

потребителями протеиновых батончиков, и то, что потребителю наиболее важно соотношение цена/качество и содержание белка на порцию. Доверие к информации неоднозначно, т. к. точного ответа «да» (16 %) — не достаточно, так же, как и ответа «нет».

Благодаря опросу были выбраны бренды протеиновых перекусов, а именно:

**1. Soj marshmallow MARSHICK****2. Sporty**

<p>3. Fiziq Sneak IQ</p> 	<p>4. FitnesShock Hi-Protein</p> 
<p>5. BombBar</p> 	

### Результаты лабораторного исследования

Экспериментальные данные, полученные в ходе количественного определения массовой доли белка методом Кьельдаля, систематизированы и представлены в лабораторном протоколе ниже. Для каждого образца при-

ведены результаты и статистическая обработка данных. Обобщение результатов межгруппового сравнения осуществлено в таблице 1, где представлена итоговая оценка достоверности маркировки по всей выборке образцов.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Иркутский национальный исследовательский  
технический университет»  
Институт высоких технологий  
Кафедра «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной**

Юридический адрес 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83.

Телефон, факс 8 (3952)40-50-09, 8 (3952) 405-009

Утверждаю  
заведующий кафедрой ХБТ

 Евстафьев С.Н.

**ПРОТОКОЛ  
ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ**  
N 44 от "18" апреля 2026 г.

**1. Наименование предприятия, организации (заявитель)** ученица  
МБОУ г. Иркутска СОШ № 55, 10 «А» класса Кузнецова Валерия Алексеевна

**2. Юридический адрес:** Иркутск, м-н. Университетский, 33 тел.: 36-83-20  
0055irkutsk@inbox.ru

**3. Наименование образца (пробы), дата изготовления** 1. Батончик Sporti  
Тройной шоколад протеиновый 40гр.; 2. Батончик Bomba шоколадный малина и  
фисташкойс хрустящим тестом 45 гр.; 3. Батончик Fiziq Sneak IQ протеиновый с  
арахисом карамелью и фисташками 50 гр.; 4. Батончик протеиновый Soj  
marshmallow глазированный брауни без сахара 30 гр.; 5. Батончик протеиновый  
фисташковый десерт 60 гр.

**4. Изготовитель (фирма, предприятие, организация)** ООО «СОДЖ»,  
\_\_\_\_\_ страна Россия

**5. Время и дата отбора:** 18 час. 56 мин. "16" Марта 2026 г.

Ф.И.О., должность Фомина Е.С., к.х.н. доцент кафедры

Условия доставки нарочно

Доставлен в НИЛ «ХТТОС» 10 час. 05 мин. "01" апреля 2026 г.

**6. Дополнительные сведения** отсутствуют

**7. НД на продукцию** документы соответствия состава

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований единицы измерений	Величина допустимого уровня единицы измерений	НД на методы исследований
1	2	3	4	5
<b>I. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.</b> <b>Батончик протениновый Soj marshmallow MARSHICK глазированный брауни без сахара 30г</b> Образец поступил 10 час. 05 мин. «01» апреля 2026г.				
Массовая доля белка, %	20	17,9	Не менее 18	ГОСТ 5900-2014
Массовая доля влаги, %	11,5	11,5	Не более 14	ГОСТ 5900-2014
<b>II. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ</b> <b>Батончик Sporti Тройной шоколад протениновый 40гр</b> Образец поступил 10 час. 05 мин. «01» апреля 2026г.				
Массовая доля белка, %	25	16,7	Не менее 20	ГОСТ 5900-2014
Массовая доля влаги, %	11,1	11,1	Не более 12	ГОСТ 5900-2014
<b>III. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ</b> <b>Батончик протениновый Fiziq Sneak IQ с арахисом, карамелью и фисташками без сахара 50г</b> Образец поступил 10 час. 05 мин. «01» апреля 2026г.				
Массовая доля белка, %	18	17,4	Не менее 15	ГОСТ 5900-2014
Массовая доля влаги, %	8,8	8,8	Не более 10	ГОСТ 5900-2014
<b>IV. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.</b> <b>Батончик протениновый FitnesShock Hi-Protein фисташковый без сахара 60г</b> Образец поступил 10 час. 05 мин. «01» апреля 2026г.				
Массовая доля белка, %	33	27,5	Не менее 27	ГОСТ 5900-2014
Массовая доля влаги, %	15,5	15,5	Не более 16	ГОСТ 5900-2014

<b>V. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ</b> <b>Батончик протениновый BombBar шоколадный с малиной, фисташкой и хрустящим тестом без сахара 45г</b> Образец поступил 10 час. 05 мин. «01» апреля 2026г.				
Массовая доля белка, %	22	20,2	Не менее 18	ГОСТ 5900-2014
Массовая доля влаги, %	11,7	11,7	Не более 12	ГОСТ 5900-2014

Руководитель  
 К.х.н. доцент кафедры Химии и биотехнологии  
 имени В.В. Тугуриной  
 Фомина Елена Сергеевна.  
 Лаборант  
 учебный мастер, магистрант  
 Ахматгалиева Кристина Ивановна

  
 подпись

  
 подпись

составлен в двух экземплярах

общее количество страниц 3; страница 3

Таблица 1

Бренд	Заявленный белок (г/100 г)	Фактический белок (г/100 г)	Отклонение (г)	Класс отклонения
Soj marshmallow MARSHICK	20	17,9	2,1	соответствие
Sporty	25	16,7	8,3	незначительное отклонение
Fiziq Sneak IQ	18	17,4	0,6	Идеальное соответствие
FitnesShock Hi-Protein	33	27,5	5,5	незначительное отклонение
BombBar	22	20,2	1,8	Идеальное соответствие

### Формулирование выводов и рекомендаций

По итогам проверки фактического содержания белка в протеиновых батончиках можно выделить бренды **Soj marshmallow MARSHICK**, **Fiziq Sneak IQ** и **BombBar** как наиболее надёжные с точки зрения соответствия маркировки. Отклонения между заявленным и реальным количеством белка у них не превышают 4 %. Потребителям, которым важен точный расчёт нутриентов, рекомендуется отдавать предпочтение этим маркам.

**Топ протеиновых батончиков с честной маркировкой:**

1. Fiziq Sneak IQ
2. BombBar
3. Soj marshmallow MARSHICK

### Заключение

Целью данного проекта было проверить соответствие фактического содержания белка заявленному на упаковке у популярных протеиновых батончиков и составить рейтинг по точности маркировки. Для достижения цели

были решены задачи: отбор 5 образцов разных брендов, лабораторный анализ содержания белка методом Кьельдаля, расчёт отклонений, классификация результатов и формирование рейтинга.

В ходе исследования установлено:

- из 5 протестированных батончиков 3 (Fiziq Sneak IQ BombBar Soj marshmallow MARSHICK) показали отклонение менее  $\pm 4$  %, что укладывается в допустимую погрешность метода анализа;
- 2 образца (Sporty, FitnesShock Hi-Protein) имели отклонение в пределах  $\pm 7$  %, классифицированы как «Незначительное отклонение»

### Вывод

Таким образом, гипотеза о том, что не все протеиновые батончики соответствуют заявленному содержанию белка, подтвердилась. Подводя итоги своей работы, я пришла к выводу о том, что прямой зависимости между ценой продукта и точностью маркировки нет, потому что бюджетные и премиальные бренды встречались во всех категориях.

### Благодарности

Автор искренне признательна:

Лаборатории ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», которая провела лабораторный анализ для определения фактического содержания белка методом Кьельдаля.

Участникам опроса (68 учеников из школы № 55 города Иркутска) за предоставление данных о потребительских предпочтениях.

## Многогранное влияние растений на здоровье человека

*Невзорова Алёна Андреевна, учащаяся 6-го класса;*

*Дармина Ульяна Николаевна, учащаяся 6-го класса*

**Научный руководитель:** *Класен Светлана Станиславовна, учитель биологии*  
МОУ «Лицей № 2» г. Саратова

**Научный руководитель:** *Семенова Ольга Николаевна, кандидат медицинских наук, доцент*  
Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского

В статье представлены результаты исследования комплексного влияния растений на физическое, психическое и социальное здоровье человека. Экспериментально доказано повышение влажности воздуха на 22 % в помещении с растениями, полное подавление роста плесени отварами ромашки и календулы, увеличение концентрации внимания школьников на 71 % ( $p < 0,00001$ ) в озелененном кабинете. Выявлен парадокс: положительное влияние не осознается учащимися.  
**Ключевые слова:** растения, фитонциды, антиоксиданты, концентрация внимания, фитотерапия, озеленение.

**Введение.** В условиях ухудшения экологии, стрессов и интереса к здоровому образу жизни важен поиск естественных способов поддержания здоровья [3].

Растения улучшают среду обитания благодаря фотосинтезу (выделение кислорода), фитонцидам (подавление бактерий и грибов), испарению влаги (увлажнение воздуха) [3];



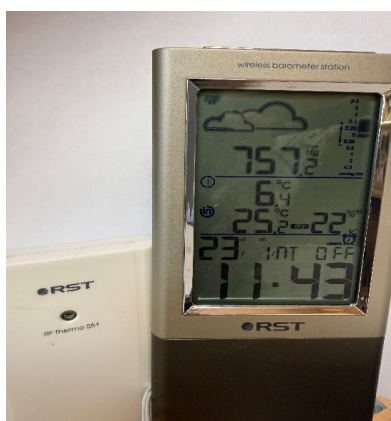
4]. Зеленый цвет успокаивает, снижает уровень кортизола, а уход за растениями действует как медитация [3]. Растения содержат витамины, антиоксиданты (защищают от окисления) и клетчатку [2; 3]. Лекарственные растения обладают противовоспалительным и антимикробным действием [2; 3]. *Цель исследования:* исследовать и систематизировать влияние растений на здоровье человека.

**Материалы и методы.** Исследование проведено в 2026 г. на базе МОУ-Лицей № 2 (г. Саратов). Использованы: анкетирование (26 учеников 6 класса), эксперименты (влажность воздуха, антиоксидантная активность лимона, антимикробные свойства отваров ромашки и календулы, влияние растений на концентрацию внимания

с тестом Мюнстерберга), статистические методы (описательный, хи-квадрат, корреляционный анализ).

**Результаты.** *Анкетирование* показало [3]: 65 % учащихся имеют дома много растений, 58 % замечают их влияние на самочувствие (спокойствие — 23 %, бодрость — 23 %), но только 50 % знают об опасных растениях. 80 % ежедневно едят овощи и фрукты, 84 % используют лекарственные травы. 77 % проявили интерес к теме, 54 % поддерживают озеленение класса.

*Эксперимент по влажности воздуха* зафиксировал: в помещении без растений влажность 22 %, с растениями — 44 % (разница +22 %) (рис. 1) [3]. Достигнута оптимальная для здоровья влажность (норма 40–60 %).



Помещение без растений



Помещение с растениями

Рис. 1. Влажность воздуха в помещениях с растениями и без них

*Эксперимент с антиоксидантами.* Ломтик яблока, обработанный лимонным соком (витамин С), через 24

часа остался светло-желтым, тогда как обработанный водой стал коричневым (рис. 2) [3].



Материалы



До эксперимента



Через 30 минут



Через 24 часа

Рис. 2. Антиоксидантная активность лимона

*Эксперимент с антимикробными свойствами.* На 7-й день плесень покрыла >50 % хлеба с водой (5 баллов), тогда как хлеб с отварами ромашки и календулы оставал-

ся чистым (0 баллов) (рис. 3) [3]. Отвары лекарственных трав полностью подавили рост плесени.

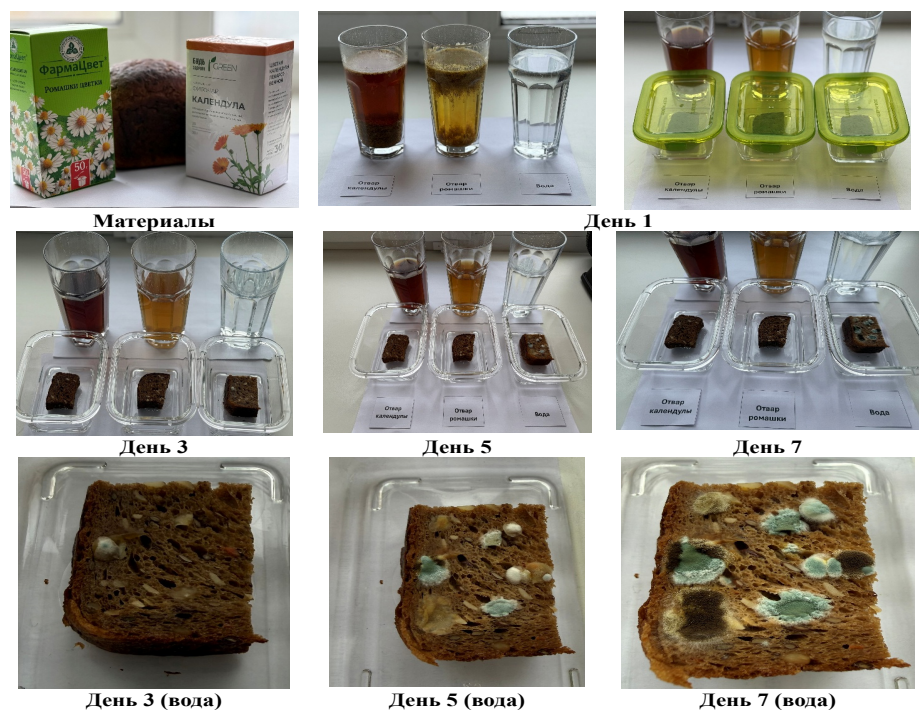


Рис. 3. Антимикробное действие лекарственных трав

*Эксперимент по влиянию на концентрацию внимания.* Мы разделили класс на две группы: одна была в кабинете с растениями, другая — без; 26 учеников (по 13 в каждом кабинете). Использовали «слепой» метод — ре-

бята не знали, что мы изучаем растения. В конце урока ребята заполнили анкеты по 5-бальной шкале и выполнили тест Мюнстерберга на внимание [3]. Результаты в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение показателей в кабинетах с растениями и без них

Показатель	Без растений	С растениями	Разница	Уровень значимости
Настроение (баллы)	2,85	4,38	+1,53	$p<0,001$
Энергия (баллы)	3,31	4,38	+1,07	$p<0,01$
Концентрация (самооценка)	2,77	4,15	+1,38	$p<0,001$
Тест Мюнстерберга (слова)	13,7	23,4	+9,7	$p<0,00001$

Корреляция наличия растений с результатом теста  $r = 0,84$ . Объективный рост концентрации +71 %, но только

23 % учеников считают, что растения помогают сосредоточиться (рис. 4) [4].

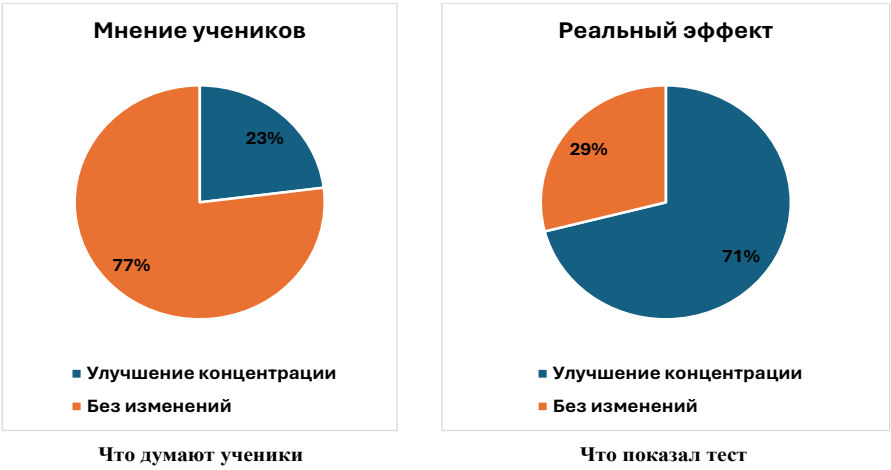


Рис. 4. Сравнение субъективного восприятия и объективных данных по концентрации внимания

На основе полученных результатов разработаны наглядные материалы [3], доступные по QR-кодам (рис. 5–10): памятка «Растения — наши зеленые помощники» (рис. 5), плакат «Паспорт озеленения школьного кабинета»

(рис. 6) [2], буклеты «Суперфуды с нашей грядки» (рис. 7), «Аптечка первой помощи с грядки» (рис. 8) [2], «Растения — твоя активная среда» (рис. 9) и «Красный список: осторожно, растение!» (рис. 10) [1].



Рис. 5. QR-код на авторский наглядный материал — памятку «Растения — наши зеленые помощники»



Рис. 6. QR-код на авторский наглядный материал — плакат «Паспорт озеленения школьного кабинета»



Рис. 7. QR-код на авторский наглядный материал — буклет «Суперфуды с нашей грядки»



Рис. 8. QR-код на авторский наглядный материал — буклет «Аптечка первой помощи с грядки»



Рис. 9. QR-код на авторский наглядный материал — буклет «Растения — твоя активная среда»



Рис. 10. QR-код на авторский наглядный материал — буклет «Красный список: осторожно, растение!»

### Заключение

Растения повышают влажность воздуха, выделяют фитонциды (полное подавление плесени), содержат антиоксиданты. В озелененном кабинете настроение выше на 1,53 балла ( $p < 0,001$ ), энергия — на 1,07 балла ( $p < 0,01$ ).

Концентрация внимания выросла на 71 % ( $p < 0,00001$ ), корреляция  $r = 0,84$ . Влияние не осознается учениками. Только 50 % школьников знают об опасных растениях — необходима просветительская работа.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ефремов, А. П. Ядовитые растения и грибы средней полосы России. — М.: Фитон XXI, 2019. — 167 с.

- Ильина, Т. А. Большая иллюстрированная энциклопедия лекарственных растений. — М.: Эксмо, 2013. — 302 с.
- Невзорова А.А., Дармина У. Н. Влияние растений на здоровье человека / А. А. Невзорова, У. Н. Дармина. — Саратов: МОУ-Лицей № 2, 2026. — 36 с.
- Слепенков, С. А. Влияние фитонцидов растений на микроорганизмы / С. А. Слепенков, Е. Л. Медведева. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2023. — № 5 (68). — С. 239–242. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/68/3726>.

## Исследование пищевых предпочтений и кольцевание птиц, зимующих в Забайкалье

Немеров Леонид Алексеевич, учащийся 5-го класса  
МБОУ СОШ № 48 г. Читы (Забайкальский край)

Научный руководитель: Сороканик Татьяна Анатольевна, педагог-психолог,  
преподаватель биологии и основ проектной деятельности  
Учебный центр дополнительного образования «Перспектива» г. Читы

В статье автор исследует пищевые предпочтения птиц, зимующих в Забайкальском крае, проводит эксперимент с кольцеванием и отслеживанием передвижений птиц Забайкалья, собирает данные и оформляет их в таблицу и диаграммы, анализирует, делает выводы.

**Ключевые слова:** птицы, зимующие птицы, пищевые предпочтения, Забайкальский край.

Учитывая непростую экологическую ситуацию в мире, кольцевание птиц с использованием новых технологий и подкормка пернатых, способствует решению глобальных проблем по сохранению экосистемы. Позволяя изучать жизнь птиц в дикой природе и разрабатывать стратегии для их защиты. Проект также актуален тем, что в нём много данных о птицах и их характеристиках. Для работы с птицами нужно, чтобы человек мог с ними общаться (не языком), уметь кормить птиц и проявлять к ним любовь. В Забайкалье, несмотря на суровые погодные условия, многие птицы остаются зимовать. Учет их численности и помощь в выживании зимой — это крайне важные и актуальные задачи.

Цель: уточнение численности и карт перелётов птиц, выявление кормовых предпочтений, факторов, угрожающих популяциям пернатых и поиск решений проблемы.

Задачи:

- Изучить материал по теме, особенности каждой птицы, роль птицы в природе, статистика кольцевания прошлых лет;
- Заготовить кольца, произвести окольцовку и выпуск;
- Наблюдать за птицами и вести ежедневный учёт;
- Оформить результаты наблюдений и учета в таблицы и диаграммы;
- Опубликовать научную статью по результатам в журнал «Юный учёный»

Методы:

- Теоретические: изучение информации, выделение главного в тексте, обобщение, классификация, анализ, выводы.
- Практические: наблюдение, кольцевание, эксперимент, разработка рекомендаций, оформление и публикация научной статьи.

Ожидаемый результат: уточнение численности и карт перелётов, установление кормовых предпочтений, выявление факторов, угрожающих популяциям птиц.

Новизна исследования:

Использование геолокаторов для уточнения местоположения птиц.

Практическая значимость:

Использование полученных данных в научных целях, сельском хозяйстве, МЧС, Роспотребнадзоре, образовании и просвещении.

Зачем ученые отлавливают и окольцовывают птиц? Этот метод, который может показаться жестоким, на самом деле спасает целые виды от полного исчезновения.

- Сначала устанавливаются специальные сети, потом осуществляется их ежедневный обход. Птицы, попавшие в них, аккуратно извлекаются и отправляются на «пункт обработки».
- Там научный сотрудник и его команда проводят с пернатыми настоящую научную процедуру. На лапку птицы надевается легкое кольцо с уникальным номером, как паспорт. Затем ученые измеряют вес, размах крыла и другие параметры. Вся информация тщательно записывается, а птица выпускается на волю. Весь процесс занимает считанные минуты.

Главная цель кольцевания — отследить пути миграции, понять, куда и когда летят птицы, где останавливаются, сколько живут. Без этих данных птиц невозможно эффективно их охранять. Многие переживают, что птицам больно или страшно. Специалисты успокаивают: сети сделаны из мягкого материала. Да, стресс есть, но он кратковременный и несравним с пользой, которую приносят эти исследования [10]

Результаты кольцевания зимующих птиц, а именно — голубей Забайкальского края были занесены в таблицу 1.



Таблица 1. Кольцевание голубей Забайкальского края, г.Чита

№	Состояние	Дата кольцевания	Цвет	Порода
1	-	06.05.2024	Зелёный	-
2	-	02.07.2024	Синий	-
3	+	15.06.2024	Зелёный	-
4	-	31.05.2024	Белый	-
5	-	31.05.2024	Красный	-
6	+	06.05.2024	Жёлтый	-
7	+	12.05.2024	Синий	-
8	-	12.10.2024	Серый	-
9	+	21.10.2024	Синий	-
10	+	31.10.2024	Жёлтый	-
11	+	09.07.2024	Белый	-
12	+	09.07.2024	Красный	-
13	(Раз в 2 месяца)	10.07.2024	Зелёный	-
14	+	31.10.2024	Красный	-
15	(Раз в 2 месяца)	31.10.2024	Белый	-
16	+	31.10.2024	Зелёный	-
17	+	23.11.2024	Синий	-
18	+	23.11.2024	Белый	-
19	+	19.01.2025	Серый	-
20	+	24.03.2025	Оранжевый	Узбекский Бойный
21	+	24.03.2025	Красный	-
22	+	27.03.2025	Зелёный	-
23	+	27.03.2025	Жёлтый	Чистопольский Высоколётный
24	+	27.03.2025	Зелёный	-
25	+	27.03.2025	Синий	Пермский Высоколётный
26	+	27.03.2025	Красный	-
27	+	28.03.2025	Белый	Бухарский Бойный
28	+	28.03.2025	Красный	Бухарский Бойный
29	(Раз в 2 месяца)	31.03.2025	Фиолетовый	-
30	+	31.03.2025	Зелёный	Мраморный Николаевский
31	+	01.04.2025	Жёлтый	-
32	+	02.04.2025	Белый	-
33	+	02.04.2025	Жёлтый	-
34	+	03.04.2025	Красный	Николаевский
35	+	03.04.2025	Белый	-
36	+	03.04.2025	Синий	-
37	+	16.05.2025	Синий	-
38	+	16.05.2025	Белый	-
39	+	16.05.2025	Красный	-
40	+	29.05.2025	Оранжевый	-
41	+	06.05.2024	Жёлтый	-
42	+	29.05.2025	Белый	-
43	+	07.07.2025	Фиолетовый	Vaienciar Ponter
44	+	07.07.2025	Зелёный	-
45	+	18.07.2025	Зелёный	Николаевский

В результате полученного эксперимента удалось выяснить, что некоторые голуби перестали прилетать в 2025 году, но почти все ещё активны, на данный момент (конец 2025 года) появились породистые особи, что говорит о том, что дикие и домашние голуби скрещиваются. Так же мы установили, что голуби наиболее активно прилетают весной и летом. Так даже можно закольцевать голубят-слётков. Осенью их активность начинает падать, особенно в период первого снега. Это связано с тем, что пропадает кормовая база, наступает голод и снежный покров, голуби либо сидят на чердаках, либо ищут корм на помойках, что не очень хорошо!

Мы выяснили, чем питаются и какие подкормки предпочитают птицы Забайкальского края, города Чита в течение года и особенно в зимнее время. Для этого были установлены кормушки, результаты потребления

корма птицами тщательно фиксировались в дневниках наблюдений. Птицы употребляют в тёплое время года очень активно крупы, зёрна и хлопья. Ближе к зиме они больше начинают есть семечки, орехи, ягоды и арахис. Это любимый корм синиц и голубей, воробьи продолжают есть крупы, зёрна и хлопья. В результате наблюдений выяснилось, что чаще всего на места кормушек прилетают окольцованные голуби и воробьи. У них всего 18–19 дней прилёта. В середине ноября больше воробьёв, меньше всего поползней и пищух. В начале ноября нет вообще поползней и пищух, больше всего голубей и ворон. В конце октября дятел почти не ел, больше всего было голубей, воробьёв и синиц. Таким образом мы выяснили какие птицы чаще других прилетают в сезон подкормки, в том числе и окольцованные птицы (рис. 1).

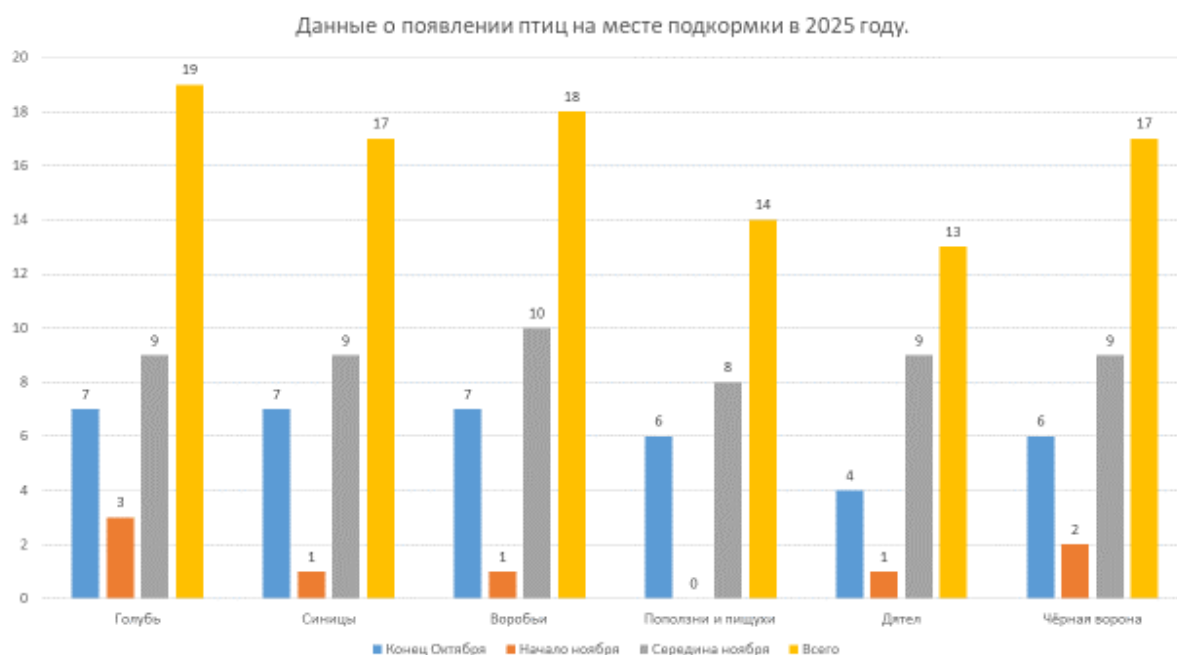


Рис. 1. Данные о появлении птиц на местах подкормок в 2025 году

Птицы очень разные, но они схожи окрасом, строением, физиологией и каждая из них уникальна, ни одной одинаковой не встретишь в природе. Некоторые виды зимующих птиц могут исчезнуть и с помощью наблюдения, учета, кольцевания и регулярных подкормок можно спасти целые виды.

Исходя из проведённого эксперимента я понял, что птицы в период наибольшей активности — летом прилетают чаще, голуби и воробьи едят зерновую пищу, все остальные — насекомых. Осенью активность снижается, соответственно изменяется и рацион. Зимой и в марте активность прибавляется, но из-за голода численность может резко снизиться, рацион остаётся до середины весны. Весной (конец марта, апрель, май) сезон гнездования, поэтому синицы, поползень и пищухи возвращаются к летнему рациону. Голуби и воробьи до мая едят такую же пищу.

Многое удалось выяснить благодаря кропотливому труду — ежедневному наблюдению, кольцеванию, регулярному уходу за кормушками, подсчёту и анализу полученных данных. Мы выяснили, какие птицы чем питаются, как прилетают с кольцами на кормёшку. Хотелось бы, чтобы находилось побольше любителей птиц, которые могли бы проводить эксперименты, сохранять численность птиц, эффективно кормить их и проводить наблюдения.

Работа над данным проектом была интересной, хорошей, исследовательской, и она будет продолжена. По плану мы расширим диапазон исследуемых видов зимующих птиц — на очереди голубые сороки и сойки. Эти птицы сложнее для исследования, так как проживают в лесной зоне и редко прилетают к местам обитания человека.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Интернет источник: Содержание и кормление голубей зимой: требования к голубятне, рацион (<https://ferma.expert/pticy/golubi/uhod-golubi/soderzhanie-i-kormlenie-zimoy>)
2. Интернет-источник: Голубь и зима — как помочь птице пережить холода? (<https://tour.minsk.by/20837.html>)
3. Интернет источник: Скалистой голубь / *Columba rupestris* (Pallas, 1811) / Том 5 / Птицы России (<http://www.egir.ru/bird/140.html>)
4. Интернет-источник: Что едят воробьи, почему они прыгают и сколько живут: интересные факты о птицах (<https://www.nur.kz/family/school/2118261-cto-edyat-vorobi-pochemu-oni-pryayut-i-skolko-zhivut-interesnye-fakty-o-ptichah/>)
5. Интернет-источник: Синицы (семейство птиц). Большая российская энциклопедия (<https://bigenc.ru/c/sinit-sy-semeistvo-ptits-1340d8>)
6. Интернет-источник: Что едят синицы, сколько они живут и каких видов бывают: факты о синичках (<https://www.nur.kz/family/school/2078462-cto-edyat-sinit-sy-skolko-oni-zhivut-i-kakih-vidov-byvayut-fakty-o-sinichkah/#sl12u>)
7. Интернет-источник: Синичкин день: интересные факты о маленькой птичке (<https://nsportal.ru/detskiy-sad/raznoe/2024/12/08/sinichkin-den-interesnye-fakty-o-malenkoy-ptichkee>)
8. Интернет-источник: Интересные факты о синицах (<https://elenatumanova-ds18asha.educhel.ru/articles/post/3595858>)
9. Интернет-источник: Биология, природоведение, 7 класс, воробьинообразные (<https://wika.tutoronline.ru/biologiya-prirodovedenie/class/7/otryad-vorobinoobraznyh>)
10. Интернет-источник: Минута стресса ради спасения целого вида: ученые рассказали, зачем они ловят в сети и окольцовывают птиц — KP.RU (<https://www.dv.kp.ru/daily/27725.5/5151687/>)

## Ритмы звука и рост фасоли: эксперимент с ультразвуковыми волнами

*Песецкий Игнат Сергеевич, учащийся 8-го класса;*

Антипенко Руслана Викторовна, учащаяся 8-го класса

Научный руководитель: *Усова Татьяна Петровна, учитель биологии;*

Научный руководитель: *Сакевич Валерий Николаевич, доктор технических наук,  
педагог дополнительного образования*

ГУО «Октябрьская средняя школа Витебского района имени Героя Советского Союза Ивана Павловича Соболева» (Беларусь)

Статья посвящена влиянию ультразвука на всхожесть свежих и старых семян фасоли (*Phaseolus vulgaris*). Проанализированы причины, по которым ультразвук может быть неэффективен для глубоко состарившегося посевного материала семян фасоли с возрастом более 3 лет. Рассмотрены физические основы метода, механизмы воздействия ультразвука на семенную оболочку и клеточные структуры, проанализированы данные отечественных и зарубежных экспериментальных исследований. Представлены практические рекомендации по выбору режимов обработки и инструкция для садоводов.

**Ключевые слова:** фасоль, старые семена, предпосевная обработка, всхожесть, ультразвук, кавитация, скарификация, время обработки.

**Ф**асоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*) — одна из важнейших зернобобовых культур. Однако её семена имеют склонность к быстрой потере всхожести: при хранении в комнатных условиях через 2–3 года лабораторная всхожесть может снижаться до 30–50 %, а через 4–5 лет — практически до нуля.

Старые семена могут вовсе не прорасти, и это настоящая проблема для садоводов и фермеров. Ежегодно огромное количество семян списывается как непригодные, хотя часть из них ещё способна дать урожай. Возникает вопрос: можно ли «оживить» такие семена и вернуть им способность прорасти?

Одним из перспективных методов решения этой задачи считается обработка ультразвуком. Ультразвуковые

волны — это колебания высокой частоты, которые не слышны человеческому уху. В науке и технике ультразвук давно используется для самых разных целей: от медицинской диагностики до очистки и сварки деталей [1]. В сельском хозяйстве его начали применять сравнительно недавно, но первые результаты оказались многообещающими. Исследования показывают, что ультразвук может [1–4]:

- размягчать твёрдую оболочку семян;
- улучшать проникновение воды внутрь семени;
- активировать биохимические процессы, запускающие прорастание;
- уничтожать вредные микроорганизмы на поверхности семян без использования химикатов.

УЗ обработка зерна и семян перед посадкой интенсифицирует процесс прорастания, повышает урожайность различных культур в среднем на 20–40 %. Так, обработанные ультразвуком зерна ячменя дают всходы на 2–3 дня раньше, чем контрольные посадки, длина колоса и количество зерен в нем увеличиваются на 30 %, количество стеблей от одного зерна также увеличивается на 25–30 %. Механизм УЗ воздействия на зерна и семена до конца не исследован. Ясно только, что ультразвук способен стимулировать жизненные силы, заложенные природой в каждую сельскохозяйственную культуру. Экспериментальные исследования позволили установить, что УЗ воздействие в большей или меньшей степени, но всегда положительно влияет на процесс прорастания зерен и семян и увеличивает урожайность. Максимальное повышение урожайности отмечено у дынь — на 46 %. Обработка семян огурцов перед посадкой приводит к тому, что междоузлия на взрослом растении (места образования плодов) формируются в полтора раза чаще, получаемые плоды отличаются от контрольных вкусом. Обработка семян томатов ультразвуком позволила установить, что после посадки кусты разрослись сильнее, плодов образовалось больше, созрели они быстрее, чем контрольные. Анализ состава плодов показал, что обработанные ультразвуком томаты имели большее количество витаминов, чем контрольные. Хорошие результаты были получены при обработке ультразвуком семян капусты, моркови, свеклы, лука [5, 6].

**Почему фасоль, подходящий объект для исследования?**

Фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*) — идеальный модельный объект для изучения влияния ультразвука, так как:

- имеет крупную, плотную оболочку, которая часто ограничивает всхожесть старых семян, поэтому эффект от обработки будет хорошо заметен;

- богата запасными белками и крахмалом: ультразвук может ускорить их гидролиз, что прямо влияет на энергию прорастания;
- отличается чёткими морфологическими признаками проростка (длина корня, гипокотиля), удобными для измерений;
- широко распространена в сельском хозяйстве и результаты исследования можно применить на практике для других бобовых культур.

**Цель работы:** Изучить влияние ультразвука на всхожесть старых и свежих семян фасоли.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Настроить параметры ультразвуковой системы для эффективного воздействия на семена фасоли.
2. Сравнить всхожесть и скорость прорастания старых и свежих семян фасоли, обработанных ультразвуком, с контрольными (необработанными) семенами.
3. Определить оптимальные параметры ультразвукового воздействия (время обработки и интенсивность) для максимального повышения всхожести.
4. Оценить влияние ультразвука на начальные этапы роста проростков (длину корней и побегов).
5. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о практической применимости метода для садоводов и небольших фермерских хозяйств.

**Что такое ультразвук и как он воздействует на биологические объекты?**

Ультразвук — это механические колебания среды с частотой выше 20 кГц, не воспринимаемые человеческим ухом [1]. В сельском хозяйстве ультразвуковые волны используют для стимуляции прорастания семян, дезинфекции посевного материала и улучшения водопоглощения [1–4]. Ультразвуковой аппарат представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Ультразвуковой аппарат, применяемый для обработки фасоли



Ультразвуковой технологический аппарат, как правило, представляет собой совокупность следующих блоков и элементов (рис. 1): ультразвуковой колебательной системы, состоящей из пьезокерамического преобразователя электрических колебаний, волноводной системы, концентрирующей УЗ колебания, рабочего инструмента для ввода УЗ колебаний в обрабатываемые среды, электрического генератора с системой автоматизации поддержания резонанса при изменении нагрузки на волновод и контроля колебаний.

В ультразвуковых аппаратах технологического назначения необходимо согласование требований к объему

рабочей камеры с объемом обрабатываемого вещества. Обусловлено это тем, что при создании аппарата следует, прежде всего, задаться необходимой интенсивностью УЗ колебаний в различных участках объема обрабатываемого вещества, ограниченного жесткими стенками.

Если на поверхности рабочего инструмента средняя интенсивность ультразвуковых колебаний составляет  $3\text{--}10\text{ Вт/см}^2$ , то и в других точках обрабатываемого объема интенсивность УЗ колебаний должна быть достаточной для обеспечения кавитационных процессов (Рис. 2).



Рис. 2. Плотный конус («факел») из пузырьков, простирающийся в объем

**Интенсивная кавитация:** ярко выраженный плотный конус («факел») из пузырьков, простирающийся далеко в объем (Рис.2).

При распространении УЗ колебаний от излучающей поверхности в обрабатываемой среде возникает распределенное в пространстве поле звуковых давлений. При этом в структуре поля, создаваемого гармоническим излучателем, различают три области: дальнейшее ультразвуковое поле; область расстояний, сравнимых с размерами излучающей поверхности и длиной волны: область ближнего поля.

Сопоставим визуализацию кавитации с этими акустическими зонами (рис. 2). На изображении мы наблюдаем именно структуру акустического поля, «окрашенную» облаком кавитационных пузырьков. Самый плотный и яркий «факел» у торца излучателя — это

и есть визуализация ближнего поля. В этой зоне амплитуда колебаний максимальна, что приводит к наиболее интенсивной кавитации и максимальной концентрации пузырьков. Форма конуса в самой начальной части (прямо у излучателя) нередко имеет сложную структуру, которая может соответствовать интерференционным пикам и провалам поля Френеля, хотя на данном снимке она выглядит относительно однородной из-за высокой плотности пузырьков.

Основная часть видимого конуса (факела) — это как раз переходная область. Она начинается после конца ближней зоны. Здесь мы видим ровный, сужающийся конус. Это соответствует процессу, при котором волновой фронт от плоского излучателя постепенно становится сферическим. Сужение конуса (до определенного расстояния) — это характеристика направленности ульт-

развукового пучка до начала его значительного углового расхождения в дальнем поле. Кавитация в этой зоне все еще очень интенсивна, так как амплитуда давления достаточна для поддержания и увлечения пузырьков акустическими потоками. Конус является границей, внутри которой уровень звукового давления превышает порог кавитации.

На рисунке 2 отчетливо видно, что плотное облако пузырьков резко обрывается, образуя четкую границу.

Эта граница конуса и есть переход в дальнее поле. Здесь амплитуда колебаний (звуковое давление) падает ниже порогового значения, необходимого для поддержания стабильной и видимой кавитации. Пузырьки уже не могут массово зарождаться или активно осциллировать. Само дальнее поле на таком снимке не визуализируется, так как в нем нет интенсивной кавитации, рассеивающей свет. Это просто «спокойная» жидкость, в которой распространяется затухающая ультразвуковая волна.

Таблица 1. Сводная схема по изображению на рисунке 2

Зона на изображении	Соответствующая акустическая зона	Признак / Объяснение
Яркое плотное основание у излучателя	Ближнее поле (Френеля)	Максимальная амплитуда, сложная структура поля.
Основная часть сужающегося конуса («факел»)	Промежуточная / Переходная область	Сформированный пучок, высокое давление, достаточное для кавитации.
Резкая граница окончания конуса	Переход в дальнее поле (Фраунгофера)	Падение давления ниже кавитационного порога.
Прозрачная жидкость за конусом	Дальнее поле	Амплитуда волны мала, кавитация не индуцируется.

Таким образом, рисунок 2 представляет собой **идеальную экспериментальную визуализацию структуры акустического пучка** ультразвукового излучателя. Кавитационные пузырьки работают как **индикаторы зон**, где **звуковое давление превышает критический порог**, ярко выделяя тем самым ближнюю и промежуточную зоны и четко обозначая границу, за которой начинается «невидимое» дальнее поле.

Для биологических объектов (семена, ткани) обычно **оптимальна высокая, но контролируемая** интенсивность именно в ближнем поле.

Для **цилиндрического или плоского излучателя** граничное расстояние  $Z_0$  между ближней и дальней зоной ориентировочно задаётся формулой  $Z_0 \approx D^2/4\lambda$ ,

где  $D$  — диаметр торца волновода, а  $\lambda$  — длина волны в среде. При частоте 51 кГц и скорости звука в воде/жидкости  $\approx 1500$  м/с  $\lambda \approx 1500/51 \cdot 10^3 \approx 0,0294$  м = 29,4 мм, тогда для трёх диаметров (Таблица 2):

Таблица 2

Диаметр D	$\lambda$	$Z_0 \approx D^2/(4 \cdot \lambda)$
10 мм	29,4 мм	$\approx 100/(4 \cdot 29,4) \approx 0,85$ мм
20 мм	29,4 мм	$\approx 400/(4 \cdot 29,4) \approx 3,4$ мм
30 мм	29,4 мм	$\approx 900/(4 \cdot 29,4) \approx 7,7$ мм

Отметим, что при промышленном использовании предпосевной обработки семян ультразвуком используется, например, установка, представленная в работе [7] в конструкцию, которой заложены выше изложенные особенности.

**Основные механизмы воздействия ультразвука на семена [1–4]**

**1. Кавитация.** В жидкой среде при воздействии ультразвука образуются микропузырьки, которые схлопываются с выделением энергии. Это может:

- создавать микротрещины в твёрдой оболочке семени, облегчая проникновение воды;
  - стимулировать обменные процессы внутри семени.
  - 2. Микромассаж тканей.** Ультразвуковые волны вызывают микроколебания клеток, улучшая транспорт веществ через мембраны и активизируя ферменты, отвечающие за прорастание.
  - 3. Антимикробное действие.** Ультразвук разрушает клеточные стенки патогенных микроорганизмов на поверхности семян, снижая риск заболеваний проростков без применения химикатов.
  - 4. Активация биохимических процессов.** Воздействие ультразвука может ускорять гидролиз запасных веществ (крахмала, белков) в эндосперме, обеспечивая зародыш энергией для прорастания.
- Сравнение методов стимуляции всхожести семян**  
Традиционно для повышения всхожести применяют следующие методы [3]:
- **Замачивание в воде** — простой способ, но не всегда эффективен для старых семян с плотной оболочкой.
  - **Прогревание** — активизирует ферменты, но требует точного контроля температуры: перегрев может погубить зародыш [4].
  - **Обработка стимуляторами роста** (гуматы, эпин) — эффективна, но увеличивает затраты и может оставлять химические остатки.
  - **Барботирование** (насыщение воды кислородом) — улучшает аэрацию, но не влияет на структуру оболочки семени.
- Преимущества ультразвука:**
- экологичность (не требует химикатов);
  - короткий срок обработки (от секунд до минут);
  - комплексное воздействие (физическое и биохимическое);
  - возможность точной настройки параметров (частота, мощность, время) под конкретный тип семян.

**Когда это работает.** Зарубежные исследования подтверждают эффективность метода. Например, в работе Лахиджаниана и Назари (2017) показано, что обработка ультразвуком значительно увеличивает скорость прорастания семян фасоли, создавая микропоры на оболочке [8]. Однако в этих работах, как правило, используются семена со сроком хранения до 2–3 лет. Важно понимать, что все эти положительные эффекты относятся к семенам, которые условно можно назвать «свежестарыми» — их зародыш ещё жив, но его «будят» внешние факторы.

#### Границы возможного: когда ультразвук бессилён?

Основная причина — это комплекс факторов: твёрдая семенная оболочка, которая со временем становится ещё

более водонепроницаемой из-за суберинизации и отложения лигнина, а также накопление в клетках продуктов перекисного окисления липидов и необратимое повреждение ДНК зародыша.

На рисунке 3 представлены семена старой фасоли (хранились больше 4 лет) после замачивания и после ультразвуковой обработки. Отметим, что по фото (рис. 3) сложно с высокой точностью определить сорт фасоли, так как визуальные признаки (цвет и рисунок семян) могут совпадать у нескольких сортов. Многие дачники выращивают фасолины «без названия», передавая семена из поколения в поколение, что может быть очень похоже на представленные семена на рисунке 3.



Рис. 3. Семена старой фасоли «без названия» после замачивания и ультразвуковой обработки



Рис. 4. Семена старой фасоли «без названия» не взошли, а сгнили, как замоченные, так и обработанные ультразвуком через 7 дней

Ультразвук не восстановил всхожесть. Почему же так происходит?

Есть несколько ключевых причин, по которым ультразвук бессилён против глубоко старых семян:

1. **Необратимые повреждения зародыша.** При длительном хранении (более 3–4 лет) в клетках зародыша накапливаются необратимые повреждения: разрывы ДНК, денатурация белков ферментов, окисление мембран клеток. Если зародыш мёртв

или его метаболизм затух полностью, никакая активация его не запустит.

2. **Эффект «ложного набухания».** В опытах семена 4-летней давности после УЗО набухали даже быстрее контрольных. Но при вскрытии оказывалось, что семядоли размягчились, а зародышевый корешок не трогался в рост. Через 5–7 дней такие семена загнивали.



3. **Подтверждение из научной литературы.** Исследование на семенах расторопши показало, что в условиях ускоренного старения ультразвуковая обработка не обеспечила удовлетворительного повышения всхожести [9]. А в работе, изучавшей влияние ультразвука на прорастание бобов кариока (*Carioca bean*), отмечено, что этот процесс был затруднён, а в некоторых случаях всхожесть снижалась до 0 % [10].

Результаты получены для конкретного сорта фасоли «без названия» и режима, и для полной картины нужны повторные эксперименты с другими сортами фасоли и более широкими режимами озвучивания.

**Результаты и обсуждение влияния режимов ультразвуковой обработки на всхожесть и развитие свежих семян фасоли**



Рис. 5. Семена свежей фасоли после замачивания и ультразвуковой обработки спустя 7 дней после проращивания во влажной марле

Настоящее лабораторное исследование было направлено на сравнительный анализ влияния различных режимов предпосевной ультразвуковой обработки на энергию прорастания и начальный рост свежих семян фасоли (*Phaseolus vulgaris*) (срок хранения меньше года). Опыт проводился в трех вариантах: контроль (замачивание

в дистиллированной воде в течение 10 минут без УЗ-воздействия) и два опытных режима с экспозицией ультразвуком 5 и 10 минут. Для каждого варианта использовалось по три семени ( $n=3$ ). Наблюдения фиксировали на 7-е, 14-е и 21-е сутки. 7 суток проращивали во влажной марле (рис. 5), а затем пересаживали в грунт (рис. 6).



Рис. 6. Всхожесть свежих семян спустя 14 и 21 день

**Качественная оценка начальных этапов прорастания (7 суток)** Результаты, полученные на 7-е сутки (Рисунок 5), демонстрируют явную зависимость скорости прорастания от режима обработки. В контрольной группе (замачивание 10 минут) наблюдалось начало прокле-

ывания зародышевого корешка. В группе с 5-минутной УЗ-экспозицией данный процесс был выражен значительно активнее, а у семян, обработанных в течение 10 минут, отмечалось наиболее синхронное и интенсивное формирование проростков. Визуально различие между



тремя образцами подтверждает гипотезу о том, что ультразвуковая кавитация, усиливающаяся с увеличением времени воздействия, эффективно повышает проницаемость семенной оболочки и инициирует метаболическую активность зародыша.

#### **Сравнительный анализ ростовых показателей на поздних стадиях (14 и 21 сутки)**

К 14-м суткам (Рисунок 6) зафиксированные различия приобрели ярко выраженный характер. Растения, развившиеся из семян, обработанных ультразвуком в течение 10 минут (дальний горшок), имели достоверное преимущество в длине гипокотыля и развитии первичных листьев по сравнению с вариантом 5-минутной обработки (средний горшок). Контрольная группа (ближний горшок) заметно отставала по всем визуальным параметрам. К 21-м суткам эта тенденция окончательно закрепились: наблюдалась четкая градация состояния растений в зависимости от примененного режима предпосевной подготовки. Наиболее развитые экземпляры сформировались в группе с максимальной экспозицией (10 минут УЗ), что свидетельствует о кумулятивном положительном эффекте от дозированного ультразвукового воздействия на начальный потенциал роста.

#### **Заключение по результатам**

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Предпосевная обработка семян фасоли ультразвуком в лабораторных условиях оказывает выраженный стимулирующий эффект как на энергию прорастания, так и на последующий вегетативный рост.
2. Наблюдается прямая зависимость эффективности обработки от времени экспозиции в исследованном диапазоне (5 и 10 минут). Десятиминутный режим показал наилучшие результаты по всем визуально оцениваемым параметрам на всех этапах наблюдения.
3. Механизм действия, вероятно, связан с комплексным влиянием ультразвука: ускорением гидратации за счет повышения проницаемости покровных тканей, активацией ферментативных систем и интенсификацией клеточного метаболизма на ранних этапах развития проростка.

Таким образом, ультразвуковая обработка продолжительностью 10 минут может быть рекомендована как эффективный физический метод предпосевной стимуляции семян фасоли, обеспечивающий ускоренное и более синхронное прорастание, а также формирование более мощных растений на начальных стадиях онтогенеза.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Хмелев, В. Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В. Н. Хмелев, А. Н. Сливин, Р. В. Барсуков, С. Н. Цыганок, А. В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. — Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010–203с.
2. Зубова, Р. А. Обоснование режимов предпосевной обработки семян с твердой оболочкой ультразвуком и электромагнитным полем сверхвысокой частоты: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / Зубова Римма Анатольевна. — Барнаул, 2017. — 20 с.
3. Бахчевников, О. Н., Брагинец А. В., Нозимов К. Ш. Перспективные физические методы стимулирования прорастания семян (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 7. С. 56–66. doi: 10.53859/02352451\_2022\_36\_7\_56.
4. Беляков, М. М. Совершенствование способа активизации жизнедеятельности семян зерновых культур ультразвуковой обработкой: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 4.3.1 / Беляков Максим Михайлович. — Киров, 2026. — 21 с.
5. Применение ультразвука в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // u-sonic.ru. — Режим доступа: <https://u-sonic.ru/primenenie-ultrazvuka-v-promyshlennosti/primenenie-ultrazvukovykh-kolebaniy-dlya-uskoreniiya-protsessov-v-zhidkikh-sredakh/primenenie-ultrazvuka-v-selskom-khozyaystve/> (дата обращения: 07.04.2026).
6. Влияние ультразвукового облучения на ризогенную активность растительных объектов — Семена льна [Электронный ресурс] // selo-delo.ru. — Режим доступа: <https://selo-delo.ru/agroximiya-i-pochva/vliyanie-ultrazvukovogo-oblucheniya-na-rizogennuyu-aktivnost-rastitelnyh-obektov-semena-lina-1.html> (дата обращения: 07.04.2026).
7. Патент RU№ 2849380МПК A01 C 1/02 (2006.01). Способ и устройство ультразвуковой обработки зерна / М. С. Волхонов, М. М. Беляков, И. А. Мамаева // заяв. и патентообл. ФГБОУ ВО КГСХА. № 2024105778 заявл. 04.03.2024; опубл. 24.10.2025, бюл. № 30. 10 с.: ил.
8. Лахиджаниан, С., Назари М. Повышение скорости прорастания семян фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*) с помощью ультразвуковой обработки // Seed Technology. — 2017. — Т. 38, № 1. — С. 49–55. — ISSN 1096–0724. — Текст: электронный // SLUB Dresden: [сайт]. — URL: <https://katalog.slub-dresden.de/id/ai-55-aHR0cHM6Ly93d3cuanN0b3Iub3JnL3N0YWJsZS8yNjYyNTM5Mw> (дата обращения: 06.04.2026).
9. MOOSAVI, S. A., SIADAT S. A., POSHTDAR A., et al. Ultrasonic Assisted Seed Priming to Alleviate Aging Damages to Milk Thistle (*Silybum marianum*) Seeds // Notulae Scientia Biologicae. — 2018. — Текст: электронный // AGRIS: [сайт]. — URL: <https://agris.fao.org/search/en/records/67597dc9c7a957febf8e278> (дата обращения: 06.04.2026).

10. Miano, A. C., Sabadoti V. D., Campestrini L. H., et al. Combining Ionizing Irradiation and Ultrasound Technologies: Effect on Beans Hydration and Germination // Journal of Food Science. — 2019. — Vol. 84, № 11. — P. 3179–3185. — DOI: 10.1111/1750-3841.14819.
11. Huang, Y., Mei G., Fu X., et al. Ultrasonic Waves Regulate Antioxidant Defense and Gluconeogenesis to Improve Germination From Naturally Aged Soybean Seeds // Frontiers in Plant Science. — 2022. — Т. 13. — DOI: 10.3389/fpls.2022.833858. — Текст: электронный // КиберЛенинка: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ultrasonic-waves-regulate-antioxidant-defense-and-gluconeogenesis-to-improve-germination-from-naturally-aged-soybean-seeds> (дата обращения: 06.04.2026).

## Возрождение вымерших животных: научные методы и результаты

*Скуратова Елизавета Максимовна, учащаяся 10-го класса*

Научный руководитель: *Пьянкова Ирина Павловна, учитель биологии*  
ЧОУ Средняя общеобразовательная школа «ИНДРА» (г. Екатеринбург)

**В**озможно ли на текущий момент возродить вымерших животных?

Возрождение вымерших животных актуально в контексте научных исследований и практических целей, но при этом вызывает этические вопросы. Учёные пытаются воссоздать виды, которые существовали ранее на Земле, но вымерли, либо создать организмы, генетически близкие к вымершим.

В научном мире нет единого мнения относительно воскрешения вымерших животных. При этом могут преследоваться различные цели:

- заполнение пустот в экологических нишах, которые образовались в результате исчезновения видов животных;
- адаптация исчезающих видов животных к современным условиям;
- изучение генома вымерших животных для получения фундаментальных научных знаний, которые в последствии можно использовать в науке и медицине.

На сегодняшний день используют следующие методы воссоздания вымерших животных: метод селекции, метод клонирования, метод CRISPR.

Метод селекции.

Селекция животных — это комплекс мероприятий по улучшению имеющихся и выведению новых форм животных с определенными качествами [1]. В селекционной работе с животными применяют гибридизацию и искусственный отбор, при этом учитываются особенности развития животных. В процессе гибридизации ученые получают определенное сочетание генов в генотипе животного и, следовательно, — определенный набор признаков — фенотип. В ходе искусственного отбора происходит выбор особей только с нужными признаками и «отбраковка» остальных особей. Таким образом достигается усиление и закрепление признака.

Так, с помощью метода селекции была выведена похожая на бурчелловую зебру квагга квагга Pay. Зебра квагга обитала на территории ЮАР и вымерла в конце XIX века.

Проект «Квагга» был начат в 1987 году. В нем участвовали зоологи, селекционеры, ветеринары и генетики. Их целью было воссоздать с помощью метода селекции окраску бурчелловой зебры Квагги. Для этого ученым понадобилось около 30 лет и 19 особей зебр, у которых было уменьшенное количество полосок на задней части туловища. С каждым поколением коричневый цвет у особей усиливался, а полосы становились менее выраженными. В 2005 году появился на свет жеребец идентичный внешнему виду квагги, но генетически он отличался от своего прототипа. Первый жеребенок пятого поколения родился в декабре 2013 года. Этих зебр называли «кваггами Pay» в честь одного из создателей проекта — натуралиста Рейнгольда Pay.

По состоянию на март 2017 года в рамках проекта было зарегистрировано 142 животных в 10 местах [2].

### Метод клонирования

Клонирование — это появление естественным или искусственным путем генетически идентичного организма. Результатом клонирования является «клон», несущий тот же набор генетической информации, что и исходный объект [4].

Различают естественное и искусственное клонирование. Примерами естественного клонирования является вегетативное размножение растений, деление бактерий, клональное размножение ящериц (партогенез), рождение однояйцевых близнецов. При искусственном клонировании целенаправленно создаются клоны молекул, клеток, многоклеточных организмов с помощью научных методов.

Клонирование впервые обсуждалось как научный метод в 1952 году, когда ученым удалось перенести клеточное ядро головастика в яйцеклетку и получить его идентичные копии. Тогда как первое клонированное млекопитающее, овечка Долли, появилась на свет в 1997 году. Было предпринято 277 попыток для ее создания.

В итоге было получено 29 эмбрионов, из которых выжил только один [5].

На сегодняшний день пиренейский козерог, вымерший в 2000-х годах, успешно клонирован с использованием метода переноса ядра соматической клетки. В ходе процесса было создано 439 эмбрионов, 57 из них имплантировано, и произошло 7 беременностей. В 2003 году был создан клон, который через семь минут умер от необратимой дыхательной недостаточности [6].

С помощью метода клонирования, также пытаются возродить лягушек рода *Реобатрахус*, представители которых считаются вымершими с 80-х годов XX века. *Реобатрахусы* — уникальные австралийские лягушки, самки которых способны проглатывать оплодотворенную икру, переставая питаться на шесть недель. В ходе этого процесса их желудки трансформируются в структуру, похожую на матку, и потомство рождается через рот.

#### Метод CRISPR

Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats — это CRISPR, или короткие палиндромные повторы, расположенные группами с определенной регулярностью. Этот метод часто называют «молекулярными ножницами».

В генной инженерии метод CRISPR используется для целенаправленного редактирования геномов, что позволяет вносить изменения в генетический код живых организмов.

CRISPR изначально был обнаружен как часть системы иммунной защиты бактерий против вирусов, но в 2012–2013 годах ученые доказали, что эта система может использоваться для целенаправленного редактирования генов у различных организмов, включая человека.

В настоящее время существует достаточно много биологического материала, который может служить источником ДНК. Например, мамонты, пролежавшие подо льдом тысячи лет, прекрасно сохранились. Но время беспощадно, и ДНК разрушается. Ученые пытаются восстановить ДНК до состояния, в котором она находилась 10 000 лет назад, используя метод CRISPR. Сегодня группа американских ученых из компании Colossal Biosciences под руководством генетика Джорджа Черча работает над воссозданием мамонта. К 2027 году они хотят создать гибрида мамонта и азиатского слона. Они планируют использовать искусственные матки для вынашивания эмбрионов. Цель проекта по возрождению мамонтов состоит не только в воссоздании этих животных, но и в восстановлении экосистем Аляски и Сибири [8].

Та же компания Colossal Biosciences в 2023 году объявила о расшифровке генома вымершей птицы Додо. Ее также называют маврикийский дронг. Это совместный проект с Маврикийским обществом дикой природы. Генетики планируют создать гибрид, используя гривистого голубя (ближайшего родственника) и генетически модифицированных кур. Яйца с измененной ДНК будут вынашиваться суррогатными птицами-носителями [7].

Проектом по возрождению вымершего странствующего голубя занимается Бет Шапиро, профессор экологии и эволюционной биологии в Калифорнийском университете в Санта-Крузе и автор книги «Наука воскрешения видов». Ее группа ученых извлекает ДНК из тушек голубей, которые хранятся в музеях, и сравнивают ее с ДНК полосатохвостым голубем. Результаты планируют получить к 2030 году. Однако ученые опасаются, что в конечном итоге получится гибрид с полосатохвостым голубем, а также обеспокоены тем, сможет ли новый вид адаптироваться к среде обитания.

Кроме того, 1 октября 2024 года компания Colossal Biosciences успешно возродила люттоволка, который вымер 12 тысяч лет назад. [9] Ученые извлекли фрагменты ДНК из окаменелых останков — зуба возрастом 13 тысяч лет и черепа возрастом 72 тысячи лет. Затем они сравнили ДНК ужасного волка с геномом современного серого волка и выявили ключевые различия в 14 генах, ответственных за уникальные черты ужасных волков

Среди множества факторов, которые ученые должны учитывать при возрождении вымерших видов:

- доступность относительно неповрежденной ДНК из музейных образцов или окаменелостей, возраст которых, теоретически, не должен превышать 500 тысяч лет;
- существование достаточно близкого родственника вымершего животного, который мог бы выступить в качестве потенциальной суррогатной матери;
- наличие пригодных мест обитания и условий для жизни восстанавливаемых видов, а также достаточные знания о жизненных процессах вымерших видов;
- отсутствие болезней, которые привели к вымиранию вида;
- оценка этических, культурных, экологических, социальных, правовых и экологических проблем, связанных с клонированием животных.

Имеем ли мы моральное право «воскрешать» то, что природа уже удалила из своего кода? Аргументы «за»: можно восстановить экосистемы, разрушенные человеком, компенсировать последствия вымирания, вызванного охотой и индустриализацией, получить новые данные о генетике, медицине и эволюции. Аргументы «против»: мир, в который возвращаются древние животные, уже не их дом, неизвестно, смогут ли они выжить или не навредить современным видам, эксперименты с гибридами могут привести к этическим конфликтам и страданиям животных. Многие биологи считают, что важнее не воскрешать вымерших, а сохранить тех, кто ещё жив.

Пока что мечта о «Парке Юрского периода» остаётся недостижимой, но несмотря на все сложности и этические проблемы она продолжает вдохновлять научные исследования и развивать область изучения древней ДНК.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Селекция животных // Образовательный портал «Справочник». — Дата последнего обновления статьи: 03.03.2026. — URL: [https://spravochnick.ru/biologiya/zadanie\\_i\\_metody\\_selekcii/selekcija\\_zhivotnyh/](https://spravochnick.ru/biologiya/zadanie_i_metody_selekcii/selekcija_zhivotnyh/) (дата обращения 01.04.2026).

2. Квагга. — Текст: электронный // Википедия: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%B3%D0%B3%D0%B0?ysclid=mokewpo0ob206279797> (дата обращения: 15.04.2026).
3. zebra\_kvagga. — Текст: электронный // animaljournal.ru: [сайт]. — URL: [https://animaljournal.ru/article/zebra\\_kvagga](https://animaljournal.ru/article/zebra_kvagga) (дата обращения: 17.04.2026).
4. Полухина, А. Клонирование: что это такое и как воспроизводят растения и животных / А. Полухина. — Текст: электронный // Наука Mail: [сайт]. — URL: <https://science.mail.ru/articles/18481-klonirovanie/?ysclid=mokg-gff0h0109002730> (дата обращения: 01.04.2026).
5. Долли (овца). — Текст: электронный // Википедия: [сайт]. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B8\\_\(%D0%BE%D0%B2%D1%86%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B8_(%D0%BE%D0%B2%D1%86%D0%B0)) (дата обращения: 10.04.2026).
6. Скопич, Ю. Мамонты, додо и лютловолки: 7 животных, которых ученые пытаются воскресить / Ю. Скопич. — Текст: электронный // Моя планета: [сайт]. — URL: [https://moya-planeta.ru/travel/view/zhivotnye\\_kotorykh\\_py-tayutsya\\_voskresit](https://moya-planeta.ru/travel/view/zhivotnye_kotorykh_py-tayutsya_voskresit) (дата обращения: 20.04.2026).
7. Додо. — Текст: электронный // Colossal Laboratories & Biosciences: [сайт]. — URL: <https://colossal.com/dodo/> (дата обращения: 30.04.2026).
8. Мамонт. — Текст: электронный // Colossal Laboratories & Biosciences: [сайт]. — URL: <https://colossal.com/mam-moth/> (дата обращения: 03.04.2026).
9. Лютый волк. — Текст: электронный // Colossal Laboratories & Biosciences: [сайт]. — URL: <https://colossal.com/> (дата обращения: 03.03.2026).
10. Бет, Шапиро Наука воскрешения видов. Как клонировать мамонта / Бет Шапиро. СПб.: Питер, 2017. — 320 с. — Текст: непосредственный.

## Исследование консервации растительных тканей в лабораторных условиях

Тюменцев Кирилл Евгеньевич, учащийся 6-го класса

Научный руководитель: Хохлач Мария Вячеславовна, учитель биологии  
МБОУ лицей № 7 г. Воронежа

### Введение

Научно-исследовательская консервация растений направлена на сохранение биологической структуры и химического состава образцов для последующего анализа, с целью замедлить деградацию растительных тканей.

Данная тема заинтересовала меня после посещения музея лекарственных растений ВГМУ им. Бурденко в июне 2025 года при прохождении летней естественно-научной школы МБОУ лицей № 7. Я заметил, что растения в глицерине изменяют цвет и быстро гниют, а также имеют большую массу глицерина и высокую стоимость приготовления, тогда я решил разработать собственную методику.

**Актуальность проекта.** Проект решает проблему технической сложности консервации растительных тканей, из-за высокой стоимости дорогостоящих компонентов раствора, а также проблему потери окраски из-за попадания бактерий в жидкость. Сейчас наблюдается активное стремление понижения стоимости и повышения срока хранения мёртвых органических материалов для последующего использования в качестве демонстрационного материала и способов его исследования.

Созданный в ходе данной работы метод консервации растений можно использовать в образовательных целях, а также для создания растительного генного банка.

**Цель проекта:** заключается в том, чтобы упростить технический процесс консервации растительных тканей, а также разработать собственную методику в условиях школьной лаборатории.

### Задачи:

1. Изучить принципы и процесс консервации растительных тканей;
2. Подобрать компоненты раствора для консервации;
3. Подобрать доли содержания компонентов раствора и провести молекулярное моделирование;
4. Составить технологию новой методики консервации;
5. Провести практическое тестирование новой методики на различных органах и тканях растительного образца;
6. Сделать выводы на основании проведенного исследования.

**Гипотеза:** не имея дорогостоящего оборудования и реактивов, можно успешно провести консервацию растительных тканей в пределах школьной лаборатории.

**Объект исследования:** растительные ткани бегонии тигровой — (*Begonia Bowerae* «Tiger»), драцены Сандера — (*Dracaena Sanderiana Lucky Bamboo*) и пеларгонии пачкающей — (*Pelargonium inquinans*) (Приложение 3, фото 1).



**Методы исследования:** изучение, обзор литературных источников, эксперимент (физико-химический метод консервации), наблюдение, сравнение, анализ, обобщение.

**Практическая значимость** заключается в том, чтобы разработать новую методику консервации растительных тканей, которая позволяет упростить и сделать доступным технический процесс консервации растительных тканей.

### 1. Теоретическая часть

Люди начали консервировать растения ещё в древнем мире, в основном это использовалось для продления срока хранения пищи [2]. В средневековье некоторые учёные стали консервировать растения для изучения.

В викторианской Великобритании консервацию начали использовать, как дизайнерскую идею [1]. Изученные принципы и методы консервации помогут в составлении новой методики исследования.

#### 1.1. Принципы и процессы консервации растительных тканей

**Консервация растительных тканей** — это процесс, направленный на длительное сохранение жизнеспособности клеток и тканей растений.

Согласно принципам консервации растительных тканей, следует производить забор взрослых, не застарелых, здоровых растительных тканей.

В случае если подразумевается забор образцов именно определённого состояния или возраста, тогда качество консервации может снизиться.

Согласно общей методике консервации растительных тканей в специальных жидкостях выделяют следующие этапы:

1. Забор образцов взрослых, не застарелых, здоровых растительных тканей;
2. Образцы поместить в стерильные условия, хранить не более 48 часов;
3. Дезинфицировать растение, инструменты и ёмкость для консервации;
4. Изготовить раствор для консервации;
5. Поместить растение в раствор;
6. Извлечь растение из раствора;
7. Изготовить новый раствор;
8. Поместить растение в новый раствор;
9. Хранить раствор в заданных методикой условиях [3].

#### Физико-химический процесс консервации растительных тканей

Для каждой методики существует собственный физико-химический процесс консервации растительных тканей.

От 70 % до 95 % массы растения приходится на воду, причём растения имеют массовую концентрацию солей менее 1 %. В результате погружения растительных тканей в среду с большими концентрациями веществ происходит понижение осмотического давления в клетках, из-за которого возникает гипертония клеток (Приложение 1) [4].

Гипертония клеток помогает частично сохранить ДНК, из-за малого повреждения ядрышка, следовательно, на основе методик, вызывающих гипертонию, можно

создавать генетические банки. Также гипертония клеток не даёт развиваться микроорганизмам в растворе и растений.

### 2. Практическая часть

#### 2.1. Подбор компонентов раствора для консервации растительных тканей

**Подбор агента контроля pH среды.** Растения могут произрастать и гнить в кислотных и нормальных условиях, щёлочь приостанавливает процесс роста и замедляет гниение растительных тканей на долгое время. Также щёлочи блокируют усвоение питательных веществ (особенно натриевые и калиевые), которые присутствуют в воде и самих растениях в первые несколько суток после консервации, при 8,5pH [8].

При избытке щёлочи начинает разрушаться ткань, поэтому следует выбирать не сильно агрессивные вещества, следует придерживаться водородного показателя от 8pH до 9pH. С этими требованиями хорошо справятся пищевые агенты контроля pH — гидрокарбонат натрия, карбонат натрия, карбонат калия. Самая доступная и неагрессивная из них — гидрокарбонат натрия (пищевая сода), её выбираем как агент контроля pH среды.

В процессе практического исследования водородный показатель раствора находился в пределах 8,5–9 pH.

**Подбор основного компонента раствора, вызывающий осмос.** Для данного компонента с древних времён используется хлорид натрия (поваренная соль), самая распространённая соль в мире, одна из часто поступающих в организмы и, благодаря своей распространённости с помощью неё легко вызвать осмотическое давление, что также отмечает её малое влияние на водородный показатель.

**Подбор антисептика.** Для данного компонента требуются бесцветные, бесспиртовые, не кислотные, не агрессивные для растений вещества, с доказанной эффективностью, это могут быть: четвертичные аммониевые соединения, с доказанной эффективностью (бензалкония хлорид, цетилтриметиламмония бромид, цетримониум хлорид, цетилпиридиния хлорид, хлорид бензетония, бензалкония хлорид); (1E)-2-[6-[ [amino- [ε-[amino-(4-chloroanilino)methylidene]amino]methylidene]amino]hexyl]1 [amino(4chloroanilino)methylidene]guanidine;bis((2R,3S,4R,5R)2,3,4,5,6pentahydroxyhexanoic acid), далее — хлоргексидина биглюконат; октенидина дигидрохлорид [9].

Основной целью антисептика в растворе является уничтожение бактерий, грибов, спор и микроорганизмов, которые провоцируют гниение тканей. Вирусы не входят в эту группу, потому что они не способны размножаться в живых организмах, а при консервации растительные ткани часто погибают, следовательно, обработка от вирусов бесполезна. Самый доступный из вышеприведённых антисептиков — хлоргексидина биглюконат, что отмечает его большую популярность и частое применение.

*Важный фактор для всех приведённых компонентов — доступность.*

*Растворителем по умолчанию определяется оксидан (вода).*

*Все вещества должны быть растворимы в оксидане (воде).*

### Подбор долей содержания компонентов в жидкости

Массовая доля —  $\omega$ ; объемная доля —  $\varphi$ ; мольная доля —  $x$ , раствор —  $aq$ ; плотность —  $\rho$ ; объём —  $V$ ; молярная масса —  $M$ ; количество вещества в  $\text{mol}$  —  $\nu$  [10].

Для удобства изготовления приведены массовые доли 1 % и «круглые» массовые доли (5 %; 10 %; 15 %; 20 % и т. Д.). Используются данные при стандартных условиях ( $t = 298,15^\circ\text{K}$ ).

**Подбор долей гидрокарбоната натрия.** Требуется водородный показатель от 8pH до 9pH, гидрокарбонат натрия при  $\omega = 1\%$  даёт около 8pH, что не совсем достаточно для нашего раствора, так как рекомендуемый показатель 8,5 pH (при нём не усваивают питательные вещества большинство растений). Гидрокарбонат натрия в стандартных условиях при  $\omega = 5\%$  даёт около 8,5 pH, данное значение подходит. Проверим по растворимости этой соли в воде:  $S(\text{NaHCO}_3) = \frac{10,3 \text{ g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$ .

В 100g раствора, при вышеуказанном значении  $\omega$ , масса гидрокарбоната натрия составит 5g, масса оксидана составит 95g.  $\frac{5}{95} = \frac{1}{19} \approx \frac{5}{100}$ .  $\Omega$  подходит [5]. Итого, мы получили следующие данные:

$$\omega(\text{NaHCO}_3) = 5\%$$

**Подбор долей хлорида натрия.** Водный раствор хлорида натрия имеет нейтральную среду, следовательно, не влияет на общий водородный показатель. Для того, чтобы произошёл тургор:  $\omega$  внешней среды должна быть более 2 %. При этом  $\omega = 10\%$  не даёт сильного тургора, если  $\omega = 15\% \dots 20\%$ , то раствор станет насыщенным и возникнет высокое осмотическое давление. Проверка по растворимости:  $S(\text{NaCl}) = \frac{36 \text{ g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$ .

В 100g раствора, при вышеуказанном значении  $\omega$ , масса хлорида натрия составит 20g, масса оксидана составит 80g  $\frac{20}{80} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} = \frac{25}{100}$  [6]  $\omega$  подходит. Итого, мы получили следующие значения:

$$\omega(\text{NaCl}) = 15\% \dots 20\% \text{ (исходя из растения)}$$

Подбор долей (1E)-2- [6- [[amino- [€- [amino-(4-chloroanilino) methylidene] amino]methylidene]amino]hexyl]1 [amino(4chloroanilino)methylidene]guanidine;bis((2R,3S,4 R,5R)2,3,4,5,6pentahydroxyhexanoic acid), далее — хлоргексидина биглюконат или Ch-Bi. Следует учесть токсичность, эффективность хлоргексидина биглюконата. Хлоргексидина биглюконат уничтожает 99,9 % всех микроорганизмов в среде при  $\omega = 0,5\%$ , если  $\omega \geq 1\%$  [7], из-за чего может произойти разрушение тканей растений, вследствие долгого воздействия.

Проверка по растворимости производиться не будет, так как хлоргексидина биглюконат не продаётся рознично в порошковом виде, поэтому можно использовать готовые растворы хлоргексидина биглюконата, добавляя их в основной раствор, предварительно проведя вычисления. Итого, мы получили:

$$\omega(\text{Ch} - \text{Bi}) = 0.5\%$$

### 1. Расчёты для 1000g раствора.

$$\omega(\text{NaCl}) = 20\%$$

$$\omega(\text{NaHCO}_3) = 5\%$$

$$\omega(\text{Ch} - \text{Bi}) = 0.5\%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 74.5\%$$

$$m(aq) = 1000 \text{ g}$$

$$m(\text{NaCl}) = 200 \text{ g}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 50 \text{ g}$$

$$m(\text{Ch} - \text{Bi}) = 5 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 745 \text{ g}$$

$$\rho(\text{NaCl}) = 2.17 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho(\text{NaHCO}_3) = 2.1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho(\text{Ch} - \text{Bi}) = 1.06 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$V(\text{NaCl}) = \frac{200}{2.17} \approx 92.2 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{NaHCO}_3) = \frac{50}{2.1} \approx 23.8 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{Ch} - \text{Bi}) = \frac{5}{1.06} \approx 4.7 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 745 \text{ cm}^3$$

$$V(aq) \approx 745 + 4.7 + 23.8 + 92.2 = 865.7 \text{ cm}^3$$

$$\varphi(\text{NaCl}) \approx \frac{92.2}{865.7} \times 100\% \approx 10.7\%$$

$$\varphi(\text{NaHCO}_3) \approx \frac{23.8}{865.7} \times 100\% \approx 2.7\%$$

$$\varphi(\text{Ch} - \text{Bi}) \approx \frac{4.7}{865.7} \times 100\% \approx 0.5\%$$

$$\varphi(\text{H}_2\text{O}) \approx \frac{745}{865.7} \times 100\% \approx 86.0\%$$

$$M(\text{NaCl}) = 58.44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M(\text{NaHCO}_3) \approx 84.01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M(\text{Ch} - \text{Bi}) = 897.80 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) \approx 18.02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\nu(\text{NaCl}) = \frac{200}{58.44} \approx 3.42 \text{ mol}$$

$$\nu(\text{NaHCO}_3) \approx \frac{50}{84.01} \approx 0.60 \text{ mol}$$

$$\nu(\text{Ch} - \text{Bi}) = \frac{5}{897.80} \approx 0.01 \text{ mol}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) \approx \frac{745}{18.02} \approx 41.34 \text{ mol}$$

$$\Sigma \nu_i \approx 3.42 + 0.60 + 0.01 + 41.34 = 45.37 \text{ mol}$$

$$x(\text{NaCl}) \approx \frac{3.42}{45.37} \times 100\% \approx 7.5\%$$

$$x(\text{NaHCO}_3) \approx \frac{0.60}{45.37} \times 100\% \approx 1.3\%$$

$$x(Ch - Bi) \approx \frac{0.01}{45.37} \times 100 \% \approx 0.02 \%$$

$$x(H_2O) \approx \frac{41.34}{45.37} \times 100 \% \approx 91.1 \%$$

**Постоянные концентрации жидкости для консервации:**

$$\varphi(NaCl) \approx 10.7 \%$$

$$\varphi(NaHCO_3) \approx 2.7 \%$$

$$\varphi(Ch - Bi) \approx 0.5 \%$$

$$\varphi(H_2O) \approx 86.0 \%$$

$$\omega(NaCl) = 20 \%$$

$$\omega(NaHCO_3) = 5 \%$$

$$\omega(Ch - Bi) = 0.5 \%$$

$$\omega(H_2O) = 74.5 \%$$

$$x(NaCl) \approx 7.5 \%$$

$$x(NaHCO_3) \approx 1.3 \%$$

$$x(Ch - Bi) \approx 0.02 \%$$

$$x(H_2O) \approx 91.1 \%$$

**Молекулярное моделирование раствора.** Если округлить мольные доли до целых значения, то с помощью ресурса ChemScetch можно составить молекулярную модель раствора. В результате округления получились следующие мольные доли:

$$x(NaCl) \approx 7.5 \% \approx 8 \%$$

$$x(NaHCO_3) \approx 1.3 \% \approx 1 \%$$

$$x(Ch - Bi) \approx 0.02 \% \approx 1 \%$$

$$x(H_2O) \approx 91.1 \% \approx 91 \%$$

Округлённая мольная доля — количество молекул каждого вещества, что помогает составить примерную молекулярную модель раствора в количестве 101 молекулы (Приложение 2).

## 1.2. Методика консервации

Методика включает следующие этапы:

1. Произвести забор взрослых, не застарелых, здоровых растительных тканей; Образцы поместить в стерильные условия, хранить не более 48 часов (Приложение 3, фото 1).

2. Подготовить: стеклянный или пластиковый, закрывающийся резервуар с крышкой, объёмом в соответствии с размерами консервируемого растения; устройство для кипячения оксидана; растение; оксидан очищенный или дистиллированный, в массе из расчёта: V резервуара  $\text{см}^3 \times 0,86$ ; хлорид натрия, в массе из расчёта: V резервуара  $\text{см}^3 \times 0,11 \times 2,2$ ; гидрокарбонат натрия, в массе из расчёта: V резервуара  $\text{см}^3 \times 0,03 \times 2,1$ ; раствор хлоргексидина биглюконата в массе из расчёта: V резервуара  $\text{см}^3 \times 0,01 \div (\omega \text{ раствора} \div 100)$ ; мерные инструменты, в т. Ч. Палочка и ёмкость для промывки. Необходимые объёмы приведены только для самой жидкости для консервации.

3. Дезинфицировать растение, инструменты и ёмкость для консервации (растение и приспособления для консервации и в разных растворах) в мыльном дезинфицирующем растворе (Приложение 3, фото 3–4); стерилизовать ёмкость для консервации в кипящем оксидане.

4. Приготовить раствор для консервации. Используя кипящий оксидан, изготовить раствор в нижеприведённых концентрациях:

$$\omega(NaCl) = 20 \%$$

$$\omega(NaHCO_3) = 5 \%$$

$$\omega(Ch - Bi) = 0.5 \%$$

$$\omega(H_2O) = 74.5 \% \text{ (Приложение 3, фото 5).}$$

5. Если образовались выделения раствора, удалить их.

6. Поместить растение в раствор, и закрыть ёмкость (Приложение 3, фото 8).

7. Хранить образец в первые 168 часов в тёмном месте, при температуре 293,15°K (20°C; 68°F) — 298,15°K (25°C; 77°F), не допускать попадания ультрафиолетовых лучей более чем на 2 минуты (Приложение 3, фото 9); после 168 часов хранить образец при температуре 288,15°K (15°C; 59°F) — 303,15°K (30°C; 86°F), не допускать попадания прямых ультрафиолетовых лучей (Приложение 3, фото 10).

## Заключение

Выдвинутая мною гипотеза в результате исследования полностью подтвердилась. Не имея дорогостоящего оборудования и реактивов, можно успешно провести консервацию растительных тканей в пределах школьной лаборатории.

Изучив литературные источники, были изучены принципы и процессы консервации растительных тканей, была рассмотрена и скорректирована общая методика консервации, а также процесс тургора, благодаря чему стало возможно разработать новую методику.

В результате исследования были успешно подобраны компоненты для новой методики консервации растительных тканей, подобраны доли содержания компонентов раствора и проведено молекулярное моделирование новой методики, что помогло создать хорошую химическую базу, которая упрощает процесс консервации. Была проведена обширная работа по различным химико-биологическим и физико-математическим направлениям.

В ходе исследования было проведено практическое тестирование новой методики, что помогло скорректировать пройденные ранее этапы, а также окончательно подтвердить низкую стоимость и простоту новой методики и сделать следующий вывод:

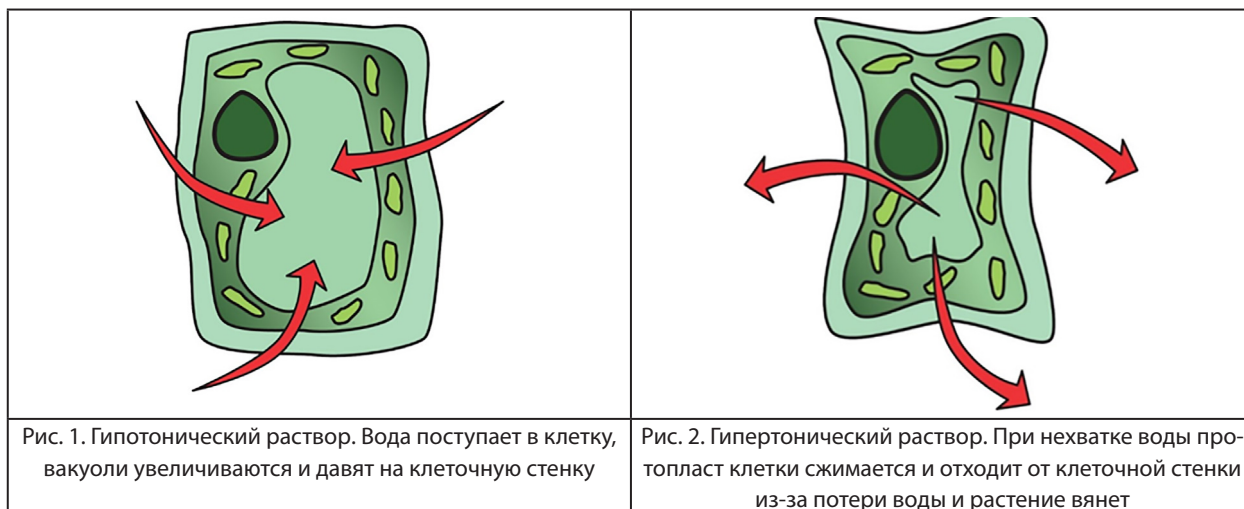
Все объекты изучения относятся к светолюбивым растениям. Спустя 168 часов у бегонии тигровой — (*Begonia Bowerae* «Tiger») и пеларгонии пачкающей — (*Pelargonium inquinans*) наблюдается изменение цвета листьев с зелёной окраски на желтовато-коричневую, что обусловлено низким содержанием хлорофилла из-за сокращения светового дня и снижения температуры, что ограничивает синтез хлорофилла, а также помутнее раствора из-за изменения структуры антоцианов связанных с изменением pH среды, а у драцены Сандера — (*Dracaena Sanderiana Lucky Bamboo*) цвет листьев не изменил окраску, что говорит о высоком содержании хлорофилла. В процессе практического исследования водородный показатель раствора находился в пределах 8,5–9 pH.

Созданный в ходе данной работы метод консервации растений можно использовать в образовательных целях,

а также создания растительного генного банка, что возможно даже в обычной школьной лаборатории.

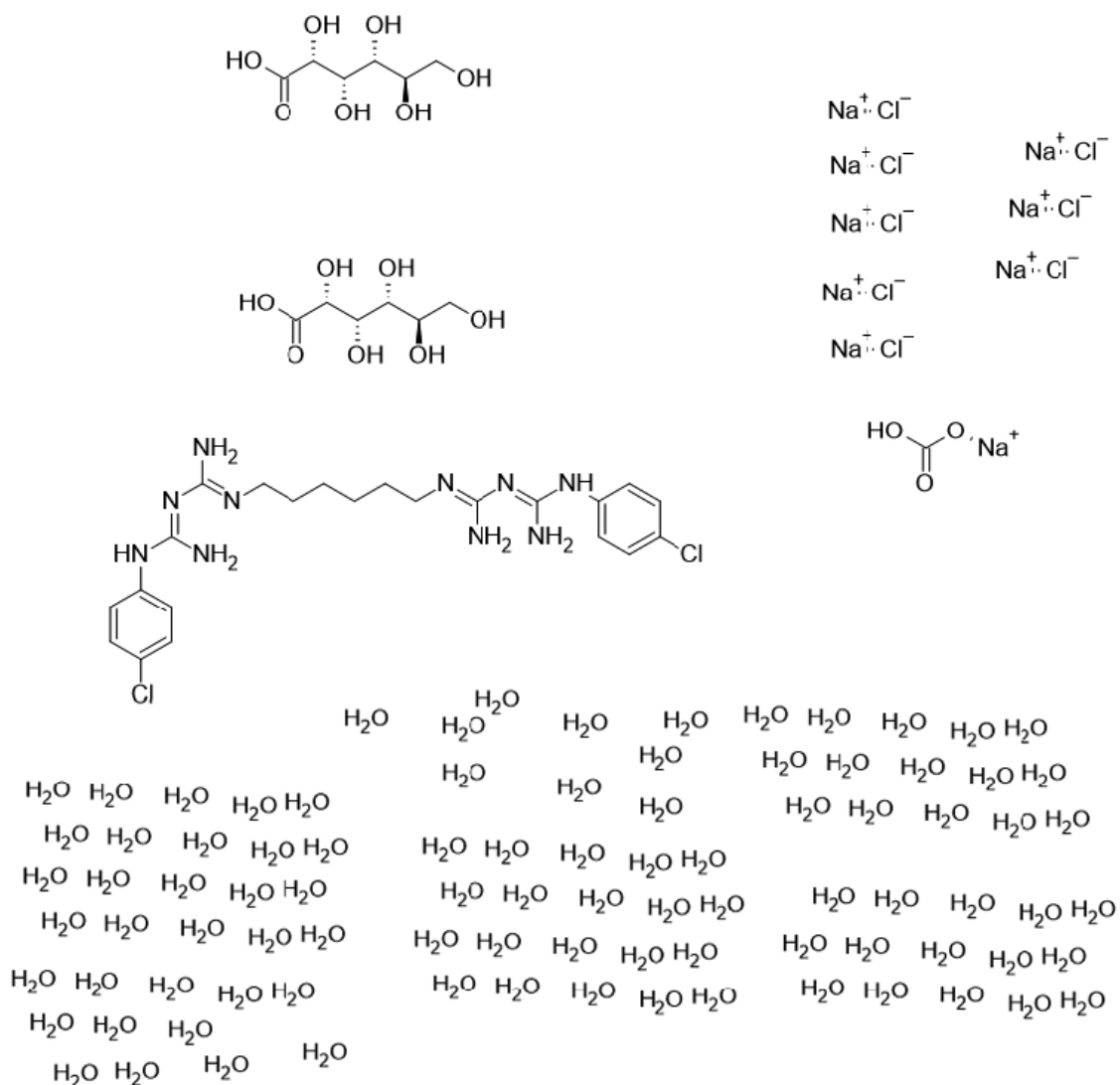
### Приложение 1

Взаимодействие растительной клетки с растворами от их осмотического давления



### Приложение 2

Молекулярная модель раствора для консервации





## Приложение 3



Фото 1. Забор образцов растительных тканей

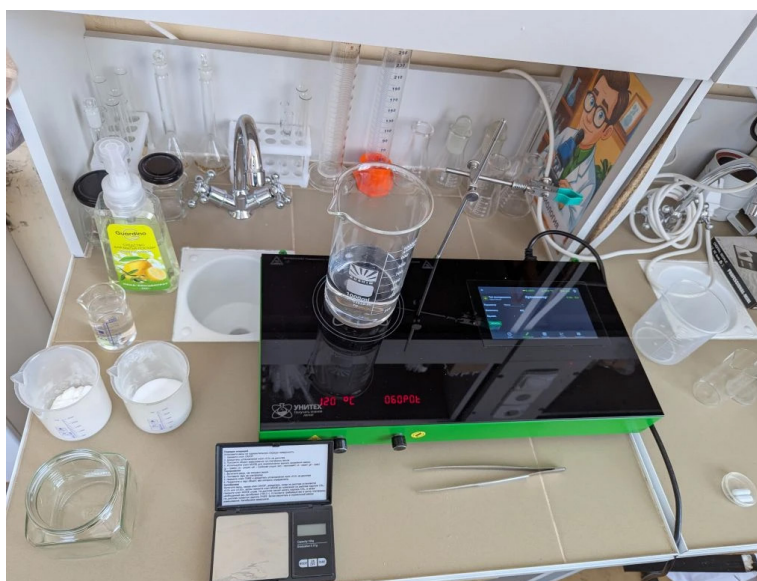


Фото 2. Приготовление оборудования



Фото 3. Дезинфекция растения, инструментов и ёмкости для консервации



Фото 4. Удаление раствора для дезинфекции



Фото 5. Приготовление раствора для консервации



Фото 6. Определение pH раствора



Фото 7. Распределение растительных образцов в ёмкости для хранения





Фото 8. Консервация растительных образцов

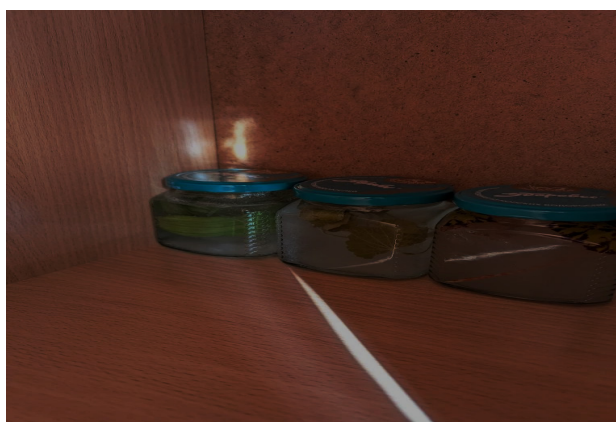


Фото 9. Хранение образцов в первые 168 часов



Фото 10. Образцы после 168 часов

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Стабилизация растений для ленивых романтиков. Ну и гиков тоже. — Текст: электронный // Хабр: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/leader-id/articles/527492/> (дата обращения: 01.02.2026).
2. История консервной банки: мумии, Наполеон и советские геологи. — Текст: электронный // ГАСТРОНОМЪ: [сайт]. — URL: <https://www.gastronom.ru/text/den-konservnoj-banki-1014152> (дата обращения: 01.02.2026).
3. Коган, Е. А. Метод консервации и/или окрашивания растительного материала, в том числе срезанных цветов / Е. А. Коган. — Текст: электронный // Google Патенты: [сайт]. — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2698058C1/ru> (дата обращения: 01.02.2026).
4. Процесс осмоса в клетках растений и крови человека. — Текст: электронный // nsportal.ru: [сайт]. — URL: <https://nsportal.ru/shkola/biologiya/library/2022/04/03/protsess-osmosa-v-kletkah-rasteniy-i-krovi-cheloveka> (дата обращения: 24.03.2026).
5. Sodium Bicarbonate. — Текст: электронный // PubChem: [сайт]. — URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/516892> (дата обращения: 24.03.2026).
6. Sodium Chloride. — Текст: электронный // PubChem: [сайт]. — URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5234> (дата обращения: 24.03.2026).
7. Chlorhexidine Gluconate. — Текст: электронный // PubChem: [сайт]. — URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/9552081> (дата обращения: 24.03.2026).
8. Полехов, Р. О. Влияние pH среды на рост растений / Р. О. Полехов. — Текст: электронный // XXIV Международный конкурс научно-исследовательских и творческих работ учащихся Старт в науке: [сайт]. — URL: <https://school-science.ru/24/13/61090> (дата обращения: 24.03.2026).
9. Антисептики. — Текст: электронный // Рувики: [сайт]. — URL: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/Антисептики> (дата обращения: 24.03.2026).
10. Compendium of Chemical Terminology Gold Book / А. Д. Макнот, А. Уилкинсон. — 2-е. —: International Union of Pure and Applied Chemistry, 2014. — 1622 с. — Текст: непосредственный.

## Влияние осмотического и гипоксического стресса на морфофизиологические показатели прорастания семян озимого рапса

Черепанов Пётр Алексеевич, учащийся 6-го класса  
АНОО «Физтех-лицей» имени П. Л. Капицы (Московская область)

Научный руководитель: Воловик Валентина Тимофеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией  
Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса (г. Москва)

*В статье представлены результаты детальной оценки реакции семян пяти сортов озимого рапса (*Brassica napus* L.) на комплексное воздействие осмотического и гипоксического стрессов на этапе прорастания. С использованием комплекса лабораторных тестов выявлены статистически значимые различия в толерантности сортов. Установлены критические пороговые значения стресс-факторов. Разработанный скрининговый подход рекомендован для широкого применения в современных селекционных программах.*

**Ключевые слова:** озимый рапс, прорастание семян, осмотический стресс, гипоксический стресс, индексы устойчивости, метод глубокой воды, селекция на устойчивость.

### Введение

Актуальность исследований в области селекции сельскохозяйственных культур обусловлена необходимостью создания сортов, устойчивых к изменяющимся климатическим условиям. Озимый рапс (*Brassica napus* L.) является стратегическим объектом селекции благодаря своим биологическим особенностям и высокой значимости для агропромышленного комплекса. Однако продуктивность культуры в значительной степени лимитируется абиотическими факторами на ранних этапах развития. Осмотический стресс (вызванный засолением или физиологической засухой) и гипоксический стресс (избыточное увлажнение) являются основными факторами, лимитирующими прорастание семян в полевых условиях [1], [2].



Мы предположили, что разработанный комплексный лабораторный подход (моделирование осмотического стресса различной интенсивности и гипоксии с последующей оценкой морфофизиологических показателей) позволит выявить статистически значимые различия в реакции различных генотипов озимого рапса на стрессовые условия и объективно ранжировать их по степени устойчивости, определив пороговые значения стресс-факторов, критические для прорастания.

Целью данной работы является изучение реакции семян различных генотипов рапса на моделируемые стрессы.

#### **Методологический фундамент**

В качестве методологического фундамента использован комплексный подход, позволяющий оценить реакцию семян на осмотическое давление и дефицит кислорода, что крайне важно для понимания адаптивного потенциала сортов в условиях реального производства [3].

Для определения генетически обусловленной силы роста осевых органов использовался метод рулонов. Семена закладывались в увлажненную фильтровальную бумагу, которая сворачивалась в вертикальные рулоны. Метод позволяет получить объективные морфометрические параметры (длину главного корня и гипокотили) без механического сопротивления субстрата.

Осмотический стресс моделировался с использованием растворов сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) в градиенте концентраций: 1 %, 2 %, 3,6 % и 5 %.

Гипоксический стресс создавался методом «глубокой воды» с погружением семян под слой 0,5 см и 1,0 см.

Для глубокого понимания механизмов устойчивости проводился анализ накопления биомассы. Взвешивание сырой и сухой массы проростков выполнялось на аналитических весах [4], [5], [6].

#### **Подготовка к эксперименту**

Объектами исследования послужили пять сортов озимого рапса: «Сэмми», «Норд», «Северянин», «777 Китай» и «229 дн Китай». Все семена соответствовали требованиям ГОСТ по чистоте и не имели видимых механических повреждений.

Для создания градиента осмотического стресса использовался раствор сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , химически чистый) различной концентрации. Дистиллированная вода служила контролем (0 % раствор).

Выбор сульфата натрия в качестве осмотика был обоснован его меньшей токсичностью для растений по сравнению с хлоридами, что позволяло в большей степени моделировать именно осмотический, а не ионный специфический стресс. Градация концентраций от 1 % до 5 % позволяла выявить как пороговый эффект, так и уровень толерантности каждого сорта.

Для обеспечения репрезентативности данных и статистической достоверности результатов эксперимент был заложен в двукратной аналитической повторности для каждого варианта.

#### **Оценка влияния осмотического стресса**

Наблюдения за прорастанием семян, ростом корней и гипокотилей проводились трижды через фиксированные промежутки времени. Даты наблюдений были выбраны исходя из динамики процесса: первое измерение — на этапе начала массового прорастания, последующие — на этапах активного роста.

Порядок проведения измерений:

##### **1. Подсчет проросших и непроросших семян**

В каждой чашке Петри визуально фиксировалось количество семян, у которых корешок достиг длины, превышающей размер семени (в соответствии с ГОСТ 12038–84), и количество семян без видимых признаков прорастания или с явными аномалиями.

##### **2. Морфометрический анализ проростков**

Для каждой чашки Петри случайным образом отбиралось 3 типичных нормально развитых проростков (при их наличии). Для каждого из них с

помощью линейки с точностью до 1 мм измерялась (Рисунок 3):

— Длина главного корня (Лкорня, мм);

— Длина гипокотили (ростка) (Лростка, мм) — от корневой шейки до точки прикрепления семядольных листьев.

##### **1. Расчет индексов устойчивости к осмотическому стрессу**

Для объективной оценки и сравнения реакции сортов на осмотический стресс по данным, полученным в последнее (итоговое) измерение, были рассчитаны относительные индексы (Таблица 1):

— Индекс всхожести (ИВ, %) показывает, какой процент от своей потенциальной всхожести сохраняет сорт в стрессовых условиях (Рисунок 1).

$$\text{ИВ} = \frac{\text{Всхожесть при стрессе}}{\text{Всхожесть в контроле}} \times 100 \%$$

— Индекс длины корня (ИДК, %): характеризует способность сорта поддерживать рост наиболее чувствительной к стрессу корневой системы (Рисунок 2).

$$\text{ИДК} = \frac{\text{Ср. длина корня при стрессе}}{\text{Ср. длина корня в контроле}} \times 100 \%$$

— Индекс длины ростка (ИДР, %): отражает влияние стресса на рост надземной части проростка (Рисунок 3).

$$\text{ИДР} = \frac{\text{Ср. длина ростка при стрессе}}{\text{Ср. длина ростка в контроле}} \times 100 \%$$

— Ранжирование сортов по комплексной устойчивости: для каждого сорта и каждой концентрации был рассчитан суммарный балл устойчивости (СБУ). Поскольку разные признаки могли иметь разную значимость для выживания проростка, в данной работе им был присвоен равный вес.

$$\text{СБУ} = \text{ИВ} + \text{ИДК} + \text{ИДР}$$

Таблица 1. Индексы устойчивости при осмотическом стрессе

Концентрация раствора Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Индекс, %	Сорт озимого рапса					Средний
		777 Ки-тай	229 дн Китай	Норд	Сэмми	Северянин	
1 %	ИВ	100	96	100	96	98	98
	ИДК	68	69	85	64	96	76
	ИДР	86	69	100	150	114	104
	СБУ	254	234	285	310	308	278
2 %	ИВ	78	71	80	87	76	78
	ИДК	13	11	23	33	14	19
	ИДР	21	21	50	45	23	32
	СБУ	112	103	153	165	113	129
3,6 %	ИВ	0	0	0	48	0	-
	ИДК	0	0	0	4	0	-
	ИДР	0	0	0	0	0	-
	СБУ	0	0	0	52	0	-
5 %	ИВ	0	0	0	0	0	-
	ИДК	0	0	0	0	0	-
	ИДР	0	0	0	0	0	-
	СБУ	0	0	0	0	0	-

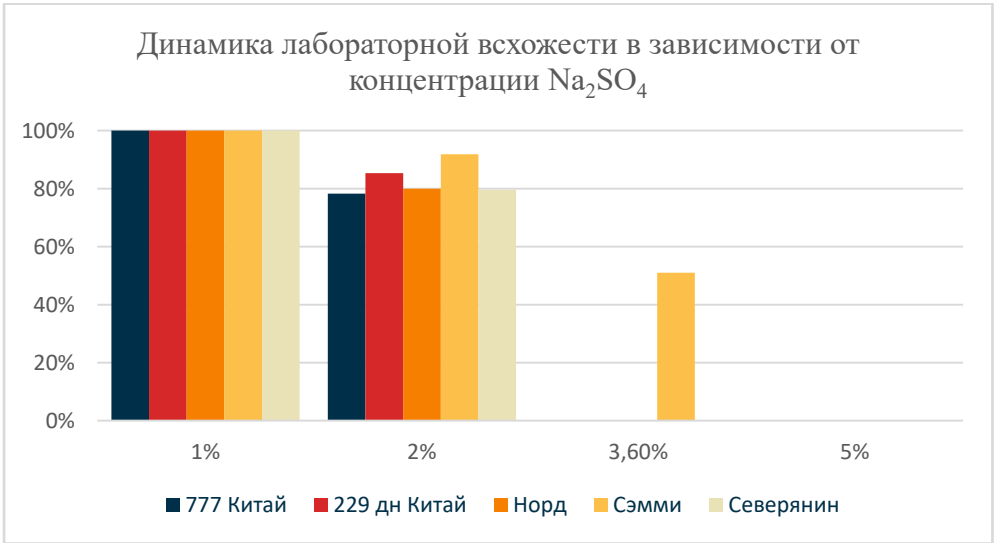


Рис. 1. Динамика всхожести в стрессовых условиях

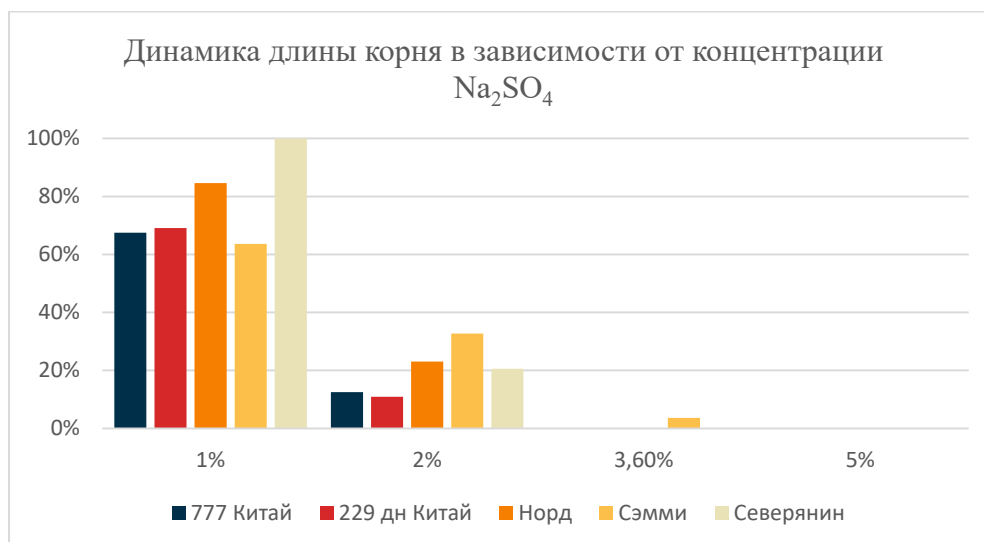


Рис. 2. Динамика длины корня в стрессовых условиях

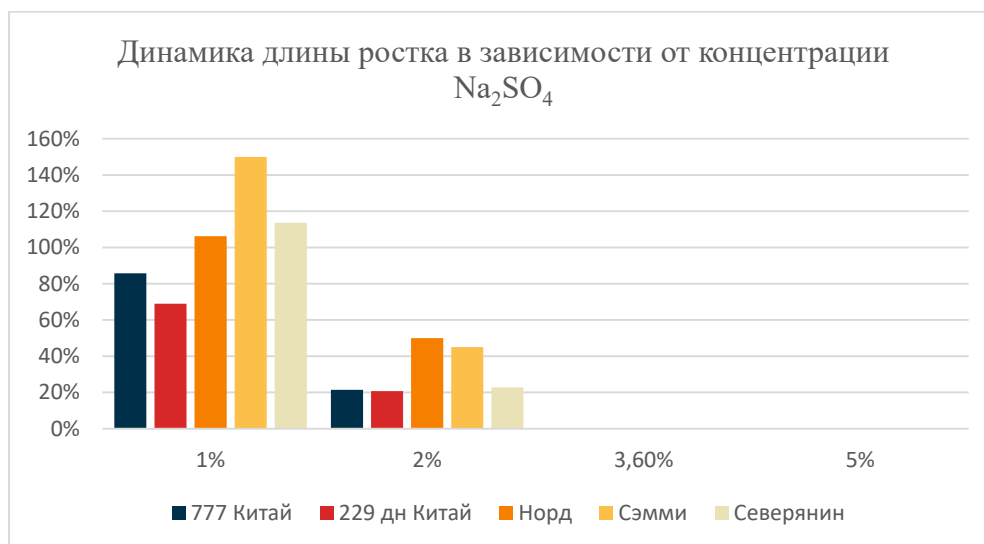


Рис. 3. Динамика длины роста в стрессовых условиях

Чем выше суммарный балл СБУ, тем более устойчивым считался сорт на данном уровне осмотического стресса. На основе СБУ было проведено ранжирование сортов озимого рапса (рисунок 4).

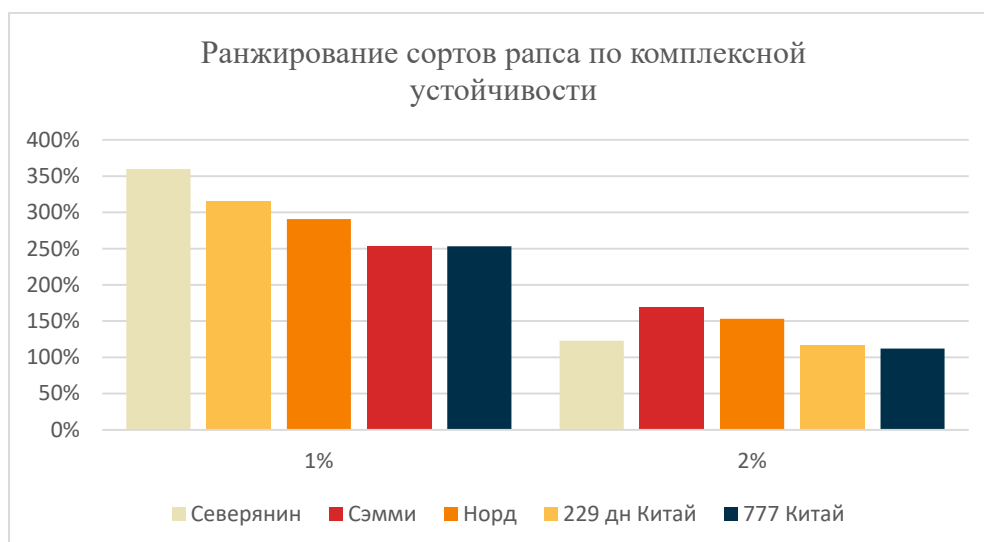


Рис. 4. Ранжирование сортов рапса на основе рассчитанного СБУ

На основе первичных наблюдений можно было ожидать, что сорта «Норд», «Сэмми» и «Северянин» покажут более высокие индексы устойчивости по сравнению с китайскими сортами «777» и «229 дн», особенно при концентрации 2 %.

#### Метод проращивания в рулонах

Данный метод должен был дать уникальную информацию о силе начального роста, особенно корневой системы, в оптимальных условиях.

Наблюдения за прорастанием семян, ростом корней и гипокотилей проводились трижды через фиксированные промежутки времени. Даты наблюдений были выбраны исходя из динамики процесса: первое измерение — на этапе начала массового прорастания, последующие — на этапах активного роста.

Рулоны аккуратно разворачивали, не отрывая проростки от бумаги (рисунок 5).



Рис. 5. Проращивание семян озимого рапса в рулонах

С помощью предварительно нанесенной разметки (сетка с шагом 1 см) все проростки в каждом рулоне распределяли по классам в зависимости от длины их корня и ростка.

Для каждого сорта и каждой повторности (рулона) подсчитывалось количество проростков, попавших в каждый класс на каждую дату наблюдения. Это позволило отследить не только среднюю длину, но и однородность и скорость роста популяции семян.

При данном методе рассчитывались абсолютные показатели силы роста и энергии прорастания, которые затем сопоставлялись с реакцией этих же сортов на стресс.

На основе данных итогового (третьего) измерения рассчитывались:

$$L_{\text{ср. взв. р}} = \frac{\sum (\text{Количество ростков в классе } i * \text{Средняя длина ростков класса } i)}{\text{Общее количество ростков}}$$

$$L_{\text{ср. взв. к}} = \frac{\sum (\text{Количество корней в классе } i * \text{Средняя длина корней класса } i)}{\text{Общее количество корней}}$$

Результаты расчета показателя представлены в таблице 2, таблице 3 и на рис. 6.

Таблица 2. Средневзвешенные значения длины корней

Сорт	Кол-во корней, распределенные по длине, шт								Всего, шт	Ср.взв. длина, см
	0–1, см	1–2, см	2–3, см	3–4, см	4–5, см	5–6, см	>6, см	>11, см		
777 Китай	2	1	1	1	0	2	24	7	38	7,68
229 дн Китай	3	1	1	2	1	0	28	3	39	7,13
Норд	1	0	0	0	0	0	18	22	41	9,44
Сэмми	1	0	1	0	2	2	23	12	41	8,34
Северянин	1	0	0	1	0	1	23	13	39	8,67



Таблица 3. Средневзвешенные значения длины ростков

Сорт	Кол-во ростков, распределенные по длине, шт.				Всего, шт.	Ср.взв. длина, см
	0–1, см	1–2, см	2–3, см	3–4, см		
777 Китай	6	6	12	9	33	2,73
229 дн Китай	17	13	7	1	38	1,79
Норд	9	25	6	0	40	1,93
Сэмми	9	15	11	3	38	2,21
Северянин	12	12	14	2	40	2,15

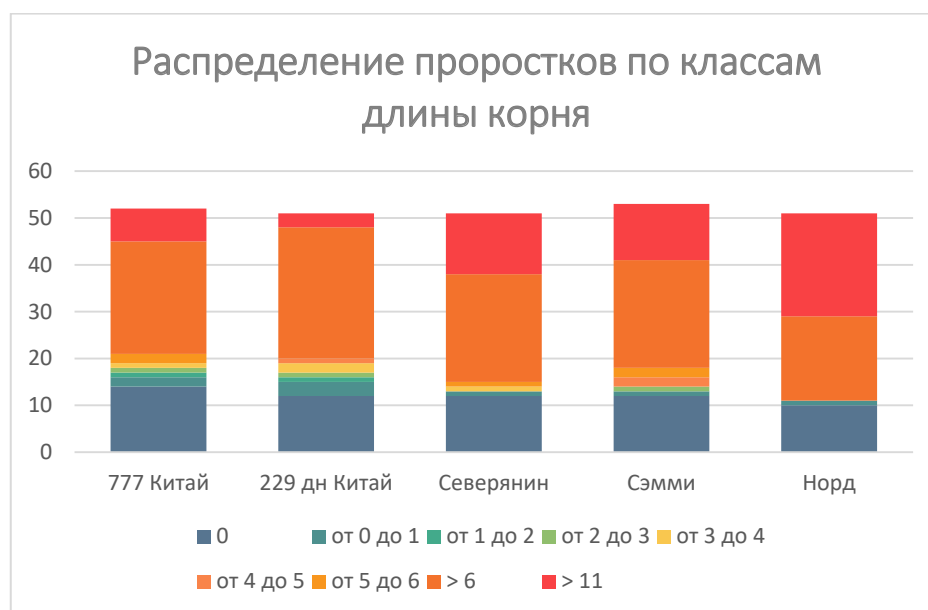


Рис. 6. Распределение проростков по длине корня

— Процент проростков с длиной корня > 4 см ( $\Pi > 4\text{см}$ , %)

Показатель является индикатором энергии прорастания и силы начального роста. Семена, способные за стандартный срок развить корневую систему длиннее 4 см, обладают высоким запасом жизненных сил и метаболической активностью.

$$\Pi > 4\text{см} = \frac{\text{Количество проростков в классах (4 – 5 см) + (5 – 6 см) + (> 6 см) + (> 11 см)}}{\text{Общее количество проростков}} \cdot 100 \%$$

Результаты расчета показателя представлены в таблице 4.

Таблица 4. Количество проростков с длиной корня &gt; 4 см

Сорт	Распределение корней по длине, шт.				Всего корней длиной > 4 см, шт.	Всего, шт.	$\Pi > 4\text{ см}$ , %
	4–5, см	5–6, см	> 6, см	> 11, см			
777 Китай	0	2	24	7	35	38	92,11 %
229 дн Китай	1	0	28	3	32	39	82,05 %
Северянин	0	1	23	13	37	39	94,87 %
Сэмми	2	2	23	12	39	41	95,12 %
Норд	0	0	18	22	40	41	97,56 %
777 Китай	0	2	24	7	35	38	92,11 %

В отсутствие стресса сорта статистически значимо различались по силе начального роста корневой системы. Наибольшей средневзвешенной длиной корня (9,44 см) и максимальным процентом проростков с корнем длиннее 4 см (97,56 %) характеризовался сорт «Норд», что указывало на его высокий потенциал к укоренению. Сорта «Северя-

нин» и «Сэмми» показали схожие высокие результаты, в то время как сорта китайской селекции «777 Китай» и особенно «229 дн Китай» (7,13 см) уступили лидерам.

Полученные данные позволили выдвинуть рабочую гипотезу о том, что сорт с наиболее мощной корневой системой в контроле мог проявить и более высокую толерантность к абиотическим стрессам, что было проверено в последующих экспериментах.

**Оценка влияния осмотического стресса на водный статус и накопление биомассы**

Данный этап работы был направлен на оценку физиологических последствий осмотического стресса, которые не всегда очевидны при визуальном наблюдении, — изменения гидратации тканей и истинного роста (накопления сухого вещества).

Порядок проведения:

1. Отбор образцов

После проведения итоговых измерений длины из опытных чашек Петри (для контроля, 1 % и 2 % растворов Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и из рулонов (оптимальные условия) для каждого сорта были отобраны проростки. Общий объем выборки составил 20 проростков на вариант опыта (сорт × концентрация).

2. Подготовка к взвешиванию

У каждого проростка аккуратно отделяли корневую систему от гипокотилия (надземной части). Корни и гипокотили каждого сорта и для каждого варианта опыта объединяли в две отдельные группы.

3. Взвешивание сырой биомассы

Предварительно взвешивались пустые бюксы. Затем в бюксы помещались группы корней или гипокотилей и взвешивались снова. Взвешивание проводилось на аналитических весах с точностью 0,01 г. Разница между массой бюкса с образцом и массой пустого бюкса давала сырую биомассу (г).

4. Высушивание и взвешивание сухой биомассы

Бюксы с растительным материалом помещались в сушильный шкаф и выдерживались при температуре 105°C в течение 3 часов для полного удаления влаги. После этого бюксы повторно взвешивались для определения сухой биомассы (г).

5. Фиксация данных

Для каждого образца рассчитывались:

— Абсолютная потеря массы при сушке (г): Сырая масса — Сухая масса.

— Относительное содержание воды в тканях (%)

Содержание H<sub>2</sub>O = (Абсолютная потеря массы / Сырая масса) \* 100 %.

Этот показатель отражает гидратацию (тургор) тканей.

— Среднее значение сухой массы

Показатель метаболической активности и интенсивности роста.

Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5. Расчетные показатели биомассы ростков и корней

Концентрация раствора Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Сорт	Ср значение абсолютной потери массы при сушке (масса воды), г		Ср значение относительного содержания воды в тканях, %		Ср значение сухой массы, %	
		Корни	Ростки	Корни	Ростки	Корни	Корни
Контроль	777 Кит	0,35	0,63	93 %	91 %	7 %	9 %
	229 дн Китай	0,36	0,475	95 %	92 %	5 %	8 %
	Норд	0,3	0,38	91 %	86 %	9 %	14 %
	Сэмми	0,375	0,565	94 %	90 %	6 %	10 %
	Северянин	0,275	0,435	92 %	89 %	8 %	11 %
1 %	777 Кит	0,095	0,485	90 %	87 %	10 %	13 %
	229 дн Китай	0,115	0,36	92 %	87 %	8 %	13 %
	Норд	0,11	0,4	88 %	87 %	12 %	13 %
	Сэмми	0,125	0,555	86 %	90 %	14 %	10 %
	Северянин	0,12	0,425	92 %	89 %	8 %	11 %

2 %	777 Кит	0,065	0,29	82 %	77 %	18 %	23 %
	229 дн Китай	0,06	0,26	93 %	81 %	7 %	19 %
	Норд	0,07	0,345	87 %	82 %	13 %	18 %
	Сэмми	0,08	0,44	84 %	83 %	16 %	17 %
	Северянин	0,055	0,27	85 %	78 %	15 %	22 %
Рулоны (дистиллированная вода)	777 Кит	0,285	0,485	94 %	90 %	6 %	10 %
	229 дн Китай	0,42	0,76	94 %	93 %	6 %	7 %
	Норд	0,335	0,82	91 %	92 %	9 %	8 %
	Сэмми	0,275	0,665	89 %	92 %	11 %	8 %
	Северянин	0,115	0,36	80 %	91 %	20 %	9 %

#### 6. Расчет индексов и анализ данных по биомассе

Для сопоставления с данными по всхожести и морфометрии были рассчитаны интегральные индексы, отражающие способность сорта поддерживать гидратацию и рост биомассы в стрессовых условиях [7].

— Индекс сырой биомассы (ИСБ, %)

$$\text{ИСБ} = \frac{\text{Ср. сырая масса при стрессе}}{\text{Ср. сырая масса в контроле}} \times 100 \%$$

Показывал, насколько стресс угнетает общее накопление массы (вода + органическое вещество).

— Индекс сухой биомассы (ИСуХБ, %)

$$\text{ИСуХБ} = \frac{\text{Ср. сухая масса при стрессе}}{\text{Ср. сухая масса в контроле}} \times 100 \%$$

Показатель отражал способность сорта к истинному росту (синтезу и накоплению органических веществ) в неблагоприятных условиях. Чем выше ИСуХБ, тем эффективнее сорт преодолевал стресс на биохимическом уровне.

— Индекс потери воды (ИПВ, %)

Рассчитывался как отношение содержания воды в тканях при стрессе к контролю.

$$\text{ИПВ} = \frac{\text{Содержание H}_2\text{O}_{\text{стресс}}}{\text{Содержание H}_2\text{O}_{\text{контроль}}} \times 100 \%$$

Значение ниже 100 % указывало на обезвоживание (осмотический дефицит), значение около или выше 100 % — на эффективную осморегуляцию.

Рассчитанные индексы представлены в таблице 6.

Таблица 6. Интегральные индексы биомассы корней и ростков

Концентрация раствора Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Сорт	Индекс сырой биомассы (ИСБ, %)		Индекс сухой биомассы (ИСуХБ, %)		Индекс потери воды (ИПВ, %)	
		Корни	Ростки	Корни	Ростки	Корни	Ростки
1 %	777 Кит	28 %	80 %	40 %	108 %	97 %	96 %
	229 дн Китай	33 %	81 %	50 %	137 %	97 %	94 %
	Норд	38 %	105 %	50 %	100 %	97 %	101 %
	Сэмми	36 %	99 %	80 %	108 %	92 %	99 %
	Северянин	43 %	98 %	40 %	100 %	100 %	100 %
2 %	777 Кит	21 %	54 %	60 %	131 %	88 %	85 %
	229 дн Китай	17 %	62 %	25 %	150 %	98 %	88 %
	Норд	24 %	95 %	33 %	125 %	96 %	95 %
	Сэмми	24 %	86 %	60 %	158 %	90 %	91 %
	Северянин	22 %	70 %	40 %	136 %	92 %	88 %

На основе рассчитанных индексов представлены изменения биомассы при осмотическом стрессе были построены диаграммы (рисунок 7, рисунок 8).

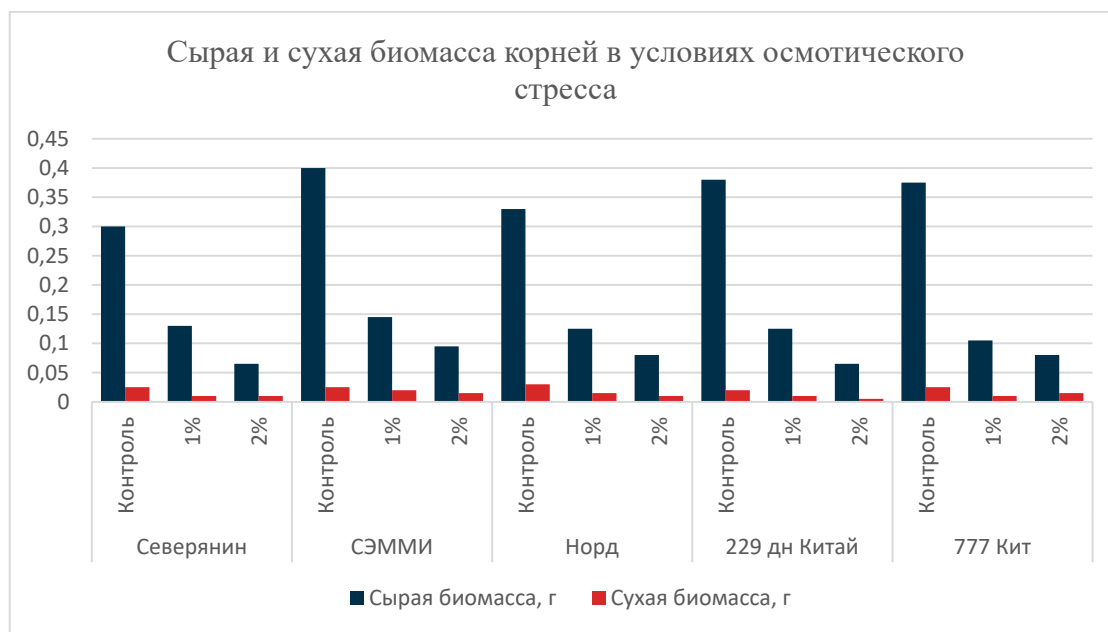


Рис. 7. Сырая и сухая биомасса корней в условиях осмотического стресса

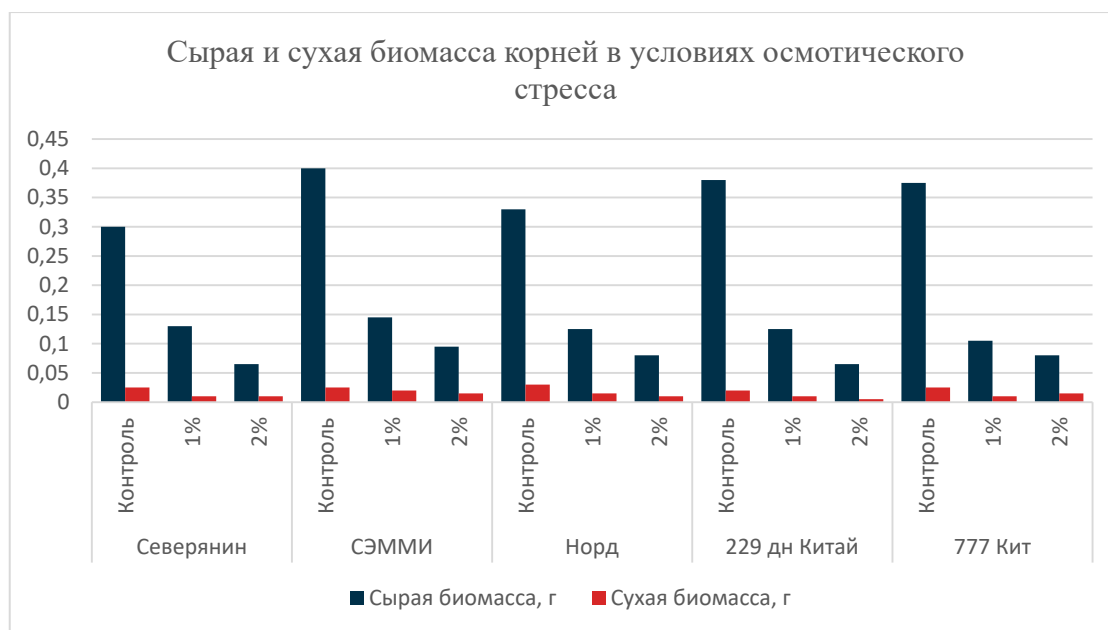


Рис. 8. Сырая и сухая биомасса ростков в условиях осмотического стресса

Из диаграмм видно, что корневая система оказалась наиболее чувствительной к осмотическому стрессу: уже при 2 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  синтез сухого вещества в корнях (ИСуХБ) падал на 40–75 % у всех сортов, что указывало на эту концентрацию как пороговую для корневого роста.

Надземная часть (ростки) обладала большим компенсаторным потенциалом: у устойчивых сортов («Норд», «Сэмми») в условиях стресса интенсифицировался биосинтез (ИСуХБ >125 %), что являлось главным критерием физиологической толерантности.

Ранжирование сортов по устойчивости, основанное на комплексном анализе индексов (сохранение массы, биосинтез, гидратация), подтверждало, что сорт «Норд» являлся наиболее сбалансированным среди всех изучаемых сортов.

#### Метод глубокой воды для оценки устойчивости к гипоксическому стрессу

Данный метод применялся для моделирования условий острого дефицита кислорода (гипоксии), с которыми семена могут столкнуться в переувлажненной, затопленной почве или под ледяной коркой.

Порядок проведения:

1. Закладка опыта

Для каждого из 5 сортов были созданы три варианта:



- Контроль (0 см): семена на поверхности влажного субстрата (оптимальная аэрация).
- Слабая гипоксия (0,5 см): семена полностью были погружены под слой дистиллированной воды глубиной 0,5 см.

- Сильная гипоксия (1 см): семена были полностью погружены под слой воды глубиной 1 см.

## 2. Наблюдение и учет

Через установленный срок (2 суток) в каждой чашке Петри проводился подсчет семян, которые преодолели слой воды и сформировали нормальный проросток с корешком и гипокотилем. Учитывались только жизнеспособные проростки.

## 3. Расчет показателей

- Лабораторная всхожесть при гипоксии (% , G<sub>hyp</sub>)

Рассчитывалась как средний процент проросших семян от общего их числа (100 шт) для каждого варианта глубины.

$$G_{hyp} = \frac{\text{Среднее количество проросших семян}}{100} \times 100 \%$$

- Индекс устойчивости к гипоксии (ИУГ, %) показывал, какую долю от своей потенциальной всхожести (в контроле) сорт сохранял в условиях затопления.

$$ИУГ = \frac{G_{hyp\_стресс}}{G_{hyp\_контроль}} \times 100 \%$$

- ИУГ ~100 %: сорт абсолютно устойчив к гипоксии на данной глубине.
- ИУГ <100 %: сорт чувствителен, чем ниже индекс, тем выше чувствительность.
- ИУГ ~ 0 %: сорт полностью не способен прорасти в данных условиях.

Рассчитанные индексы приведены в таблице 7.

Таблица 7. Расчетные индексы всхожести при гипоксическом стрессе

Глубина погружения	Сорт	Среднее количество пророщенных семян, шт.	G <sub>hyp</sub> , %	ИУГ, %
Контроль (0 см)	Сэмми	99	99 %	100 %
	Норд	100	100 %	100 %
	777 Китай	96	96 %	100 %
	Северянин	99	99 %	100 %
	229 дн Китай	90	90 %	100 %
0,5 см	Сэмми	96	96 %	96 %
	Норд	99	99 %	99 %
	777 Китай	16	16 %	16 %
	Северянин	99	99 %	100 %
	229 дн Китай	9	9 %	10 %
1 см	Сэмми	96	96 %	97 %
	Норд	99	99 %	99 %
	777 Китай	39	39 %	41 %
	Северянин	98	98 %	99 %
	229 дн Китай	7	7 %	8 %

На основе рассчитанных индексов были построены диаграммы зависимости лабораторной всхожести и ИУГ от глубины погружения (Рисунок 9, Рисунок 10).



Рис. 9. Лабораторная всхожесть при гипоксическом стрессе



Рис. 10. Индекс устойчивости к гипоксии

Сорта «Сэмми», «Норд» и «Северянин» демонстрировали высокую устойчивость даже при погружении на 1 см. Их ИУГ (индекс устойчивости к гипоксии) оставался близким к 100 %, что говорило о практически полной сохранности всхожести в условиях гипоксии.

Сорта «777 Китай» и «229 дн Китай» проявляли высокую чувствительность к гипоксии: их всхожесть резко падала уже при погружении на 0,5 см.

#### Выводы

1. Разработанный комплексный лабораторный подход полностью подтвердил свою эффективность. Моделирование осмотического стресса (засоления  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) и гипоксии (затопления) выявило статистически значимые различия в реакции генотипов озимого рапса на оба типа стрессовых условий, что позволило объективно ранжировать сорта по степени устойчивости.

2. Были установлены четкие пороговые значения осмотического стресса, критические для прорастания. Концентрация  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  3,6 % являлась критической для большинства сортов, приводя к полной потере всхожести. Исключение составил сорт «Сэмми», подтвердивший уникальную осмотическую устойчивость. Концентрация 2 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  служила дифференцирующим порогом, на котором статистически значимо проявлялись различия в устойчивости корневой и побеговой систем между сортами.

**3. Были определены критические параметры гипоксического стресса.** Погружение на глубину 0.5 см оказалось пороговым для чувствительных сортов китайской селекции («777 Китай» и «229 дн Китай»), в то время как устойчивые сорта («Сэмми», «Норд», «Северянин») сохраняли высокую всхожесть вплоть до глубины 1 см.

**4. Морфофизиологические показатели (длина корня и роста, водный статус, накопление биомассы) статистически значимо коррелировали с устойчивостью.** Метод проращивания в рулонах показал, что начальная энергия роста корня является важным, но не единственным фактором устойчивости к гипоксии. Комплексная оценка через индексы всхожести (ИВ), длины корня (ИДК), длины роста (ИДР) и суммарный балл устойчивости (СБУ) объективно выявила лидера — сорт «Сэмми».

**5. Гипотеза полностью подтверждена.** Подход позволил не только выявить и ранжировать сорта по комплексной устойчивости, но и определить конкретные пороговые значения стресс-факторов (3.6 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и 0.5 см затопления), разделяющие устойчивые и чувствительные генотипы, что имеет практическое значение для семеноводства и подбора сортов под конкретные условия выращивания.

Комплексный лабораторный скрининг доказал свою прогностическую ценность для оценки устойчивости генотипов озимого рапса на ранних этапах онтогенеза, а выявленные пороговые значения стрессовых факторов могут быть использованы в качестве стандартизированных критериев в селекционных программах.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. В. М. Лукомец, С. В. Зеленцов, К. М. Кривошлыков, Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. — 2015. — № 4
2. Е. В. Соломонова, Е. Ю. Ембатунова, Ю. С. Черятова, С. Г. Монахос Масличность рапса: ботаническая природа, биохимические особенности и пищевой потенциал // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2023
3. Proficiency Tests // ISTA Seed Quality Assurance URL: <https://www.seedtest.org/en/proficiency-tests/standard-pt-results.html>
4. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. — М. Стандартиформ, 2011. — 32 с.
5. ГОСТ 12036–85. Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. — М. Стандартиформ, 2011. — 13 с.
6. ГОСТ 12037–81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. — М. Стандартиформ, 2011. — 20 с.
7. В. И. Карпин, Н. И. Переправо, В. Н. Золотарев, В. Э. Рябова, Э. З. Шамсутдинова, Т. В. Козлова Методика определения силы роста семян кормовых культур. — М.: Издательство РГАУ — МСХА, 2012

# ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ

## Нанотехнологии на страже здоровья: как крошечные частицы совершают революцию в медицине

Агапов Семён Валентинович, учащийся 9-го класса

Научный руководитель: Дерябина Любовь Владимировна, учитель химии  
МБОУ лицей № 4 г. Чехова (Московская область)

**М**ы живем в мире, где даже самые сложные болезни пока не всегда поддаются лечению. Химиотерапия при раке, например, часто сравнивается с «ковровой бомбардировкой»: она убивает раковые клетки, но и наносит колоссальный урон здоровым клеткам, вызывая тяжелые побочные эффекты. Антибиотики, спасшие миллионы жизней, перестают работать из-за того, что бактерии становятся к ним устойчивыми.

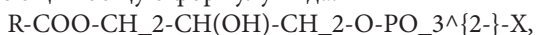
Но наука не стоит на месте. В последние десятилетия ученые всего мира работают над созданием принципиально нового оружия в войне с болезнями. Это оружие — нанотехнологии. Цель моей работы — на основе анализа научно-популярных статей выяснить, как наночастицы помогают решать главную проблему медицины: доставлять лекарство точно по адресу, не повреждая здоровые ткани организма.

### Что такое наночастицы?

Для начала нужно понять, с чем мы имеем дело. Приставка «нано» означает одну миллиардную часть метра. Для сравнения: лист бумаги толщиной в 100 микрометров (0,1 мм) в 1000 раз тоньше человеческого волоса. Наночастица же меньше этого листа еще в 100 раз [1].

Наночастицы — это не просто маленькие кусочки вещества. Благодаря своим размерам они приобретают уникальные свойства. В природе наночастицы существуют давно — это вирусы, молекулы белков и ДНК. Ученые научились создавать и свои собственные наночастицы: липосомы (липидные пузырьки), полимерные и золотые наночастицы, углеродные нанотрубки и даже магнитные частицы [2].

С точки зрения химии, ключевую роль здесь играют процессы самоорганизации. Например, липосомы формируются из амфифильных молекул — фосфолипидов, имеющих общую формулу вида:



где R — длинный углеводородный хвост (гидрофобная часть), а X — полярная головка (гидрофильная). В водной среде такие молекулы самопроизвольно соби-

раются в бислой ( $\Delta G < 0$ ), минимизируя контакт гидрофобных участков с водой.

### Главная проблема: как доставить лекарство?

Представьте, что вам нужно отправить посылку с ценным грузом в определенный дом в большом городе. Если просто выбросить ее на улицу, шанс, что она попадет по адресу, ничтожно мал. Так же и с лекарствами: мы глотаем таблетку или делаем укол, и препарат разносится кровью по всему телу. До места назначения (например, опухоли) доходит лишь малая часть, а остальное может навредить здоровым органам, особенно печени и почкам [3].

Именно поэтому концепция «волшебной пули», предложенная еще в XIX веке Паулем Эрлихом, остается мечтой врачей. И сегодня нанотехнологии позволяют приблизиться к этой мечте. Задача ученых — создать такую систему доставки, которая защитит лекарство в пути, доставит его точно к больным клеткам и высвободит в нужный момент [4].

### Виды «транспорта» для лекарств

Проанализировав несколько научно-популярных статей, я выделил основные типы наночастиц, которые уже используются или проходят испытания:

#### 1. Липосомы — «волшебные пузырьки»

Это одни из первых и самых успешных наноносителей. Липосома — это крошечный пузырек, стенка которого состоит из двойного слоя липидов (жиров), как и мембрана наших клеток. Внутри такого пузырька можно поместить лекарство. Благодаря своему сходству с клетками, липосомы легко сливаются с ними и доставляют свой груз внутрь. Самый известный пример — препарат доксорубицин в липосомах. Обычный доксорубицин очень токсичен для сердца, но «упакованный» в липосомы, он накапливается преимущественно в опухоли и действует гораздо безопаснее [5, 6].

#### 2. Наночастицы золота — «снайперы» и «мишени»

Золотые наночастицы уникальны тем, что они могут быть «настроены» на определенную длину волны света. Если такие частицы накопятся в раковой опухоли



ли, а потом подсветить ее лазером, частицы нагреются и буквально сожгут раковую клетку изнутри, не задевая здоровые. Этот метод называется фототермической терапией. Кроме того, их легко «начинить» лекарством или использовать как контраст для диагностики [7].

### 3. Магнитные наночастицы — «управляемые ракеты»

Если ввести в кровоток частицы оксида железа, то с помощью мощного магнита, поднесенного к телу, их можно попытаться собрать в нужном месте. Это сложно, но возможно для органов, расположенных неглубоко. Еще интереснее использовать переменное магнитное поле, которое заставляет частицы колебаться и нагреваться, уничтожая опухоль. А в одной из лабораторий МГУ придумали, как с помощью магнитного поля механически разрывать связь между ферментом-лекарством и его блокатором, высвобождая активное вещество строго по команде [4, 8].

### 4. Наночастицы на основе полимеров и графена

Из биосовместимых полимеров (например, молочной кислоты) делают капсулы, которые постепенно разлагаются в организме, высвобождая лекарство. А графен — «лист» углерода толщиной в один атом — обладает огромной площадью поверхности и может нести на себе огромное количество молекул препарата или даже РНК для генной терапии [9].

#### Как наночастицы находят цель?

Ученые используют два основных способа «наведения» [3, 10]:

**Пассивное наведение.** Сосуды, питающие опухоль, растут очень быстро и имеют дефекты — поры, через которые наночастицы могут просочиться внутрь опухоли и остаться там, потому что лимфатическая система

в опухоли работает плохо. Это называется EPR-эффект (эффект повышенной проницаемости и удержания).

**Активное наведение.** На поверхность наночастицы прикрепляют специальные молекулы-«опознаватели» (антитела или фрагменты ДНК), которые узнают белки на поверхности только раковых клеток. Как ключ к замку, такая частица прилипает именно к больной клетке.

#### Заключение

Изучив доступные материалы, я пришел к выводу, что нанотехнологии — это не фантастика, а уже реально работающий инструмент, который кардинально меняет медицину. Создание умных наночастиц позволяет решать главную задачу: лечить прицельно, а не «бить по площадям».

Конечно, есть еще много проблем: нужно убедиться в полной безопасности этих частиц, научиться производить их дешево и в больших количествах, обучить врачей. Но первые успехи уже впечатляют. Уже сегодня существуют препараты на основе липосом и альбуминовых наночастиц, которые спасают жизни. Разрабатываются нанопластыри для безболезненного лечения ожирения и диабета, «наногубки», отвлекающие на себя бактериальные токсины, и даже методы доставки РНК для подавления «плохих» генов [1, 11].

Возможно, через 10–15 лет поход к врачу будет выглядеть иначе: нам будут вводить не просто лекарство, а нанороботов, которые сами найдут проблему и устранят ее. Как сказал один из основоположников наноауки Эрик Дрекслер: «Нанотехнология принесет фундаментальный прорыв в медицине». И я надеюсь, что это случится уже в ближайшем будущем.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Нанотехнологии — новый союзник в войне с болезнями // Биомолекула. — 2020. — URL: <https://biomolecula.ru/articles/nanotekhnologii-novyi-soiuznik-v-voine-s-bolezniami> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Наночастицы — инструмент адресной доставки лекарств // Биомолекула. — 2021. — URL: <https://biomolecula.ru/articles/nanochastitsy-instrument-adresnoi-dostavki-lekarstv> (дата обращения: 15.03.2025).
3. Точно по адресу: как наноразмерные капсулы доставляют лекарства // Коммерсантъ-Наука. — 2022. — № 5. — С. 12–15.
4. Наномеханика для адресной доставки лекарств — насколько это реально? // Биомолекула. — 2020. — URL: <https://biomolecula.ru/articles/nanomekhanika-dlia-adresnoi-dostavki-lekarstv-naskolko-eto-realno> (дата обращения: 15.03.2025).
5. Наночастицы в медицине: Перспективы использования в целенаправленной доставке лекарств // Наука и мировоззрение. — 2023. — № 2. — С. 45–49.
6. Современные достижения в химии: липосомальные формы лекарств // Научная Россия. — 2021. — URL: <https://scientificrussia.ru/articles/liposomy-v-meditsine> (дата обращения: 15.03.2025).
7. «Мал золотник, да дорог», или об использовании золотых наночастиц // Биомолекула. — 2019. — URL: <https://biomolecula.ru/articles/mal-zolotnik-da-dorog-ili-ob-ispolzovanii-zolotykh-nanochastits> (дата обращения: 15.03.2025).
8. Головин, Ю. И., Кичатов А. А., Руденко К. В. Новый подход к управлению биохимическими реакциями в магнитной наносuspension // Письма в Журнал технической физики. — 2020. — Т. 46. — № 12. — С. 22–25.
9. A Review on Graphene-Based Nanomaterials in Biomedical Applications // Nano-Micro Letters. — 2019. — Vol. 11. — Article 42.
10. Decuzzi, P., Ferrari M. The role of nanoparticle size in the enhanced permeation and retention effect // Journal of Controlled Release. — 2008. — Vol. 128. — № 2. — P. 115–121.
11. Zhang, Y., Liu Q., Yu J. et al. Locally Induced Adipose Tissue Browning by Microneedle Patch for Obesity Treatment // ACS Nano. — 2020. — Vol. 14. — № 9. — P. 11378–11389.

# Влияние искусственного интеллекта на биологическую безопасность подростков

Бакаев Алексей Романович, учащийся 10-го класса

Научный руководитель: Рыкова Татьяна Николаевна, учитель биологии  
Державинский лицей Тамбовского государственного университета имени Г. Р. Державина

*В статье автор исследует влияние искусственного интеллекта на биологическую безопасность подростков. Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), биологическая безопасность, подростки.*

В последние десятилетия наблюдается стремительное развитие технологий, связанных с искусственным интеллектом (ИИ), что приводит к значительным изменениям в различных сферах человеческой деятельности, включая образование, здравоохранение, безопасность и социальные взаимодействия. Одной из наиболее актуальных проблем современности является влияние этих технологий на биологическую безопасность подростков. Подростковый возраст — это критически важный период в жизни человека, характеризующийся повышенной уязвимостью к различным внешним и внутренним факторам, включая влияние современных технологий. Учитывая, что подростки активно используют цифровые технологии и взаимодействуют с платформами, основанными на ИИ, становится важным исследовать, каким образом эти взаимодействия могут повлиять на их биологическую безопасность.

Актуальность данной темы обусловлена растущей интеграцией ИИ в повседневную жизнь, что вызывает необходимость анализа его воздействия на здоровье и безопасность подрастающего поколения. На фоне увеличения случаев кибербуллинга, распространения дезинформации и влияния социальных сетей, подростки становятся особенно уязвимыми к негативным последствиям, связанным с использованием технологий. В этом контексте важно не только оценить риски, но и выявить потенциальные положительные аспекты, которые могут улучшить биологическую безопасность молодежи.

Целью данной работы является комплексное исследование влияния искусственного интеллекта на биологическую безопасность подростков, что позволит выделить ключевые аспекты, требующие внимания со стороны общества, образовательных учреждений и родителей.

Одним из ключевых направлений использования ИИ в области биологической безопасности является мониторинг и прогнозирование заболеваний. Системы, основанные на ИИ, способны обрабатывать большие объемы данных, включая генетическую информацию, эпидемиологические данные и социальные факторы, что позволяет предсказывать вспышки инфекционных заболеваний среди подростков. Например, алгоритмы машинного обучения могут выявлять паттерны в распространении вирусов и бактерий, позволяя своевременно разрабатывать меры по предотвращению эпидемий. Это особенно актуально в условиях глобальных угроз, таких как пан-

демия COVID-19, когда подростки, как уязвимая группа, требуют особого внимания.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, внедрение ИИ в сферу биологической безопасности подростков также сопряжено с рядом рисков. Применение алгоритмов для мониторинга здоровья может привести к проблемам с конфиденциальностью и защите персональных данных. Необходимость в сборе и анализе информации о здоровье подростков может столкнуться с этическими и правовыми барьерами. Важно учитывать, что подростки, являясь частью уязвимой группы, могут подвергаться риску дискриминации на основе полученных данных, что в свою очередь может негативно сказаться на их психоэмоциональном состоянии и социальной адаптации.

Кроме того, использование ИИ в образовательных учреждениях для мониторинга здоровья подростков может создать ситуацию повышенного контроля, что, в свою очередь, может привести к формированию негативного отношения к системе здравоохранения и образовательному процессу в целом. Необходимо разработать четкие этические нормы и регламенты, которые будут защищать подростков от возможных негативных последствий внедрения ИИ в практику биологической безопасности.

Важным аспектом является также обучение подростков основам цифровой грамотности и критическому мышлению. Осознание подростками возможностей и ограничений ИИ позволит им более ответственно относиться к собственному здоровью и безопасности. Интеграция курсов по цифровой безопасности и этике ИИ в образовательные программы может способствовать формированию у подростков необходимых навыков для адекватной оценки информации и принятия обоснованных решений.

Не менее значимой является роль междисциплинарного подхода в исследовании влияния ИИ на биологическую безопасность подростков. Взаимодействие специалистов в области медицины, психологии, социологии и информатики позволит создать комплексные модели, учитывающие различные аспекты здоровья и безопасности подростков. Данные модели должны основываться на научных исследованиях и учитывать как биологические, так и социальные факторы, влияющие на здоровье подростков.

Будущее искусственного интеллекта в сфере биологической безопасности подростков зависит от баланса между использованием технологий и соблюдением эти-

ческих норм. Необходимо поддерживать диалог между учеными, разработчиками технологий, педагогами и представителями общественности для создания безопасной и эффективной среды, в которой подростки могут развиваться и получать необходимые знания для защиты своего здоровья.

Таким образом, искусственный интеллект представляет собой мощный инструмент, способный существен-

но повлиять на биологическую безопасность подростков. Однако необходимо осознание всех связанных рисков и выработка стратегии, направленной на минимизацию негативных последствий. Важно, чтобы применение ИИ в этой области опиралось на принципы этики, уважения к правам личности и обеспечения безопасности, что позволит создать здоровую и безопасную среду для будущих поколений.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мухамадиева, К. Б. Анализ исследований по применению искусственного интеллекта в высшем образовании / К. Б. Мухамадиева // Образование и проблемы развития общества. — 2020. — № 2(11). — С. 119–124.
2. Мухамадиева, К. Б. Машинное обучение в совершенствовании образовательной среды / К. Б. Мухамадиева // Образование и проблемы развития общества. — 2020. — № 4(13). — С. 70–77.

## Проблема осведомленности современных старшеклассников о половом здоровье (по материалам пилотажного социологического исследования 2025 года в г. Волжском)

*Соколова Милана Сергеевна, учащаяся 11-го класса*

Научный руководитель: *Соколов Роман Васильевич, учитель истории и обществознания*  
МОУ «Средняя школа № 5 имени С. П. Королёва г. Волжского Волгоградской области»

В жизни каждого человека важным этапом является юношеский (старший подростковый) возраст. Согласно ряду социологических теорий, в этом периоде человек сталкивается и преодолевает, с разной степенью успешности, ряд «кризисов». Речь идет о становлении психосексуальной сферы (поиск партнера и т. п.), а также о необходимости образовательного и профессионального определения. Для каждого следующего поколения это происходит в исторически уникальных условиях. Для середины 2020-х годов свойственны следующие уникальные обстоятельства:

1. Глобальная политическая и экономическая нестабильность.
2. Трансформация ряда институтов (семья и брак, система образования и т. д.).
3. Процесс цифровизации всех сторон жизни, включая распространение дистанционного обучения.
4. Ковидная изоляция.

Одним из важных условий успешного формирования психосексуальной сферы является осведомленность юношества о половом здоровье.

Этой проблеме была посвящена часть социологического исследования «Молодежь г. Волжского 2025». Исследование проводилось в рамках работы над школьными индивидуальными проектами и было представлено в стенах ВФ ВолГУ на V Всероссийском проектном фестивале «Поколение Z — это Мы», которое прошло в г. Волжском в ноябре 2025 года.

В опросе (анкетирование) приняли участие 109 старшеклассников (9–11 классы) общеобразовательных школ города Волжского. Анкетирование носило анонимный характер, полученные данные исследовались в обобщенном виде. Для обеспечения репрезентативности данные были взвешены с учетом статистических данных о половозрастных характеристиках данной когорты старшеклассников.

Сама анкета состояла из ряда блоков вопросов:

1. Блок «Социальное самочувствие».
2. Блок «Профессиональное самоопределение».
3. Блок «Здоровье старшеклассников» (занятия спортом, пищевое поведение, информированность о половом здоровье).
4. Блок «Цифровое поведение» (использование социальных сетей, цифровых технологий в образовании и обычной жизни).
5. Блок «Отношение к домашним питомцам».

Тематика исследования формировалась на основе интересов участников проекта.

Таблица 1. Укажите Ваш пол (%)

Мужской	51
Женский	49
Итого	100

**Таблица 2.** Достаточно ли вы информированы по вопросам полового здоровья? (%)

Да	53,7
Скорее да	35,1
Скорее нет	8,3
Нет	2,8
Итого	100,0

Абсолютное большинство опрошенных старшеклассников (88,8 %) считают себя информированными по вопросам полового здоровья.

Анализ не выявил статистически значимых различий в степени информированности между юношами и девушками.

**Таблица 3.** Откуда вы получаете информацию о половом здоровье? (%)

	Пол	
	мужской	женский
Школа	3,6 %	3,5 %
Семья	21,4 %	22,8 %
Интернет	42,9 %	31,6 %
Медицинские работники	14,3 %	26,3 %
Друзья	14,3 %	15,8 %
Другие источники	3,6	0
Итого	100,0	100,0

Несмотря на то, что старшеклассники значимую часть времени проводят в школе, как источник информации о половом здоровье она оценивается ими низко (3,5–3,6 %).

Информацию о половом здоровье они чаще всего получают из интернета. Очевидно, что, хотя интернет может быть полезным ресурсом, информация о половом здоровье, полученная в школе, как правило, более проверенная и надежная.

В ходе исследования в данных было обнаружено различие между юношами и девушками в определении значимости медицинских работников как источника информации о половом здоровье. 26,3 % девушек и лишь 14,3 % юношей определили медицинских работников как их источник информации о половом здоровье. Статисти-

ческая значимость данного различия во мнениях выявлена не была, тем не менее на данный аспект результатов исследования стоит обратить внимание.

В целом, девушки более высоко оценивают медицинских работников как источник информации о половом здоровье (26,3 %), выше, чем «семью» (22,8 %) и тем более «друзей» (15,8 %). У юношей «медицинские работники» (14,3 %) существенно уступают «интернету» (42,9 %) и «семье» (21,4 %).

Стоит обратить внимание на тот факт, что институциональные источники о половом здоровье для старшеклассников: «школа» и «медицинские работники» вместе (в сумме) уступают интернету. У юношей сумма «школы» и «медицинских работников» составляет 17,9 %, а у девушек — 29,8 %.

**Таблица 4.** Чувствуете ли вы себя комфортно, обсуждая вопросы полового здоровья с родителями/опекунами? (%)

Да	41,9
Нет	20,3
Частично	37,8
Итого	100

Обсуждение с родителями — это важный аспект, который может оказать значительное влияние на здоровье и благополучие старшеклассников.

Согласно данным (таблица 4) суммарно 58,1 % опрошенных (выбравших ответы «Нет» и «Частично») не имеют полноценных доверительных отношений с родителями по вопросам полового здоровья. Этот дефицит общения в семье, как нам представляется, напрямую компенсируется обращением к альтернативным, зачастую непроверенным, источникам информации, таким как интернет и сверстники, что повышает риски формирования мифов в сфере полового здоровья.

Таким образом, в аспекте информированности старшеклассников о половом здоровье исследование

«Молодежь г. Волжского 2025» выявило следующие особенности:

1. Высокий уровень самооценки старшеклассников своей информированности при низком качестве источников.
2. Низкая роль школы как источника информации о половом здоровье.
3. Недостаток доверительного общения старшеклассников с родителями.
4. Гендерные различия у старшеклассников в выборе источников информации.

В завершение следует отметить, что исследование носило обучающий пилотажный характер. Полученные данные нуждаются в сопоставлении с данными других аналогичных исследований.



## Питание для людей с целиакией (непереносимостью глютена)

Ушакова Юлия Дмитриевна, учащаяся 6-го класса  
МБОУ «Гимназия № 21» г. Читы

Научный руководитель: Сороканюк Татьяна Анатольевна, педагог-психолог,  
преподаватель биологии и основ проектной деятельности  
Учебный центр дополнительного образования «Перспектива» г. Читы

В статье автор исследует создание меню на неделю для людей, нуждающихся в безглютеновой диете.

**Ключевые слова:** диета, целиакия, глютен, питание.

**Ц**елиакия — иммуноопосредованное системное заболевание, которое возникает в ответ на употребление глютена или соответствующих проламинов генетически предрасположенными индивидуумами и характеризуется наличием широкой комбинации глютен-зависимых клинических проявлений. По данным на 2025 год, предполагаемая частота целиакии в России — примерно 1:100–1:250. Есть разрозненные данные из разных регионов России: в Архангельской и Челябинской областях, Санкт-Петербурге — 0,02 %; в Томской области — 0,05 %; в Якутии — 0,06 %, в Якутске — 0,11 %; в Свердловской области — 0,30 %. Малосимптомная и бессимптомная целиакия может длительно оставаться не диагностированной [1]

Без лечения целиакия может значительно снижать качество жизни. У людей, не соблюдающих безглютеновую диету, возникает хроническая усталость, слабость, раздражительность. Они тяжело переносят перемены в жизни и физические нагрузки, у них снижается память, преобладают апатия и равнодушие, возможно развитие депрессии и бессонницы. Также без лечения у пациентов с целиакией развиваются осложнения со стороны других органов и систем, такие как заболевания нервной, костной и эндокринной систем. Кроме того, повышается риск онкологических заболеваний [2]

Единственным методом лечения целиакии и профилактики ее осложнений в настоящее время является строгая пожизненная безглютеновая диета.

Цель: создать меню на неделю для людей, нуждающихся в безглютеновой диете.

### Задачи

1. Изучить особенности целиакии, механизмы развития симптомов и прогнозы;
2. Изучить процесс усвоения глютена, его особенности, содержание в продуктах питания и медикаментах;
3. Познакомиться с принципами и основными требованиями к диетам с ограничениями в употреблении тех или иных продуктов;
4. Разработать меню на неделю для людей с непереносимостью глютена;
5. Опубликовать статью по результатам в журнале «Юный ученый»

В процессе работы над проектом мы использовали следующие методы

- теоретические: изучение и поиск информации, обобщение, систематизация и информации, анализ,
- практические: разработка и создание безглютенового меню.

Новизна проекта и практическая значимость заключаются в продукте, меню для людей с целиакией существуют, однако, питание необходимо ежедневно, разнообразие в выборе программ питания — это жизненная необходимость.

Создание безглютенового меню включает несколько этапов: планирование, подбор продуктов, разработку рецептов и организацию процесса приготовления.

Мы разработали два варианта безглютенового меню на неделю, меню сбалансировано, включает в себя все необходимые человеку микроэлементы и витамины, вариант 1 предполагает четырехразовое питание, вариант 2 — три приема пищи.

Таблица 1. Безглютеновое меню на неделю. 1 вариант

	Завтрак	Обед	Полдник	Ужин
Понедельник	Омлет с овощами, рисовые хлебцы	Куриный суп со шпинатом и яйцом	Яблоко, горсть орехов	Красная рыба с киноа и с манго-соусом
Вторник	Киноа с фруктами, чиа и мятой	Морское рагу с креветками и мидиями, рис	Натуральный йогурт, морковь	Запечённая индейка с овощами
Среда	Смузи из ягод, миндального молока и киноа	Борщ с томленной говядиной	Груша, безглютеновые крекеры	Мясо мидий в зелёном соусе

Четверг	Гречневая каша с кокосовым молоком	Треска и трио овощей с лимоном	Ореховая паста с рисовым хлебцем	Гречка-боул с индейкой и соусами
Пятница	Фриттата с беконом и картофелем	Чечевичный суп с беконом и шпинатом	Апельсин, семечки	Медальоны из тунца с кремом из овощей
Суббота	Блинчики из рисовой муки с мёдом	Сочные тефтели и гречка со взбитым маслом, салат из зелени	Натуральный йогурт, орехи	Индейка с зеленой тахини
Воскресенье	Глазунья с колбасками, беконом	Бифштексы с сыром и ароматная гречка	Яблочное пюре, гречские орехи	Котлеты из горбуши со сливочным хреном

Таблица 2. Безглютеновое меню на неделю. 2 вариант

	Завтрак	Обед	Ужин
Понедельник	Пудинг из семян чиа, порция греческого йогурта с ванилью и фруктами	Куриный суп с чечевицей и картофелем, овощной салат	Мясная нарезка со шпинатом, любые овощи, кукурузный хлеб
Вторник	Яичница с зеленью и помидорами	Салат из сорго с цукини и помидорами черри	Жареные креветки с зеленым салатом и лимонным соком
Среда	Киноа со свежими ягодами и миндалем	Салат из тунца, яиц и огурцов с льняным маслом	Запеченная курица с брокколи и кисло-сладким соусом
Четверг	Рисовый багет с авокадо и соусом песто	Буррито с красной фасолью, овощное рагу с баклажанами и кабачками	Кета с руколой и зеленым горошком
Пятница	Йогурт с бананом, малиной и корицей	Лаваш из гречневой муки с курицей и овощами	Запеченный лосось с рисом, морковью и стручковой фасолью
Суббота	Омлет с грибами и цукини	Болгарский перец, фаршированный говяжьим фаршем, коричневым рисом и помидорами	Паровые куриные котлеты, салат с киноа, болгарским перцем и кинзой
Воскресенье	Сырники с безглютеновой мукой со сметаной	Салат «Цезарь» (строго без сухариков из пшеничного хлеба), киноа	Баранина на гриле с запеченными овощами

Безглютеновая диета может быть полезна для людей с целиакией и аллергией на глютен. Для них диета помогает сгладить негативную симптоматику и улучшить состояние здоровья.

Безглютеновая диета не рекомендована для похудения или улучшения общего состояния здоровья. Перед переходом на такое питание необходимо проконсультироваться с врачом.

Безглютеновая диета играет важную роль в поддержании здоровья и профилактике заболеваний. Она требует внимательного подхода к выбору продуктов, знания состава продуктов и соблюдения рекомендаций врача диетолога.

Мы выполнили поставленные задачи, изучили и разобрались в механизмах развития и симптоматики непереносимости глютена, разработали сбалансированное меню для питания людей с целиакией.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бельмер, С. В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы. Лечащий врач Медицинский портал. 2013.02.28 <https://www.lvrach.ru/2013/01/15435596/>
2. Бельмер, С. В. и др. Целиакия у детей / Под ред. С. В. Бельмера, М. О. Ревновой. М.: Медпрактика-М, 2013. 416 с.
3. Целиакия, [интернет-источник] <https://library.mededtech.ru/rest/documents/celiaki2021/#12>
4. Целиакия. История болезни, [интернет-источник] <https://gfrussia.ru/istoriya-bolezni>

## Влияние пищи на состояние зубов подростков

Чечетова Анастасия Николаевна, учащаяся 10-го класса

Научный руководитель: Рыкова Татьяна Николаевна, учитель биологии  
Державинский лицей Тамбовского государственного университета имени Г. Р. Державина

В статье автор исследует влияние пищи на состояние зубов подростков.

Ключевые слова: пища, состояние зубов, подростки.

Здоровье зубов является важной составляющей общего состояния здоровья человека, особенно в подростковом возрасте, когда происходит активное формирование зубочелюстной системы и закладываются основы гигиенических привычек на всю жизнь. В последние годы наблюдается тенденция к ухудшению стоматологического здоровья среди подростков, что связано с изменением рациона питания, увеличением потребления сладостей и фаст-фуда, а также низким уровнем осведомленности о значении правильного питания для сохранения здоровья зубов. Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью выявления взаимосвязи между пищевыми привычками и состоянием зубов у подростков, что позволит разработать рекомендации по улучшению их рациона и профилактике стоматологических заболеваний.

Целью данной работы является изучение влияния пищевых факторов на состояние зубов подростков.

Питание играет ключевую роль в формировании и поддержании здоровья зубов, особенно в подростковом возрасте, когда происходит активный рост и развитие организма. Влияние пищи на состояние зубов определяется не только химическим составом продуктов, но и их структурой, частотой потребления и общими пищевыми привычками.

Основными питательными веществами, влияющими на здоровье зубов, являются минералы, витамины и макроэлементы. Кальций, фосфор и витамин D являются критически важными для формирования твердой структуры зубов, так как они участвуют в минерализации эмали и дентинного слоя. Кальций, в частности, способствует поддержанию прочности зубной эмали, а недостаток этого элемента может привести к повышенной хрупкости и развитию кариеса. Фосфор, в свою очередь, играет роль в формировании структуры эмали и дентината, обеспечивая их прочность и устойчивость к кислотному воздействию.

Витамин С, обладая антиоксидантными свойствами, способствует поддержанию здоровья десен и предотвращает развитие гингивита, который может стать предшественником более серьезных заболеваний зубов. Витамин А необходим для нормального функционирования слюнных желез, что важно для поддержания гигиеничности полости рта и снижения риска кариеса. Кроме того, витамины группы В участвуют в метаболизме и регуляции обменных процессов, что также сказывается на здоровье зубов.

Кислотосодержащие продукты, такие как газированные напитки, цитрусовые и некоторые виды сладостей, могут оказать негативное воздействие на состояние зубов. Кислоты, содержащиеся в этих продуктах, способны деминерализовать зубную эмаль, что повышает риск развития кариеса. Сахара, особенно в сочетании с кислотой средой, способствуют активизации патогенных микроорганизмов, вызывающих кариес. Микроорганизмы, такие как *Streptococcus mutans*, используют сахар в качестве источника энергии, выделяя при этом кислоты, которые разрушают эмаль.

Частота потребления сахаров и кислот также играет важную роль в развитии заболеваний зубов. Периодическое потребление сладких и кислых продуктов, особенно в виде перекусов, создает постоянные колебания pH в полости рта, что приводит к постоянному воздействию кислот на зубную эмаль. Это состояние, известное как «кариес на фоне постоянного кислотного стресса», может развиваться даже при низком уровне потребления сахара, если это происходит регулярно в течение дня.

Продукты, богатые клетчаткой, такие как фрукты и овощи, способствуют увеличению слюноотделения, что помогает нейтрализовать кислоты и способствует минерализации зубной эмали. Слюна является естественным буфером, который защищает зубы от кислотного воздействия и способствует поддержанию гигиеничности полости рта. Продукты, богатые клетчаткой, также способствуют механическому очищению зубов, что снижает риск накопления налета.

Важно отметить, что не только состав и структура пищи, но и общее состояние питания подростка имеют значение. Односторонняя диета, бедная необходимыми витаминами и минералами, может привести к дефициту питательных веществ, что, в свою очередь, негативно отразится на здоровье зубов. Например, недостаток витаминов и минералов может привести к замедлению процессов реминерализации и восстановлению зубной эмали, что увеличивает риск развития кариеса и заболеваний десен.

Исследования показывают, что подростки, потребляющие разнообразную и сбалансированную пищу, реже страдают от стоматологических заболеваний по сравнению с теми, кто предпочитает высококалорийные, но бедные питательными веществами продукты. Программам по повышению осведомленности о питании среди молодежи следует уделять особое внимание, поскольку формирование правильных пищевых привычек в под-

ростковом возрасте может оказать значительное влияние на здоровье зубов в будущем.

Таким образом, рациональное питание, богатое необходимыми витаминами и минералами, является важным фактором для поддержания здоровья зубов подростков.

Учет питания в профилактике стоматологических заболеваний позволит значительно снизить заболеваемость кариесом и другими заболеваниями зубов, способствуя формированию гигиеничных пищевых привычек у молодежи.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Тарасова, Ю. Г., Павлова Г. В. Стоматологический статус детей рабочих производства пенополиуретанов. // Стоматология. 2001. — № 6. — С.56–58.
2. Целыковская, Н. Ю. Социально-гигиенические факторы и здоровье детей. // Гигиена и санитария. 2001. — № 2 — С.58–60.





# Юный ученый

## Международный научный журнал

№5 (101) / 2026

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 18.05.2026. Дата выхода в свет: 21.05.2026.  
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.